

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFECTO DEL CIDR-G (Liberación Interna de Droga Controlada Tipo-G) Y DOS NIVELES DE SUPLEMENTACION SOBRE LA INDUCCION DEL ESTRO EN CABRAS CRIOLLAS EN PASTOREO

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL

PRESENTA:

JUAN ANTONIO GALVAN ROMERO  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

MARIN, NUEVO LEON

ENERO, 1997

TM

SF383

.5

.M6

G3

c.1



1080071719

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFEECTO DEL CIDR-G (Liberación Interna de Droga Controlada Tipo-G) Y DOS NIVELES DE SUPLEMENTACION SOBRE LA INDUCCION DEL ESTRO EN CABRAS CRIOLLAS EN PASTOREO

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL

PRESENTA:

JUAN ANTONIO GALVAN ROMERO  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

**BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.**

12693

MARIN, NUEVO LEON

ENERO, 1997

TM  
S 383  
M 6  
43

040-636

FA2

1997

C.5



FONDO  
TESIS

(71719)



FONDO

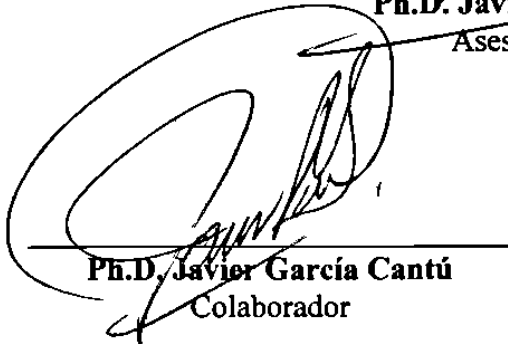
TESIS MAESTRIA

**EFFECTO 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**

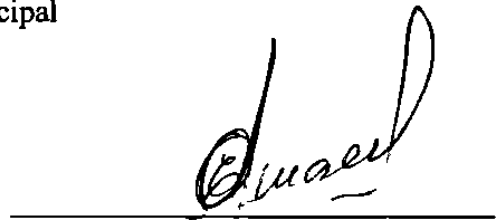
Aprobación de Tesis:



**Ph.D. Javier Colin-Negrete**  
Asesor Principal



**Ph.D. Javier García Cantú**  
Colaborador



**Ph.D. Emilio Olivares Sáenz**  
Colaborador



**Ing. M.C. José Eduardo García Martínez**  
Asesor Externo



**Ph.D. Rigoberto González González**  
Subdirector de Estudios de Postgrado

## DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por haberme dado la vida y la Gracia del conocimiento, que permitió concluir con mis estudios.

El señor es mi pastor: nada me puede faltar.

*El Señor es mi pastor: nada me falta;  
en verdes pastos Él me hace reposar  
y a donde brota agua fresca me conduce.  
Fortalece mi alma,  
por el camino del bueno me dirige  
por amor de su Nombre.  
Aunque pase por oscuras quebradas,  
no temo ningún mal,  
porque tú estás conmigo,  
tu bastón y tu vara me protegen.*

*Me sirves a la mesa  
frente a mis adversarios,  
con aceite perfumas mi cabeza  
y rellenas mi copa.  
Me acompaña tu bondad y tu favor  
mientras dura mi vida;  
mi mansión será la casa del Señor  
por largo, largo tiempo.*

*Salmo 23*

Con mucho cariño y respeto para mis padres **Antonio Galván y Ricarda Romero**, que me han apoyado siempre en mis estudios.

A mis hermanos con admiración, **Irma, Moisés, Juan, René y Ricardo**, que siempre me han tendido la mano.

Con mucho amor para la mujer que Dios quiso fuera mi compañera . . . Para tí amada esposa . . . **Elvira**.

Para alguien muy especial, quien es mi motivación, a mi hijo o hija, según lo que nos quiera mandar nuestro Señor, pidiéndole nos lo dé lleno de salud.

## **AGRADECIMIENTO**

**Al Ph.D. Javier Colín Negrete, Ph.D. Javier García Cantú y Ph.D. Emilio Olivares Sáenz, por haber participado dentro del comité de tesis. Al Ing. M.C. José Eduardo García Martínez de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por haber colaborado como asesor externo, por las sugerencias aportadas a la presente investigación.**

**Al M.V.Z. M.C. Mario A. Madrigal Anzaldúa, por su valiosa colaboración en la fase de campo de la investigación, además por ser un gran amigo.**

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme apoyado con la beca-crédito para llevar a cabo mis estudios de Postgrado.**

**Al Sistema de Investigación Alfonso Reyes (SIREYES) por la aprobación económica al proyecto original de esta investigación.**

**A la Subdirección de Estudios de Postgrado de la Facultad de Agronomía, UANL, por haberme permitido continuar con estudios de Maestría, y a todos los maestros de la especialidad de Producción Animal.**

**Al Sr. Israel Garza Ramírez, caprinocultor de Candela, Coahuila, por colaborar con su hato de animales.**

**A las familias Figueroa Flores y Alvarado Figueroa, por el apoyo moral y social que me han brindado siempre.**

**A mis compañeros y amigos, que de alguna manera contribuyeron en la culminación de este trabajo: Ing. Mario Dena, M.C. Carmen Ojeda, M.C. Venancio Orozco, M.C. Ramón Rodríguez, Ing. Arturo Luna, M.C. Mayela Gallegos, M.V.Z. Antonio Hernández, M.V.Z. Antonio Moreno y M.V.Z. Luis Pérez.**

**¡¡ Gracias a todos !!**



## ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo	Página
<b>APROBACIÓN DE TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN.....	5
2.1.1. Definición de hormona.....	5
2.2. GLÁNDULAS O TEJIDOS PRODUCTORES DE HORMONAS.....	6
2.2.1. Definición de glándula endócrina.....	6
2.2.2. Ovario.....	6
2.2.2.1. Progesterona (P <sub>4</sub> ).....	7
2.2.2.2. Estradiol (E <sub>2</sub> ).....	9
2.2.3. Útero o Matriz.....	11
2.2.3.1. Prostaglandinas (PGF <sub>2</sub> α).....	11
2.3. CICLO ESTRUAL.....	12
2.3.1. Proestro.....	13
2.3.2. Estro.....	14
2.3.3. Metaestro.....	15
2.3.4. Diestro.....	15
2.3.5. Anestro.....	16

2.4. ESTACIONALIDAD.....	16
2.5. CONTROL DEL ESTRO Y LA OVULACIÓN.....	19
2.5.1. Progestágenos.....	21
2.5.1.1. Orales.....	22
2.5.1.2. Esponjas intravaginales.....	23
2.5.1.3. Implantes subcutáneos.....	27
2.5.1.4. Dispositivos intravaginales.....	29
2.5.2. Luteolíticos.....	32
2.6. EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA REPRODUCCIÓN.....	34
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	42
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1. PORCENTAJE DE ESTROS.....	43
4.2. TASA DE PREÑEZ.....	51
4.3. ÍNDICE DE PARICIONES.....	54
4.4. TIPO DE PARTO.....	57
4.5. NÚMERO DE CRÍAS NACIDAS (PROLIFICIDAD).....	59
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1.	Cabras criollas en pastoreo con y sin CIDR-G que manifestaron estro a los 6 y 13 días.....	44
2.	Cabras criollas en pastoreo con y sin suplemento que manifestaron estro a los 6 y 13 días.....	48
3.	Interacción CIDR-G y suplementación sobre la incidencia de estros en cabras criollas a los 6 días post-explantación del dispositivo.....	50
4.	Interacción CIDR-G y suplementación sobre la incidencia de estros en cabras criollas a los 13 días post-explantación del dispositivo.....	50
5.	Cabras preñadas con y sin CIDR-G, en relación al total del hato experimental.....	52
6.	Cabras preñadas con y sin suplemento, en relación al total del hato experimental.....	53
7.	Cabras preñadas, en relación al total del hato experimental.....	54
8.	Cabras paridas con y sin CIDR-G, en relación al total del hato experimental.....	55

9.	Cabras paridas con y sin suplemento, en relación al total del hato experimental.....	56
10.	Cabras paridas, en relación al total del hato experimental.....	57
11.	Tipo de parto en cabras criollas, con y sin CIDR-G.....	58
12.	Tipo de parto en cabras criollas, con y sin suplemento.....	58
13.	Interacción dispositivo (CIDR-G) y suplemento, sobre el tipo de parto en cabras criollas.....	59
14.	Crías nacidas con respecto al tipo de parto, en cabras criollas con y sin CIDR-G.....	60
15.	Crías nacidas con respecto al tipo de parto, en cabras criollas con y sin suplemento.....	61
16.	Interacción dispositivo (CIDR-G) y suplemento, sobre la prolificidad y número de crías nacidas con respecto al tipo de parto en cabras criollas.....	62

## RESUMEN

Juan Antonio Galván Romero

Fecha de Graduación: Enero, 1997

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Agronomía

Título del Estudio: 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

Número de Páginas: 73

Candidato para el grado de Maestría en Ciencias en Producción Animal

Área de Estudio: Reproducción Animal

**Metodología:** El objetivo principal del estudio fue evaluar el efecto del dispositivo de Liberación Interna de Droga Controlada Tipo G (CIDR-G) conteniendo progesterona natural (P<sub>4</sub>) y dos niveles de suplementación sobre la inducción de estros en cabras criollas en pastoreo en época de anestro estacional en Candela, Coahuila. Se usaron dos niveles de suplementación durante 28 días (con y sin) y 300 mg de P<sub>4</sub> contenidos en un CIDR-G durante 18 días (con y sin). Los tratamientos (T) fueron: (1) 17 cabras con CIDR-G con suplementación; (2) 24 cabras con CIDR-G sin suplementación; (3) 24 cabras sin CIDR-G con suplementación; (4) 23 cabras control.

**Resultados y Conclusiones:** Se observó efecto del CIDR-G al manifestarse mayor cantidad de estros ( $P < 0.05$ ) a los 6 días post-explantación del dispositivo en los T1 y T2 comparados con los T3 y T4 (34.14 y 14.89%, respectivamente), así como a los 13 días post-explantación ( $P < 0.01$ ), obteniéndose 75.61 y 46.81%, respectivamente. La suplementación no tuvo efecto significativo ( $P > 0.05$ ) tanto a los 6 y 13 días post-explantación. En tasa de preñez el suplemento mostró diferencias ( $P < 0.01$ ), no así el CIDR-G. En cuanto al índice de pariciones, el CIDR-G no mostró significancia ( $P > 0.05$ ), pero sí el suplemento ( $P < 0.05$ ). Por otro lado, no se encontró alguna diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) en los efectos principales, en lo que se refiere a tipo de parto y prolificidad. El CIDR-G se manifestó en romper el ciclo anéstrico para inducir el estro en la cabra, pero no repercutió este efecto sobre las variables reproductivas posteriores.

**Asesores:** Ph.D. Javier Colín Negrete, Ph.D. Javier García Cantú, Ph.D. Emilio Olivares Sáenz, Ing. M.C. José Eduardo García Martínez (asesor externo).

## ABSTRACT

Juan Antonio Galván Romero

Graduation Date: January, 1997

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Agronomía

Work's Title: EFFECT OF CIDR-G (Controlled Internal Drug Release Type G) AND TWO SUPPLEMENTATION LEVELS OVER OESTRUS INDUCTION IN GRAZING CREOLE GOATS

Number of Pages: 73

Candidate to Master of Science in Animal Production

Area of Study: Animal Reproduction

Methodology: The main goal of this study was to evaluate the effect of Controlled Internal Drug Release Type G device (CIDR-G) containing natural progesterone ( $P_4$ ) and two levels of supplementation over oestrus induction of grazing creole goats in seasonal anestrus stage in Candela, Coahuila. Two supplementation levels were used during 28 days, as well a CIDR-G device containing 300 mg of progesterone during 18 days. Treatments (T) were as follows: (1) 17 supplemented goats and CIDR-G; (2) 24 goats with CIDR-G and without supplementation; (3) 24 supplemented goats without CIDR-G device, and (4) 23 goats as control.

Results and Conclusion: CIDR-G effect was observed by an increased presence of oestrus ( $P < 0.05$ ) at 6 days after device withdrawal in T1 and T2 compared with T3 and T4 (34.14 and 14.89% respectively), as well as 13 days after device withdrawal ( $P < 0.01$ ), obtained 75.61 and 46.81%, respectively. Supplementation had no significant effect ( $P > 0.05$ ) neither at day 6 or day 13 after device withdrawal. Regarding to the pregnancy rate, the supplementation showed differences ( $P < 0.01$ ), while CIDR-G and factors interaction did not. In regard to the kidding rate CIDR-G didn't show significance ( $P > 0.05$ ), but supplementation did ( $P < 0.05$ ). On the other hand, statistic differences were not found ( $P > 0.05$ ) in the principal effects, regarding to prolificity and kind of parturition. CIDR-G device broke the anestrus status and induced oestrus in the goats, but didn't had effect over the posterior reproductive variables.

Advisors: Ph.D. Javier Colín Negrete, Ph.D. Javier García Cantú, Ph.D. Emilio Olivares Sáenz, Ing. M.C. José Eduardo García Martínez (external advisor).

**BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L**

## 1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, las zonas áridas y semiáridas del norte, ocupan una superficie aproximada al 60 por ciento del territorio nacional, extensión destinada para el desarrollo de la ganadería, en especial la caprina, ya que es una especie que puede aprovechar la escasa y raquítica vegetación y, proporciona a las familias de escasos recursos económicos productos tales como: carne, leche y piel, además de que no requiere instalaciones sofisticadas ni altos costos de operación.

Aproximadamente el 91.2% de las unidades de producción rurales en el estado de Coahuila, se dedican a actividades agropecuarias o forestales, principalmente, a la explotación de caprinos, con 1 185 523 cabezas, además de 742 912 bovinos y, 110 658 ovinos, calificándose como un estado ganadero (INEGI, 1994).

Candela, Coahuila, se ha considerado un municipio altamente dedicado a la ganadería con un 80% de actividad pecuaria y un 20% agrícola. La principal actividad pecuaria es la crianza, explotación y producción de caprinos con una cantidad aproximada a 15 195 cabezas, que representa el 1.28% en relación al total del estado, y el 58.4% en cuanto al total de ganado en el municipio que es de 26 021 cabezas (INEGI, 1994).

La cabra es una especie poliéstrica estacional debido al fotoperíodo, por lo cual sólo en una temporada o estación del año puede ser apareada y procrear 1 ó 2 crías por año. Resulta de gran importancia implementar métodos hormonales para inducir el ciclo estrual durante la época no reproductiva.

Por ello, en algunas regiones de nuestra nación altamente productoras de caprinos, como la de Candela, Coahuila, es conveniente para el productor obtener mejores resultados al empadre, mayor número de gestaciones, un lote homogéneo de crías que facilite la comercialización de las mismas y una época de partos en el momento apropiado, mediante la introducción de inductores de celo como los progestágenos.

Recientemente ha sido usado, un dispositivo de liberación interna de droga controlada (CIDR) que contiene progesterona natural, el cual fue desarrollado en Nueva Zelanda por "AHI Plastic Moulding Company, Hamilton", en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Pesca. Se iniciaron pruebas en 1981 y se autorizó el uso del CIDR tipo "S" para ovejas en 1986 y el CIDR tipo "G" para cabras en 1988. Las primeras pruebas fueron llevadas a cabo por el Dr. R.A.S. Welch y colegas en la Estación de Investigación Animal Ruakura, Privado Bag, Nueva Zelanda (Wheaton *et al.*, 1993).

La progesterona natural del dispositivo CIDR-G es liberada y absorbida por la mucosa vaginal, para ser incorporada a la sangre en cantidades suficientes para mantener un nivel que inhiba la liberación de las hormonas gonadotrópicas (LH y FSH) de la pituitaria, frenando la ovulación hasta el momento deseado. Cuando el CIDR-G es retirado, la concentración de progesterona en sangre cae en aproximadamente 6 horas. La hembra entra en celo entre las 30 y 90 horas posteriores (CHHL, sin año).



En virtud de lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto del dispositivo de liberación interna de droga controlada tipo G (CIDR-G) y dos niveles de suplementación sobre la inducción de estros en cabras criollas en pastoreo.

### **Objetivos específicos**

- a) Determinar la efectividad del dispositivo intravaginal (CIDR-G) en la inducción del estro, con y sin suplemento.
  
- b) Encontrar la interacción entre el suplemento y el inductor de celo en cuanto a las variables reproductivas y productivas.

## **Hipótesis**

- 1) El CIDR-G es más efectivo para inducir el estro en cabras, cuando éstas son suplementadas.
  
- 2) La suplementación de las cabras en la época no reproductiva, tiene una efecto positivo en su reproducción.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN**

El sistema endócrino, en general, es un sistema hormonal que se relaciona sobre todo con las diversas funciones metabólicas del organismo, como 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 endócrino. Al menos dos glándulas endócrinas, la médula suprarrenal y la hipófisis posterior, secretan sus hormonas como respuesta a estímulos nerviosos (Guyton, 1992).

#### **2.1.1. Definición de hormona**

La palabra hormona es un vocablo griego que significa "yo excito o estímulo" y fue utilizada por primera vez por Bayliss y Starling en 1902 (McDonald, 1991). Una hormona es una sustancia química producida en 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 al sitio de producción, y que además tiende a integrar partes componentes de la economía (Sorensen, 1982; McDonald, 1991; Hafez, 1987; Guyton, 1992)

## 2.2. GLÁNDULAS O TEJIDOS PRODUCTORES DE HORMONAS

### 2.2.1. Definición de glándula endócrina

Es un grupo de células especializadas cuya función primordial es producir hormonas (Campbell *et al.*, 1981).

### 2.2.2. Ovario

Macroscópicamente, el ovario es una estructura arriñonada en 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 consta de tres regiones distintas: una corteza externa, una médula central y un hilio interno alrededor del lugar de unión del ovario con su mesenterio. Ninguna de estas estructuras es homogénea y su aspecto microscópico varía con la edad, especialmente en la cantidad de células que lo forman. Los principales componentes consisten 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 y linfáticos (Williams, 1981).

Cada ovario, menciona Sorensen (1982), presenta eventualmente cuatro estructuras características sobre sí: folículo, cuerpo hemorrágico, cuerpo lúteo y cuerpo albicans. En el folículo se desarrolla el óvulo, y se producen los estrógenos y poca cantidad de progesterona. El cuerpo hemorrágico, que después de la liberación del óvulo 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), continúa transformándose en cuerpo lúteo. En el cuerpo lúteo se encuentra la máxima concentración y producción de la progesterona, hormona de la preñez. Esta fase tiene una 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 y la LH y FSH, para iniciar un nuevo ciclo.

El ovario produce dos hormonas esteroideas principales, estradiol y progesterona, que provocan cambios en el aparato genital y algunos efectos generales. Aunque hay muchos precursores y metabolitos, nos referiremos en forma exclusiva a progesterona y estradiol. Se utiliza como nombre de grupo no específico el término estrógeno, pero el secretado en forma natural es estradiol-17 $\beta$ . Sus metabolitos estriol 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 esteroideas, como son 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 durante la gestación lo es la progesterona.

#### **2.2.2.1. Progesterona (P<sub>4</sub>)**

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 estrual. Ésta es producida por el cuerpo lúteo del ovario bajo la influencia de LH y es requerida y mantenida en los primeros dos meses de gestación. Sin embargo, cambios en la secreción de progesterona durante el ciclo estrual pueden conducir a cambios en el comportamiento del estro.

La progesterona provoca inactividad del miometrio y secreción de leche uterina por las glándulas endometriales (McDonald, 1991; Palma y Brem, 1993).

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

Pijoan (1983a) menciona que durante el ciclo estrual la concentración de 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 estrual los niveles de progesterona empiezan a elevarse, llegando a su nivel máximo, por encima de los 2 ng/ml, nivel que se presenta alrededor del décimo día del ciclo, permaneciendo este nivel alto de 5 hasta 6 ó 7 días. Durante este período, señala Pijoan (1983a), el primer pico en la concentración de progesterona es de 2 a 4 ng/ml ocurriendo al día 10 del ciclo, y el segundo pico ocurre a los 14 ó 15 días. Después de ésto, los niveles disminuyen notablemente durante los días 14 y 15 del ciclo.

McNatty *et al.* (1973) señalan que los niveles de progesterona plasmática, en las borregas, fluctúan considerablemente durante un periodo de 24 horas. En los días 8-9 y 12-13 del ciclo estrual, son significativamente más altos durante el día que en la noche, sugiriéndose una relación entre la luz y los altos niveles de progesterona plasmática.

En un programa de sincronización de estros en cabras lecheras en época reproductiva utilizando 45 mg de FGA y 400 UI de PMSG, llevado a cabo por Chemineau *et al.* (1982), encontraron que el nivel medio de progesterona durante la fase lútea inducida fue mayor que en la fase lútea natural (7.54 ng/ml contra 4.53 ng/ml, respectivamente). Concluyen, que al aplicar un progestágeno durante un periodo de 21 días se incrementa considerablemente la concentración plasmática de progesterona.

#### **2.2.2.2. Estradiol (E<sub>2</sub>)**

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 estas hormonas ocurre en respuesta al 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.

Macmillan y Watson (1971) señalan que el estrógeno es responsable de la libido y de la preparación de todo el aparato reproductor para la concepción.

Un cambio hormonal importante que conduce a la ovulación en la oveja u otras especies, es la liberación en gran escala de estrógeno en la circulación sanguínea que ocurre el día anterior al 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 del mecanismo de retroalimentación positiva entre LH y estrógeno, ya que se ha demostrado que en la especie ovina, a medida que sube la concentración 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, aumentan paulatinamente la concentración basal de estrógenos, el folículo es incapaz de responder en mayor medida a este incremento en la concentración 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 estroal sensibilizan el folículo de Graff e inducen un aumento en la secreción de estradiol. A medida que se acerca el período de ovulación la secreción de estradiol aumenta.

Chemineau *et al.* (1982), después de sincronizar cabras con 45 mg de FGA más 400 UI de PMSG, encontraron un nivel de 13.8 y 9.4 pg/ml de concentración basal de E<sub>2</sub> para un estro inducido y natural respectivamente, así como un pico máximo de 44.3 y 32.3 pg/ml con una duración de éstos de 44 y 27 horas, respectivamente. Ésto indica, que cuando las hembras son inducidas al estro se incrementa la concentración de estrógeno en la sangre, atribuyéndose a su alta tasa de ovulación.



### **2.2.3. Útero o Matriz**

En los mamíferos domésticos el útero consiste en dos cuernos y un cuerpo (McDonald, 1991). El desarrollo de grandes cuernos en algunas especies (cerda y perra), está relacionado con el tamaño de la camada. 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 endócrino (Hadley, 1996).

#### **2.2.3.1. Prostaglandinas ( $\text{PGF}_2\alpha$ )**

Williams (1981) señala que los precursores inmediatos de la síntesis de prostaglandinas son ácidos grasos esenciales no saturados. El ácido araquidónico es el precursor de la  $\text{PGF}_2\alpha$ .

El circuito de retroalimentación que existe entre el ovario y el útero es el que regula la extensión de la fase lútea. Ésto se debe a que el útero después de un período de sensibilización a la progesterona (de 7 a 10 días), sintetiza cantidades adecuadas de prostaglandinas ( $\text{PGF}_2\alpha$ ) (Pijoan, 1983b).

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 factores actúan a nivel hipotálamo-hipófisis como mediadores del factor liberador de hormona luteinizante (LFR) 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 la inmunización pasiva contra  $\text{PGF}_2\alpha$  (Copelin *et al.*, 1989; Palma y Brem, 1993) bloquean

la luteólisis espontánea en la vaca y oveja (Hafez, 1987). DeSilva y Reeves (1985) mencionan, que existen pruebas de que las prostaglandinas intervienen en la ovulación en la oveja y en la vaca.

Hacia los días 12 ó 13 del ciclo estrual, 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 al ovario, através 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).

### 2.3. CICLO ESTRUAL

El celo, o el estro, también llamado calor, es el corto período 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 éstos el principal regulador del comportamiento sexual (Ochoa y Gutiérrez, 1990).

Cuando el óvulo no es fertilizado, la hembra regresa a un ciclo estrual normal, señalan Chemineau y Cagnié (1991). En la oveja el ciclo normal, en promedio, es de 16.5 días, mientras que en la cabra es de 21 días. Viramontes *et al.* (1985) opinan que la duración del ciclo estrual en la cabra, se presenta generalmente cada 21 días, con una

variación de uno a tres días, aunque puede ser muy variable. Chemineau y Cagnié (1991) opinan que existen ciclos cortos de hasta 12 días y ciclos largos de 29 días.

La oveja al igual que la cabra, es una hembra poliestral estacional, que cicla desde mediados del otoño hasta principios de la primavera regularmente, según Sorensen (1982) y Pijoan (1983b).

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 estrual" (Sorensen, 1982). Por otro lado, señala McDonald (1991), la combinación de los acontecimientos fisiológicos que comienzan en un período estrual y terminan en el siguiente, recibe el nombre de ciclo estrual.

El ciclo estrual está regulado por mecanismos endocrinos y neuroendocrinos, éstos es, por hormonas hipotalámicas, gonadotropinas y por esteroides secretados por el ovario (Hafez, 1987).

Es factible dividir al ciclo estrual en varios períodos convenientes, opinan Sorensen (1982) y McDonald (1991), a los que se denominan proestro, estro, metaestro y diestro, más un período de anestro en ovejas y cabras, específicamente.

### **2.3.1. Proestro**

Se denomina proestro al período 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 estrógenos secretados por los folículos en desarrollo. En la mayor parte de las especies domésticas, el proestro se asocia con la disminución progresiva de los niveles de progesterona debido al regreso del cuerpo lúteo del ciclo precedente.

### **2.3.2. Estro**

El animal está muy excitado interna y externamente en esta etapa del ciclo, señala Sorensen (1982), y éste es el único momento en que aceptará al macho. El nivel de estrógenos es muy alto y en la mayoría de las especies la ovulación ocurre en este período (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 36 horas en la borrega y de 24 a 48 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).

### **2.3.3. Metaestro**

El metaestro es la fase postovulatoria 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 del apareamiento y se prepara para la gestación.

Varios autores señalan, que la mayor parte de las especies domésticas como perra, cerda, yegua, oveja y cabra, que ovulan antes de finalizar la etapa del estro, el período de metaestro es incluido en parte o totalmente dentro de la fase del estro. En cambio, en especies que ovulan después del final del celo, como la vaca, la fase de metaestro forma parte de la etapa del diestro del ciclo estrual (McDonald, 1991).

### **2.3.4. Diestro**

Es el período 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 esté preñado, el diestro es la etapa más larga del ciclo para todas las especies domésticas, 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 lúteo regresa al final del diestro. El diestro es seguido, ya sea de proestro y un ciclo subsecuente en las especies poliéstricas estacionales durante la estación reproductiva, o por un período de inactividad sexual, o anestro, en especies monoéstricas (McDonald, 1991).

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

### **2.3.5. Anestro**

Es el período 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 progesterona, estrógenos, luteinizante y folículo estimulante, son relativamente bajos. En cabras y ovejas 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 poliéstricas (McDonald, 1991).

## **2.4. ESTACIONALIDAD**

Un factor muy importante que determina el intervalo entre pariciones, en la mayoría de las razas ovinas europeas, es que las borregas sólo serán capaces de quedar gestantes durante un período limitado del año. La estacionalidad de la ovejas no se refiere solamente a la época del año cuando es factible la reproducción, sino que además

se ven afectados una serie de parámetros relacionados con la eficiencia reproductiva (Pijoan, 1983b).

El estudio de los cambios hormonales involucrados durante el anestro estacional de las ovejas, señala Pijoan (1983b), es bastante complicado pues es difícil separar los efectos de las causas. Ésto es particularmente cierto en el caso del papel que juega la secreción de diversas gonadotropinas, que pudieran ser la consecuencia, más que la causa, de la presencia o ausencia de ciclos estruales, como resultado de ésto, y posiblemente porque en la manifestación del anestro estacional intervienen una multitud de mecanismos endocrinos. El fenómeno más notable durante el anestro estacional de la oveja, es que hay tal desorganización en la capacidad funcional del sistema: hipotálamo-hipófisis-ovario que ya no se presentan la ovulación y el estro.

En latitudes medias y altas y para razas originadas de esas áreas, el fotoperíodo es el mayor factor que controla el empadre estacional de pequeños rumiantes. En ambos sexos, la actividad gonadal y comportamiento sexual varía acorde a los cambios de la longitud del día. Otros factores ambientales, tales como temperatura, régimen de alimentación (Chemineau y Cagnié, 1991) y presencia del macho (Ochoa y Gutiérrez, 1990) actúan como moduladores de la actividad reproductiva (Chemineau y Cagnié, 1991).

La incidencia de estros durante el año depende primeramente de la latitud, pero también del estímulo fotoperiódico, edad del animal, genotipo y lactancia, aunque también el estado nutricional afecta a esta fisiología de las cabras, opina Hafez citado por Rhind (1992). Por otro lado, se ha demostrado que una mala nutrición severa, puede inhibir el estro en la oveja o la estación reproductiva puede ser terminada prematuramente, según señala Rhind (1992), pero también menciona, que bajo

condiciones de manejo, durante la estación reproductiva, el estado nutricional del animal es vital en la incidencia del comportamiento estrual. Los efectos nutricionales sobre el comportamiento reproductivo operan en varios períodos del año, meses y días antes de la ovulación.

En ovejas y cabras, han sido demostradas variaciones estacionales en sus actividades reproductivas; los ciclos estruales inician generalmente cuando la luz del día está decreciendo y terminan cuando ésta se incrementa, siendo poliéstricas estacionales en otoño con ocurrencia de partos en primavera (Ochoa y Gutiérrez, 1990).

Los mecanismos fisiológicos involucrados en el control de la reproducción por la luz están, hasta el momento, sólo parcialmente entendidos señala Chemineau y Cagnié (1991). La luz es transmitida por los ojos a la glándula pineal por vías de diferentes sucesos del tracto neural dentro del cerebro involucrando el centro cervical superior. La glándula pineal sintetiza y secreta melatonina en el plasma sanguíneo en ausencia de luz, siendo las secreciones máximas cuando la luz está ausente.

Ochoa y Gutiérrez (1990) sometieron a 72 cabras en el mes de julio a un sistema de manejo de semiestabulado, con pastoreo diario de las 8:00 a 13:00 horas y a un régimen de suplementación diaria de forrajes y concentrado. Estuvieron en un período de empadre de 43 días posteriores al tratamiento. T1, 12 cabras sujetas a un régimen diario de 8 horas de luz y 16 de oscuridad (grupo fotoperíodo); T2, igual que al anterior más una inyección de 25 µg de GnRH por vía IM (grupo fotoperíodo-GnRH); y T3, igual que en el tratamiento 1 más medio implante de Syncro Mate-B por 7 días (grupo fotoperíodo-SM-B). Obtuvieron 91.67, 100 y 100% de manifestación de estros; 66.67, 83.33 y 100% de tasa de preñez; 58.33, 75 y 100% de índice de pariciones; y 1.85, 1.22 y 1.41 de prolificidad para el T1, T2 y T3, respectivamente. Aunque cabe señalar, que la



actividad sexual de las cabras inicia en el mes de julio, considerando los 43 días de empadre que utilizaron estos autores anteriores, se está hablando de septiembre, época en la cual ya existe actividad ovárica (García, 1997).

## 2.5. CONTROL DEL ESTRO Y LA OVULACIÓN

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

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

En la producción de animales domésticos el control de la fecha del parto representaría un progreso en la economía doméstica de estos animales; podrían programarse mejor los trabajos relacionados con el apareamiento o cuidado del recién nacido y lograr la utilización más eficiente de los medios disponibles. Durante las dos últimas décadas se ha investigado intensivamente sobre los mecanismos endocrinos que podrían utilizarse para controlar el estro y la ovulación (McDonald, 1991).

Sorensen (1982) señala que el control de la ovulación ofrece varias ventajas. Mediante el control de la hembra prepúber, se dispone de óvulos para una fecundación más temprana o para el transplante de embriones. Mencionan Chemineau y Cagnié

(1991), que el control del estro y la ovulación en ovinos y cabras puede ser usado para la prolongación de la fase lútea. Chemineau *et al.* (1992) señalan también, que el control de la reproducción en el caprino presenta otras ventajas: permite elegir con anticipación el período de los partos y ajustar este período a la producción forrajera o al sistema de crianza. También permite acelerar la mejora genética cuando se utiliza colectivamente el patrimonio genético de una raza.

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

El estro y la ovulación en la cabra puede ser inducida usando machos vasectomizados o cabras en calor (Chemineau, 1985), por la administración de progestágenos, prostaglandinas ( $\text{PGF}_{2\alpha}$ ) (Alacam *et al.*, 1985; Mgongo, 1987) o una combinación de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y progestágenos (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 estrual y a las prostaglandinas como agentes luteolíticos (Trujillo *et al.*, 1992). Aún no se conocen exactamente los mecanismos que provocan la luteólisis ni cuál es la señal que la inicia. La regresión luteal es consecuencia de una compleja interacción entre receptores y hormonas, donde intervienen por lo menos la  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , la oxitocina y el estradiol ( $\text{E}_2$ ), opinan Auletta y Flint (1988).

A continuación se describen algunos de los métodos más utilizados en el control del estro y la ovulación en caprinos y ovinos, específicamente:

### **2.5.1. Progestágenos**

Chemineau y Cagnié (1991) mencionan que las técnicas hormonales para la sincronización del estro están basadas sobre las observaciones que la progesterona inhibe la ovulación y que su retiro la induce. Diferentes análogos de progesterona, con un efecto progestativo, han sido empleados para el control del estro y la ovulación en ovejas y cabras, cada uno con su modo de administración, requiere de experimentos largos y cuidadosos para determinar la dosis eficiente y condiciones de uso.

Chemineau *et al.* (1992), opinan que un bajo porcentaje de cabras son inducidas al estro y a la ovulación cuando son tratadas únicamente con progesterona o progestágenos.

Trujillo *et al.* (1992) menciona que para llevar a cabo la sincronización de estros en cabras se han utilizado progestágenos como la 5-cloro- $\alpha$ -6-metil-dehidro-17-acetoxiprogesterona (CAP), la 6-metil-17-acetoxiprogesterona (MAP), y el acetato de fluorogestona (FGA).

Los progestágenos suprimen el estro en el ganado y han sido muy usados para alterar el curso del ciclo estrual. Varios tipos de progestágenos han sido usados en investigaciones (Odde, 1989), tales como, preparados para alimentos u orales, en esponjas intravaginales, implantes subcutáneos (Chemineau y Cagnié, 1991), y/o dispositivos intravaginales (Wheaton *et al.*, 1993).

### 2.5.1.1. Orales

Cuando los progestágenos se utilizaron por primera vez, a principios de la década de 1950, se intentaba simular el ciclo natural, al menos en cuanto a la duración. Por tanto, fueron administrados durante 18 días y al suspenderlos, se esperaba la respuesta en 3 días, para coincidir con el ciclo natural de 21 días. La administración oral es factible, señala Sorensen (1982), porque las hormonas pasan por el estómago sin ser digeridas.

Uno de los progestágenos más usados es el Acetato de Melengestrol (MGA), el cual inhibe al estro y la ovulación, cuando es administrado oralmente; además, es un compuesto de bajo costo, de fácil administración y proporciona una gran seguridad en su aplicación. Tiene la peculiaridad de no excretarse en la leche y de no afectar la composición de la misma (Trujillo *et al.*, 1992).

El Acetato de Melengestrol, cuando es administrado oralmente, es 300 a 900 veces más potente que el 6-metil-17-acetoxi-progesterona (MAP), otro progestágeno oral. El nivel de alimentación de MGA es relativo al tiempo de estro seguido del retiro de MGA. Los animales alimentados con bajos niveles de MGA mostraron estro más pronto que a los que se les proporcionó niveles altos (Randel *et al.*, 1972).

Una de las ventajas del método de administración oral, menciona Smith citado por Sorensen (1982), es la facilidad de manipulación del ganado, aunque existe el inconveniente de que las hembras dominantes pueden alejar a otras del alimento y el descenso de los niveles de progestágeno, incluso por un solo día, puede arruinar el tratamiento y el animal entra en celo, antes de terminar el programa.

Trujillo *et al.* (1992) llevaron a cabo su investigación en la época reproductiva de las cabras (octubre-noviembre), donde observaron el efecto del Acetato de Melengestrol a dos diferentes dosis (0.11 y 0.22 mg) en 200 g de alimento concentrado/animal/d durante 9 días, acompañadas de una aplicación de 5 mg de prostaglandina F<sub>2α</sub> natural (Dinoprost) por vía intramuscular (IM), obteniendo los resultados siguientes: se encontró un 70, 100 y 25% de estros; un 60, 90.9 y 62.5% de gestación; un 60, 72.7 y 62.5 de pariciones; y 2, 1.76 y 1.6 de prolificidad, para los grupos de 0.11 mg de MGA, 0.22 mg de MGA y testigo, respectivamente. Señalan, que en este trabajo se demostró que el método de sincronización de calores utilizando MGA más PGF<sub>2α</sub>, es una buena herramienta para sincronizar el estro en cabras durante la época reproductiva. Además se observó que la dosis ideal de MGA para cumplir este propósito es de 0.22 mg/cabeza/día, que fue más efectiva que la de 0.11 mg.

#### **2.5.1.2. Esponjas intravaginales**

Sorensen (1982) menciona que se han desarrollado pesarios de distintos materiales y formas, con el objetivo de encontrar un método de administración más sencillo. La mayoría de éstos, son de hule espuma o esponja, que su diámetro es de 10 cm y 6 a 7 cm de espesor en bovinos, los cuales se les fija a una cuerda para facilitar su extracción. Esta esponja está impregnada con un progestágeno que se libera en una dosis predeterminada. Ésta es colocada en la porción craneal de la vagina, contra el cuello uterino, donde permanece durante todo el tratamiento.

Smith citado por Sorensen (1982), señala que las ventajas de las esponjas son: la facilidad de aplicación y la administración continua de la hormona. La principal desventaja es la declinación de la tasa de liberación con el tiempo.

Amaro *et al.* (1996) compararon dos diferentes dosis de FGA en esponja vaginal (40 y 45 mg) evaluando el índice de pariciones y crías nacidas en cabras criollas con encaste de Nubio. Observaron un 29.2 y 50% de cabras paridas y 48.7 y 83.3% de crías nacidas, para ambas dosificaciones, respectivamente. Concluyeron, que la dosis de 45 mg fue mejor que la de 40 en las variables estudiadas.

Peláez (1996) utilizó 80 cabras adultas de las razas Sannen y Alpina, a las cuales se les insertó una esponja vaginal durante 11 días conteniendo 45 mg de FGA (tratamiento corto); además se les aplicó 400 UI de PMSG más 2 mg de un análogo de prostaglandina 48 horas antes del retiro de los pesarios. Del total de cabras, 61 mostraron celo (76.25%). Señala este autor, que el tratamiento fue adecuado para sus necesidades, aunque, opina, falta realizar más trabajos para ajustar este tratamiento a las diferentes épocas del año del período reproductivo en las cabras.

Robinson y Scaramuzzi (1994) utilizaron cuatro diferentes dosis de PMSG (250, 500, 750 y 1000 UI) acompañados con un progestágeno implantado intravaginalmente conteniendo 30 mg de FGA durante 11 a 13 días, con el objeto de sincronizar el estro en ovejas Leicester x Merino, encontrando el 87.5, 95.8, 97.2 y 97.6% de manifestación de celos para cada dosis, respectivamente.

Greyling y Van Niekerk (1991), al trabajar con cabras Boer aplicándoles solamente 60 mg de Acetato Medroxiprogesterona (MPA) en esponjas vaginales durante 14 días, observaron que 8 hembras de 15 manifestaron signos de estro (53.5%). Fuentes y Peraza (1988) aplicaron en 20 cabras alpinas en anestro, esponjas intravaginales conteniendo también MPA, encontrando que ninguna de estas cabras manifestó celo. Otros autores como Beck *et al.* (1993), usaron también en su investigación esponjas intravaginales conteniendo 60 mg de Acetato Medroxiprogesterona durante un período

de 5 días seguido de una inyección de 125 µg de cloprostenol (análogo de prostaglandina), y obtuvieron en ovejas en época reproductiva, el 100% de manifestación de estros entre los 3 y 5 días postratamiento.

Por otro lado, Ritar *et al.* (1984) trabajaron con cabras Angora durante la etapa de anestro, donde utilizaron esponjas intravaginales conteniendo 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA), obteniendo el 13% de ovulación (5 cabras de 38). También Tamanini *et al.* (1985), utilizaron cabras alpinas en Abril, durante el anestro, y al tratarlas solamente con esponjas vaginales conteniendo 45 mg de FGA, observaron que ninguna de éstas manifestó celo. Sin embargo, Baril *et al.* (1993) observaron la sincronización de estros en 19 rebaños comerciales de cabras, aplicándoles un tratamiento de esponja intravaginal conteniendo 45 mg de Acetato Fluorogestona durante 11 días, y una inyección al día 9 del tratamiento, de 50 µg de cloprostenol (PGF<sub>2</sub> α) y de 400 a 600 UI de PMSG, obteniendo el 98.1% de manifestación de los mismos.

East y Rowe (1989), utilizaron durante la época reproductiva de las cabras, esponjas intravaginales que contenían 30 mg de Acetato Fluorogestona implantadas durante 16 días. Cada hembra recibió 250 UI de PMSG subcutáneamente, 48 horas antes de retirar la esponja. Observaron el 95.1 y 58.5% de manifestación de estros y tasa de preñez, respectivamente. Señalan estos autores, que la dosis de PMSG usada en esta investigación fue muy baja, ya que la recomendada es de 300 a 500 UI. Al igual que ellos, Bretzlaff y Madrid (1989), probaron la esponja vaginal conteniendo 40 ó 45 mg de Acetato Fluorogestona durante 11 días más una inyección de 50 µg de cloprostenol y 500 UI de PMSG por vía intramuscular 24 horas antes de retirar el pesario, encontrando el 97% de manifestación de celos (57 de 59 cabras) y 33% de tasa de preñez (19 de 57 hembras que manifestaron estro), en época de anestro estacional (mayo). Señalan, sin

embargo, que este pesario vaginal puede usarse satisfactoriamente como fuente de progestágeno para la inducción del estro en cabras lecheras.

Otros investigadores, como Armstrong *et al.* (1983), han utilizado esponjas vaginales conteniendo 60 mg de 6 $\alpha$ -metil-17 $\alpha$  -acetoxyprogesterona, implantado durante 11 días más una inyección subcutánea de 1000 UI de PMSG dos días antes de retirar la esponja y una inyección luteolítica IM de 50  $\mu$ g de cloprostenol (PGF<sub>2</sub> $\alpha$ ) en 8 cabras en época reproductiva, observando el 75% de estros.

Wani *et al.* (1987) llevaron a acabo dos experimentos sobre sincronización de estros en ovejas. En el primer experimento, en época de anestro (Abril), a 5 hembras se les aplicó FGA por 14 días, a otras 5 FGA por el mismo período más una dosis IM de FSH (250 IT) un día antes de retirar la esponja, y el tercer grupo con 2 ovejas se les aplicó tratamiento igual que el anterior, más una dosis IM de 1.75 mg de benzoato de estradiol un día después de retirar la esponja. El resultado fué a los 7 días post-tratamiento el 100% de estros para los tres grupos. Los tres grupos estuvieron suplementados con 300-400 g de forraje. En el segundo experimento, en época reproductiva (Octubre), a 14 animales se les aplicó FGA más 300-400 g de suplemento, otras 14 con FGA sin suplemento, 13 más con MGA durante 14 días más 300-400 g de suplemento, y otras 18 hembras sin progestágeno pero con doble suplemento, encontrando el 92.8, 100, 100, y 44.4% de manifestación de celos, respectivamente. Para el grupo control se utilizaron 16 ovejas, las cuales recibieron sólo el suplemento (300-400 g), obteniendo a los 7 días post-tratamiento el 27.7% de estros.



### **2.5.1.3. Implantes subcutáneos**

Los métodos para el control del ciclo del celo en los bovinos fueron iniciados en 1940 por un grupo de investigadores de la Universidad de Wisconsin. En los estudios recientes, la progesterona se administraba diariamente inyectada de manera subcutánea o intramuscular (CEVA Laboratories, 1986).

En 1966, investigadores de G. D. Searle y Compañía, seleccionaron Norgestomet, un progestágeno muy potente, para evaluar el control del ciclo del estro en los bovinos. Pruebas demostraron que durante la prolongada permanencia (17 d) del implante que contiene Norgestomet se produce un excelente control del celo, pero la fertilidad fue menor que la aceptada. Un período de implantación de 9 a 12 días mejoró la fertilidad, pero resultó menor la sincronización del celo. La adición de valerato de estradiol (VE) aplicado intramuscularmente, al mismo tiempo de la implantación, mejoró tanto la sincronización como la fertilidad. Al observar ésto, resultó un producto que es seguro, funciona en cualquier etapa del ciclo estrual y produce una sincronización suficiente para inseminar a tiempo predeterminado, recomendado para usarse tanto en vaquillas lecheras como para vacas y vaquillas productoras de carne (CEVA Laboratories, 1986).

El Syncro-Mate B (SM-B), es un sistema de tratamiento integrado por dos componentes: un progestágeno sintético, Norgestomet, y valerato de estradiol. El implante plástico está hecho de un material hidrofílico llamado "Hydron", una combinación polihidroxi-etil-metacrilato. Es un cilindro sólido de 3 x 18 mm, contenido en una presentación de polipropileno. Un tratamiento consiste en la colocación del implante, que contiene 6 mg de Norgestomet, subcutáneamente en la mitad de la superficie exterior de la oreja. Al mismo tiempo, se aplican 2 ml de inyección

intramuscular, conteniendo 3 mg de Norgestomet y 5 mg de VE (CEVA Laboratories, 1986).

El progestágeno Norgestomet administrado durante 9 a 11 días en implantes subcutáneos, ha mostrado ser efectivo para sincronizar el estro en el caprino y ovino a una dosis de 2 a 3 mg por animal (Cuevas *et al.*, 1993).

Algunas investigaciones llevadas a acabo durante la época reproductiva de la cabra, han revelado resultados favorables en cuanto a manifestación de estros y porciento de preñez comparado con el testigo. East y Rowe (1989), mencionan que ellos utilizaron en 45 cabras, implantes de Norgestomet (Syncro-Mate B) durante 9 días más una inyección de 250 UI de PMSG dos días antes de retirar el implante subcutáneo. Encontraron el 93.3 y 64.4% de estros y preñez, respectivamente, comparado con el grupo control donde obtuvieron el 53.1 y 34.4%, respectivamente.

Bretzlaff y Madrid (1989), trabajaron con 62 cabras lecheras en época de anestro, donde utilizaron 3 mg de norgestomet (Syncro-Mate B) implantados subcutáneamente, encontrando efectividad del mismo para romper el ciclo anéstrico de las cabras e inducir un nuevo ciclo estrual. Observaron del total de cabras, 60 en estro (97%) y de éstas 32 con signos de preñez (53%).

Al comparar medio implante de 3 mg de Norgestomet subcutáneo durante 7 días, más 1.5 ml de norgestomet y 2.5 mg de VE intramuscular en 12 cabras criollas, contra otras 12 hembras con el mismo tratamiento anterior más un fotoperíodo de 8 horas y 16 de obscuridad durante el mes de julio, se observó 100% de estros para ambos grupos en un empadre de 43 días, el 83.33 y 100% de pariciones, y 1.2 y 1.41 crías para el grupo 1 y 2, respectivamente (Ochoa y Gutiérrez, 1990).

Ruttle *et al.*(1988), efectuaron una investigación sobre transferencia de embriones en ovejas, mediante la cual tuvieron que llevar a cabo un programa de sincronización de estros. Utilizaron 3 mg de norgestomet en implante más una inyección de 18 mg de hormona folículo estimulante hipofisaria en hembras donadoras, encontrando en las primeras 48 horas el 71% de celos, comparado con el 55% de estros de las ovejas receptoras, que recibieron sólo el implante.

Cuevas *et al.* (1993) compararon implantes nuevos y reciclados de Norgestomet en 28 ovejas Pelibuey durante la época de reproducción normal, de las cuales 10 de ellas recibieron medio implante nuevo (3 mg de Norgestomet) durante 11 días, más 1 ml intramuscular de 2.5 mg de VE y 1.5 mg de Norgestomet. Otras 10 hembras recibieron un implante completo usado (6 mg de Norgestomet) durante el mismo período, sin la inyección intramuscular, encontrando a las 60 horas post-implantación el 100% de estros para ambos grupos, respectivamente. En cuanto a hembras paridas y prolificidad, se obtuvo para el grupo del implante nuevo, implante usado y testigo, el 70 y 1.29; 80 y 1.25; y 75% y 1.17 crías, respectivamente. Ellos concluyen, que el uso de implantes de bovino reciclados, sincronizan el estro en la oveja Pelibuey de manera efectiva, a bajo costo.

#### **2.5.1.4. Dispositivos intravaginales**

Una innovación relativamente 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 se controla muy bien.

El CIDR-G se ha utilizado en tratamientos con ovejas adultas, corderas y cabras, menciona Wheaton *et al.* (1993). Señalan además, que los niveles de progesterona en el plasma incrementan rápidamente después de la inserción del CIDR-G, hasta alcanzar altas concentraciones al día 3, decreciendo gradualmente. Opinan ellos mismos, que en cabras, el CIDR-G ha sustituido a las esponjas para la sincronización de estros, superovulación, inseminación artificial y transferencia de embriones. El CIDR-G provee un medio conveniente para liberar progesterona exógena para ovinos y caprinos. Algunos resultados de pruebas llevadas a cabo en Minnesota demostraron que el CIDR-G puede ser utilizado en Latitudes Norte para la sincronización de estros durante la época normal reproductiva y para estimular el estro fuera de la estación.

Trejo *et al.* (1996) trabajaron con 15 cabras criollas adultas en época reproductiva a las cuales se les aplicó 200 mg de progesterona contenidos en un dispositivo intravaginal por 14 días más 600 UI de PMSG, encontrando el 66.6% de manifestación de estros. Por otro lado, se observó un 53.3% de pariciones y 1.87 crías de prolificidad. Ellos sugieren que los dispositivos intravaginales con progesterona natural pueden ser un método de elección en caprinos.

Ritar y Ball (1993), utilizaron 330 mg de progesterona natural contenidos en un CIDR-G implantado en 132 cabras Cashmere adultas durante 18-19 días, seguido de una inyección intramuscular de 200 UI de PMSG al momento de la extracción del dispositivo intravaginal. Se les inseminó laparoscópicamente después del tratamiento, encontrando un porcentaje de pariciones de 33.3.

Al utilizar 330 mg de progesterona contenidos en un CIDR-G implantados intravaginalmente en 234 cabras Cashmere en la época normal reproductiva durante un período de 15-20 días combinado con una inyección de 200 UI de PMSG, en la

investigación llevada a cabo por Ritar *et al.* (1990), encontraron un porcentaje de manifestación de estros del 87.3, un 40.7% de índice de preñez y una prolificidad de 1.75 crías por hembra.

Ritar *et al.* (1989) señalan que la administración de PMSG en conjunto con un tratamiento con progestágeno estimula la ovulación en cabras durante la época reproductiva y de anestro estacional. Ellos usaron el CIDR-G en cabras por 16 a 20 días, seguido de dos inyecciones de PMSG, una 48 horas antes de retirar el dispositivo y otra al momento de retirarlo. Obtuvieron el 100% de ovulación en ambos momentos de inyección de PMSG, entre las 65 y 75 horas post-tratamiento. Señalan además, que al compararlo contra un esponja vaginal la tasa de preñez fue similar (54.8%).

Crosby *et al.* (1991), en un experimento usaron 247 ovejas en anestro tardío (julio) y 100 en época reproductiva (octubre), probando el efecto de dos fuentes de progesterona, una sintética (30 mg FGA en esponja intravaginal) y otra natural (300 mg de P<sub>4</sub> en CIDR) durante 12 días, seguidos por una dosis de 500 UI de PMSG inyectada intramuscularmente. Observaron, el 98 y 95% en época de anestro y 100 y 88% en época normal en cuanto a la presencia de estros, respectivamente. Una tasa de preñez en la época de anestro y normal para los dos métodos, de 67 y 76%, y 88 y 56% respectivamente. Con una prolificidad de 1.63 y 2.05 crías con el método sintético en época de anestro y normal y, 1.71 crías con el método natural en las dos épocas, respectivamente.

Hamra *et al.* (1989) trabajaron con 165 ovejas anéstricas (abril) alimentadas con 0.8 kg de grano y 2.1 kg de heno/d, a las cuales se les aplicó un dispositivo intravaginal CIDR-S conteniendo 366 mg de progesterona durante un período de 14 días, seguido por

dos inyecciones de 750 UI de PMSG, una al momento de retirar el CIDR-S y otra 16 días después. Encontraron 92% de estros, 64% de preñez y 1 cría/parto de prolificidad.

Carlson *et al.* (1989) evaluaron únicamente el CIDR-S en un total de 129 ovejas, implantados durante 12 días en la época reproductiva, donde observaron la manifestación de celos en un 91.5% y una prolificidad de 1.7 crías/parto. El uso del CIDR-S tuvo una efectividad satisfactoria.

Rhodes y Nathanielsz (1988) obtuvieron el 87.6% de manifestación de estros y 57.7% de tasa de preñez a los 60 días, al utilizar únicamente un dispositivo intravaginal CIDR-S conteniendo 366 mg de progesterona durante un período de 14 días en 97 ovejas reproductivamente funcionales.

Maxwell y Barnes (1986) trabajaron con 50 ovejas Merino implantándoles un CIDR intravaginalmente conteniendo 380 mg de progesterona natural durante 12 días y una inyección de 400 UI de PMSG al momento de retirar el dispositivo. Observaron entre las 24 y 48 horas post-implantación del dispositivo, 96% del total de ovejas con signos de estro. La tasa de preñez fue de 43.7%.

### **2.5.2. Luteolíticos**

Uno de los agentes más utilizados para la sincronización de estros en la oveja es la prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ). Esta hormona tiene un efecto luteolítico poderoso en la oveja, por lo que al aplicarse se provoca la regresión prematura del cuerpo lúteo, con lo que se interrumpe la fase progestacional del ciclo estrual, iniciándose así un nuevo ciclo (Churchill y Slyter, 1981). Otros autores, como Bretzlaff *et al.* (1981), señalan que el efecto luteolítico de la prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ) en la cabra ha sido demostrado

después de la administración intraluteal e intramuscular. Mellado *et al.* (1994) e Ishwar y Pandey (1990), señalan que dosis de prostaglandinas (dinoprost trometamina) de 1.5 a 1.25 mg administradas intramuscularmente entre los días 4 y 16 del ciclo estrual han mostrado ser efectivas para la sincronización del estro en caprinos. También, la administración de dosis de cloprostenol (análogo de prostaglandina) desde 250 a 31.25  $\mu$ g, intramuscularmente (Mellado *et al.*, 1994) o por inyecciones intravulvo-submucosa (IVSM) (Mgongo, 1987) promueven efectivamente la sincronización de estros en cabras.

Herrera *et al.* (1990) mencionan, que algunos autores han encontrado que sólo responden a la prostaglandina los animales que están ciclando normalmente y que se encuentren como mínimo en el día quinto de su ciclo estrual, ya que antes de ese momento el cuerpo lúteo en formación es resistente a la acción de la hormona. Sin embargo, otros autores han encontrado que se puede producir la regresión del cuerpo lúteo e inducir el estro al aplicar la  $\text{PGF}_2\alpha$  en una etapa tan temprana como los días 3-4 del ciclo estrual de la borrega.

En la práctica, según Hernández *et al.* (1994), cuando se aplica  $\text{PGF}_2\alpha$  a las hembras para la inducción del estro, se seleccionan únicamente por la presencia de un cuerpo lúteo, sin conocer la etapa del diestro en que se encuentran ni considerar las características de la población folicular presente en ese momento. Por lo tanto, el tiempo que transcurre desde la aplicación del tratamiento a la presentación del estro será variable, y el índice de concepción logrado cuando se insemina a estro detectado posiblemente se afecte por esta situación.

Algunas investigaciones donde se ha utilizado la prostaglandina o sus análogos para la sincronización y/o inducción del estro, las ha llevado a acabo Mgongo (1987), donde probó varias dosis de cloprostenol por vías diferentes: 125  $\mu$ g IM; 125  $\mu$ g IVSM;

62.5 µg IVSM; 31.25 µg IVSM y grupo control, aplicando una segunda inyección a los 11 días después. Obtuvieron a las 68 horas post-tratamiento el 100% de estros para los tres primeros grupos, y para el cuarto y quinto grupo se observó el 20 y el 0%, respectivamente; indicando estos autores, que la dosis de cloprostenol de 125 µg por ambas vías y 62.5 µg IVSM, indujeron favorablemente la luteólisis en las cabras.

## **2.6. EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA REPRODUCCIÓN**

Los factores nutricionales necesarios para una reproducción exitosa son energía, proteína, vitaminas y minerales, según lo que opinan Bearden y Fuquay citados por Colín (1990).

La reproducción en los animales, opina Leyva (1996), es una función de lujo, no es una función vital, por lo que primero priorizan las funciones vitales y secundariamente la actividad reproductiva. Para que una hembra pueda reproducirse adecuadamente tiene necesariamente que producir ovocitos viables, capaces de ser fecundados y desarrollarse en forma adecuada. Dentro de los factores del medio que tienen relevancia para el proceso de la reproducción, la alimentación ocupa un puesto prioritario, tanto cuantitativa como cualitativamente.

La reproducción es la principal meta en producción animal aún en aquellos animales destinados a la producción de leche. Un sistema de manejo de nutrición inadecuado, tiene efectos detrimentales en la función reproductiva de muchas especies, que para su alimentación dependen del hombre. Un consumo de energía deficiente



debido a la cantidad o calidad de la dieta va a retardar el inicio de la pubertad, inducirá el anestro en hembras cíclicas y prolongará el anestro postparto (García *et al.*, 1996).

La disponibilidad y calidad de vegetación de los hábitats de las cabras son altamente variables, y en muchos empadres los mecanismos fisiológicos han estado envueltos para asegurar los requerimientos nutricionales del animal para mantenimiento, preñez y lactancia (Rhind, 1992).

Antes de la pubertad, la secreción de la hormona luteinizante (LH) es pulsátil pero el intervalo entre los pulsos es relativamente largo, alrededor de 2 a 3 horas. La presencia de la pubertad depende del inicio relativamente de una alta frecuencia de los pulsos de LH, los cuales van a estimular el desarrollo folicular, un incremento sostenido de concentración de estradiol, un pico preovulatorio de LH y la ovulación, en las cabras (Foster *et al.*, 1985). La desnutrición previene el inicio de la pubertad en las ovejas, lo cual va a bloquear el incremento en la frecuencia pulsátil de LH durante el período prepúber (Foster y Olster, 1985).

Los efectos de la nutrición sobre el desarrollo folicular y la tasa de ovulación pueden potencialmente ser mediados, opina Rhind (1992), por cambios en la circulación sanguínea de metabolitos (glucosa, ácidos grasos no estratificados, aminoácidos, etc.), gonadotropinas (LH y FSH), hormonas metabólicas (insulina, hormona de crecimiento, etc.) o una combinación de varios de estos factores.

En muchos rebaños de ovinos y cabras, mencionan Chemineau y Cagnié (1991), diferentes regímenes de alimentación modifican el desarrollo reproductivo de estos animales. En zonas tropicales y subtropicales, la mala nutrición es probablemente uno de los muchos factores ambientales que limitan el desarrollo reproductivo.

La respuesta reproductiva de hembras (cabras y ovejas) a modificaciones del nivel de alimentación puede dividirse en: primero, los efectos a largo plazo resultantes de una mala nutrición durante un período crítico en la vida temprana, y se manifiestan en la vida adulta, aún cuando el nivel de alimentación sea restituido. Segundo, efectos a corto plazo y directos se atribuyen a modificaciones transitorias en los nutrientes disponibles. En la oveja, una mala alimentación o subalimentación en el primer año de vida, deprime la tasa ovulatoria y gemelar durante la vida adulta. Por otro lado, en ovejas adultas, una subalimentación resulta en un cese de estros con una supresión de la ovulación o aparente ovulación silenciosa. Inversamente, un nivel alto de alimentación, antes y después del parto, reduce el intervalo entre partos a la ovulación (Chemineau y Cagnié, 1991).

Los efectos de un incremento a corto plazo en el nivel de alimentación en las ovejas está bien documentada. El "flushing" es generalmente hecho algunas semanas antes del empadre y causa un incremento significativo en la tasa de ovulación y en el tamaño de la camada (Chemineau y Cagnié, 1991).

Las restricciones prolongadas de energía en la dieta inducen al anestro en vacas mantenidas en agostadero, según Imakawa *et al.* (1987), quienes señalan que este efecto se puede atribuir parcialmente a una disminución en la secreción de la LH. También indican, que en el anestro asociado con una pobre o mala nutrición se ha relacionado con una disminución en los pulsos de LH en vaquillas en agostaderos. Pero, no en todos los casos, la desnutrición afecta la secreción de todas las hormonas de la pituitaria anterior, según lo reportado por Thomas *et al.* (1990), quienes observaron que restricciones crónicas de alimento en ovejas, disminuían la frecuencia pulsátil de LH, pero

aumentaban las concentraciones de hormona de crecimiento en el suero y no variaban las concentraciones de prolactina. También, Beal *et al.* (1978), señalaron que se ha demostrado que el consumo de energía influye sobre el desarrollo o comportamiento reproductivo en vacas de carne. En un estudio donde compararon dos niveles de energía (uno alto y otro bajo), observaron que el nivel bajo de energía incrementó el intervalo del parto al primer estro postparto, disminuyendo la fertilidad de las hembras.

La restricción de consumo de alimento hasta un nivel de mantenimiento en vacas, en la cual no hay ganancia neta de peso corporal, interfiere en la maduración folicular. El nivel de energía puede afectar la liberación de gonadotropinas que son necesarias para el desarrollo de folículos ováricos (Henricks *et al.*, 1986).

Haresign (1981) señala que la tasa de ovulación, en ovejas sacrificadas 48 horas después de haber presentado el estro, fué significativamente mayor en las hembras con flushing comparado con el control. Por otro lado, Gunn y Doney citados por Haresign (1981), mencionan que la tasa de ovulación en la oveja está influenciada por la condición corporal y nivel de nutrición antes y al momento del empadre.

El período normal para ofrecer un Flushing es de seis semanas, opina Coop (1966), tres semanas antes del apareamiento y tres durante éste. Señala además, que las ovejas para que puedan recibir esta alimentación especial, deben tener un peso vivo de 50 a 68 kg. Ovejas de diferente peso vivo, condición corporal y fertilidad, pueden tener una mayor o menor sensibilidad al flushing ofrecido. Por otro lado, el NRC (1975), señala que el flushing en ovinos antes del empadre, es con el propósito de incrementar la

tasa de ovulación y consecuentemente el índice de pariciones. Menciona además, que el flushing es y ha sido usualmente perfecto para animales que se proveen de pasturas frescas, forraje suplemental cosechado o, arriba de 0.25 kg de grano diarios. Recomiendan que esta alimentación especial usualmente empiece de 2 a 3 semanas antes del apareamiento y continúe dentro de la estación del empadre.

Walkden-Brown *et al.* (1993), probaron la inducción del estro durante la época reproductiva en cabras Cashmere por el efecto del macho, utilizando y comparando a la vez dos diferentes dietas, una de alta calidad (17.6% de PC y 8.3 MJ de EM) en 58 animales y, otra de baja calidad (6.9% de PC y 6.6 MJ de EM) en 60 hembras. A los 10 días post-tratamiento obtuvieron, el 67.2 y 38.3% de manifestación de estros para la dieta de alta y baja calidad, respectivamente, así como el 51.7 y 28.3% de preñez a los 67 días para ambas dietas, respectivamente, observando diferencias significativas entre tratamientos y variables estudiadas.

En la investigación efectuada por Venter y Greyling (1994), observaron el efecto de 600 g de flushing constituido por 93.9% de maíz, 2.1% de cal muerta, 2.7% de melaza y, 1.3% de urea, aportando el 11.7% de PC y 11.86 MJ de EM/kg. Se utilizaron cuatro tratamientos. El primero fue el testigo (n = 40); el segundo, con flushing por 2 semanas seguido del tratamiento con un progestágeno (esponja intravaginal conteniendo 60 mg de MPA) por 14 d (n = 40); el tercero, flushing por un período de 3 semanas, iniciando una semana antes de retirar la esponja intravaginal (al día 7 después de la inserción del pesario) (n = 40) y, cuarto, flushing por un período de 4 semanas iniciando al mismo tiempo que el tratamiento con la sincronización con la esponja intravaginal (n = 40). Encontraron el 50, 70, 73.3 y 63.3% de manifestación de celos para los grupos 1,

2, 3 y 4, respectivamente; una tasa de preñez del 64.1, 69.2, 77.2 y 62.5% para cada uno de los grupos, respectivamente, y una tasa de pariciones de 71.8, 79.5, 95.0 y 65.1%, respectivamente. Señalan, que el flushing incrementa el comportamiento reproductivo en la oveja, pero que no debe ser administrado en un período demasiado largo antes de la sincronización, especialmente si las ovejas tienen una condición corporal buena. También mencionan, que proporcionar el flushing una semana antes de finalizar el tratamiento de sincronización y por un período total de 3 semanas mostrará mejores resultados.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue llevada a cabo en el Municipio de Candela, Coahuila, que se localiza al oriente del Estado, colindando con Lampazos de Naranjo, Nuevo León. Se sitúa en las coordenadas 26°50' Latitud Norte y 100°39' Longitud Oeste; a una altura sobre el nivel del mar de 430 m, con un clima seco muy cálido (INEGI, 1994). Fue realizado este trabajo bajo una temperatura media anual de 22.4°C y 0.88 mm de precipitación pluvial (CONAGUA-COAHUILA, 1996). El rancho se encuentra a 10 km hacia el NE de la cabecera municipal.

En el presente estudio se usaron 88 cabras criollas, seleccionadas de un hato de 160, en época de anestro con un peso vivo entre 30 y 45 kg y entre el segundo y cuarto parto, propiedad de un caprinocultor de la región.

Se utilizó un dispositivo intravaginal de liberación interna de droga controlada - tipo G (CIDR-G)<sup>a</sup> por hembra, conteniendo 300 mg de progesterona natural (9%), implantado durante un período de 18 días.

---

<sup>a</sup> AHI Plastic Moulding Company, Hamilton, Nueva Zelanda.

La suplementación consistió en 300 g/cabra/día, de un concentrado a base de sorgo molido (61.55%), harinolina (28.45%) y sebo de res (10%), con un aporte de 20% de proteína cruda (PC) y 2.27 Mcal de energía metabolizable (EM) por kg de alimento (60 g de PC y 681 Mcal de EM/animal/día). El suplemento cubría alrededor del 27 y 14% del requerimiento nutricional diario de PC y EM, respectivamente.

El suplemento debió haber sido formulado de tal forma que aportara un 25% (al menos) del requerimiento de EM por ser el nutriente más limitante y de ser posible un 25% de la PC (o menos), ésta última no es de gran importancia en el suplemento (lo es más la EM) dadas las características del pastizal y el tipo de vegetación, así como la distancia a recorrer diariamente por los animales.

Las cabras fueron asignadas al azar a cuatro tratamientos, como sigue:

- T<sub>1</sub>** = 17 cabras criollas en pastoreo con CIDR-G, con suplementación
- T<sub>2</sub>** = 24 cabras criollas en pastoreo con CIDR-G, sin suplementación
- T<sub>3</sub>** = 24 cabras criollas en pastoreo sin CIDR-G, con suplementación; y
- T<sub>4</sub>** = 23 cabras criollas en pastoreo sin CIDR-G, sin suplementación.

Las cabras salían a pastorear a las 8:00 para regresar a los corrales a las 17:00 horas. En los corrales tenían agua y sal a libre acceso. El monte donde pastoreaban, está compuesto principalmente por *Acacia rigidula* (chaparro prieto), *Leucophyllum texanum* (cenizo), *Porlieria angustifolia* (guayacán), *Flourensia cernua* (hojasén), *Prosopis grandulosa* (mezquite) y *Larrea tridentata* (gobernadora), correspondiendo a un tipo de vegetación Matorral Xerófilo, según la clasificación de Rzedowski (1978).

Las cabras fueron servidas por monta natural, utilizando un macho por cada cinco hembras.

El día primero de marzo de 1996, se inició la suplementación a los animales de los tratamientos 1 y 3, proporcionándoles el suplemento entre las 18:00 y 19:00 horas. Al día 11 se insertó en la vagina el dispositivo CIDR-G a las hembras de los tratamientos 1 y 2, manteniéndolo en ese sitio durante 18 días según lo establecido por Wheaton *et al.* (1993). La suplementación continuó hasta el día 28 en los tratamientos 1 y 3. La implantación se efectuó mediante un espéculo especial al cual se le insertó el CIDR-G para introducirse en la vagina lo más profundo posible. El espéculo especial tiene un émbolo que empuja al CIDR-G y manteniendo al émbolo oprimido suelta al inserto CIDR-G, mientras el espéculo se retiraba lentamente hacia atrás y afuera de la vagina. El cordón de nylon del dispositivo se deja libre fuera del tracto vulvo-vaginal de la hembra para posteriormente, a los 18 días, extraer el implante (García, 1987).

### 3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los tratamientos fueron constituidos mediante un arreglo factorial 2<sup>2</sup> y asignados a las unidades experimentales (cabras) de acuerdo a un diseño completamente al azar. Las variables reproductivas como porcentaje de estros, tasa de preñez, índice de pariciones, tipo de parto y, número de crías nacidas (prolificidad), fueron analizadas mediante una prueba de Chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) (Gómez y Gómez, 1984; Olivares, 1994).



## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En base a los objetivos planteados en la presente investigación, fueron analizados los datos obtenidos con los resultados siguientes:

### **4.1. PORCENTAJE DE ESTROS**

En la observación visual del comportamiento de las cabras en los primeros seis días post-explantación del dispositivo (CIDR-G), las cabras que lo portaron mostraron un 34.14% de estros y las cabras que no lo recibieron un 14.89%, obteniéndose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Hasta los trece días post-explantación del CIDR-G, un 75.61% de las cabras que fueron implantadas mostraron estro, en comparación con un 46.81% observado en las que no se implantaron (Cuadro 1), encontrándose diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos.

**Cuadro 1. Cabras criollas en pastoreo con y sin CIDR-G que manifestaron estro, a los 6 y 13 días.**

Tratamiento	Total de cabras	Manif. estro a los 6 días	% Presencia de estros	Manif. estro a los 13 días	% Presencia de estros
Con CIDR-G	41	14 <sup>a</sup>	34.14	31 <sup>a</sup>	75.61
Sin CIDR-G	47	7 <sup>b</sup>	14.89	22 <sup>b</sup>	46.81

$\chi^2 = 4.467$  (P<0.05)                       $\chi^2 = 7.583$  (P<0.01)

Valores con superíndices diferentes dentro de columna, difieren estadísticamente.

En este estudio se aplicó únicamente la progesterona natural contenida en el CIDR-G, con lo cual se obtuvo efecto sobre la presencia de estro (Cuadro 1). Chemineau *et al.* (1992), señalan que un bajo porcentaje de cabras son inducidas al estro y a la ovulación cuando son tratadas únicamente con progesterona o progestágenos. En investigaciones que se realizaron se obtuvieron resultados diferentes a los del presente estudio, pero cabe señalar que aplicaron un estimulador del desarrollo folicular como lo es la Gonadotropina de Suero de Yegua Preñada (PMSG), además de provocar ovulación múltiple (McDonald, 1991; Hafez, 1987). Ritar *et al.* (1990) encontraron un 87.3% de estros en cabras funcionalmente reproductivas, utilizando el CIDR-G por un período similar al utilizado en esta investigación, además de una inyección de PMSG. Este resultado superó significativamente a los valores obtenidos en esta investigación a los seis días, pero el valor de los grupos que portaron el dispositivo (75.61%) en el período a 13 días post-explantación, fué semejante al obtenido por estos investigadores. Cabe indicar, que en esta investigación no se usó la dosis de PMSG. Ritar *et al.* (1989) por un período semejante de implantación del CIDR-G utilizado en cabras y además dos inyecciones de PMSG (48 horas antes y al momento de retirar el dispositivo), encontraron a las 72 horas post-tratamiento el 100% de estros, superando nuestros

resultados. Estos mismos autores, señalan que la administración de PMSG en conjunto con un tratamiento de progestágeno estimula la ovulación en cabras reproductivas y anéstricas. Por otro lado, Crosby *et al.* (1991) usaron un CIDR por 12 días más una inyección de PMSG, en ovejas anéstricas y en época reproductiva, observando un 95 y 88% de estros para cada época, respectivamente, quedando el resultado de las cabras que recibieron el CIDR-G en el período a los 13 días (75.61%) de nuestra investigación, abajo de estos resultados. Carlson *et al.* (1989), por su parte, encontraron un 91.5% de presencia de celos en ovejas en época normal reproductiva al utilizar únicamente el CIDR-S, siendo superior a los resultados obtenidos en este trabajo. Un dato muy cercano al nuestro (75.61%) en el período a los 13 días, fue reportado por Rhodes y Nathanielsz (1988), quienes obtuvieron 87.6% de celos, cuando utilizaron el CIDR-S en ovejas reproductivamente funcionales, durante 14 días. Maxwell y Barnes (1986) usaron una inyección de PMSG combinada con un dispositivo intravaginal (CIDR) por 12 días en ovejas, encontrando el 96% de manifestación de celos, superando nuestros resultados. Recientemente, Trejo *et al.* (1996) encontraron un 66.6% de manifestación de estros, al usar en cabras criollas un dispositivo intravaginal, sólomente. Este resultado está un poco inferior al obtenido en nuestra investigación a los 13 días post-explantación.

En relación a otros tipos de progestágenos, pueden discutirse nuestros resultados. Greyling y Van Niekerk (1991) usaron esponjas vaginales con MPA durante 14 días y encontraron el 53.5% de estros. Fuentes y Peraza (1988), en cabras alpinas anéstricas, aplicaron esponjas intravaginales con MPA, donde ninguna de éstas manifestó celo (0%). También Tamanini *et al.* (1985) encontraron el 0% de manifestación de estros, al utilizar durante la época de anestro en cabras alpinas, esponjas vaginales con FGA. Ritar *et al.* (1984) obtuvieron el 13% de ovulación en cabras Angora durante la etapa de anestro, utilizando esponjas con FGA. Todos estos resultados fueron relativamente

inferiores a los nuestros, tanto a los 6 (34.14%) como a los 13 días (75.61%). Al igual que en el presente estudio, ellos utilizaron únicamente el progestágeno.

En cuanto a la adición de otro producto acompañado al progestágeno, tenemos que, Peláez (1996) encontró un 76.25% de celos después de utilizar 45 mg de FGA en una esponja más la adición de 400 UI de PMSG y 2 mg de análogo de prostaglandina. Puede observarse que este resultado fue semejante al obtenido en nuestro estudio a los 13 días post-explantación del dispositivo intravaginal. Baril *et al.* (1993) usaron esponjas vaginales con FGA por 11 días, más una inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y PMSG, encontrando el 98.1% de manifestación de estros en cabras. East y Rowe (1989), observaron un 95.1% de estros en época reproductiva de cabras, utilizando esponjas con FGA por 16 días más una dosis de PMSG. También, Bretzlaff y Madrid (1989), usaron el FGA en una esponja más una inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y PMSG, donde se obtuvo en época de anestro el 97% de celos. Estos resultados de diferentes investigadores, superaron a los de este estudio. El efecto de la PMSG que sirve como superovulador y, también el uso de la prostaglandina, que tiene un efecto luteolítico, influyeron en la respuesta, según opinan Churchill y Slyter (1981).

East y Rowe (1989) trabajando con cabras, utilizaron el Syncro-Mate B por 9 días más una inyección de PMSG, obteniendo el 93.3% de estros. Bretzlaff y Madrid (1989) observaron 97% de cabras anéstricas en estro, al usar una combinación de progesterona y estrógeno (Syncro-Mate B). Ochoa y Gutiérrez (1990) usaron también el Syncro-Mate B durante 7 días en cabras criollas en anestro, obteniendo en un empadre de 43 días el 100% de manifestación de celos. Estos resultados, superaron grandemente a los nuestros a los 6 y 13 días post-explantación del dispositivo. Los estrógenos al elevarse en el plasma, pueden inducir o provocar un estro (Macmillan y Watson, 1971), tal vez, esta diferencia fue debida a esta razón. Además, algunos investigadores aparte de

usar el implante subcutáneo, utilizaron también la PMSG que funciona como superovulador. Ruttle *et al.* (1988) utilizaron únicamente el implante con la combinación de progesterona y estrógeno en ovejas, observando el 55% de manifestación de estros. Por otro lado, Cuevas *et al.* (1993) usaron también el implante de Syncro-Mate B por 11 días en ovejas durante la época reproductiva, encontrando el 100% de celos a las 60 horas posteriores. Es necesario recordar que el tratamiento con Syncro-Mate B consta de, en el caso de cabras y ovejas, un implante subcutáneo de 3 mg de Norgestomet más una inyección de 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de Norgestomet, el cual induce y sincroniza el estro favorablemente (Wiltbank y Gonzalez-Padilla, citados por Odde, 1989); es por esta razón, que los resultados presentados por varios autores, estén por encima de los del presente estudio.

El porcentaje de estros durante los primeros 6 días post-suplementación en las cabras suplementadas y las no suplementadas fue 29.26 y 19.15, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas ( $P>0.05$ ). A los 13 días fueron 70.73 y 51.06%, respectivamente (Cuadro 2). Igualmente, no se observaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ), indicando que el suplemento no mostró un efecto importante en la inducción del estro. Es posible que con un tamaño de muestra mayor, las diferencias entre los tratamientos sean detectadas mediante el análisis estadístico.

**Cuadro 2. Cabras criollas en pastoreo con y sin suplemento que manifestaron estro a los 6 y 13 días.**

Tratamiento	Total de cabras	Manif. estro a los 6 días	% Presencia de estros	Manif. estro a los 13 días	% Presencia de estros
C/ Suplemento	41	12	29.26	29	70.73
S/ Suplemento	47	9	19.15	24	51.06
		$\chi^2 = 1.234$ ( $P > 0.05$ )		$\chi^2 = 3.536$ ( $P > 0.05$ )	

Comparando estos resultados con los obtenidos por Walkden-Brown *et al.*, (1993) quienes utilizaron cabras anéstricas con dos dietas, una de alta y otra de baja calidad (17.6% PC y 8.3 MJ/EM; y 6.9% PC y 6.6 MJ/EM, respectivamente), encontraron a los 10 días después del tratamiento, el 67.2 y 38.3% de estros para cada dieta, respectivamente; los resultados de nuestra investigación a los 6 días post-suplementación (29.26%) están un poco por debajo de lo reportado por estos autores en la dieta de baja calidad. Sin embargo, el porcentaje de estros a los 13 días de las cabras suplementadas y no suplementadas (70.73 y 51.06%, respectivamente) de nuestro estudio, superaron a los resultados obtenidos por estos investigadores, respectivamente. Wani *et al.* (1987) obtuvieron el 27.7% de estros a los 7 días post-tratamiento, al utilizar 300-400 g de suplemento por día, en ovejas en época reproductiva, siendo semejante al resultado obtenido en nuestro estudio a los 6 días en las cabras suplementadas (29.26%), pero siendo mucho menor a los reportados a los 13 días en este mismo trabajo, en las cabras suplementadas y no suplementadas (70.73 y 51.06%, respectivamente). También, Wani *et al.* (1987), al practicar doble suplementación diaria de 300-400 g en estas mismas ovejas, encontraron un 44.4% de celos a los 7 días posteriores al tratamiento, quedando por encima de los resultados obtenidos a los 6 días en nuestro estudio (29.26 y

19.15% para las cabras suplementadas y no suplementadas, respectivamente). Sin embargo, resultaron por debajo de los obtenidos a los 13 días (70.73 y 51.06% para cabras suplementadas y no suplementadas, respectivamente). Los porcentajes de estros manifiestos en el presente estudio a los 6 días post-suplementación, puede atribuírsele al bajo contenido o aportación de Mcal de Energía Metabolizable, ya que se había establecido llenar el 25% del requerimiento animal, pero al analizar el suplemento ya constituido se encontró un bajo contenido energético que alcanzaba a suministrar sólo el 14%. La energía es el nutriente más importante en el caso de las cabras en pastoreo debido a las caminatas que efectúan a diario, sin menospreciar la PC.

Al comparar las cabras suplementadas contra las que no recibieron suplemento dentro del grupo CIDR-G a los seis días post-explantación y post-suplementación, se encontró una diferencia significativa, observando mayor número de estros (9 cabras). Sin embargo, al hacer la misma comparación entre las cabras sin el implante (CIDR-G), no se encontró ningún efecto de la suplementación. Por otra parte, al comparar el efecto del implante sobre el número de estros, en las cabras suplementadas, se encontró un mayor número de estros en las cabras con implante. Sin embargo, el CIDR-G no tuvo efecto marcado en las cabras sin suplemento (Cuadro 3). A los trece días, al comparar las cabras con implante intravaginal (CIDR-G) de las cuales unas suplementadas y otras sin suplementar, no se observaron diferencias significativas, no mostrando un efecto importante el dispositivo intravaginal. Sin embargo, al evaluar el grupo de cabras suplementadas con CIDR-G y sin CIDR-G, se observó mayor cantidad de estros en las que portaban el implante intravaginal contra las cabras que no lo portaban, indicando un efecto de la suplementación (Cuadro 4). La diferencia en la manifestación de estros de cada grupo entre los períodos de 1 a 6 y de 7 a 13 días, pudo ser debido al efecto del macho, variable que no se contempló en la presente investigación.

**Cuadro 3. Interacción CIDR-G y suplementación sobre la incidencia de estros en cabras criollas a los 6 días post-explantación del dispositivo.**

Tratamiento	Total de cabras	Estros	% Estros
CIDR-G y Suplemento	17	9 <sup>a</sup>	52.9
CIDR-G	24	5 <sup>b</sup>	20.8
Suplemento	24	3 <sup>b</sup>	12.5
Testigo	23	4 <sup>b</sup>	17.4

Valores con superíndices diferentes, difieren estadísticamente (P<0.05).

**Cuadro 4. Interacción CIDR-G y suplementación sobre la incidencia de estros en cabras criollas a los 13 días post-explantación del dispositivo.**

Tratamiento	Total de cabras	Estros	% Estros
CIDR-G y Suplemento	17	15 <sup>a</sup>	88.2
CIDR-G	24	16 <sup>ab</sup>	66.6
Suplemento	24	14 <sup>b</sup>	58.3
Testigo	23	8 <sup>b</sup>	34.8

Valores con superíndices diferentes, difieren estadísticamente (P<0.05)

Hamra *et al.* (1989) usaron un CIDR-S en ovejas estabuladas en época de anestro, alimentadas con 800 g de grano y 2.1 kg de heno por día, obteniendo en esta interacción de factores el 92% de estros, siendo semejante al 88.2% obtenido en la interacción de los factores de nuestra investigación en el período a los 13 días. Cabe señalar, que ellos utilizaron dos inyecciones (una al momento de retirar el dispositivo y otra 16 días después) de PMSG como superovulador, y nosotros no la usamos. Por otro lado, Wani *et al.* (1987) usaron ovejas anéstricas aplicándoles FGA en esponja por 14



días más una dosis de FSH, además 300-400 g de forraje como suplemento, encontrando el 100% de estros a los 7 días post-tratamiento; quedando, el resultado de la interacción de progestágeno y suplemento (52.9%) de nuestro estudio, a los 6 días post-explantación del dispositivo, a la mitad de lo reportado por estos autores. Esta diferencia entre los resultados de estos investigadores y los de nuestra investigación, pudo haber sido efecto de la FSH que se aplicó, ya que se comporta semejante a la PMSG, según señala McDonald (1991). Sin embargo, el 88.2% de estros observados a los 13 días en nuestra investigación, se acercó bastante a lo encontrado por estos investigadores. También, es posible atribuirle este resultado obtenido por ellos, al número de repeticiones tan pequeño (5 borregas por tratamiento), que no fueron suficientes para detectar alguna diferencia estadística. En época reproductiva, al observar el efecto de la interacción de FGA y 300-400 g de suplemento, encontraron Wani *et al.* (1987), 92.8% de estros a los 7 días posteriores al tratamiento; y con MGA y 300-400 g de suplemento, el 100% de celos en el mismo período, quedando cerca el valor a los 13 días de nuestro estudio (88.2%).

#### 4.2. TASA DE PREÑEZ

De las cabras que portaban el dispositivo intravaginal (41), 11 resultaron preñadas representando el 26.8% y de las que no portaron este dispositivo, el 21.3% se manifestó preñado (10 hembras de 47) (Cuadro 5). Al efectuar el análisis estadístico, no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, no mostrando efecto el CIDR-G sobre esta variable, indicando que la tasa de preñez obtenida fue debida, tal vez, a otros factores no conocidos o no contemplados en la presente investigación.

**Cuadro 5. Cabras preñadas con y sin CIDR-G, en relación al total del hato experimental.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Total de cabras</b>	<b>Preñadas</b>	<b>% Preñez</b>
<b>Con CIDR-G</b>	41	11	26.8
<b>Sin CIDR-G</b>	47	10	21.3

$\chi^2 = 0.372$   
( $P > 0.05$ )

Ritar *et al.* (1990) reportaron un porcentaje de preñez de 40.7 en cabras, al utilizar el CIDR-G. Crosby *et al.* (1991) encontraron un 76% de preñez en época de anestro y 56% en época reproductiva, usando progesterona natural (CIDR) en ovejas. Por otro lado, Rhodes y Nathanielsz (1988) observaron a los 60 días una tasa de preñez del 57.7%, utilizando el CIDR-S en ovejas normales reproductivamente. Un 43.7% fue reportado por Maxwell y Barnes (1986) en ovejas usando CIDR. Trujillo *et al.* (1992) observaron tasas de gestación de 60 y 90.9% en cabras, al usar dos dosis de un progestágeno por vía oral (0.11 y 0.22 mg de MGA, respectivamente). Todos estos investigadores anteriores reportaron resultados superiores a los nuestros (26.8 con CIDR-G y 21.3 sin CIDR-G) en relación al total de hembras del experimento.

Por otro lado, la tasa de preñez al evaluar la suplementación, manifestó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), entre los tratamientos con cabras suplementadas y no suplementadas (Cuadro 6). Se obtuvieron 15 cabras gestantes (36.6%) de 41 hembras tratadas con suplemento y, 6 cabras gestantes (12.8%) de 47 hembras sin suplemento, mostrando la efectividad clara del suplemento.

**Cuadro 6. Cabras preñadas con y sin suplemento, en relación al total del hato experimental.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Total de cabras</b>	<b>Preñadas</b>	<b>% Preñez</b>
<b>Con Suplemento</b>	41	15 <sup>a</sup>	36.6
<b>Sin Suplemento</b>	47	6 <sup>b</sup>	12.8

$$\chi^2 = 6.838$$

Valores con superíndices diferentes, difieren estadísticamente ( $P < 0.01$ )

Walkden-Brown *et al.* (1993) encontraron el 51.7 y 28.3% de preñez al usar en cabras dos dietas, una de alta y otra de baja calidad, respectivamente. Como se puede observar, el resultado reportado por estos autores para la dieta de alta calidad (51.7%) fue mayor al nuestro (36.6% para cabras suplementadas); Sin embargo, nuestro resultado obtenido en las cabras suplementadas superó ligeramente al 28.3% obtenido por estos investigadores en la dieta de baja calidad. Lo anterior confirma la necesidad de suplementar pero haciéndolo en forma adecuada, lo cual no ocurrió en el presente estudio debido a las fallas en la formulación del suplemento mencionadas con anterioridad.

Al comparar las cabras con implante CIDR-G en cuanto a preñez, también se hicieron comparaciones dentro de las cabras con suplemento y sin suplemento. No se encontró efecto del implante sobre el porcentaje de preñez en las cabras con suplemento y lo mismo ocurrió en las cabras sin suplemento. Aunque en este último caso se encontró un mayor número de cabras preñadas en el grupo de las implantadas. El efecto del suplemento en cuanto al porcentaje de preñez se observó en las cabras implantadas y no

implantadas, aunque en el primer caso la diferencia no fue importante estadísticamente. (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Cabras preñadas, en relación al total del hato experimental.**

Tratamiento	Total de cabras	Preñadas	% Preñez
CIDR-G y Suplemento	17	7 <sup>a</sup>	41.2
CIDR-G	24	4 <sup>ab</sup>	16.7
Suplemento	24	8 <sup>a</sup>	33.3
Testigo	23	2 <sup>b</sup>	8.7

Valores con superíndices diferentes, difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

Venter y Greyling (1994) reportaron tasas de preñez de la interacción de un progestágeno en esponja vaginal y 600 g de flushing (11.7% PC y 11.86 MJ de EM/kg), tales como 69.2, 77.2 y 62.5% respectivamente para flushing de 2 semanas y el progestágeno (FGA por 14 días); un flushing por 3 semanas y progestágeno y, flushing por 4 semanas y progestágeno. Quedando nuestro valor de la interacción del CIDR-G y suplemento (41.2%) por debajo de estos porcentajes de preñez reportados.

### 4.3. ÍNDICE DE PARICIONES

Al analizar esta variable, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los grupos que portaron el dispositivo intravaginal y los que no se les implantó (Cuadro 8). Del total de cabras implantadas (41), 9 llegaron al parto, que representa un 21.95%, y del total de hembras que no recibieron el dispositivo intravaginal (47) sólo el

BLUON... ..

19.15% parió (9 cabras). Claramente se observa, no hubo efecto del CIDR-G sobre el índice de pariciones.

**Cuadro 8. Cabras paridas con y sin CIDR-G, en relación al total del hato experimental.**

Tratamiento	Total de cabras	Paridas	% Pariciones
Con CIDR-G	41	9	21.95
Sin CIDR-G	47	9	19.15

$\chi^2 = 0.106$   
( $P > 0.05$ )

Comparando estos resultados obtenidos con los de otros autores, tenemos que Ritar y Ball (1993) consiguieron el 33.3% de pariciones en cabras, después de haber utilizado el CIDR-G. Podemos observar que dicho porcentaje, está un poco por encima de lo obtenido en la presente investigación (21.95%). Otro resultado, recientemente obtenido por Trejo *et al.* (1996) fué un 53.3% de parición al utilizar dispositivos intravaginales. Éste superó también a nuestros resultados. Ritar *et al.* (1989) utilizaron el CIDR-G comparado contra una esponja vaginal, obteniendo resultados semejantes en fertilidad, observándose un 54.8%. Amaro *et al.* (1996) reportaron el 29.2 y 50% de índice de pariciones al usar 40 y 45 mg de FGA, respectivamente, quedando este resultado muy cercano al reportado en este estudio (21.95% para cabras implantadas). Sin embargo, el 50% fué superior. Por otra parte, Ochoa y Gutiérrez (1990) obtuvieron el 83.33% de pariciones después de haber tratado a cabras criollas con Syncro-Mate B. Este dato, indiscutiblemente, es muy superior al observado en nuestra investigación (21.95% para los animales que portaban el CIDR-G).

Al considerar el número total de hembras tratadas en el experimento, evaluando el factor suplemento, se encontraron porcentajes de pariciones de 31.7 y 10.6, para las cabras suplementadas y no suplementadas, respectivamente. Se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 9). Aparentemente, el suplemento causó algún efecto sobre la variable en cuestión.

**Cuadro 9. Cabras paridas con y sin suplemento, en relación al total del hato experimental.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Total de cabras</b>	<b>Paridas</b>	<b>% Pariciones</b>
<b>Con Suplemento</b>	41	13 <sup>a</sup>	31.7
<b>Sin Suplemento</b>	47	5 <sup>b</sup>	10.6

$$\chi^2 = 5.974$$

Valores con superíndices diferentes, difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ )

Al comparar las cabras suplementadas y sin suplementar dentro del CIDR-G, se obtuvo mayor cantidad y porcentaje de índice de pariciones en las cabras suplementadas (interacción de factores), no observándose diferencias significativas. En cuanto a las cabras con implante intravaginal (CIDR-G) y sin implante dentro de la suplementación, no se encontraron diferencias estadísticas. Sin embargo, se obtuvo un mayor índice de parición en las cabras con implante. Sólo se observó diferencia significativa entre la interacción (dispositivo y suplemento) y el grupo testigo (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Cabras paridas en relación al total del hato experimental.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Total de cabras</b>	<b>Paridas</b>	<b>% Pariciones</b>
<b>CIDR-G y Suplemento</b>	17	6 <i>a</i>	35.3
<b>CIDR-G</b>	24	3 <i>ab</i>	12.5
<b>Suplemento</b>	24	7 <i>ab</i>	29.2
<b>Testigo</b>	23	2 <i>b</i>	8.7

Valores con superíndices diferentes, difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

Se obtuvieron índices de pariciones del 79.5, 95.0 y 65.1% para los grupos con progestágeno y diferentes períodos de flushing ( 2, 3 y 4 semanas, respectivamente), según lo reportado por Venter y Greyling (1994), los cuales superan al obtenido en la interacción de ambos factores (CIDR-G y Suplementación) de nuestro estudio (35.3%).

#### 4.4. TIPO DE PARTO

Del total de cabras criollas que parieron (9 de cada tratamiento, respectivamente), 5 presentaron parto sencillo (55.6%) y 4 hembras tuvieron parto doble (44.4%) (cuateo), tanto para los animales que se les implantó el CIDR-G como para los que no se les insertó, respectivamente (Cuadro 11). No se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, pudiéndose asumir que el efecto del CIDR-G no fue manifiesto; sin embargo, se ha comentado en muchas ocasiones que las cabras criollas o encastadas de varias razas tienen la peculiaridad de cuatear.

**Cuadro 11. Tipo de parto en cabras criollas, con y sin CIDR-G.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Cabras Paridas</b>	<b>Sencillo</b>	<b>Doble</b>
<b>C/CIDR-G</b>	9	5/9=55.6	4/9=44.4
<b>S/CIDR-G</b>	9	5/9=55.6	4/9=44.4

$\chi^2 = 0.000$   
( $P > 0.05$ )

De las 13 suplementadas fueron 6 con parto sencillo (46.2%) y 7 las que presentaron parto doble (53.8%). De los 5 animales no suplementados, 4 presentaron parto sencillo (80%) y solamente 1 con parto doble (20%) (Cuadro 12). No se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), no mostrando ningún efecto el suplemento sobre el tipo de parto. Sin embargo, las cabras con suplemento presentaron mayor incidencia de partos dobles que de partos sencillos, comparadas con las no suplementadas.

**Cuadro 12. Tipo de parto en cabras criollas, con y sin suplemento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Cabras Paridas</b>	<b>Sencillo</b>	<b>Doble</b>
<b>Con Suplemento</b>	13	6/13=46.2	7/13=53.8
<b>Sin Suplemento</b>	5	4/5=80	1/5=20

$\chi^2 = 1.675$   
( $P > 0.05$ )



En las cabras suplementadas y no suplementadas dentro del dispositivo intravaginal (CIDR-G), no se encontraron diferencias estadísticas. Sin embargo, en las cabras suplementadas se obtuvo mayor cantidad y porcentaje de partos dobles. En contraste, en las cabras no suplementadas se observó mayor porcentaje de partos sencillos. Por otro lado, en las cabras con implante y sin implante dentro de la suplementación, no se observaron diferencias; encontrando porcentajes de partos dobles y sencillos muy semejantes (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Interacción dispositivo (CIDR-G) y suplemento, sobre el tipo de parto en cabras criollas.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Cabras Paridas</b>	<b>Sencillo</b>	<b>Doble</b>
<b>CIDR-G y Suplemento</b>	6	3/6= 50	3/6= 50
<b>CIDR-G</b>	3	2/3= 66.6	1/3= 33.4
<b>Suplemento</b>	7	3/7= 42.8	4/7= 57.2
<b>Testigo</b>	2	2/2= 100	0/2= 0

#### **4.5. NÚMERO DE CRÍAS NACIDAS (PROLIFICIDAD)**

Al comparar los tratamientos de implante, con respecto al número de crías nacidas, no se obtuvieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ). Se produjeron 13 crías en cada tratamiento (con CIDR-G y sin CIDR-G, respectivamente), siendo 5 derivadas de partos sencillos (38.5%) y 8 de partos dobles (61.5%) (Cuadro 14). Por lo tanto, la prolificidad se obtuvo de dividir el total de crías nacidas de cada tratamiento sobre las

cabras que parieron de ese mismo tratamiento, encontrándose un índice de 1.44 crías/parto para el grupo con CIDR-G y sin CIDR-G, respectivamente.

**Cuadro 14. Crías nacidas con respecto al tipo de parto, en cabras criollas con y sin CIDR-G.**

Tratamiento	Crías Nacidas	Sencillo	Doble	Prolificidad
C/CIDR-G	13	5/13= 38.5	8/13= 61.5	1.44
S/CIDR-G	13	5/13= 38.5	8/13= 61.5	1.44

$\chi^2 = 0.000$   
( $P > 0.05$ )

Trejo *et al.* (1996) reportaron en cabras un índice de prolificidad de 1.87 crías/parto después que utilizaron en época reproductiva dispositivos intravaginales combinados con 600 UI de PMSG como ovulador. Al igual que ellos, Ritar *et al.* (1990) utilizaron un CIDR-G en cabras normales reproductivamente, obteniendo 1.75 crías/parto de prolificidad, aunque también lo combinaron con 200 UI de PMSG. Crosby *et al.* (1991) y Carlson *et al.* (1989) usaron dispositivos intravaginales en la época normal reproductiva de ovejas encontrando ambos investigadores 1.7 crías/parto de prolificidad. Puede observarse, que las prolificidades señaladas superan a la obtenida en nuestra investigación (1.44 con y sin CIDR-G, respectivamente). Por otra parte, en algunas investigaciones efectuadas con otro tipo de progestágeno (Syncro Mate B) se obtuvieron índices de prolificidad inferiores al reportado en nuestro estudio. Ochoa y Gutiérrez (1990) encontraron 1.2 crías/parto en cabras criollas que recibieron sólo el implante subcutáneo y 1.41 en cabras con el mismo tratamiento más 8 horas luz y 16 de oscuridad, durante la época de anestro. Cuevas *et al.* (1993) reportaron también

resultados menores a los nuestros (1.44), usando un implante subcutáneo nuevo, un implante usado y el testigo, obtuvieron 1.29, 1.25 y 1.17 crías/parto, respectivamente.

Al tratar las cabras con suplementación, se obtuvieron mayor cantidad de crías (20) comparado contra el grupo de animales que no recibieron dicha alimentación (6). Sin embargo, no se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) (Cuadro 15). De las 20 crías que se obtuvieron en cabras suplementadas, se observó que, la mayoría de éstas provinieron de partos dobles (14 representando el 70%) y el resto de sencillos (6 = 30%), calculándose un índice de prolificidad de 1.54 crías/parto. Por otro lado, las cabras sin alimentación procrearon 4 crías de 6 (66.6%) provenientes de partos sencillos y por partos dobles sólo se obtuvieron 2 crías (33.4%), observándose 1.2 crías/parto como índice de prolificidad. Puede observarse que el factor suplemento incrementa de alguna manera la incidencia de partos dobles, repercutiendo en mayor número de crías nacidas.

**Cuadro 15. Crías nacidas con respecto al tipo de parto, en cabras criollas con y sin suplemento.**

Tratamiento	Crías Nacidas	Sencillo	Doble	Prolificidad
Con Suplemento	20	6/20= 30	14/20= 70	1.54
Sin Suplemento	6	4/6= 66.6	2/6= 33.4	1.2

$\chi^2 = 2.622$   
( $P>0.05$ )

Dentro del dispositivo intravaginal (CIDR-G) entre cabras suplementadas y no suplementadas, no se observaron diferencias significativas. Sin embargo, se obtuvo mayor cantidad de crías nacidas por partos dobles (6 de 9) en las cabras con suplemento, y en cabras no suplementadas, se obtuvo igual cantidad de crías nacidas tanto para

*[Handwritten signature]*

partos dobles como para partos sencillos (2 de 4, respectivamente). En el caso de las cabras suplementadas se observó un mayor índice de prolificidad (1.5 crías/parto). Por otra parte, en cabras con CIDR-G y sin CIDR-G dentro de la suplementación, se observó mayor cantidad y porcentaje de crías nacidas por partos dobles en cabras sin CIDR-G; sin embargo, en cuanto a crías nacidas por partos sencillos fueron muy similares, tanto en las cabras con CIDR-G como en las sin CIDR-G. También el índice de prolificidad fue semejante en ambos grupos. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Interacción dispositivo (CIDR-G) y suplemento, sobre la prolificidad y número de crías nacidas con respecto al tipo de parto en cabras criollas.**

Tratamiento	Crías Nacidas	Sencillo	Doble	Prolificidad
<b>CIDR-G y Suplem.</b>	9	3/9= 33.4	6/9= 66.6	1.5
<b>CIDR-G</b>	4	2/4= 50	2/4= 50	1.33
<b>Suplemento</b>	11	3/11= 27.3	8/11= 72.7	1.57
<b>Testigo</b>	2	2/2= 100	0/2= 0	1.0

La prolificidad obtenida con la interacción de factores (1.5 crías/parto) superó ligeramente a 1 cría/parto de prolificidad reportada por Hamra *et al.* (1989) después de que utilizaron en ovejas anéstricas un CIDR-S con 750 UI de PMSG como ovulador, además alimentadas con 0.8 kg de grano y 2.1 kg de heno/día.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los objetivos e hipótesis inicialmente planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye con respecto a las variables evaluadas, lo siguiente:

En torno al porcentaje de estros, a los 6 días post-explantación del dispositivo CIDR-G, se observó que hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los grupos que portaban el CIDR-G y las que no lo portaban. Igualmente, a los 13 días post-explantación del mismo, se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), obteniéndose mayor cantidad de estros en cabras con implante intravaginal. Concluyendo, que en dicha variable, el efecto del CIDR-G se manifestó claramente en romper la infuncionalidad ovárica en los caprinos. Por otro lado, la suplementación no mostró ningún efecto sobre esta variable, al no manifestarse ninguna diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), en los dos períodos, 6 y 13 días post-suplementación. Sin embargo, la interacción de ambos factores dispositivo y suplemento, influyó significativamente sobre la incidencia de estros, tanto a los 6 como a los 13 días post-explantación y post-suplementación, indicando que la unión de dichos factores es una buena alternativa para interrumpir el ciclo anéstrico en las cabras criollas en pastoreo.

En lo que se refiere a tasa de preñez, no se observó efecto importante del CIDR-G ( $P>0.05$ ) considerando el total de cabras del experimento. En cambio, el suplemento sí manifestó efecto sobre esta variable, encontrándose diferencias altamente significativas ( $P<0.01$ ) entre tratamientos, observándose mayor cantidad de estros en las cabras suplementadas que en las no suplementadas. En tanto que la interacción, no mostró ningún efecto importante ( $P>0.05$ ).

En el índice de pariciones, al considerar el total de cabras del experimento, no se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) utilizando el CIDR-G. Por otro lado, en el factor suplemento sí se observaron diferencias significativas ( $P<0.05$ ). Igualmente, se observaron diferencias ( $P<0.05$ ) en la interacción de los factores, al considerar el número total de cabras del estudio. Concluyendo al respecto, que la unión de dichos factores mostró una efectividad contundente sobre el índice de pariciones con respecto al efecto de los factores por separado.

No se observaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en los efectos principales. Por lo tanto, no influyó ni el CIDR-G ni el suplemento sobre el tipo de parto, sencillo o doble. La interacción de factores, tampoco manifestó diferencias en el tipo de parto ni entre los efectos principales ( $P>0.05$ ).

Se obtuvieron índices de prolificidad aceptables, aunque no hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los animales con CIDR-G y sin él. En cuanto a las cabras suplementadas se obtuvo mayor incidencia de partos dobles y una mayor prolificidad comparada contra los animales que no recibieron suplementación; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ). Se manifestó un incremento en la incidencia de cuateo con la interacción de factores y una alta prolificidad, aunque el

efecto suplemento, superó a dicha interacción. Tampoco se obtuvieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre la interacción y efectos principales y testigo.

Se concluye, en general, que se cumplieron los objetivos planteados y fueron probadas las hipótesis; sin embargo, cabe señalar y enfatizar, que es posible halla faltado algún efecto luteolítico ( $\text{PGF}_2\alpha$ ) y/o superovulador (PMSG) antes de extraer el dispositivo, para haber obtenido y aglomerado la manifestación de celos en menor tiempo. Por otro lado, en cuanto a suplementación, tal vez faltó proporcionar alimento unos días más, posteriores a la explantación del dispositivo intravaginal, para haber asegurado de alguna manera, la implantación del embrión.

En base a lo anterior, se recomienda lo siguiente:

1. Antes de iniciarse algún programa reproductivo en cabras sobre inducción del estro en época de anestro estacional, debe llevarse a cabo un estudio sobre composición botánica y calidad nutritiva de la vegetación del agostadero donde se localizan las cabras a trabajar, considerando si están por salir de una época crítica de alimentación, para determinar con mayor precisión la calidad del suplemento a suministrar.
2. Debe formularse apropiadamente el suplemento y supervisar su fabricación, además de realizar un análisis bromatológico completo del mismo.
3. La suplementación debe iniciarse por lo menos 15 días antes de la implantación del inductor de celo, como período de adaptación; continuando durante la implantación del inductor y, 15 días posteriores a la explantación, para asegurar una implantación adecuada del embrión. En total se sugieren de 48 a 50 días de suplementación.

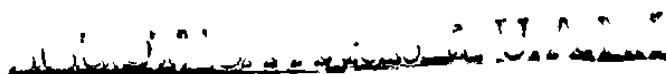
## 6. LITERATURA CITADA

- Alacam, E.; S. Öszar; C. Kilcoglu; B. Güven; H. Izgür; T. Tekeli and P. Glatzel. 1985. Induction of oestrus in Saanen goats at breeding season by intravaginal progesterone sponge (MAP) or by prostaglandin F<sub>2</sub> alpha injections: effect on different age groups. *Theriogenology*, 24: 283.
- Amaro S., F.; J. Lemoiner R. y A. Trejo G. 1996. Efecto de la dosis del progestágeno y del tipo de diluyente sobre la fertilidad en cabras criollas inducidas al estro a los 60 días posparto e inseminadas con semen congelado. *Memorias. XI Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Chapingo, México.* 29.
- Armstrong, D. T.; A. P. Pfitzner; G. M. Warnes; M. M. Ralph and R. F. Seamark. 1983. Endocrine responses of goats after induction of superovulation with PMSG and FSH. *J. Reprod. Fert.*, 67: 395.
- Auletta, F. J. and A. P. F. Flint. 1988. Mecanismos controlling corpus luteum function in sheep, cows, nonhuman primates, and women specially in relation to the time of luteolysis. *Endocrinology Reviews*, 9: 88.
- Baird, D. T. 1978. Pulsatile secretion of Lf. H. and ovarian estradiol during the follicular phase of the oestrous cycle. *Biol. Reprod.*, 18: 359.
- Baird, D. T.; I. Swanston and R. J. Scaramuzzi. 1976. Pulsatile release of LH and secretion of ovarian steroids in sheep during the luteal phase of the oestrous cycle. *Endocrinology*, 98: 1490.
- Baril, G.; B. Leboeuf and J. Saumande. 1993. Synchronization of estrus in goats: the relationship between time of occurrence of estrus and fertility following artificial insemination. *Theriogenology*, 40: 621.
- Beal, W. E.; R. E. Short; R. B. Staigmiller; R. A. Bellows; C. C. Kaltenbach and T. G. Dunn. 1978. Influence of dietary energy intake on bovine pituitary and luteal function. *J. Anim. Sci.*, 46: 181.
- Beck, N. F. G.; B. Davies and S. P. Williams. 1993. Oestrous synchronization in ewes: The effect of combining a prostaglandin analogue with a 5-day progestagen treatment. *Anim. Prod.*, 56: 207.



- Bretzlaff, K. N. and N. Madrid. 1989. Clinical use of norgestomet ear implants or intravaginal pessaries for synchronization of estrus in anestrus dairy goats. *Theriogenology*, 31: 419.
- Bretzlaff, K. N.; R. S. Ott; P. G. Weston and J. E. Hixon. 1981. Doses of prostaglandin F<sub>2</sub> alpha effective for induction of estrus in goats. *Theriogenology*, 13: 587.
- Campbell, K. O.; N. Collins-George; T. J. Robinson; D. L. Jackson; P. H. Graham y C. D. Blake. 1981. *Fundamentos de Agricultura Moderna - 3. Producciones Ganaderas*. 1a. ed. (tr. José Pérez) Ed. AEDOS. Barcelona, España. 193 p.
- Carlson K., M.; H. A. Pohl; J. M. Marcek; R. K. Muser and J.E. Wheaton. 1989. Evaluation of Progesterone Controlled Internal Drug Release Dispensers for Synchronization of Estrus in Sheep. *Anim. Reprod. Sci.*, 18: 205.
- CHHL. Carter Holt Harvey Limited de Nueva Zelanda. Sin año. Eazi-Breed: CIDR-B. Importado y distribuido por Latinagro de México, S.A. de C.V.
- CEVA Laboratories. 1986. Guía para el uso del Syncro-Mate-B (SM-B). CEVA MEXICANA, S. A. de C. V. México, D.F.
- Chemineau, P. 1985. Effects on oestrus and ovulation of exposing creole goats to males at 3 times of the year. *J. Reprod. Fert.*, 67: 65.
- Chemineau, P.; D. Gauthier; J. C. Poirier; J. Saumande and G. Baril. 1982. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, oestradiol-17 $\beta$  and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goats. *Theriogenology*, 17: 313.
- Chemineau, P.; G. Baril y J. A. Delgadillo. 1992. Control hormonal de la Reproducción en el caprino. *Memorias. IX Congreso Nacional Caprino*. Monterrey, Nuevo León, México. p. 143.
- Chemineau, P. and Y. Cagnié. 1991. *Training manual on artificial insemination in sheep and goats*. France.
- Churchill, L. D. and A. L. Slyter. 1981. Reproductive performance of ewes following prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  administration during the normal breeding season. *J. Anim. Sci.*, 53 Suppl. 1: 107.
- Colín N., J. 1990. Effects of season on semen characteristics in Alpine, Nubian and Saanen Bucks. *Thesis Master of Science*. Las Cruces, New Mexico. 18.
- CONAGUA-COAHUILA. Comisión Nacional del Agua del Estado de Coahuila. 1996. Información personal del Ing. Manuel Ruíz Carrillo. Departamento de Meteorología. Saltillo, Coahuila, México.

- Coop I., E. 1966. Effect of flushing on reproductive performance of ewes. *J. Agric. Sci., Camb.*, 67: 305.
- Copelin, J. P.; M. F. Smith; D. H. Keisler and H. A. Garverick. 1989. Effect of active immunization of pre-partum and post-partum cows against prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  on lifespan and progesterone secretion of short-lived corpora lutea. *J. Reprod. Fert.*, 87: 199.
- Crosby, T. F.; M. P. Boland and I. Gordon. 1991. Effect of progestagen treatments on the incidence of oestrus and pregnancy rates in ewes. *Anim. Reprod. Sci.*, 24: 109.
- Cuevas E., A.; V. Rodríguez H.; R. Gutiérrez V.; R. Soto C. y R. D. Martínez R. 1993. Sincronización de estro en ovejas Pelibuey con implantes nuevos y reciclados de Norgestomet. *Vet. Méx.*, 24: 327.
- Davidge, S. T.; J. C. Wiebold; P. C. Senger and J. K. Hillers. 1987. Influence of varying levels of blood progesterone upon estrus behavior in cattle. *J. Anim. Sci.*, 64: 126.
- DeSilva, M. and J. J. Reeves. 1985. Ovulation blockage by intrafollicular injection of indomethacin in the cow. *J. Anim. Sci.*, 75: 547.
- East, N. E. and J. D. Rowe. 1989. Subcutaneous progestin implants versus intravaginal sponges for dairy goat estrus synchronization during the transitional period. *Theriogenology*, 32: 921.
- Foster, D. L. and D. H. Olster. 1985. Effect of restricted nutrition on puberty in the lamb: patterns of tonic luteinizing hormone (LH) secretion and competency of the LH surge system. *Endocrinology*, 116: 375.
- Foster, D. L.; S. M. Yellon and D. H. Olster. 1985. Internal and external determinants of the timing of puberty in the female. *J. Reprod. Fert.*, 75: 327.
- Fuentes H., V.O. y C. Peraza. 1988. El uso de la naloxona y la progesterona para adelantar la época de empadre en la cabra Alpina. *Memorias. V Congreso Nacional del AZTECA.*
- García C., J. 1997. Información Personal. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, Nuevo León.
- García C., J.; J. L. Carlos R.; N. M. Gómez R. y I. Guajardo H. 1996. Energía en la Reproducción Animal. *Memorias. Seminario Internacional de Actualización: Nutrición-Reproducción. UAAAN-Saltillo, Coahuila.* p. 64.



- García G., A. E. 1987. Estudio comparativo de los sincronizadores de estros: PRID y Sincro-Mate B en hembras bovinas F (Brahman x Holstein) bajo condiciones de pastoreo en temporal. Tesis Licenciatura. ITESM. Monterrey, N. L. p. 43.
- Garverick, H. A.; R. E. Erb and C. J. Callahan. 1970. Hormone levels during the bovine estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, 31: 222 (Abstr.)
- Gómez K., A. and A. A. Gómez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2<sup>nd</sup> ed. Ed. John Wiley & Sons. Los Baños, Philippines.
- Greyling J., P. C. and C. H. Van Niekerk. 1991. Different synchronization techniques in Boer goat doe outside the normal breeding season. *Small Rumin. Res.*, 5: 233.
- Guyton, A. C. 1992. *Tratado de Fisiología Médica*. 8a. ed. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México, D.F. p. 1063.
- Hadley, M. E. 1996. *Endocrinology*. 4<sup>th</sup> ed. Ed. Prentice Hall. Tucson, Arizona. 518 p.
- Hafez E., S. E. 1987. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. 5a. ed. Ed. Interamericana-McGraw-Gill. México, D. F. 694 p.
- Hamra, A. H.; J. W. McNally; J. M. Marcek; K. M. Carlson and J. E. Wheaton. 1989. Comparison of Progesterone Sponges, Cronolone Sponges and Controlled Internal Drug Release Dispensers on Fertility in Anestrous Ewes. *Anim. Reprod. Sci.*, 18: 219.
- Haresign, W. 1981. The influence of nutrition on reproduction in the ewe. 1. Effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone release. *Anim. Prod.*, 32: 197.
- Henricks, D. M.; J. D. Rone; C. L. Ferrell and S. E. Echternkamp. 1986. A note on the effect of nutrition on ovulation and post-partum beef heifer. *Anim. Prod.*, 43: 557.
- Hernández C., J.; A. Porras A.; A. Salgado A. y V. Lima T. 1994. Inducción del estro con prostaglandinas F<sub>2</sub>α. Efecto del intervalo entre tratamiento y la presentación del estro sobre el índice de concepción de vaquillas Holstein. *Memorias científicas originales*. *Vet. Méx.*, 25: 19.
- Herrera H., L.; D. Feldman S.; L. Zarco Q.; J. Valencia M.; A. Ortiz H. y S. Angeles C. 1990. Evaluación del efecto luteolítico de la prostaglandina F<sub>2</sub>α en diferentes días del ciclo estrual de la borrega. *Vet. Méx.*, 21: 143.

- Imakawa, K.; M. L. Day; D. D. Zalesky; A. Clutter; R. J. Kittok and J. E. Kinder. 1987. Effect de 17  $\beta$ -Estradiol and diets varying in energy on secretion luteinizing hormone in beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 64: 805.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1994. Anuario Estadístico del Estado de Coahuila. Gobierno del Estado. Saltillo, Coahuila, México.
- Ishwar, A. K. and J. N. Pandey. 1990. Estrus synchronization and fertility behavior in Black Bengal goats following either progesterone or prostaglandin treatment. *Theriogenology*, 34: 1015.
- Leyva O., C. 1996. Vías posibles mediante las cuales los trastornos nutricionales pueden afectar la reproducción regular de vacas lecheras. Memorias. Seminario Internacional de Actualización: Nutrición-Reproducción. UAAAN-Saltillo, Coahuila. 1.
- Macmillan, K. L. and J. D. Watson. 1971. Short estrous cycles in New Zealand dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 54: 1526.
- Maxwell, W. M. C. and D. R. Barnes. 1986. Induction of oestrus in ewes using a controlled internal drug release device and PMSG. *J. Agric. Sci., Camb.*, 106: 201.
- McDonald, L. E. 1991. Veterinaria: Reproducción y Endocrinología. 4a. ed. Nueva Ed. Interamericana, S. A. de C. V. México.
- McNatty, K. P.; K. J. Revfeima and A. Young. 1973. Peripheral plasma progesterone concentrations in sheep during the oestrous cycle. *J. Endocr.*, 58: 219.
- Mellado, M.; R. Alemán; F. J. Orozco and G. Uribe. 1994. Effect of prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  dosage and route of administration on estrus response in Criollo goats under range conditions. *Small Rumin. Res.*, 14: 205.
- Mgongo, F. O. K. 1987. Doses of Prostaglandin Analogue "Cloprostenol" by Intravulvo-Submucosal (IVSM) Injections Effective for the Induction of Oestrus in Goats. *Anim. Reprod. Sci.*, 14: 139.
- NRC. National Research Council. 1975. Nutrient Requirements of Sheep. Washington, D. C. 23.
- Ochoa D., J. F. y J. Gutiérrez A. 1990. Comparación de tratamiento de inducción de estros en cabras anéstricas. *Rev. Producción Animal en Zonas Áridas y Semiáridas*, 4: 9.

- Odde K., G. 1989. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*, 68: 817.
- Olivares S., E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, Nuevo León, México.
- Palma, G. A. and G. Brem. 1993. Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur, S.A. Buenos Aires, Argentina. 503 p.
- Peláez V., J. H. 1996. La inseminación Artificial de cabras en México. No publicado en Memorias. XI Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Chapingo, México.
- Pijoan A., P. J. J. 1983a. Aspectos endocrinos en diversas fases reproductivas de las ovejas. 1. Ciclo Estrual. *Vet. Méx.* 14: 229.
- Pijoan A., P. J. J. 1983b. Aspectos endocrinos en diversas fases reproductivas de las ovejas. 2. Anestro Estacional. *Vet. Méx.* 14: 235.
- Randel, R. D.; C. J. Callahan; R. E. Erb; H. A. Garverick and B. L. Brown. 1972. Effect of melengestrol acetate on plasma progesterone, luteinizing hormone and total corticoids in dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 35: 389.
- Reeves, J. J.; A. Arimura and A. V. Schally. 1971. Pituitary responsiveness to purified luteinizing hormone-releasing hormone (LH-RH) at various stages of the oestrous cycle in sheep. *J. Anim. Sci.*, 32: 123.
- Rhind, S. M. 1992. Nutrition: its Effects on Reproductive Performance and its Hormonal Control in Female Sheep and Goats. *Progress in Sheep and Goats Research* (Chapter 2) edited by A. W. Speedy. CAB International. 25.
- Rhodes, L. and P. W. Nathanielsz. 1988. Comparison of a controlled internal drug device containing progesterone with intravaginal medroxyprogesterone sponges for estrus synchronization in ewes. *Theriogenology*, 30: 831.
- Ritar A., J.; M. C. Maxwell W. and S. Salamon. 1984. Ovulation and LH secretion in the goat after intravaginal progestagen sponge-PMSG treatment. *J. Reprod. Fert.*, 72: 559.
- Ritar A., J. and P. D. Ball. 1993. The effect of freeze-thawing of goat and sheep semen at a high density of spermatozoa on cell viability and fertility after insemination. *Anim. Reprod. Sci.*, 31: 249.

- Ritar A., J.; P. D. Ball and P. J. O'may. 1990. Artificial Insemination of Cashmere Goats: Effects on Fertility and Fecundity of Intravaginal Treatment, Method and Time of Insemination, Semen Freezing Process, Number of Motile Spermatozoa and Age of Females. *Reprod. Fertil. Dev.*, 2: 377.
- Ritar A., J.; S. Salamon; P. D. Ball and P. J. O'may. 1989. Ovulation and Fertility in Goats after Intravaginal Device-PMSG Treatment. *Small Rumin. Res.*, 2: 323.
- Robinson, T. J. and R. J. Scaramuzzi. 1994. Induction of breeding in anoestrous crossbred ewes with progestagen and PMSG with or without prior immunization against an androstenedione-protein conjugate. *Anim. Reprod. Sci.*, 35: 57.
- Ruttle, J.; S. Lucero; S. Key; M. Daniels; F. Rodriguez and H. S. Yim. 1988. Ovine estrus synchronization and superovulation using norgestomet B and follicle stimulating hormone-pituitary. *Theriogenology*, 30: 421.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F. 432 p.
- Sorensen, A. M. 1982. *Reproducción Animal: principios y prácticas*. 1a. ed. (tr. Ramón Elizondo M.). Ed. McGraw-Hill. México. 539 p.
- Tamanini, C.; G. Bono; F. Cairoli and F. Chiesa F. 1985. Endocrine responses induced in aneestrous goats by the administration of different hormones after a fluorogestone acetate treatment. *Anim. Reprod. Sci.*, 9: 357.
- Thomas, G. B.; J. E. Merecer; T. Karalis; A. Rao; J. T. Cummins and I. J. Clarke. 1990. Effect of restricted feeding on the concentrations of growth hormone (GH), gonadotropins, and prolactin (PRL) in plasma and on the amounts of messenger ribonucleic acid for GH, gonadotropin subunits and PRL in the pituitary glands of adult ovariectomized ewes. *Endocrinology*, 126: 1361.
- Trejo G., A.; Ma. C. Dueñas S. y L. E. Alderete E. 1996. Comparación entre la progesterona y la poligestona como preparadores para incrementar la tasa ovulatoria y el tamaño de la camada en caprinos tratados con gonadotropina coriónica equina. *Memorias. XI Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Chapingo, México. p. 25.
- Trujillo G., A.; A. Ducoing W. y L. Zarco Q. 1992. Sincronización de estros en cabras lecheras con Acetato de Melengestrol combinado con Prostaglandinas F. *Memorias. IX Congreso Nacional Caprino*. Monterrey, Nuevo León, México. p. 59.
- Venter, J. L. and J. P. C. Greyling. 1994. Effect of different periods of flushing and synchronized mating on body weight, blood glucose and reproductive performance in spring-mated ewes. *Small Rumin. Res.*, 13: 257.

- Viramontes, G.; M. A. Levario; J. A. Ramírez y J. G. Ríos. 1985. Comportamiento Reproductivo de un Rebaño Caprino Central del Estado de Chihuahua. Parte II. *Rev. Producción Animal en Zonas Áridas y Semiáridas*, 4: 9.
- Walkden-Brown S., W.; B. J. Restall and Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrus females. *Anim. Reprod. Sci.*, 32: 69.
- Wani. G. M.; N. K. Sinha and B. U. Khan. 1987. Oestrus synchronization with progestagens in Muzaffarnagari ewes. *Indian J. Anim. Sci.*, 57: 1296.
- Wheaton J., E.; K. M. Carlson; H. F. Windels and L. J. Johnston. 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim. Reprod. Sci.*, 33: 127.
- Williams, R. H. 1981. *Tratado de Endocrinología*. 4a ed. Ed. Salvat Editores, S. A. Barcelona, España. 1440 p.

