



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



USO DEL DISPOSITIVO CIDR RECICLADO. EFECTO DE SU ESTERILIZACIÓN MEDIANTE AUTOCLAVE EN LOS NIVELES DE PROGESTERONA LIBERADOS EN CABRAS SOMETIDAS A TRATAMIENTOS CORTOS

TESIS QUE PRESENTA:

ESAÚ PÉREZ LUNA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESORES:

DR. LORENZO ÁLVAREZ RAMÍREZ
Universidad Nacional Autónoma de México

DR. JOSÉ HERRERA CAMACHO
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Tarímbaro, Michoacán; Junio, 2010.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**USO DEL DISPOSITIVO CIDR RECICLADO.
EFECTO DE SU ESTERILIZACIÓN MEDIANTE
AUTOCLAVE EN LOS NIVELES DE
PROGESTERONA LIBERADOS EN CABRAS
SOMETIDAS A TRATAMIENTOS CORTOS**

TESIS QUE PRESENTA:

ESAÚ PÉREZ LUNA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Tarímbaro, Michoacán; Junio, 2010.

DEDICATORIA.

A DIOS:

Por ser nuestro creador, amparo, fortaleza, cuando más lo necesitamos y por haberme permitido llegar hasta este punto para lograr mis objetivos, haciendo palpable su amor a través de todos los que me rodean.

A MI PADRE:

Por ser la mano dura que me sostiene desde que nací, por ese gran carácter que me impulsa a desafiar cualquier reto no importa cual difícil sea, por estar siempre para aplaudir mis logros, por enseñarme a diferenciar el bien y el mal, por los consejos, por dejarme la herencia más rica que pude haber tenido, por los momentos difíciles que tuvimos que enfrentar y por darme la fuerza para sobreponerme a ellos.

A MI MADRE:

Por ese inmenso amor, ternura, comprensión, por ser la guía de mis primeros pasos, por enseñarme a dar sin esperar nada a cambio, por las caricias en momentos de desesperación e incertidumbre, por las oraciones en momentos difíciles y por confiar en que podía llegar lejos.

A MIS HERMANOS:

Josué y Jairo por ser parte de mi vida, por que simplemente verlos iluminan mi día y siempre estar ahí, por saber que fueron escogidos para llorar, reír, bromear, juntos; aunque la vida nos lleve por caminos diferentes estaremos unidos de corazón para siempre.

A MIS ABUELOS, TIOS Y PRIMOS:

Por todas las palabras de aliento, por creer en mi ciegamente y por el apoyo moral.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por ser la fuente de luz que ilumina el camino, marcando las metas que tengo que alcanzar sabiendo que lo lograre.

A TODOS MIS PROFESORES:

Por inspirarme a seguir adelante y despertar en mí la pasión que siento por la profesión, que gracias a sus experiencias me surgieron dudas que me impulsaron a seguir.

A MI ASESOR:

DR. LORENZO ÁLVAREZ RAMÍREZ, por la gran dedicación, esfuerzo, entusiasmo y por brindarme una mano cuando más la necesitaba, dándome la oportunidad de realizar juntos esta obra, solo le digo que lo admiro y respeto.

AL DR. JOSÉ HERRERA CAMACHO

Por su comprensión, apoyo para poder realizar el trabajo y por despertar en mí el gusto por la reproducción animal.

A LA UNAM

Por haberme brindado la oportunidad de realizar el trabajo experimental de campo en sus instalaciones de CEPIPSA.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
3. OBJETIVO.....	32
4. HIPÓTESIS.....	33
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
6. RESULTADOS.....	37
7. DISCUSIÓN.....	45
8. CONCLUSIÓN.....	49
9. REFERENCIAS.....	50

1. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos intravaginales con progesterona se han utilizado desde hace décadas, con la finalidad de controlar el ciclo estral en rumiantes domésticos y facilitar la incorporación de técnicas reproductivas como la sincronización del celo e inseminación artificial (Carrick y Shelton, 1967; Mauer et al., 1975). En cabras y ovejas, el dispositivo CIDR (controlled internal drug releasing; AHI Plastic Moulding Co., Pfizer® Animal Health) es de los de más reciente aparición en el mercado y cuenta con características sumamente interesantes.

El dispositivo es un implante vaginal construido a base de nylon, cubierto con silicón grado médico impregnado con progesterona (Wheaton et al., 1993). Fue diseñado en Nueva Zelanda y en la actualidad se comercializa en un número importante de países.

El dispositivo se utiliza en la manipulación reproductiva de vacas (CIDR-B), ovejas (CIDR-S) y cabras (CIDR-G). Los niveles plasmáticos de progesterona se incrementan rápidamente luego de su inserción, alcanzando las concentraciones más altas desde los primeros 3-5 días (Wheaton et al., 1993). Su uso permite inducir una respuesta ovulatoria-estral sincronizada debido al efecto bloqueador de la progesterona sobre la ovulación, cuando el efecto bloqueador desaparece, al retirar el dispositivo, se presenta la respuesta.

Con un total de 0.33g de progesterona, el dispositivo CIDR es usado con frecuencia en la inducción de estro y ovulación sincronizada en cabras anéstricas. Utilizado por periodos de 9-14 días, el dispositivo vaginal permite controlar la actividad

reproductiva con alta eficacia (Wheaton et al., 1993). Además, se ha probado que su uso por periodos cortos (5 días) es suficiente para inducir actividad ovárica fértil (Rubianes et al., 1998; Menchaca y Rubianes, 2004).

Aunque el fabricante del dispositivo recomienda un solo uso, la investigación respecto de su reutilización ha confirmado una respuesta aceptable (Van Cleeff et al., 1996; Stevenson et al., 2003; Colazo et al., 2004). Tanto en ovejas como en bovinos, se sabe que el dispositivo cuenta con potencial importante para su reutilización, lo que generaría ahorros convenientes al productor sin afectar de manera considerable su eficiencia. En vacas, las cantidades de progesterona presentes en el implante luego de su primer uso son de, al menos, 50% del contenido respecto a cuándo es nuevo (Rathbone et al., 1997; Rathbone et al., 2002). En ovejas por su parte, la pérdida de peso del dispositivo luego de su primer uso por 12 días es de 50% (Wheaton et al., 1993).

En vacas, un segundo uso del dispositivo inhibe la conducta estral durante al menos 7 días (Richardson et al., 2002) y permite contar con fertilidades similares a cuando el dispositivo es nuevo (Colazo et al., 2004), mientras que en cabras un segundo uso por lapsos de 5 días eleva los niveles de progesterona para inducir una respuesta aceptable (Vilariño et al., 2008a, b).

En la utilización de dispositivos usados es importante considerar su higiene para evitar la transmisión de diversas enfermedades. Los dispositivos se han reutilizado luego de diversos procedimientos de limpieza, desinfección y esterilización (van Cleeff et al., 1992; Schmitt et al., 1996; Van Cleeff et al., 1996; Colazo et al., 2004; Cerri et al., 2005; Martínez et al., 2007; Zuluaga y Williams, 2008) dada la presencia

de poblaciones bacterianas que pueden representar un riesgo (Padula y Macmillan, 2006).

En la cabra doméstica, dada su condición de reproductora estacional, se hace necesario el uso de tratamientos que promuevan la ovulación y el estro fuera de la estación natural de apareamiento (Álvarez, 2005). El uso del CIDR para esos fines es una estrategia ampliamente difundida (Whitley y Jackson, 2004) y el reciclado del dispositivo otorgaría ventajas importantes al reducir considerablemente el costo de la estrategia sin alterar la eficiencia.

Los niveles de progesterona en cabras tratadas con un dispositivo reciclado son menores a los alcanzados con el dispositivo nuevo (Vilariño et al., 2008a). En vacas por el contrario, cuando el dispositivo a reciclar es sometido a altas temperaturas en un procedimiento de esterilización, los niveles alcanzados de la hormona no difieren (Cerri et al., 2005). En vacas, Zuluaga y Williams, (2008) demostraron que someter al dispositivo a autoclave puede ser la mejor opción cuando se desea reciclarlo, eliminando el riesgo de transmisión de enfermedades y superando las cantidades de progesterona que se absorben incluso desde un dispositivo nuevo. En cabras, la utilización de dispositivos CIDR reciclados representaría una alternativa importante en tratamientos hormonales de corta duración (Vilariño et al., 2008b, a) o en su combinación con fenómenos de bioestimulación sexual (Gamboa, 2008).

2. REVISION DE LITERATURA

Razas caprinas

Toggenburg

Es una de las razas antiguas de origen suizo (Cuadro 1) y de fácil adaptación. Presenta color pardo claro a gris con marcas blancas en la cabeza, en las patas y en la cola. El pelo puede variar desde corto hasta largo. La mayor parte de los animales carecen de cuernos (Haenlein, 1996).



Alpina francesa

Cabra de origen suizo criada en Los Alpes, pero adaptada (Cuadro 1) a las condiciones del valle. Existen dos especies: la Brienz-Oberhasli, generalmente sin cuernos, y la Grison, con cuernos. La cabra alpina muestra gran resistencia al frío y al calor. La producción lechera varía en función de las condiciones climáticas. Pelaje corto, color pardo a pardo marrón con marcas negras sobre la cabeza, en la línea dorsal y en las patas (Ksv, 1992).



Cuadro 1. Características de la raza Toggenburg y Alpina Francesa.

Características	Toggenburg	Alpina
Altura machos, cm.	75-85	75-85
Altura hembras, cm.	70-80	70-80
Peso min. Machos Kg.	65	65
Peso min. Hembras Kg.	45	45
Leche L/lactancia	704	610
Largo lactancia días	257	256
Materia grasa (%)	3.9	3.6
Proteína (%)	2.8	2.9

Estación reproductiva de la hembra caprina

Una de las limitaciones más serias de la producción en la cabra, es su estacionalidad reproductiva, y este comportamiento sexual, parece estar regulado por la ley natural, con nacimientos en los momentos más favorables para la supervivencia de las crías.

La cabra durante el año, tiene un periodo reproductivo y otro de descanso sexual, por lo que se puede clasificar a la cabra dentro de los animales poliéstricos estacionales de días cortos (Valencia, 1984; Mena y Gall, 1979).

Durante el periodo reproductivo, la hembra entra en celo, que se repiten a intervalos regulares si no es fecundada. En el anestro estacional, la cabra no entra en celo, y esto se debe principalmente a cambios en el fotoperiodo, ya que esto influye sobre la liberación de gonadotrofinas de la adenohipófisis. Estas variaciones estacionales se cree son debidas a un aumento de la sensibilidad del hipotálamo al mecanismo de retroalimentación de los esteroides ováricos (Ott y Memmon, 1980; citados por Valencia, 1984)

Mena y Gall (1979) mencionan que en la etapa de anestro, los ovarios muestran cambios al inicio de los ciclos normales, pero nunca llegan a madurar, y esto se debe aparentemente por una disminución de los niveles hormonales de la pituitaria, y no basta para inducir el desarrollo de los folículos para iniciar el estro.

Mena y Gall (1979) han sugerido que la glándula pineal y sus secreciones principales de melatonina y otras catecolaminas son las responsables de medir la actividad endocrina en las especies de actividad estacional. La actividad de la pituitaria anterior está regulada principalmente por factores ambientales y básicamente por las horas luz.

Endocrinología de la reproducción

El sistema endocrino, en general, es un sistema hormonal, que se relaciona con diversas funciones como las metabólicas, con la intensidad de las reacciones químicas celulares, el transporte de sustancias a través de las membranas y otros aspectos del mecanismo celular, tales como el crecimiento y la secreción. Existen múltiples y estrechas interrelaciones entre los sistemas nervioso y endocrino. Al menos dos glándulas endocrinas, la medula suprarrenal y la hipófisis posterior, secretan sus hormonas como respuestas a estímulos nerviosos. (Guyton, 1992).

Definición de hormona

La palabra hormona es un vocablo griego que significa “yo éxito o estímulo” y fue utilizado por primera vez por Byliss Y Starling en 1902 (Mc Donald, 1991). Una hormona es una sustancia química producida por una parte del cuerpo, por una célula o un grupo de células vivas, que se difunde o es transportada a otro sitio, donde ejerce un efecto o acción en un órgano o tejido generalmente distante del sitio de producción (Sorensen, 1982; McDonald, 1991; Hafez, 1987; Guyton, 1992).

Glándulas o tejidos productores de hormonas

Definición de glándula endocrina

Es un grupo de células especializadas cuya función principal es producir hormonas (Campbell 1981).

Ovario

Macroscópicamente, el ovario es una estructura arriñonada en el caso de la mujer (Williams, 1981). O en forma ovoidal en la vaca (Sorensen 1982), unida a la pared posterior del ligamento ancho mediante un pliegue peritoneal llamado mesovario (Williams, 1981; Sorensen, 1982). Microscópicamente el ovario cuenta de tres regiones distintas, una corteza externa, una medula central y un hilo interno alrededor de la unión del ovario con su mesenterio. Ninguna de estas estructuras es homogéneo y su aspecto microscópico varían con la edad, los principales componentes consiste en una cubierta de epitelio celómico, folículos en distintas fases de maduración o degeneración, tejidos de sostén conocidos en conjunto como estroma y vasos sanguíneos (Williams, 1981).

Cada ovario, menciona Sorensen (1982), presenta eventualmente cuatro estructuras características sobre si: folículo, cuerpo hemorrágico, cuerpo lúteo y cuerpo albicans. El folículo es desarrollado en el ovulo, y se producen los estrógenos y poca cantidad de progesterona. El cuerpo hemorrágico y después la liberación del ovulo maduro se forma ahí mismo, tiene una duración de 3 a 5 días, incrementándose la concentración de progesterona y descendiendo los estrógenos y las gonadotropinas (LH y FSH), continua transformándose el cuerpo lúteo. Esta fase tiene duración de 12 días aproximadamente. El cuerpo albicans es la última estructura que presenta el ovario como evolución final del cuerpo lúteo, y es donde los niveles de progesterona empiezan a disminuir considerablemente y a incrementarse los estrógenos, LH y FSH para comienzo de otro ciclo.

El ovario produce dos hormonas esteroides principales, estradiol y progesterona, que provocan cambios en el aparato genital y algunos efectos generales. Aunque hay muchos precursores y metabolitos, se refiere en forma exclusiva a la progesterona y al estradiol. Se utiliza como nombre de grupo no específico el término estrógeno, pero el secretado en forma natural es estradiol-17 β . Sus metabolitos estradiol y estrona son estrógenos circulantes de gran importancia fisiológica (McDonald, 1991). Hadley (1996) señala que el folículo ovárico es la fuente principal de tres tipos de hormonas esteroides como la progesterona, los andrógenos y los estrógenos. La cantidad relativa de cada clase de esteroide varía de acuerdo al ciclo y drásticamente cambia en el estado de preñez. Durante la fase folicular del ciclo, el estradiol es el esteroide mayormente secretado, mientras que en la fase lútea y la gestación es la progesterona.

Oviducto

También llamadas trompas de Falopio, funcionan como conductores excretores de los ovarios, es decir que llevan el óvulo del ovario respectivo al cuerno del útero.

Consiste en un tubo que se va haciendo más grueso conforme se separa hacia el útero. Su forma es sinuosa y larga, tiene un tamaño de 18.95 cm. El derecho y 20.45 el izquierdo. La porción de la trompa adyacente al ovario se despliega en forma de embudo, llamada infundíbulo que cubre las partes de la superficie del ovario.

Útero o matriz

En los mamíferos domésticos el útero consiste en dos cuernos y un cuerpo. El útero consta de tres capas: una prolongación del peritoneo, el miometrio y el endometrio (McDonald, 1991; Hadley, 1996) Es un órgano muscular que sirve como sitio para el desarrollo fetal y como un órgano endocrino (Hadley, 1996).

Vagina

Es la porción del conducto de parto entre el útero por delante de la vulva, sirve como receptáculo del miembro del macho durante la copula (monta o servicio) es tubular, y elástico tiene una longitud aproximada de 7.5 cm., presenta poco tejido muscular, es rico en tejido conjuntivo, se continua directamente de la vulva sin una línea de demarcación específica.

Vulva

Es el órgano del aparato reproductor de la hembra que se conecta con el exterior, y es el segmento terminal del tracto genital; constituido por dos líneas carnosas llamadas labios y se abre por fuera en la hendidura vulvar existente debajo del ano (Frandsen, 1975; Mayen, 1984).

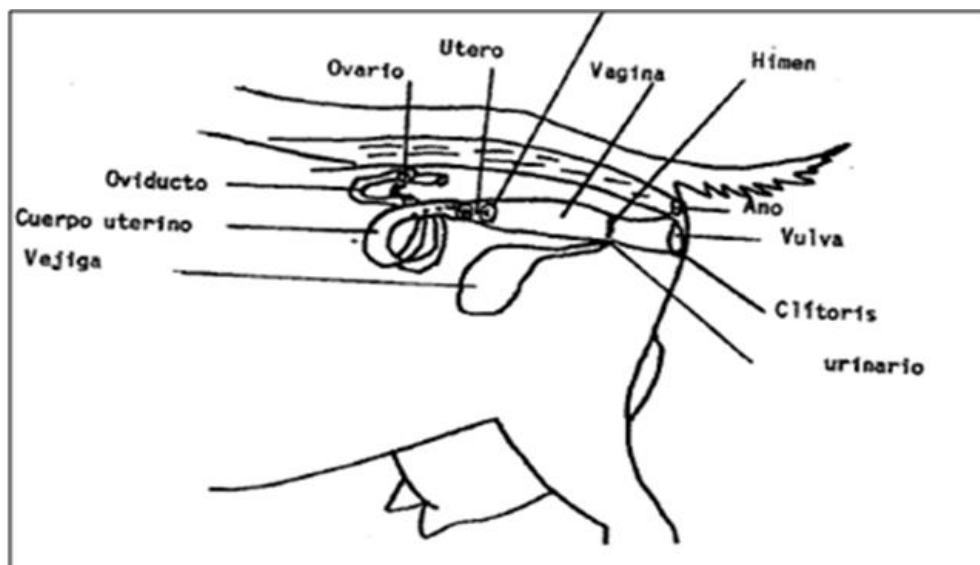


Figura 1. Anatomía del aparato reproductor de la cabra.

Ciclo estral de la cabra

El celo o estro también llamado calor, es el corto periodo de máxima receptividad sexual en hembras vacías, que ocurre con regularidad cada 18 a 24 días (Sorensen, 1982), y está dado por la liberación de estrógenos por el folículo, siendo estos el principal regulador del comportamiento sexual (Ochoa y Gutiérrez, 1990).

Las actividades fisiológicas del aparato reproductor de la hembra, son de naturaleza cíclica. Debido a las manifestaciones externas de la preparación excitatoria interna de la hembra, este proceso recibe el nombre de “ciclo estral” (Sorensen, 1982).

Viramontes et al. (1985) opinan que la duración del ciclo estral en la cabra generalmente es de 21 días, con una variación de uno a tres días, aunque puede ser muy variable. Chamineau y Cagnié (1991). Opinan que existen ciclos cortos de hasta

12 días y ciclos largos de 29 días. Chamineau y Cagnié (1991) cuando el ovulo no es fertilizado, la hembra regresa a un ciclo estral normal.

La cabra es un animal poliéstrico estacional, que cicla desde mediados del otoño hasta principios de la primavera regularmente, según Sorensen (1982) y Pijoan (1983).

Es factible dividir al ciclo estral en varios periodos convenientes, opinan Sorensen (1982) y McDonald (1991), a los que denominan proestro, estro, metaestro y diestro, más un periodo de anestro en cabras.

Proestro

Se le denomina proestro al periodo que sigue a la desaparición del cuerpo amarillo, durante el cual disminuyen los niveles de progesterona, la liberación de FSH estimula el crecimiento del folículo, e incrementan las concentraciones de estrógeno que conducen al estro (Sorensen, 1982; McDonald, 1991), y es la etapa de preparación para el apareamiento (Sorensen, 1982). En esta fase, señala McDonald (1991), el animal está expuesto y su conducta corresponde el incremento progresivo de los niveles de estrógeno secretados por los folículos en desarrollo. En la mayor parte de las especies domesticas, el proestro se asocia con la disminución progresiva con los niveles de progesterona debido al regreso del cuerpo lúteo del ciclo precedente.

Estro

El animal está muy excitado interna y externamente en esta etapa del ciclo, señala Sorensen (1982), y este es el único momento en que aceptara al macho.

El nivel de estrógenos es muy alto y en la mayoría de la especies la ovulación ocurre en este periodo (McDonald, 1991); la vaca es una excepción. El estro o celo, coincide con el máximo desarrollo de los folículos ováricos. Sus manifestaciones psicológicas se deben a una hormona sexual femenina, un estrógeno que se produce en los folículos. Hafez (1987) señala, que el estro dura de 24 a 48 horas en la cabra. McDonald (1991) opina que la monta, edad y temperatura ambiental pueden influir en la duración del estro.

A estas dos primeras etapas del ciclo se les denomina a menudo fase folicular (McDonald, 1991).

Metaestro

El metaestro es la fase post-ovulatoria caracterizada por el desarrollo del cuerpo amarillo y comienzo de la secreción de progesterona (McDonald, 1991).

Sorensen (1982) señala que en esta etapa, los niveles de estrógenos y progesterona son bajos y el animal se recupera de la excitación de apareamiento y se prepara para la gestación.

Varios autores señalan, que la cabra ovula antes de finalizar la etapa del estro, el periodo de metaestro es incluido en parte o totalmente dentro de la fase del estro (McDonald, 1991).

Diestro

Es el periodo durante el cual predomina la influencia de la progesterona luteínica sobre las estructuras sexuales accesorias. Esta etapa se le califica a menudo como la fase del cuerpo amarillo (Sorensen, 1982; McDonald, 1991).

Aún cuando el animal no está preñado, el diestro es la etapa más larga del ciclo para todas las especies domesticas, pues tarda de 13 a 16 días. La duración del diestro depende en principio de la presencia o ausencia de la concepción. En el animal no apareado, en los apareados con machos estériles, o en aquellos en los que no ocurrió concepción, el cuerpo regresa al final del diestro. El diestro es seguido, ya sea de Proestro y un ciclo subsecuente en la especies poliéstricas estacionales durante la estación reproductiva, o por un periodo de inactividad sexual, o anestro en especies monoéstricas (McDonald, 1991).

A estas dos últimas etapas, se les denomina o constituyen la fase lútea (McDonald, 1991).

Anestro

Es el periodo en el que ha cesado la función reproductiva debido a varios factores como el fotoperíodo, desequilibrios endócrinos, deficiencias nutricionales enfermedades de los ovarios y útero enfermedades que causan la muerte embrionaria temprana o aborto, o simplemente una gestación y, después de un parto. En esta etapa los niveles de diferentes hormonas, tales como la progesterona, estrógenos, luteinizante y FSH, son relativamente bajos.

En cabras por lo regular se presenta esta fase a principios de la primavera y hasta finales del verano. El anestro es una etapa normal de la función reproductiva en animales prepúberes y viejos de todas las especies. También es normal en animales

preñados de todas las especies. De hecho, la gestación es la causa más común de anestro en especies poliestricas (McDonald, 1991).

Hormonas que regulan el ciclo estral de la cabra

Progesterona

La fuente principal de progesterona es el cuerpo amarillo, en las células luteínicas (Hadley, 1996). También se ha aislado esta hormona de la corteza suprarrenal y de la placenta de diversos animales. Justo antes del pico de LH/FSH en algunas especies, la biosíntesis de progesterona se inicia dentro de las células de la granulosa del folículo (Hadley, 1996).

Davidge *et al.* (1987) señalan que la progesterona es una hormona clave del ciclo estral. Esta es producida por el cuerpo lúteo del ovario bajo la influencia de LH y es requerida y mantenida durante los primeros meses de la gestación. Sin embargo, cambios en la secreción de progesterona durante el ciclo estral puede conducir a cambios en el comportamiento del estro. La progesterona provoca inactividad del miometrio secreción de la leche uterina por las glándulas endometriales (McDonald, 1991; Palma y Brem, 1993).

Por otro lado McDonald (1991), señala que la progesterona en grandes dosis inhibe la concentración de gonadotropina hipofisaria, y en dosis bajas estimula la ovulación, probablemente por su efecto en la liberación de LH. La semidesintegración fisiológica de la progesterona es solamente 22 a 36 minutos.

Pijoan (1983a) menciona que durante el ciclo estral la progesterona en la circulación periférica sufre alteraciones cíclicas, teniendo los niveles más bajos de 0.1 a 0.2 ng/ml, durante los primeros tres días después del estro. El día del estro es considerado como día cero.

A partir del cuarto día del ciclo los niveles de progesterona empiezan a subir, llegando a su nivel máximo, por encima de 2 ng/ml, nivel que se presenta alrededor del decimo día del ciclo, y el segundo pico ocurre a los 14 ó 15 días. Después de esto los niveles disminuyen notablemente.

Estradiol

Los estrógenos se producen sobre todo en el folículo, específicamente en las células de la granulosa y la túnica interna (Hadley, 1996). La síntesis de esta hormona ocurre en respuesta a estímulo del desarrollo del folículo por la FSH (Garverick et al., 1970). Señala Hadley (1996), que durante la preñez la placenta es una fuente adicional de estrógeno.

Un cambio hormonal importante que conduce a la ovulación es la liberación en gran escala de estrógeno en la circulación sanguínea que ocurre el día anterior del estro y que desaparece antes de la liberación preovulatoria de LH (Baird et al, 1976).

Se cree que dicha liberación preovulatoria de LH ocurre como resultado de los mecanismos de retroalimentación positiva entre LH y estrógenos, ya que a medida que suben las concentraciones de estrógenos durante la fase folicular del ciclo aumenta también la sensibilidad de la hipófisis a la LH-RH (Reeves et al., 1971).

Baird (1978), señala que al inicio del estro (aproximadamente 24 horas antes de la ovulación), aún cuando las pulsaciones de LH ocurren con frecuencia, aumenta paulatinamente la concentración basal de estrógenos, el folículo es incapaz de responder en mayor medida a este incremento en las concentraciones de LH. Cuando sobreviene el surgimiento preovulatorio de LH, la secreción de estradiol declina rápidamente, llegando a niveles mínimos durante las 24 horas subsecuentes al pico de LH.

Pulsaciones episódicas de LH durante la fase folicular (Baird, 1978) y lútea (Baird et al., 1976) del ciclo estral sensibilizan el folículo de Graff e inducen un aumento en la secreción de estradiol. A medida que se acerca el periodo de ovulación la secreción de estradiol aumenta.

Prostaglandinas

Williams (1981) señala que los precursores inmediatos de las prostaglandinas son los ácidos grasos esenciales no saturados. El ácido araquidónico es el precursor de la $\text{PGF}_{2\alpha}$.

El círculo de retroalimentación que existe entre el ovario y el útero es el que regula extensión de la fase lútea. Esto se debe a que el útero después de un periodo de sensibilización a la progesterona (de 7 a 10 días), sintetiza cantidades adecuadas de prostaglandinas (Pijoan, 1983).

La $\text{PGF}_{2\alpha}$ parece ser el factor uterino endógeno que estimula la contracción del músculo uterino grávido, produce luteólisis y disminuye la secreción de progesterona. Estos niveles actúan a nivel hipotálamo - hipófisis como mediadores del factor liberador de la hormona luteinizante sobre la secreción de hormona luteinizante

(Williams, 1981). El tratamiento de animales intactos con inhibidores de la síntesis de prostaglandinas tales como la indometacina (Hafez, 1987; Palma y Brem, 1993) o a la inmunización pasiva contra $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Copelin et al., 1989; Brem, 1993) bloquean la lúteolisis espontánea.

Hacia los días 12 ó 13 del ciclo estral, cuando el nivel basal de hormona luteinizante (LH) es bajo, aumenta la sensibilidad del cuerpo lúteo al efecto luteolítico de la prostaglandina, la cual es liberada en pequeñas cantidades dentro de la vena uterina. Hacia el día 13 llega suficiente prostaglandina hacia el ovario, a través de la contracorriente entre la vena útero-ovárica y la arteria ovárica, lo que ocasiona una baja en la secreción de progesterona. Dicha baja en los niveles de progesterona, estimula aún más la liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ lo que produce que sobrevenga la regresión total del cuerpo lúteo (Pijoan, 1983b).

Técnicas de inducción al estro y ovulación

Para inducir la ovulación de hembras en anestro se debe estimular la madurez de un folículo, de manera que una oleada natural de hormona luteinizante (LH) cause la ovulación.

A continuación se mencionan algunas de las técnicas más conocidas que han resultado eficaces en el control reproductivo del ganado caprino:

Efecto macho

Las relaciones sociales y la estimulación feromonal pueden influir sobre la función del generador de pulsos de LH; el ejemplo más notable lo representa la inducción de la ovulación en hembras anéstricas mediante el efecto macho, fenómeno que consiste en el contacto de las hembras anéstricas con un macho sexualmente activo

resultando ovulación en la mayoría de las veces (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987).

Las feromonas que median el fenómeno pueden ser producidas por las glándulas sudoríparas de la piel (Knight y Lynch, 1980), y su producción es controlada por andrógenos.

Manipulación del fotoperiodo

En cabras en anestro puede inducirse el ciclo manipulando el fotoperiodo (Chemineau *et al.*, 1992). Puede realizarse alojando a las cabras en locales totalmente cerrados de tal forma que permitan controlar el fotoperiodo a 8 horas luz-16 horas oscuridad.

Control de estro y la ovulación

Por el control de estro y ovulación, se entiende a la inducción de un celo fértil en un momento deseado, y por supuesto, independientemente del ciclo espontáneo estacional del animal. (Galván, 1997).

Herrera *et al.* (1990) opinan que la presentación del estro puede ayudar a mejorar la eficiencia reproductiva de los animales domésticos. Además la sincronización de estos permite programar mejor los trabajos relacionados con el apareamiento y lograr una utilización más eficiente de los medios disponibles.

Durante las últimas décadas se ha investigado intensivamente sobre los mecanismos endocrinos que podrían utilizarse para controlar estro y ovulación (McDonald, 1991).

Menciona Chemineau y Cagnie (1991), que el control del estro y ovulación puede ser usado para la prolongación de la fase lútea.

La sincronización de estros implica la manipulación del ciclo estral o inducción del celo, para llevar a un porcentaje de un gran grupo de hembras a estro en un tiempo predeterminado. La sincronización también puede aumentar la eficiencia para permitir una estación corta de empadre y de partos (Odde, 1989).

El estro y la ovulación en la cabra puede ser inducida utilizando machos vasectomizados o cabras en calor (Chemineua, 1985), por la administración de progestágenos, prostaglandinas (Alacam et al., 1985; Mgongo, 1987) o una combinación de progestágenos con prostaglandinas (Mgongo, 1987).

La progesterona y sus derivados, así como las prostaglandinas, son los compuestos más usados en la sincronización del estro en caprinos. El fundamento para la utilización de estos compuestos es que relaciona la función de la progesterona del cuerpo lúteo como reguladora del ciclo estral y a las prostaglandinas como agentes luteolíticos (Trujillo et al., 1992). La regresión lútea es consecuencia de una compleja interacción entre receptores y hormonas.

Progestágenos

Chemineau y Cagnie (1991) mencionan que las técnicas hormonales para la sincronización del estro están basadas sobre las observaciones que la progesterona inhibe la ovulación y que a su retiro la induce. Diferentes análogos de la progesterona, con un efecto progestativo, han sido usados para el control del estro y la ovulación.

Los progestágenos suprimen el estro en el ganado y han sido utilizados para alterar el ciclo estral. Varios tipos de progestágenos han sido utilizados (Odde, 1989), tales como preparados para alimento u orales, esponjas intravaginales, implantes subcutáneos (Chemineau y Cagnié, 1991) y/o dispositivos intravaginales (Wheaton et al., 1993)

Orales: La administración oral es factible, señala Sorensen (1982), por que las hormonas pasan por estomago sin ser digeridas.

El acetato de melengestrol (MGA) por sus siglas en ingles, es un progestágeno de administrado oral. Ha sido utilizado como promotor del crecimiento (Schiffer et al., 2004) y por su capacidad de inhibir la conducta sexual en rumiantes su uso como inductor - sincronizador de estros y ovulaciones se ha extendido (Quispe et al., 1994; Cervantes, 1991; Trujillo, 1992; Perry et al., 2005). Además es compuesto de bajo costo, de fácil administración y proporciona una gran seguridad en su aplicación. Tiene la peculiaridad de no excretarse en leche y de no afectar la composición de la misma (Trujillo et al., 1992).

Las dosis utilizadas de este progestágeno son de 0.11-0.25 mg/animal/día durante períodos de 9-14 días. Durante la estación no sexual, se observan buenos resultados al utilizarlo en dosis de 0.22 mg por un tiempo de 9 días.

Esponjas intravaginales: Sorensen (1982) menciona que se han desarrollado pesarios de distintos materiales y formas, con la finalidad obtener un método de administración más sencillo. La mayoría de estos, son de hule espuma o esponja, los cuales se les fija a una cuerda para facilitar su extracción. Esta esponja es esta impregnada de progesterona que es liberada en una dosis predeterminada. Esta es

colocada en la porción craneal de la vagina, contra el cuello uterino, donde permanece durante todo el tratamiento.

Las esponjas intravaginales conteniendo FGA (ChronoGest®, Intervet), contienen entre 30-45 mg del producto; se aplican a la hembra y permanece intravaginal por 9-14 días (Kusina et al., 2000).

Implantes subcutáneos: Es un tratamiento integrado por dos componentes: un progestágeno sintético, Norgestomet, y Valerato de estradiol. El implante plástico esta hecho de un material hidrofílico llamado “Hidron”. Es un cilindro solido de 3 x 18 mm, contenido en una presentación de polipropileno.

El norgestomet (Crestar®, Intervet) es un producto comercial consta de un implante conteniendo el progestágeno (norgestomet), y una inyección con valerato de estradiol y norgestomet. El programa de su uso consiste en la colocación del implante (1.2-2 mg de norgestomet) al tiempo que se inyecta el valerato de estradiol (1.25- 2.5mg)/norgestomet (0.75-1.5mg); nueve u once días después el implante es retirado y la respuesta estral inicia a partir de las primeras 24 horas posteriores (Mellado y Valdéz, 1997; Oliveira y Guido, 2001; Freitas et al., 1997). En cabras, el implante puede ser colocado subcutáneamente en la base de la oreja o en la superficie ventral de la cola (East y Rowe, 1989).

Dispositivos intravaginales: Los dispositivos intravaginales conocidos como CIDR (dispositivo interno de liberación controlada de droga). Son una innovación realmente reciente señala Sorensen (1982), es embeber hule silástico con progesterona y forrar espirales de acero con ese material; se comprimen los espirales y se les coloca dentro de la vagina de la hembra, por detrás del himen, dejándoselos sueltos

en el interior. La progesterona es liberada en dosis preestablecidas y su actividad es controlada muy bien.

El CIDR-G es utilizado en tratamientos para cabras Wheaton et al. (1993). Señala además que los niveles de progesterona en plasma incrementan rápidamente después de la inserción del CIDR-G hasta alcanzar altas concentraciones el día 3 decreciendo gradualmente. El CIDR-G provee un medio conveniente para liberar progesterona exógena.

Deberá ser colocado intravaginalmente por un período de 12-14 días. La mayoría de las hembras tratadas mostrará celo en aproximadamente 24-48 horas después de su retiro.

Luteolíticos: Uno de los más utilizados es la $PGF_{2\alpha}$. Esta hormona tiene un efecto luteolítico poderoso, al colocarse provoca la regresión prematura del cuerpo lúteo, con lo que se interrumpe la fase prostaglandina del ciclo estral. Dosis de prostaglandina de 1.5 a 1.25 mg administrados intramuscularmente entre los días 4 y 16 del ciclo han mostrado ser efectivas para la sincronización del estro en caprinos.

Sin embargo, no induce la regresión lútea antes del día 4 del ciclo, por lo que una sola inyección no permite controlar el momento de la ovulación en la totalidad de las hembras tratadas. Son capaces de inducir la lisis del cuerpo lúteo sólo después del día 5 y hasta el día 16 del ciclo; se hace necesario entonces, aplicar una segunda inyección de 8-15 días (11 días) después de la primera (Churchill y Slyter, 1981). Las dosis varían de 125 µg hasta 10mg por inyección (Bretzlaff et al., 1981; Mellado et al 1994; Lassala et al., 2004), dependiendo del tipo de prostaglandina (cloprostenol, luprostirol, Dinoprost trometamina) y la vía de administración seleccionada

(intramuscular, subcutánea, subcutánea-intravulvar). Los animales son observados en celo desde las 24-48 horas después de la segunda inyección. La eficiencia llega a ser de hasta el 100% de hembras con actividad ovárica, dependiendo de si las hembras tratadas se encontraban durante el diestro.

Progestágenos en combinación con Prostaglandinas

El hecho de que en ocasiones se encuentran animales con cuerpo lúteo activo después de haber recibido tratamiento a base de progestágenos, creó la idea de utilizar la combinación de un progestágeno con un luteolítico. Así, el progestágeno tendrá su acción ya mencionada y los cuerpos lúteos que no sufran regresión durante ese tiempo serán destruidos al administrar la prostaglandina. La mayor ventaja de combinar los progestágenos con la prostaglandina es, probablemente, el hecho de que el periodo de uso de los primeros se puede reducir de manera significativa. Así, una inyección del luteolítico luego de 5-6 días de uso de los progestágenos permite obtener resultados excelentes (Freitas et al 2004; Ramírez, 2007).

3. O B J E T I V O

Comparar los niveles sanguíneos de progesterona en cabras tratadas con dispositivos (CIDR) nuevos, reciclados esterilizados mediante autoclave y desinfectados químicamente.

4. HIPÓTESIS

En cabras, al reutilizar un dispositivo CIDR tratado mediante autoclave se permite la liberación de progesterona en cantidad similar a los dispositivos nuevos y mayores a los desinfectados de manera química.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica, Investigación y Extensión en Producción Animal (CEPIPSA), ubicado en el kilómetro 28.5 de la Carretera Federal México – Cuernavaca, en la Avenida Cruz Blanca No. 486, en San Miguel Topilejo, Delegación Tlalpan, México, D.F., a 19° latitud norte y 99° longitud Oeste, a una altura de 2760 metros sobre el nivel del mar.

Durante los meses de noviembre y diciembre, se utilizó un total de 15 cabras primíparas de entre (1–1.5 años), con un peso promedio de 37.7 kg clasificadas en uno de tres grupos (n=5). Todos los animales fueron alojados en un corral de 160 m², recibiendo alimento designado por el Centro (08:30, 13:00 y 15:00h) y agua a libre acceso. El grupo CIDR-N fue implantado con un dispositivo nuevo por un periodo de 5 días; el grupo CIDR-uA recibió un dispositivo previamente utilizado por 10 días y esterilizado en autoclave (121°C, 724mmHg, 20min); el grupo CIDR-uD fue implantado con un dispositivo previamente utilizado por 10 días y desinfectado en inmersión en agua común combinado con iodo-povidona al 0.5 % por dos horas. Se consideró como día 0 del estudio a aquél en que se insertaron los dispositivos vaginales. Con el objetivo de inhibir la ovulación y que la progesterona endógena no confundiera los resultados, en el día -7 del estudio se inició en todos los animales un tratamiento con acetato de melengestrol (MGA, 0.11mg/día/animal) que terminó el día 0. En el día -2, las cabras recibieron una inyección de prostaglandina para eliminar un posible cuerpo lúteo que pudiera estar presente.

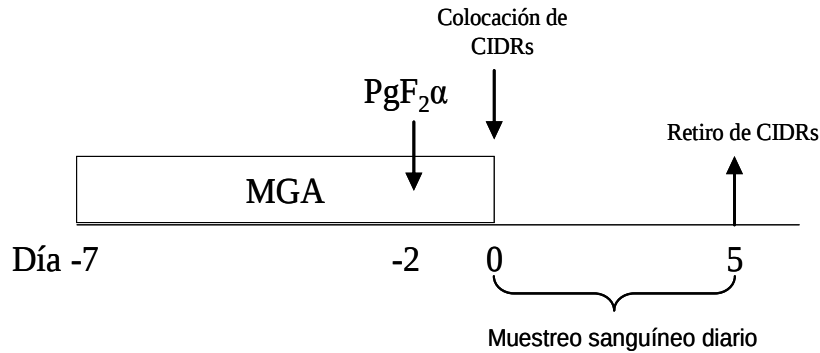


Figura 2. Representación esquemática del diseño experimental seleccionado en cada uno de los grupos recibiendo CIDR nuevo o reciclado. En los días 0 (después de colocado el CIDR) y 5 (después de retirado el CIDR) se realizaron muestreos a las 6, 12 h y 2, 6, 12 y 24h respectivamente.

Todos los animales fueron sangrados una vez al día durante el lapso de uso del CIDR (5 días). En el día 0 del estudio se tomaron muestras a 6 y 12 h desde el momento de la colocación del dispositivo; el día 5 se tomaron muestras a 0, 2, 6, 12, 24 h después del retiro del dispositivo. Las muestras fueron centrifugadas (3000 rpm) durante 10 minutos inmediatamente después de su colección y el plasma se congeló hasta su análisis mediante radioinmunoanálisis (RIA) de fase sólida utilizando un kit comercial (DPC, Diagnostic Products, Palo Alto, Calif.).

Los valores de la progesterona en cada muestreo se sumaron para obtener el área bajo la curva (ABC) de progesterona en cada grupo como indicador del total de progesterona liberado por el dispositivo.

Durante todo el estudio se detectó diariamente la presencia de conducta estral una vez por día con el tratamiento de MGA, mañana y tarde durante el dispositivo CIDR, mediante el uso de un macho con mandil.

La información se revisó en su normalidad (prueba Shapiro-Wilk) y, cuando fue necesario, los datos fueron transformados a su logaritmo natural para procesarse mediante pruebas paramétricas. Se utilizaron las pruebas ANOVA y ANOVA para muestreos repetidos usando el procedimiento GLM (SAS, 1999).

6. RESULTADOS

Ninguna cabra presentó conducta estral durante los tratamientos.

Las figuras 3, 4 y 5 muestran los valores de progesterona en los grupos, usando CIDR nuevo, CIDR esterilizado mediante autoclave y CIDR desinfectado respectivamente.

Los niveles de progesterona en los tres tratamientos se presentan en la figura 6. El efecto del tratamiento fue significativo sobre los niveles de progesterona ($P < 0.05$, figura 6). En todos los grupos, los valores de la hormona alcanzaron sus niveles máximos a las 12h desde la inserción del dispositivo. Los niveles del esteroide fueron mayores en los grupos con CIDR esterilizado y nuevo en los primeros muestreos del experimento. Desde las 12h desde la colocación del dispositivo vaginal, y hasta las 48h, los niveles del esteroide fueron superiores en los grupos CIDR nuevo y CIDR esterilizado que en el grupo con CIDR desinfectado ($P < 0.05$, figura 6).

A partir del día 3 desde la introducción del dispositivo, y hasta el día 5, los valores de progesterona más altos se encontraron en el grupo con CIDR nuevo; los grupos con CIDR esterilizado y desinfectado presentaron niveles estadísticamente similares (figura 6).

Dos horas después del retiro del dispositivo, y hasta el fin del estudio, los niveles de la hormona no fueron diferentes entre grupos ($P > 0.05$, figura 6).

La concentración media de progesterona plasmática durante todo el estudio se muestra en la figura 7. Se encontró diferencia significativa entre los tres tratamientos ($P < 0.05$). Los valores promedio de la hormona en el grupo con CIDR esterilizado (2.97 ± 0.3) casi fueron del doble que en el grupo con CIDR desinfectado (1.86 ± 0.3 , ng/ml, media $\pm$ ee). Los mayores niveles promedio se encontraron en el grupo con CIDR nuevo (4.67 ± 0.3).

El área bajo la curva de progesterona fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$). Fue mayor en el grupo con CIDR nuevo, seguido por el grupo con CIDR esterilizado (figura 8).

Figura 3. Concentraciones plasmáticas de progesterona en cabras tratadas con el dispositivo CIDR nuevo.

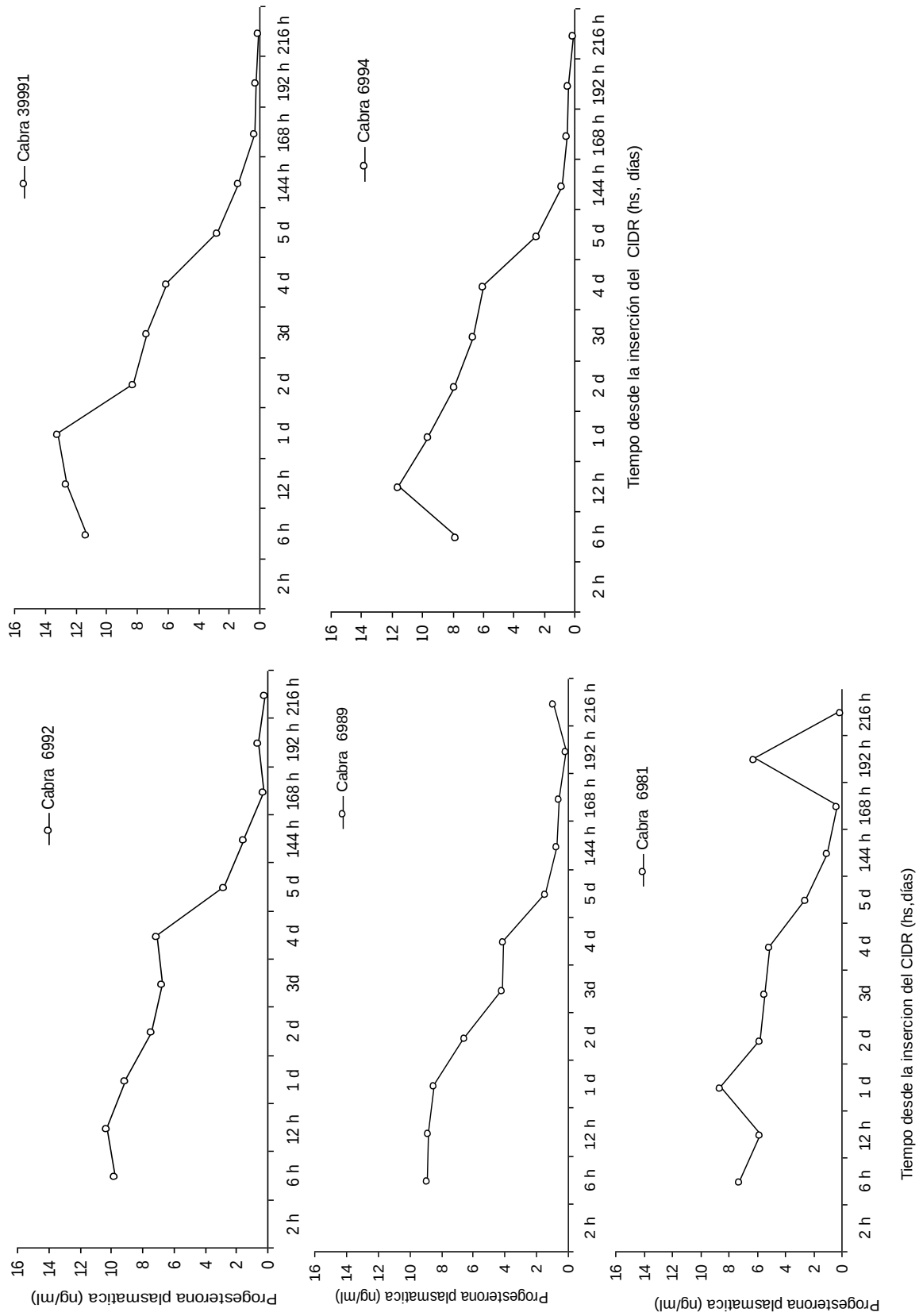


Figura 4. Concentraciones plasmáticas de progesterona en cabras tratadas con CIDR reciclado esterilizado mediante autoclave; en la cabra 6983 se iniciaron los muestreos a las 12 horas desde la inserción del CIDR.

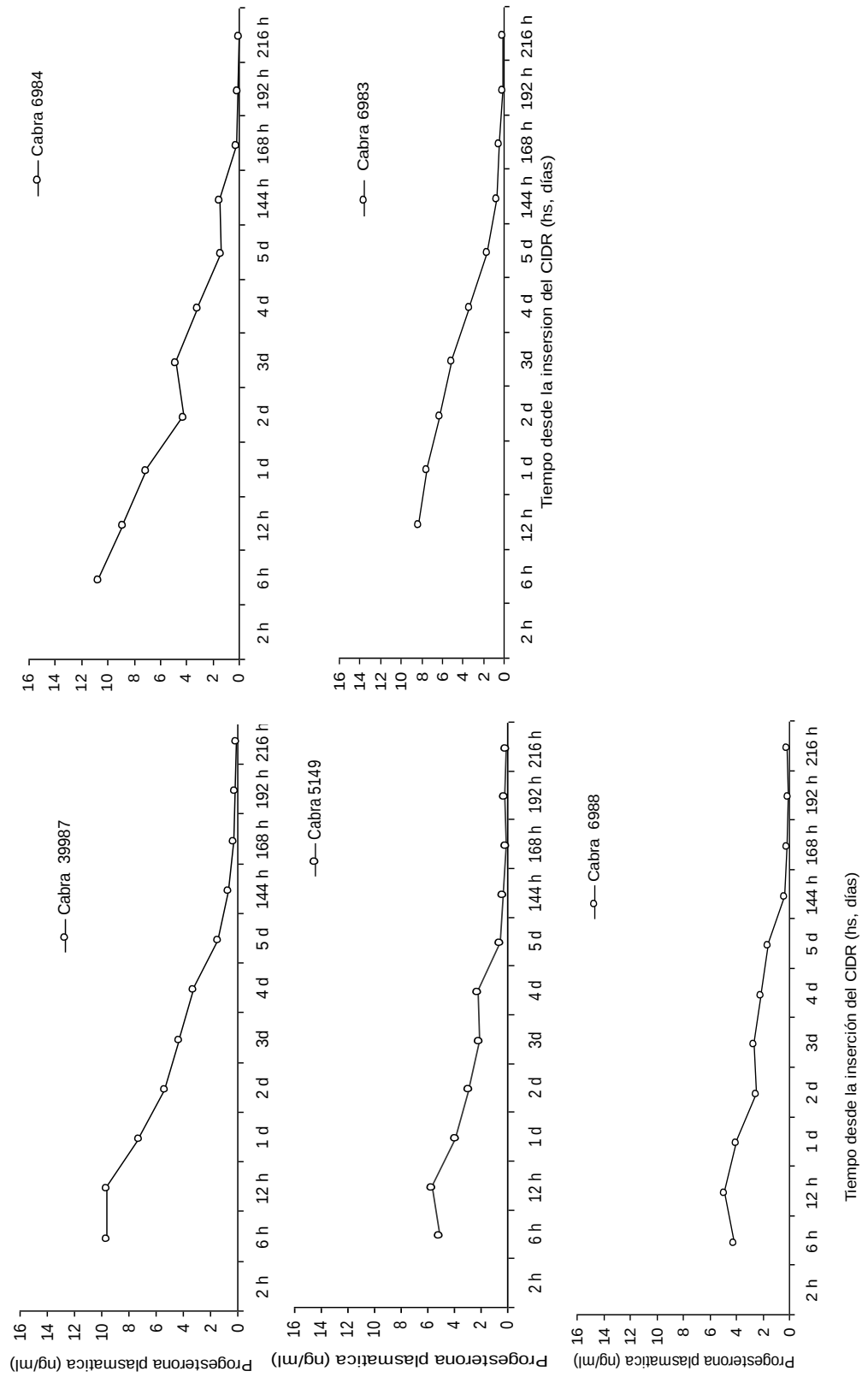
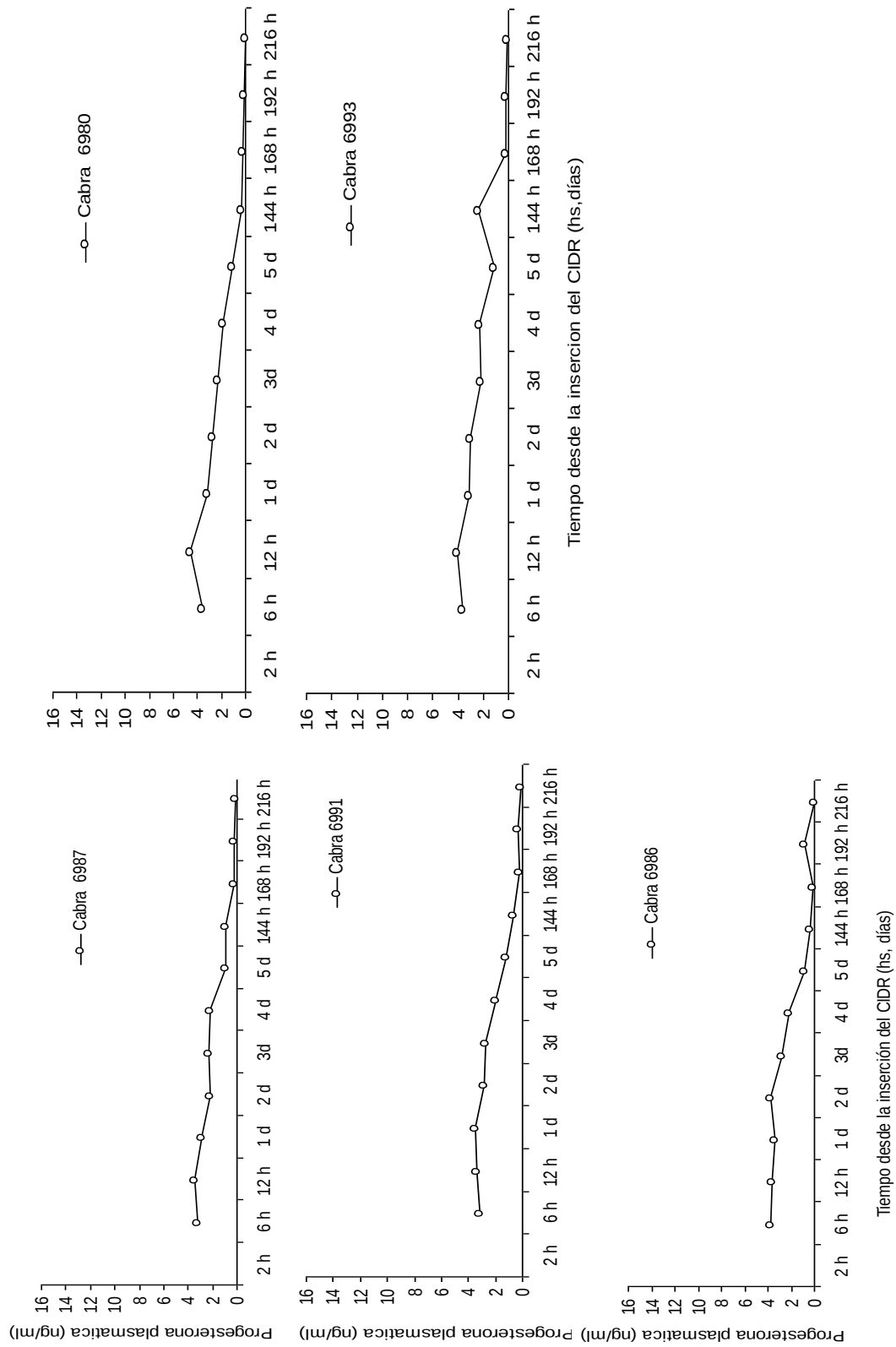


Figura 5. Concentraciones plasmáticas de progesterona en cabras tratadas con CIDR reciclado desinfectado.



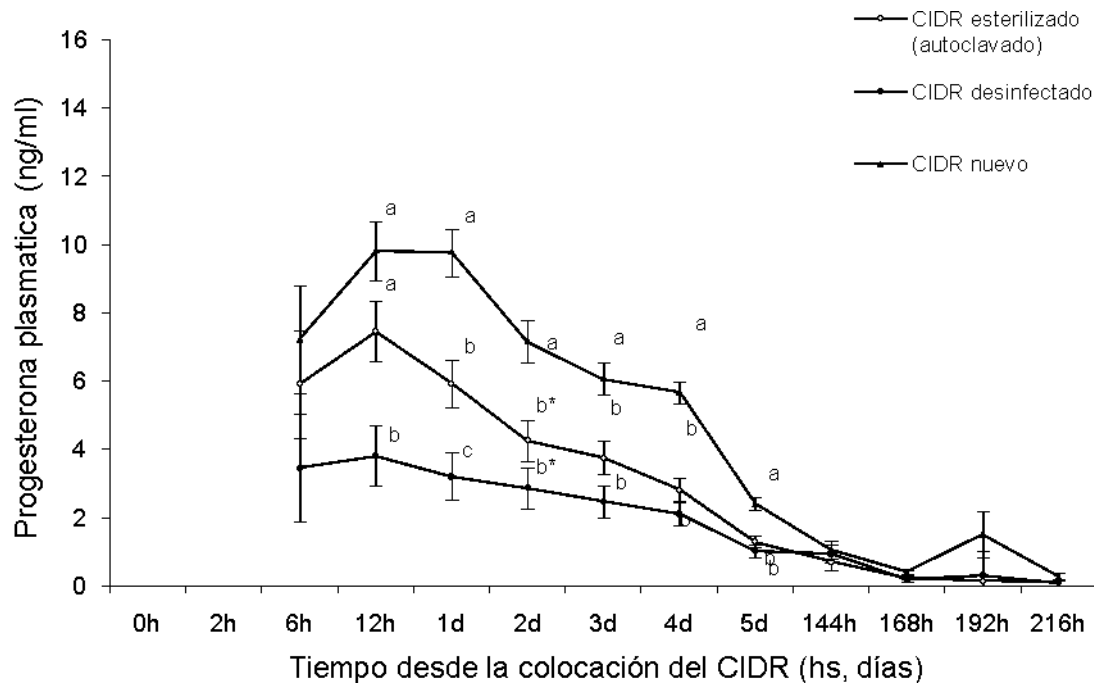


Figura 6. Concentraciones de progesterona plasmática (ng/ml, media $\pm$ ee) en cabras tratadas con dispositivos CIDR nuevos, reciclados desinfectados y reciclados esterilizados mediante autoclave. Literales distintas indican diferencia estadística entre grupos para cada muestreo ($P < 0.05$). * ($P < 0.07$).

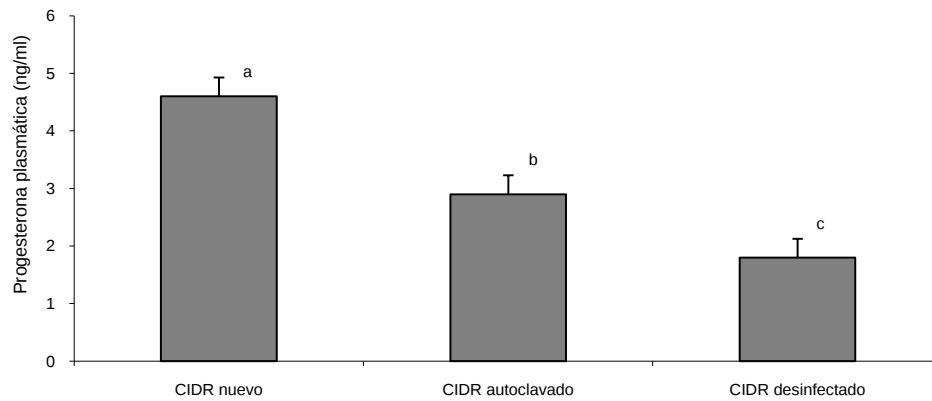


Figura 7. Concentración media de progesterona en las cabras de los tres grupos tratadas con el dispositivo CIDR por un periodo de 5 días. Literales distintas indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

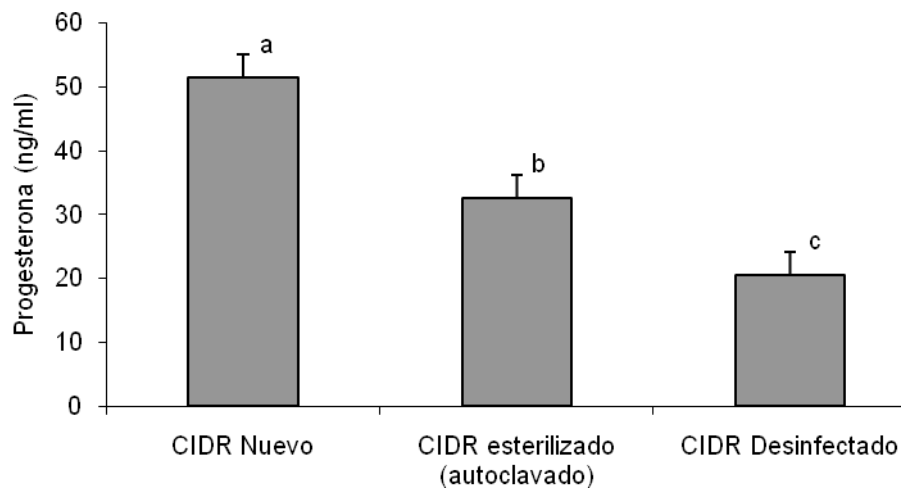


Figura 8. Valores del área bajo la curva de progesterona en cada uno de los grupos del estudio. Literales distintas indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

7. DISCUSIÓN

Los valores de progesterona en las cabras tratadas con el dispositivo nuevo fueron similares a los encontrados por varios autores con el mismo tratamiento (Menchaca y Rubianes, 2004; Wheaton et al., 1993; Viñoles et al., 1999; Oliveira y Guido, 2001).

Dichos valores de la hormona no fueron diferentes a los vistos en los animales con el dispositivo esterilizado en los primeros dos días del tratamiento. En todos los casos, los niveles hormonales alcanzaron su máximo valor a las 12h desde la inserción de los dispositivos y comenzaron un descenso continuo hasta el día de su retiro. Dichos resultados coinciden con lo encontrado por varios autores utilizando los mismos implantes vaginales (Wheaton et al., 1993).

Durante los primeros dos días de tratamiento, los valores de progesterona fueron mayores en las cabras tratadas con el dispositivo CIDR esterilizado mediante autoclave que con el CIDR desinfectado. Dichos resultados confirman lo esperado en la hipótesis y coinciden con lo visto por Zuluaga y Williams en vacas (2008). De acuerdo a estos autores, el proceso de esterilización mediante autoclave modificaría la estructura del implante, o la disposición de la progesterona micronizada que contiene, de modo que se permitiría una mayor absorción en las primeras horas desde su inserción. En otros dispositivos vaginales de uso en animales, resultados similares han sido atribuidos a la cristalización de la progesterona en la superficie del artefacto (PRID, McPhee et al., 1983). Dado que en ambos dispositivos se utiliza progesterona micronizada impregnada en cuerpos de silicón, es posible que el mismo fenómeno ocurra en el CIDR como respuesta a tratamientos térmicos. La razón precisa sobre el incremento de la progesterona luego del tratamiento térmico está por aclararse todavía.

Al utilizar el dispositivo CIDR reciclado, se ha recurrido a diversos métodos para su limpieza y esterilización. En algunos casos los dispositivos se han desinfectado mediante el uso de sustancias químicas (Van Cleeff et al., 1992; Schmitt et al., 1996), luz ultravioleta (Oliveira y Guido., 2001) y autoclave (Zuluaga y Williams, 2008). Aunque estos métodos se encuentran descritos, su eficacia en la prevención de la transmisión de infecciones no ha sido probada; el sometimiento a autoclave sin embargo, representa un buen método para eliminar la presencia de posibles agentes patógenos (Hoh y Berry, 2005).

La cantidad de progesterona administrada mediante dispositivos vaginales está relacionada con la fertilidad y el éxito del tratamiento reproductivo (Ungerfeld, 2009). Los niveles de progesterona determinan la fertilidad en las montas siguientes y a su vez la existencia de la hormona durante el desarrollo folicular aumenta la probabilidad de supervivencia embrionaria (Ashworth et al., 1989). Dado que las concentraciones de progesterona liberadas por el CIDR autoclavado permanecen en niveles elevados se favorecería un mejor desarrollo embrionario y una mayor fertilidad.

La tasa de concepción en tratamientos a partir de CIDR reciclado, se encuentra vinculada con el tiempo de utilización previo del dispositivo (Ungerfeld y Rubines, 2009), justamente debido a la cantidad de progesterona que son capaces de liberar a la circulación del animal.

La concentración plasmática de progesterona antes y después de la ovulación/fertilización tiene un papel importante en el resultado de la fertilidad. Bajas concentraciones de la hormona antes (Fonseca et al., 1983) y después del servicio (Mann y Lamming, 2001) se han asociado con bajas tasas de gestación. Se sabe

que dichos niveles afectan el desarrollo embrionario (Garrett et al., 1988) y su producción de interferón- τ como agente antiluteolítico que protegerá la gestación (Mann et al., 2006; Mann y Lamming, 1995, 2001; Mann et al., 1998; McCracken et al., 1999). Altas concentraciones de progesterona durante la fase lútea del ciclo se han asociado con embriones más grandes y con una mayor producción de interferón- τ (Mann y Lamming, 2001). Así, mientras que niveles bajos de la hormona se relacionan con una menor fertilidad, algunos intentos por mejorar dicho resultado reproductivo incluyen la suplementación con progesterona o con factores luteotrópicos para inducir una mayor producción endógena (Santos et al., 2001; Sterry et al., 2006; Borque et al., 1993; López-Gatius et al., 2004; Alnimer y Lubbadah, 2008; Kerbler et al., 1997; Nishigai et al., 2002).

En cabras como en otros mamíferos, el reconocimiento y establecimiento de la gestación depende de la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo, condición necesaria para una implantación exitosa (Vincent y Inskeep, 1986). En muchas situaciones, la pérdida embrionaria puede estar relacionada con niveles inadecuados de progesterona (Inskeep, 2004) cerca del momento de la implantación (Bazer et al., 1994).

Se sabe que los tratamientos con progesterona inmediatamente después de la ovulación incrementan la fertilidad en el ganado (Robinson et al., 1989; Binelli et al., 2001) y mejoran la calidad embrionaria (Akinlosotu y Wilder, 1993), representando una ventaja reproductiva significativa en la granja. En dichos tratamientos, el uso del dispositivo CIDR reciclado esterilizado puede representar una oportunidad importante para conseguir los resultados mencionados.

El alto costo económico de los tratamientos hormonales y una tendencia a disminuir su utilización a causa de sus posibles residuos en los alimentos, hace necesario el desarrollo de métodos alternativos. La disminución del periodo de tratamientos y su combinación con métodos no hormonales puede representar una alternativa eficiente (Gamboa, 2008). Otros autores han encontrado que un periodo de 5 días de tratamiento a base de progesterona es suficiente para inducir respuestas reproductivas importantes (Viñoles et al., 1999; Rubianes et al., 1998; Menchaca y Rubianes, 2004); su combinación con otros métodos como el efecto macho podría representar ventajas prácticas y económicas de consideración (Gamboa, 2008).

8. CONCLUSIÓN

Se concluye que la esterilización mediante autoclave del dispositivo CIDR reciclado, previo uso de 10 días, permite una mayor absorción de progesterona que los dispositivos desinfectados de manera química.

Se sugiere además que el proceso de esterilización mediante autoclave podría representar ventajas relacionadas con una mayor seguridad sanitaria al reciclar los dispositivos vaginales.

9. REFERENCIAS

1. Akinlosotu, B.A., Wilder, C.D. 1993. Fertility and blood progesterone levels following LHRH-induced superovulation in FSH-treated anestrus goats. *Theriogenology* 40:895-904.
2. Alacam, E., Oscar, S., Kilcoglu, C., Guven, B., Izgur, H., Tekeli, T., y Glatzel. 1985. Introduction of oestrus in Saanen goats at breeding season by intravaginal progesterone sponge (MAP) or by PGF₂ α injections: effect on different age groups. *Theriogenology*, 24:283.
3. Alnimer, M.A., Lubbadah, W.F. 2008. Effect of progesterone (P4) intravaginal device (CIDR) to reduce embryonic loss and to synchronize return to oestrus of previously timed inseminated lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 107:36-47.
4. Álvarez, L. 2005. Aspectos de comportamiento y bioestimulación sexual en caprinos. In: Asociación-Mexicana-de-Producción-Caprina (Ed.), XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura, Culiacán, Sin., México, 3-7 de octubre de 2005. Asociación Mexicana de Producción Caprina, 39-58 pp.
5. Ashworth, C. J., Sales D. I., Wilmut, I. 1989. Evidence of an association between the survival of embryos and the periovulatory plasma progesterone concentration in the ewe. *Journal Reproduction and Fertility* 87:23-32.
6. Bazer, F.W., Ott, T.L., Spencer, T.E. 1994. Pregnancy recognition in ruminants, pigs and horses: Signals from the trophoblast. *Theriogenology* 41: 79-94.
7. Baird, D.T. 1978. Pulsatile secretion of LF. H. y ovarian estradiol during the follicular phase of the oestrus cycle. *Biology of Reproduction* 18:359.
8. Baird, D.T., Swanson I. y Scaramuzzi. R.J. 1976. Pulsatile release of LH and secretion of ovarian steroids in sheep during the luteal phase of oestrus cycle. *Endocrinology*, 98: 1490.
9. Binelli, M., Thatcher, W.W., Mattos, R., Baruselli, P.S. 2001. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology* 56:1451-1463.

- 10.** Borque, C., Pintado, B., Pérez, B., Gutiérrez, A., Muñoz, I., Mateos, E. 1993. Progesterone levels in superovulated Murciana goats with or without successful embryo collection. *Theriogenology* 39: 192-192.
- 11.** Bretzlaff, K.N., Ott, R.S., Weston, P.G., Hixon, J.E. 1981. Doses of PGF₂ α effective for induction of estrus in goats. *Theriogenology* 16:587-591.
- 12.** Campbell, K. O., Collins- George, N., Robinson, T. J., Grahamam D.L. y Blake, C. D. 1981. Fundamentos de la agricultura moderna tres producciones ganaderas. 1a. ed. (tr José Pérez) ed. AEDOS. Barcelona España. pág. 193.
- 13.** Carrick, M.J., Shelton, J.N. 1967. The synchronization of oestrus in cattle with progestagen-impregnated intravaginal sponges. *Journal of Reproduction and Fertility* 14: 21-32.
- 14.** Cerri, R., Rutigliano, H., Bruno, R., Santos, J. 2005. Progesterone (P4) concentrations and ovarian response after insertion of a new or a 7 d used intravaginal P4 insert (IPI) in proestrus lactating cows. *Journal of Animal Science* 88: 37.
- 15.** Cervantes, M.J. 1991. Utilización el acetato de melengestrol y acetato de fluorogestona para la inducción de estros en cabras prepúberes y en cabras adultas durante la estación de anestro. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México, DF.
- 16.** Chemineau, P. 1985 Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to males at 3 times of the year. *Journal Reproduction and Fertility* 67: 65.
- 17.** Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats - a review. *Livestock Production Science* 17:135-147.
- 18.** Chemineau, P. y Cagnié, Y. 1991. Training manual on artificial insemination in sheep and goats. France.
- 19.** Chemineau P., Malpaux B., Delgadillo J.A., Guérin Y., Ravault J.P., Thimonier J., Pelletier J. 1992. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Animal Reproduction Science* 30:157-184.

- 20.**Colazo, M.G., Kastelic, J.P., Whittaker, P.R., Gavaga, Q.A., Wilde, R., Mapletoft, R.J. 2004. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. *Animal Reproduction Science* 81: 25-34.
- 21.**Copelin, J.P., Smith M.F., Keisler, D.H. y Garverick, H.A. 1989. Effect of active immunization of pre-partum cows against PGF2 α on lifespan and progesterone secretion of short-lived corpora lutea. *J. Reprod. Fert.*, 87: 199.
- 22.**Davidge, S.T., Wiebold, J.C., Senger P.C. y Hillers J.K. 1987. Influence of varying levels of blood progesterone upon estrus behavior in cattle. *Journal of Animal Science* 64: 126.
- 23.**East, N.E., Rowe, J.D. 1989. Subcutaneous progestin implants versus intravaginal sponges for dairy goat estrus synchronization during the transitional period. *Theriogenology* 32:921-928.
- 24.**Fonseca, F. A., J. H. Britt, B. T. McDaniel, J. C. Wilk, A. H. Rakes. 1983. Reproductive traits of holsteins and jersey. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *Journal of Dairy Science* 66: 1128-1147.
- 25.**Freitas V.J.F. 2004. Hormonal treatments for the synchronisation of oestrus in dairy goats raised in the tropics. *Reproduction Fertility and Development* 16: 415-420.
- 26.**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* 46:237-244.
- 27.**Galván, J.A. 1997. Efecto del CIDR-G (Liberación interna de droga controlada tipo G) y dos niveles de suplementación sobre la inducción del estro en cabras criollas en pastoreo. Tesis de maestría en ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. 19-20 p.
- 28.**Gamboa, D. 2008. Uso del macho como reemplazo de la gonadotropina equina (eCG) en el tratamiento a base del dispositivo CIDR en cabras

- lecheras. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF, 41 p.
- 29.** Garrett, J. E., Geisert, R. D., Zavy, M. T., Morgan, G. L. 1988. Evidence for maternal regulation of early conceptus growth and development in beef cattle. *Journal Reproduction and Fertility* 84: 437-446.
- 30.** Garverick, H.A., Erb, R.E., Callahan, C.J. 1970. Hormone levels during the bovine estrous cycle. *Journal of Animal Science* 31: 222 (Abstr.).
- 31.** Guyton, A.C. 1992. Tratado de fisiología medica. 8ª. Ed. Ed. Interamericana McGraw-Hill. Mexico, D.F. 1063 p.
- 32.** Hadley, M.E. 1996. Endocrinology. 4th ed. Ed. Prentice Hall. Tucson, Arizona. 518 p.
- 33.** Hafez, E., S.E. 1987. Reproducción e inseminación artificial en los animales. 5a. ed. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México. D.F. 694 p.
- 34.** Herrera, H. L., Feldam, D.S., Zarco, L.Q., Valencia J.M., Ortiz, A.H., Ángeles, S.C. 1990. Evaluación del efecto luteolítico de la PGF_{2α} en diferentes días del ciclo estral de la borrega. *Veterinaria México* 21:143.
- 35.** Hoha, C. S. L., Berry, D. P. 2005. Decontamination and sterilization. *Surgery (Oxford)* 23: 282-284.
- 36.** Inskeep, E.K. 2004. Preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition effects of concentrations of progesterone on embryonic survival in the cow. *Journal of Animal Science* 82: E24-39.
- 37.** Knight T.W., Lynch P.R. 1980. The pheromones from rams that stimulate ovulation in the ewe. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 13:74-76.
- 38.** Kerbler, T.L., Buhr, M.M., Jordan, L.T., Leslie, K.E., Walton, J.S. 1997. Relation ship between maternal plasma progesterone concentration and interferon-tau synthesis by the conceptus in cattle. *Theriogenology* 47: 703-714.
- 39.** Kusina, N.T., Tarwirei, F., Hamudikuwanda, H., Agumba, G., Mukwena, J. A. 2000. Comparison of the effects of progesterone sponges and ear implants,

- PGF2alpha, and their combination on efficacy of estrus synchronization and fertility of Mashona goat does. *Theriogenology* 53:1567–1580.
40. Lassala, A., Hernández, J., Rodríguez, R., Gutiérrez, C.G. 2004. The influence of the corpus luteum on ovarian follicular dynamics during estrous synchronization in goats. *Animal Reproduction Science* 84:369-375.
41. López-Gatius, F., Santolaria, P., Yaniz, J.L., Hunter, R.H.F. 2004. Progesterone supplementation during the early fetal period reduces pregnancy loss in high-yielding dairy cattle. *Theriogenology* 62: 1529-1535.
42. Mann, G., Frayb, M., Lamming G. 2006. Effects of time of progesterone supplementation on embryo development and interferon- τ production in the cow. *The Veterinary Journal* 171:500-503.
43. Mann, G. E., Lamming G. E. 1995. Progesterone inhibition of the development of the luteolytic signal in cows. *Journal Reproduction and Fertility* 104: 1-5.
44. Mann, G. E., Lamming G. E. 2001. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction* 121:175-180.
45. Mann, G. E., Lamming, G. E., Payne J. H. 1998. Role of early luteal phase progesterone in control of the timing of the luteolytic signal in cows. *Journal Reproduction and Fertility* 113: 47-51.
46. Martin, G.B., Oldham C.M., Cognié Y., Pearce D.T. 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams - a review. *Livestock Production Science*.15:219-247.
47. Martínez, M.F., Kastelic, J.P., Colazo, M.G., Mapletoft, R.J. 2007. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. *Domestic Animal Endocrinology* 33, 77-90.
48. Mauer, R., Webel, S., Brown, M., 1975. Ovulation control in cattle with progesterone intravaginal device (PRID) and gonadotropin releasing hormone (GnRH). *Ann. Biol. anim. Biochemistry and Biophysics* 15:291-296.
49. Mayen, M.J. 1984. Manual para la cría y explotación del ganado caprino en México. Tesis profesional, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, México D.F.

- 50.** McCracken, J. A., Custer, E. E., Lamsa J. C. 1999. Luteolysis: A neuroendocrine-mediated event. *Physiology Reviews*. 79: 263-323.
- 51.** McDonald, I. E. 1991. *Veterinaria: Reproducción y endocrinología*. 4a ed. nueva Ed. Interamericana, S.A. de C. V. México.
- 52.** McPhee, S. R., Doyle M. W., Davfs I. F., Chamley W. A., 1983. Multiple use of progesterone releasing intravaginal devices for synchronization of oestrus and ovulation in cattle. *Australian Veterinary Journal* 60:40-43.
- 53.** Mellado, M., Aleman, R., Orozco, F.J., Uribe, G. 1994. Effect of PGF2 α dosage and route of administration on estrus response in Criollo goats under range conditions. *Small Ruminant Research* 14:205-208.
- 54.** Mellado, M., Valdéz, R. 1997. Synchronization of estrus in goats under range conditions treated with different doses of new or recycled norgestomet implants in two seasons. *Small Ruminant Research* 25:155-160.
- 55.** Mena, L. A. y Gall C. 1979. *Producción caprina y ovina. Primera parte caprina*. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L.
- 56.** Menchaca, A., Rubianes, E. 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction Fertility and Development* 16:403-413.
- 57.** Mgongo F.O.K. 1987. Doses of prostaglandin analogue "cloprostenol" by intravulvo-submucosal (IVSM) injections effective for the induction of oestrus in goats. *Animal Reproduction Science* 14:139-146.
- 58.** Nishigai, M., Kamomae, H., Tanaka, T., Kaneda, Y. 2002. Improvement of pregnancy rate in Japanese Black cows by administration of hCG to recipients of transferred frozen-thawed embryos. *Theriogenology* 58:1597-1606.
- 59.** Ochoa, J.E. y Gutiérrez J.A. 1990. Comparación de tratamientos d inducción de estros en cabras anéstricas. *Rev. Producción Animal en Zonas Áridas y Semiáridas* 4:9.
- 60.** Odde, K.G. 1989. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *Journal of Animal Science* 68: 817.

- 61.** Oliveira, S. I., Guido, P. F. 2001. Comparison of different protocols used to induce and synchronize estrus cycle of Saanen goats. *Small Ruminant Research* 40:149-153.
- 62.** Padula, A., Macmillan, K. 2006. Effect of treatment with two intravaginal inserts on the uterine and vaginal microflora of early postpartum beef cows. *Australian Veterinary Journal* 84:204-208.
- 63.** Palma, G.A. y Brem, G. 1993. Transferencia de embriones y biotecnologías de la reproducción en la especie bovina. 1ª ed. Ed. Hemisferio sur, S.A. Buenos Aires, Argentina. 503 p.
- 64.** Perry G.A., Welshons W.V., Bott R.C., Smith M.F. 2005. Basis of melengestrol acetate action as a progestin. *Domestic Animal Endocrinology* 28:147-161.
- 65.** Pijoan, A., P.J.J. 1983a. Aspectos endocrinos en diversas fases reproductivas de las ovejas. 1. Ciclo estral. *Veterinaria México* 14:229.
- 66.** Pijoan, A., P.J.J. 1983b. Aspectos endocrinos en diversas fases reproductivas de las ovejas. 2. Anestro estacional. *Veterinaria México* 14:235
- 67.** Quispe, T., Zarco, L., Valencia, J., Ortiz, A. 1994. Estrus synchronization with melengestrol acetate in cyclic ewes. Insemination with fresh or frozen semen during the first or second estrus post treatment. *Theriogenology* 41:1385-1392.
- 68.** Ramírez, M. A. 2007. Uso combinado del acetato de melengestrol con y sin eCG, y prostaglandinas en tratamientos cortos para la sincronización estral y ovulatoria de cabras lecheras. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- 69.** Rathbone, M.J., Bunt, C.R., Ogle, C.R., Burggraaf, S., Macmillan, K.L., Burke, C.R., Pickering, K.L. 2002. Reengineering of a commercially available bovine intravaginal insert (CIDR insert) containing progesterone. *Journal of Controlled Release* 85:105-115.
- 70.** Rathbone, M.J., Macmillan, L. K., Bunt, C.R., Shane, B. 1997. Conceptual and commercially available intravaginal veterinary drug delivery systems. *Advanced Drug Delivery Reviews* 28:363-392.

- 71.**Reeves, J.J., Arimura, A. y Schally, a.V. 1971. Pituitary responsiveness to purified luteinizing hormone- relaising hormone (LH-RH) at various stages of the oestrus cycle in sheep. *Journal of Animal Science* 32: 123
- 72.**Richardson, A.M., Hensley, B.A., Marple, T.J., Johnson, S.K., Stevenson, J.S., 2002. Characteristics of estrus before and after first insemination and fertility of heifers after synchronized estrus using GnRH, PGF_{2α}, and progesterone. *Journal of Animal Science* 80:2792-2800.
- 73.**Robinson, N.A., Leslie, K.E., Walton, J.S. 1989. Effect of treatment with progesterone on pregnancy rate and plasma concentrations of progesterone in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 72:202-207.
- 74.**Rubianes, E., de Castro, T., Kmaid, S. 1998. Estrous response after a short progesterone priming in seasonally anestrous goats. *Theriogenology* 49:356-356.
- 75.**SAS, 1999. User's guide. Statistics. SAS Institute Inc., Cary NC, USA.
- 76.**Santos, J. E., Thatcher, W. W., Pool, M. W. L. Overton. 2001. Effect of human chorionic gonadotropin on luteal function and reproductive performance of high-producing lactating holstein dairy cows. *Journal of Animal Science* 79: 2881-2894.
- 77.**Schiffer B. 2004. Mobility of the growth promoters trembolone and melengestrol acetate in agricultural soil: column studies. *Science of the Total Environment* 326:225-237.
- 78.**Schmitt, E.J., Drost, M., Diaz, T., Roomes, C., Thatcher, W.W. 1996. Effect of a gonadotropin-releasing hormone agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. *Journal of Animal Science* 74:154-161.
- 79.**Sorensen, A. M. 1982. Reproducción animal: principios y prácticas. 1a. Ed. (tr Ramón Elizondo M.). Ed. McGraw-Hill. México. 432 p.
- 80.**Sterry, R. A., Welle, M. L., Fricke, P. M. 2006. Treatment with gonadotropin-releasing hormone after first timed artificial insemination improves fertility in non-cycling lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89: 4237-4245.
- 81.**Stevenson, J.S., Lamb, G.C., Johnson, S.K., Medina-Britos, M.A., Grieger, D.M., Harmony, K.R., Cartmill, J.A., El-Zarkouny, S.Z., Dahlen, C.R., Marple,

- T.J. 2003. Supplemental norgestomet, progesterone, or melengestrol acetate increases pregnancy rates in suckled beef cows after timed inseminations. *Journal of Animal Science* 81:571-586.
- 82.** Trujillo, G.A.M. 1992. Sincronización de estros en cabras lecheras con acetato de melengestrol combinado con prostaglandina F2 alfa. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México, D.F.
- 83.** Ungerfeld, R. 2009. The induction de oestrus in ewes during the non-breeding season using pre-used CIDRs and oestradiol-17 β treatment. *Small Ruminant Research* 84:129-131.
- 84.** Ungerfeld, R., Rubianes, E. 1999 Effectiveness of short-term progestogen priming for the induction oestrus with eCG in ewes during late seasonal aestrus. *Animal Science* 81:571-586.
- 85.** Valencia, J. 1980. Reproducción en la cabra. Primer encuentro para impulsar la producción de leche de cabra. Gómez palacio, Dgo.
- 86.** Van Cleeff, J., Lucy, M.C., Wilcox, C.J., Thatcher, W.W. 1992. Plasma and milk progesterone and plasma LH in ovariectomized lactating cows treated with new or used controlled internal drug release devices. *Animal Reproduction Science* 27:91-106.
- 87.** Van Cleeff, J., Macmillan, K.L., Drost, M., Lucy, M.C., Thatcher, W.W. 1996. Effects of administering progesterone at selected intervals after insemination of synchronized heifers on pregnancy rates and resynchronization of returns to service. *Theriogenology* 46:1117-1130.
- 88.** Vilariño, M., Menchaca, A., Rubianes, E. 2008a. Reutilization of CIDR-G using the short-term protocol in goats: I. Serum progesterone concentrations with devices of first, second or third use. In: Aguilar A, Torres F, Ducoing A, Cerrillo A, Juárez A, G, M. (Eds.), 9th International Conference on Goats. International Goat Association, Querétaro, México, 234 p.
- 89.** Vilariño, M., Menchaca, A., Rubianes, E. 2008b. Reutilization of CIDR-G using the short-term protocol in goats: II. Follicular dynamics and moment of ovulacion. In: Aguilar A, Torres F, Ducoing A, Cerrillo A, Juárez A, G, M.

- (Eds.), 9th International Conference on Goats. International Goat Association, Querétaro, México, 245 p.
- 90.**Viñoles, C.,Meikle, A.,Forsberg, M., and Rubianes, E., 1999. The effect of subluteal levels of exogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewe. *Theriogenology* 51:1351-1361.
- 91.**Vincent, D.L., Inskeep, E.K., 1986. Role of progesterone in regulating utero ovarian venous concentrations of PGF2 α and PGE2 during the estrous cycle and early pregnancy in ewes. *Prostaglandins* 31:715-733.
- 92.**Viramontes, G., Levario, M.A., Ramírez, J.A. y Ríos, J.G. 1985.Comportamiento reproductivo de un rebaño caprino central del estado de Chihuahua. Parte dos. *Rev. Producción Animal en Zonas Áridas y Semiáridas*, 4:9.
- 93.**Wheaton, J.E., Carlson, K.M., Windels, H.F., Johnston, L.J. 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Animal Reproduction Science* 33:127-141.
- 94.**Whitley, N.C., Jackson, D.J., 2004. An update on estrus synchronization in goats: A minor species. *Journal of Animal Science* 82:E270-276.
- 95.**Williams, R. H. 1981. *Tratado de endocrinología*. 4a. ed. Ed. Salvat Editores, S.A. Barcelona España. 1440 p.
- 96.**Zuluaga, J.F., Williams, G.L. 2008. High-pressure steam sterilization of previously used CIDR inserts enhances the magnitude of the acute increase in circulating progesterone after insertion in cows. *Animal Reproduction Science* 107:30-35.