

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Tasa de Preñez de Cabras Inducidas a la Ovulación  
con Norgestomet y Hormona Liberadora de las  
Gonadotropinas**

**Por:**

**MAIRA MARTÍNEZ PÁMANES**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre de 2000**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

**Tasa de Preñez de Cabras Inducidas a la Ovulación con  
Norgestomet y Hormona Liberadora de las Gonadotropinas**

Por:

MAIRA MARTÍNEZ PÁMANES

**TESIS**

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como  
Requisito Parcial para Obtener el Título de

***INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA***

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor principal

---

**Dr. Miguel Mellado Bosque**

Asesor

Asesor

---

**M.C. Laura Padilla González**

---

**M.C. J. Eduardo García Martínez**

Coordinador de la División de Ciencia Animal

---

**Ing. Rodolfo Peña Oranday**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre 2000

## **AGRADECIMIENTOS**

Muy en especial al Dr. Miguel Mellado Bosque por su apoyo y orientación durante la realización del presente trabajo, y por haberme brindado su confianza y amistad desinteresada.

A la M.C. Laura Padilla González, por su orientación, ayuda y consejos durante esta investigación.

Al M.C. J. Eduardo García Martínez por su apoyo en la orientación y revisión de este trabajo y por su amistad.

Al Fondo para la Conservación de la Naturaleza (**WWF**) por su apoyo económico para la realización de esta investigación.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por haberme dado la oportunidad de superarme y por permitirme formar parte de su gran familia.

## DEDICATORIAS

A Dios: que siempre ha estado conmigo.

A mis padres:

María Luisa Pámanes Rodríguez

Carlos Juan Martínez Ramos

Con mucho amor y con el más sincero agradecimiento por haberme brindado todo su apoyo y confianza para hacer realidad una más de mis metas.

A mis hermanos:

Carlos Juan, María Luisa, Adriana, Leticia, José Darío y Ángel Jacinto(+). Les doy las gracias por que de alguna manera ayudaron para la culminación de mis estudios.

A mis sobrinos:

Bárbara Vanessa, Darío Alejandro y Carlos David.

Por dar esa chispa de alegría a nuestro hogar.

A mi tía: Profa. Luz María Martínez Ramos

Por su gran apoyo moral y económico y sus consejos siempre oportunos.

A Gaby:

Por haberme brindado su amistad a lo largo de todos estos años y por estar conmigo en momentos importantes de mi vida.

A ti Miguel:

Por estar a mi lado en todo momento, alentándome día con día para realizarme como profesionalista y por la paciencia y todo el amor que me has brindado.

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
ÍNDICE DE CUADROS	
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Sincronización del estro.....	3
Sincronización del estro con Progestágenos.....	3
Sincronización del estro con Prostaglandinas.....	10
Sincronización del estro con Gonadotropinas.....	16
Sincronización del estro con Progestágenos + Prostaglandinas.....	18
Sincronización del estro con Progestágenos + Gonadotropinas.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Localización y Descripción del Área de Estudio.....	26
Metodología.....	27
Experimento 1.....	27
Experimento 2.....	29
Análisis Estadístico.....	29
RESULTADOS.....	30
DISCUSIÓN.....	32

CONCLUSIONES.....36

LITERATURA CITADA.....37

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.- Tasa de pariciones y prolificidad de cabras mestizas mantenidas en agostadero e inducidas a ovular e inseminadas a tiempo fijo.....	31
CUADRO 2.- Tasa de pariciones y prolificidad de cabras mestizas mantenidas en agostadero e inducidas a ovular y fecundadas en monta directa.....	31



## INTRODUCCIÓN

Los métodos tradicionales para la sincronización del celo de las cabras incluyen el uso de las prostaglandinas (Mellado *et al.*, 1994), norgestomet (Mellado y Valdés, 1997) y la combinación de estos fármacos (Greyling y Van Nieker, 1991). Para la inducción a la ovulación durante el período de anestro se utiliza, además de los productos ya señalados, el suero de yegua preñada (Rowe y East, 1996). Con los protocolos anteriores el celo de los animales tratados se presenta en un período de aproximadamente 5 días, debido a que la prostaglandina y progestágenos no sincronizan el crecimiento folicular, sino que regulan el tiempo de vida del cuerpo lúteo. Con los esquemas anteriores se hace necesario la detección del celo de los animales para llevar a cabo la inseminación, lo cual incrementa los costos de los programas reproductivos. Una forma de reducir los costos y facilitar la inseminación artificial, es la omisión de la detección de celos y la inseminación a un tiempo fijo. Para poner en práctica lo anterior se requiere sincronizar la ovulación en un período menor a las 12 horas. Lo anterior puede lograrse al aplicar hormona liberadora de las gonadotropinas después de la eliminación del cuerpo lúteo con prostaglandinas (Pursley *et al.*, 1995). En vacas lecheras el protocolo anterior ha tenido éxito, lográndose tasas de preñez muy similares cuando la inseminación se realiza a un tiempo fijo o con detección de celo de las vacas. En rumiantes menores no se tienen datos al respecto, por lo que es de interés desarrollar un esquema de inseminación artificial a tiempo fijo que resulte en tasas de

concepción equiparables a las logradas con la inseminación después de la observación del celo.

## **Objetivos**

El estudio persigue desarrollar un método eficiente y confiable para la inducción de la ovulación de las cabras, y la subsecuente inseminación artificial sin la necesidad de detectar el celo de estos animales.

El objetivo entonces es comparar dos métodos de sincronización de la ovulación en cabras que no requieren detección de celo, en términos de la tasa de preñez de los animales.

## **Hipótesis**

Los protocolos utilizados resultan en una ovulación muy precisa, lo cual permite la inseminación sin detección de celo, y esto se traduce en aceptables tasas de preñez.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Sincronización del estro.**

### **Sincronización del estro con Progestágenos.**

East y Rowe (1989) utilizaron implantes subcutáneos de progesterona comparados con esponjas intravaginales para cabras lactantes para sincronizar el estro durante el período transicional. En este estudio se usaron cabras lactantes y que no han parido (Anglo nubia, Saanen, Toggenburg, Alpina y cruza) las cuales fueron tratadas durante la transición de anestro al estro con: 1) un implante de norgestomet de 6 mg (Sincromate B implantado bajo la parte ventral de la oreja) por 9 días, o 2) con una esponja vaginal conteniendo 30 mg de FGA (Chrono-Gest) por 16 días, más una inyección de 250 UI de SYP, 2 días antes del retiro del implante o de la esponja vaginal; las cabras del grupo testigo no fueron tratadas. Para 45 y 41 hembras tratadas con la esponja o con el implante se presentó el estro después de 72 horas de retirado el implante o de la esponja vaginal; el porcentaje fue de 93.3 y 95.1, respectivamente; 51.3% de las 32 hembras del grupo testigo mostraron estro. Para los 2 grupos tratados y el testigo, el porcentaje de las cabras que parieron después de la fecundación fue de 64.4, 58.8 y 34.4%. El porcentaje de pariciones no fue afectado significativamente por la lactancia o el crecimiento.

Mellado y Valdés (1997) llevaron a cabo tres experimentos para probar la eficacia de diferentes dosis de implantes de norgestomet nuevos o reciclados, para sincronizar estros en cabras bajo condiciones extensivas, durante la época de transición (a principios de junio) y el período de plena actividad sexual (enero). En el experimento 1 (n = 126 cabras), 1/3, 1/4 y 1/5 de implante Sincro-Mate B (SMB) fue aplicado a las cabras por 9 días. Una inyección intramuscular de 1.25 mg de valerato de estradiol y 0.75 mg de norgestomet fue administrada concurrentemente con la inserción del implante. La respuesta del estro no fue afectada por la dosis de norgestomet (61.9, 61.9 y 54.8%; 96 horas post tratamiento para 1/3, 1/4 y 1/5 SMB, respectivamente), o por el mes de tratamiento (55.2% contra 63.2% para cabras tratadas a principios de junio o enero). En el experimento 2 (n = 131), las cabras tratadas con implantes previamente usados en bovinos tuvieron menor respuesta al estro (38.1% y 46.8% por un implante completo y 1/2 implante, respectivamente) que aquellas tratadas con 1/3 de implante nuevo (61.9%). También una mayor proporción de cabras exhibió estro cuando fueron tratadas en enero (53.6%) que cuando fueron tratadas a principios de junio (40.0%). En los experimentos 1 y 2, el tiempo de inicio del estro después del tratamiento de norgestomet fue 20 horas más largo en cabras tratadas en junio que en aquellas tratadas en enero. En el experimento 3 (n = 106), la respuesta del estro, tiempo de inicio del estro y la función reproductiva no fueron afectados por 1/3, 1/4 y 1/5 de fracción de implantes nuevos o reciclados (previamente usados en cabras) más el estímulo del macho antes y después de retirar el implante.

Estos datos indican que, aún en la época de transición o de crecimiento, 1/5 de implante de SMB es suficiente para controlar el estro en cabras, y que en cabras estimuladas con machos castrados androgenizados, estos implantes pueden ser reciclados por segunda vez para sincronizar estro, con resultados similares usando implantes nuevos.

En un estudio de Senn y Richardson (1992) en el sudeste de los Estados Unidos, cabras Nubias no mayores de un año ( $n = 21$ , 7 de las cuales se repitieron), fueron sincronizadas y superovuladas con implantes de norgestomet y hormona folículo estimulante, y después se aparearon. Una respuesta del 100% a la sincronización de estros con el tratamiento fue encontrada en las cabras no mayores de un año ( $n = 15$ , 2 de las cuales se repitieron), tratadas en la época de actividad sexual. Los resultados de superovulación con colección quirúrgica fue, en promedio, de 15.1 embriones viables por cabra. Pero una "respuesta" reducida fue observada en el tratamiento de la sincronización al final de la época de actividad reproductiva; donde solo 50% de estas cabras (ó 33.3% de las cabras tratadas inicialmente) respondieron al tratamiento de superovulación, dando como resultado un promedio 3.33 embriones viables colectados quirúrgicamente. De esta manera, un número significativamente más alto de embriones viables puede ser obtenido de las cabras Nubias cuando son tratadas para la sincronización de estros y superovulación durante la época de actividad sexual.

Baril *et al.* (1993) señala que el índice de fertilidad de cabras seguido de la inseminación artificial (IA) es usualmente analizado de acuerdo al hato o grupos de tratamiento. No obstante, esta información general es insuficiente para permitir una identificación específica de los factores que afectan el funcionamiento reproductivo individual. Estos autores llevaron a cabo un experimento donde 640 cabras lecheras fueron usadas para analizar hasta que grado el intervalo desde el retiro de la esponja hasta el estro afecta los resultados de IA a tiempo determinado, después del retiro de la esponja vaginal.

El estro se presentó en 98.1% de los animales con los que se experimentó entre 24 y 72 horas después del retiro de la esponja. El índice de fertilidad fue más bajo para las cabras que presentaron estro después de 30 horas del retiro de la esponja (33.3%, n = 108) que para las cabras que exhibieron estro temprano (65.0%, n = 520).

La ocurrencia de estro tardío no dependió de la edad, pero se incrementó con el número de tratamientos que un animal ha recibido previamente.

Estos resultados mostraron que el índice de baja fertilidad observado en algunos hatos después de la sincronización del estro e inseminación artificial, tal vez está relacionado con una alta proporción de cabras con una ocurrencia tardía de estro, y este fenómeno se incrementó en animales que habían sido tratados repetidamente con gonadotropinas.

En un estudio de Bretzlaff y Madrid (1989), implantes que contenían 3 mg de norgestomet o esponjas vaginales que contenían 40 ó 45 mg de acetato de fluorgestona (FGA) fueron usados para inducir el estro en cabras lecheras en tres hatos, en mayo. Ambos tratamientos duraron 11 días. Cloprostenol (50 ug) y SYP (500 UI) fueron administrados intramuscularmente 24 horas antes del retiro de los implantes o de la esponja vaginal. El inicio del estro permanente ocurrió en 22 de 23 cabras (96%) antes de  $20 \pm 4.7$  horas, en 19 de 20 cabras (95%) antes de  $22 \pm 6.3$  horas, y en 16 de 16 cabras (100%) antes de  $19 \pm 1.2$  horas en los hatos 1, 2 y 3, respectivamente. Después del retiro del implante, el inicio del estro ocurrió en 25 de 25 cabras (100%) antes de  $19 \pm 4.9$  horas, en 20 de 22 cabras (91%) antes de  $22 \pm 7.0$  horas, y en 15 de 15 cabras (100%) antes de  $18 \pm 2.2$  horas en los hatos 1, 2 y 3, respectivamente. Las hembras fueron preñadas por monta natural en los hatos 1 y 2, y por inseminación artificial 28 horas después del retiro de la esponja vaginal o el implante en el hato 3. Los índices de preñez fueron determinados por equipo de ultrasonido a los 39 - 53 días después de la monta o I.A. En los hatos 1, 2 y 3, el índice de preñez en cabras con esponjas vaginales fue de 32, 55 y 6%, respectivamente; y en cabras con el implante subcutáneo fue de 56, 67 y 27%. Los problemas encontrados fueron pobre líbido en algunos machos, abortos en cabras pequeñas y pérdida de implantes de 3 hembras (no incluidas en los datos). No hubo una diferencia significativa en el índice de preñez entre las cabras que fueron tratadas con la esponja vaginal y las que fueron tratadas con el implante subcutáneo.

En otro estudio de Bretzlaff *et al.* (1992), a un grupo de las cabras lecheras se les trató con implantes subcutáneos con 3 mg de norgestomet (NOR) e inyecciones intramusculares de valerato de estradiol de 0.625 mg y 0.375 mg de norgestomet en el día 0 del ciclo estrual (estro; NOR 0, n = 18), el día 4 proestro (NOR 4, n = 18), o en el día 11 postestro (NOR 11, n = 15). Los implantes fueron retirados después de 9 días. El promedio ( $\pm$  SE) de horas entre el retiro del implante y el inicio del estro y la proporción de cabras que “respondieron” fue de  $36 \pm 3.8$  y 83%,  $33 \pm 4.0$  y 61%, y  $36 \pm 2.7$  y 93% para los grupos NOR 0, NOR 4 y NOR 11, respectivamente. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al tiempo de inicio del estro. El porcentaje de cabras en el grupo NOR 11 que tuvieron signos de estro fue significativamente mayor que el porcentaje de cabras en el grupo NOR 4. De las cabras en los grupos NOR 0, NOR 4 y NOR 11 que tuvieron signos de estro, 53, 55 y 86%, respectivamente, iniciaron el estro entre 24 y 48 horas después del retiro del implante. Todas las cabras que tuvieron signos de estro iniciaron el comportamiento de celo entre 12 y 72 horas después del retiro del implante. En promedio ( $\pm$  SE), las horas entre el retiro del implante y el pico de la hormona luteinizante (HL) fue  $49 \pm 4.1$ ,  $49 \pm 3.8$  y  $49 \pm 4.0$  para los grupos NOR 0, NOR 4 y NOR 11, respectivamente (sin diferencia). El porcentaje de cabras en el grupo NOR 11 que tuvieron su pico de HL fue significativamente mayor que el porcentaje de cabras en el grupo NOR 4. De las cabras que presentaron estro, no hubo diferencia entre los grupos en el porcentaje de cabras que tuvieron el pico de HL. Con base en los perfiles de progesterona de las cabras, en el grupo NOR 0 el cuerpo lúteo funcional se formó en 3 de 18 cabras mientras el implante no fue



removido. En el grupo NOR 4, las concentraciones de progesterona fueron <1.0 ng/ml en 6 de 18 cabras al momento del poner el implante, sugiriendo que esas cabras no formaron un cuerpo luteo funcional después del día 4 postestro. Ocho de 18 cabras en el grupo NOR 4 tuvieron concentraciones de progesterona > 1.0 ng/ml a las 48 horas después del retiro del implante, sugiriendo que el valerato de estradiol inyectado no evitó la formación del cuerpo lúteo funcional después del estro anterior en estos animales.

Pendleton *et al.* (1992) realizó un experimento con 34 cabras lecheras maduras híbridas en anestro estacional, las cuales fueron tratadas por 14 días con implantes de norgestomet de 6 mg, o con una esponja de acetato de fluorgestona de 45 mg. Las cabras también recibieron 12 mg de hormona folículo estimulante administrada a intervalos de 12 horas (2, 2, 2, 2, 1, 1, 1 y 1mg) empezando 48 horas antes del retiro del progestágeno. El estro fue detectado dentro de las 48 horas después del retiro del progestágeno en 94% y 88% de las cabras tratadas con norgestomet y FGA, respectivamente. El tiempo promedio del inicio del estro, duración del estro, número de cuerpo lúteos y número de folículos fue similar entre los tratamientos.

Con esto se concluyó que los implantes de norgestomet y las esponjas de acetato de fluorgestona fueron igualmente efectivos como parte de un protocolo para la inducción de estro y ovulación en cabras lecheras en anestro tratadas con hormona folículo estimulante exógena.

Wheaton *et al.* (1993) señala que el dispositivo intravaginal (CIDR) es elastómero medicinal impregnado de progesterona, moldeado en un núcleo de nylon. El CIDR es conveniente para la sincronización del celo de ovejas y cabras. Los niveles de progesterona en el plasma se incrementan rápidamente después de la inserción del CIDR.

### **Sincronización del estro con prostaglandinas**

En un estudio realizado por Nuti *et al.* (1992), a un grupo de cabras lecheras se les administró una inyección intramuscular de 125 ug de cloprostenol el día 6 del ciclo estral ( $\text{PGF}_{2\alpha}$  6, n= 22) o el día 12 del ciclo estral ( $\text{PGF}_{2\alpha}$  12, n= 26). El promedio  $\pm$  EE del intervalo entre la inyección y el inicio del estro, y la proporción de cabras que “respondieron” fue  $46 \pm 4.2$  horas y 95%; y  $48 \pm 2.9$  horas y 100% para los grupos de PGF 6 y PGF 12, respectivamente. No hubo diferencia significativa entre los grupos en el tiempo promedio del inicio del estro, pero las variaciones entre los promedios fueron diferentes. De las cabras en los grupos PGF 6 y PGF 12, 67 y 85%, respectivamente, tuvieron signos de estro entre 36 a 60 horas después de la administración de la PGF. El promedio ( $\pm$  EE) en horas de la inyección al pico de concentración de hormona luteinizante (HL) fue de  $62 \pm 3.1$  y  $64 \pm 2.1$  para los grupos PGF 6 y PGF 12, y 86 y 100% de los animales en los grupos ya descritos, presentaron el pico de la hormona luteinizante. De las cabras en los grupos PGF 6 y PGF 12, 68 y 77%, respectivamente, tuvieron el pico de concentración de HL entre 48 y 72 horas después de la

administración de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ . Todas las cabras en los grupos PGF 12 tuvieron concentraciones de progesterona  $\geq 1.0$  ng/ml en el día de administración de la PGF. Las concentraciones decrecieron a  $< 1.0$  ng/ml por 48 horas después de la inyección en todas las cabras, excepto 1, en el grupo PGF 6. La prostaglandina fue igualmente efectiva para la inducción del estro en el día 6 o en el día 12 del ciclo estrual de las cabras, pero el celo resultó más predecible cuando la inyección se administró en el día 12 del ciclo estrual.

Mellado *et al.* (1994) llevaron a cabo un experimento utilizando cabras criollas ( $n= 276$ ) de varias edades y mantenidas bajo condiciones extensivas, en las cuales determinaron la influencia de diferentes dosis de prostaglandina  $\text{F2}\alpha$  ( $\text{PGF}_{2\alpha}$ ) y la vía de administración (intramuscular o submucosa vulvar), en términos de la proporción de las cabras que mostraron estro y el intervalo de los estros. Las cabras se asignaron al azar en 12 tratamientos en un arreglo factorial de  $6 \times 2$ . Los tratamientos fueron: 6, 4, 2, 1.5, 1 y 0.5 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  por animal, administrados intramuscularmente o en la submucosa vulvar, en noviembre. Dos inyecciones de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  fueron administradas a las cabras con 11 días de intervalo. Las cabras fueron observadas 2 veces diariamente para checar el comportamiento de los estros a través de 3 días. El porcentaje de cabras que mostraron estro dentro de las siguientes 24 horas de la segunda aplicación de prostaglandina fue mayor para las cabras inyectadas en la submucosa vulvar, en comparación con las inyectadas intramuscularmente. La proporción de cabras que mostraron estro dependió de la dosis de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , pero no de la vía de administración de ésta. Las cabras inyectadas

con 6 y 4 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , “respondieron” similarmente (55 y 68%, independientemente de la vía de administración). La respuesta a inyecciones de 2 o menos mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  se redujo marcadamente. Independientemente de la vía que se utilizó (intramuscular o intravulvar submucosa), 4 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  fue la dosis mínima necesaria para una eficiente inducción de estro en las cabras criollas.

En un experimento de Bretzlaff *et al.* (1981) un total de 11 cabras ciclando que pesaban entre 24 y 50 kg fueron inyectadas con dosis variables de prostaglandina  $\text{F}_{2\alpha}$  ( $\text{PGF}_{2\alpha}$ ) entre 7 y 10 días dentro de cada ciclo estral. Cinco inyecciones cada una de 1.25, 2.5, 5.0 o 7.5 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  fueron alternadas con 5 inyecciones de 1.0 ml de solución salina. Las cabras tratadas con solución salina sirvieron como testigo. Todas las cabras fueron estimuladas 2 veces al día con un macho y observadas para ver si presentaban signos de celo por 5 días después de la inyección. Las concentraciones sistémicas diarias de progesterona fueron determinadas por radioinmunoensayo.

El promedio ( $\pm$  E.E.) de horas de la inyección al estro fue de  $47 \pm 3.1$ ,  $42 \pm 4.3$ ,  $44 \pm 8.5$  y  $43 \pm 5.5$  para cabras recibiendo 1.25, 2.5, 5.0 y 7.5 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , respectivamente. Ninguna de las cabras que recibieron la solución salina exhibieron estro en los 5 días de observación del período post inyección.

El promedio ( $\pm$  E.E.) de las concentraciones sistémicas P4 en todas las cabras en el día de la inyección fue de  $4.22 \pm 0.45$  ng/ml. Las concentraciones 24 horas post inyección fueron  $0.21 \pm 0.02$ ,  $0.15 \pm 0.05$ ,  $0.17 \pm 0.04$ ,  $0.16 \pm 0.04$  y  $4.5 \pm 1.36$  ng/ml para las cabras que recibieron 1.25, 2.5, 5.0 y 7.5 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , y 1.0 ml de solución salina, respectivamente. Los resultados sugieren que 1.25 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  fueron efectivos para la inducción del estro en las cabras ciclando.

Bretzlaff y Madrid (1985) llevaron a cabo un estudio donde el estro de 64 cabras lecheras fue sincronizado en julio, con implantes subcutáneos de norgestomet. La mitad de las cabras fue tratada con implantes que contenían 6 mg de norgestomet, y las restantes fueron tratadas con implantes que contenían 3 mg de este progestágeno. Los implantes fueron dejados *in situ* por 11 días. Cada cabra recibió una inyección intramuscular de 400 U.I. de SYP y 50 ug de cloprostenol 24 horas antes del retiro del implante. Veintiocho de 32 cabras (87.5%) que recibieron 6 ó 3 mg de norgestomet presentaron el inicio del estro dentro de 24 horas después del retiro del implante. Todas las cabras presentaron el inicio de estro permanente por 43 horas después del retiro del implante. Las cabras fueron montadas por el macho dos veces diariamente cuando éstas estaban en estro. No hubo diferencias entre las cabras que recibieron el implante de 6 ó 3 mg en términos de la fertilidad (72.4% vs 75% paridas). El promedio de la duración de la gestación fue similar entre tratamientos ( $151.0 \pm 3.2$  vs  $151.6 \pm 2.0$  días), lo mismo que el número de cabritos al parto ( $2.1 \pm 0.8$  vs  $2.3 \pm$

0.7). El promedio del peso de los cabritos fue de  $3.10 \pm 0.80$  vs.  $3.06 \pm 0.86$  kg para las cabras tratadas con 6 y 3 mg, respectivamente. Con esto se concluyó que los implantes que contenían 3 mg de norgestomet fueron igualmente efectivos que los implantes que contenían 6 mg para la sincronización del estro en cabras lecheras.

En un estudio de Mani *et al.* (1992), cabras adultas no lactantes de las razas Saanen Británicas y Toggenburg, con una condición corporal de 2 (escala de 1-5), fueron alimentadas con dietas que contenían 25% (n = 24) y 100% (n = 16) de los nutrientes para mantenimiento, esto 19 días antes del apareamiento y hasta el sacrificio a los 60 días después del apareamiento. El estro fue sincronizado usando  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , y el índice de ovulación fue determinado por examinación laparoscópica de los ovarios entre el día 6 y 10 después del apareamiento. El índice de preñez, el posible índice de pariciones y la pérdida embrionaria fueron determinados por el conteo de fetos viables después del sacrificio.

La proporción de cabras en estro dentro de 96 horas de la administración de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  no fue diferente entre las cabras con restricción del alimento y los grupos sin restricción (71.0% y 87.5%, respectivamente); no obstante, el tiempo de inicio del estro después de la  $\text{PGF}_{2\alpha}$  tendió a ser más largo en el grupo al que se le restringió el alimento. El índice de ovulación, incidencia de ovulación múltiple y la proporción de cabras preñadas a los 60 días fueron significativamente más bajos en el grupo con alimentación restringida. Más embriones de las ovulaciones simples que los

de las múltiples murieron en el grupo con alimentación restringida. No hubo diferencia en la actividad ovulatoria entre el ovario derecho y el izquierdo en los 2 grupos. Migraciones intrauterinas fueron observadas en todas las cabras que tuvieron ovulación múltiple unilateral. No se observó migración en las cabras que tuvieron ovulación simple bilateral.

En un estudio de Greyling y Van Niekerk (1986), la administración de diferentes dosis (62.5, 125 o 259 ug por inyección) de un análogo de prostaglandina (cloprostenol) con catorce días de intervalo entre aplicaciones (en el régimen de doble inyección) probó que el estro puede ser sincronizado muy eficientemente en las cabras Boer. De las cabras, 77.1% “respondieron” al estro en la primera inyección de cloprostenol. Un incremento en la dosis de cloprostenol no fue acompañado por un incremento significativo en la respuesta al estro (93.8%, 87.5 y 100.0% para las 3 dosis, respectivamente). El tiempo desde la inyección de prostaglandina al estro fue significativamente más corto seguido de la doble inyección de prostaglandina, cuando fue comparado al tiempo después de una inyección simple (promedio 55.3 y 62.4 horas, respectivamente). Una diferencia significativa en la duración del estro fue encontrada entre la primera y la segunda inyección de prostaglandina (promedio 30.9 y 41.9 horas, respectivamente). El promedio de la concentración de progesterona en el suero decayó rápidamente ( $\pm 70\%$ ) dentro de las primeras 6 horas seguidas de la segunda inyección de prostaglandina. El promedio de la concentración de HL en el suero sanguíneo después de la segunda inyección de prostaglandina varió entre 0.23 ng/ml y 01.1 ng/ml para los tres

grupos en tratamiento. En promedio de concepciones fue de 58.1% después de la inseminación artificial para los diferentes tratamiento. Este estudio enfatiza el potencial de éste análogo de la prostaglandina como un agente sincronizante del celo en las cabras Boer.

### **Sincronización del estro con gonadotropinas**

Baril *et al.* (1996) usó la técnica del radioinmunoensayo para medir la cantidad de gonadotropina coriónica equina (GCe) ligada a anticuerpos en el plasma de cabras lecheras (n = 524) en el comienzo del tratamiento de progesterona/eCG y 25 días después de la administración de GCe. El nivel de unión de anticuerpos con la GCe dependió de la edad de las hembras, pero se incrementó con el número de tratamientos que habían recibido previamente las cabras ( $3.4\% \pm 4.8$ , n = 47 contra  $9.6\% \pm 13.2$ , n = 249; para cabras tratadas 0 ó 1 vez contra aquellas tratadas de 2 a 5 veces, respectivamente). El tratamiento de sincronización condujo a un incremento en la unión de anticuerpos a GCe ( $7.1\% \pm 10.9$  antes contra  $28.3 \pm 24.5$  después del tratamiento). Cuando la unión de anticuerpos a GCe antes del tratamiento fue mayor que 5% al inicio del estro, éste se retrasó (37.9% de las cabras mostraron celo después de 30 horas de la remoción de la esponja, contra 7.4% de las cabras cuando la unión de los anticuerpos con GCe fue menor al 5%). La fertilidad decreció significativamente cuando la unión de los anticuerpos con la GCe fue mayor a 10%. Estos resultados muestran que la repetición del tratamiento con GCe para inducir al estro en



cabras incrementa la respuesta inmunológica de las cabras a GCe. Esto puede explicar la baja eficiencia del tratamiento hormonal para sincronizar el ciclo estral y el decremento asociado en la fertilidad cuando las cabras son inseminadas a tiempo predeterminado.

Rowe y East (1995) desarrollaron un estudio donde dos fuentes de gonadotropinas, combinadas con implantes de norgestomet y croprosteno, fueron comparadas para inducir el ciclo estral en 137 cabras lecheras lactantes durante el período de transición del anestro al ciclo estral. Las cabras recibieron suero de yegua preñada (SYP) o una combinación de SYP y gonadotropina coriónica humana (GCh). De las cabras tratadas con GCh/SYP, 63 de 70 (90%) se preñaron, comparadas con 50 de 66 (76%) de las cabras tratadas con el SYP. Los promedios de preñez fueron asociados significativamente con la fuente de gonadotropina. No se detectaron diferencias tanto en la respuesta al ciclo estral como en el tamaño de la camada. Un mayor número de cabras en el grupo tratado con SYP presentó un intervalo más prolongado desde el retiro del implante al crecimiento folicular, en comparación con las cabras que fueron tratadas con GCh/SYP. Los resultados de este estudio indicaron que la combinación de GCh/SYP es una fuente satisfactoria de gonadotropinas junto con el uso de implantes de norgestomet y cloprosteno para sincronizar el ciclo estral en el período de transición de las cabras.

## **Sincronización del estro con progestágenos + prostaglandinas**

Greyling y Van Nierkerk (1991) evaluaron técnicas de sincronización fuera de la época normal reproductiva, utilizando 85 cabras Boer. Las cabras fueron tratadas con esponjas de progesterona intravaginales, y 2 inyecciones de prostaglandina con o sin 500 UI de SYP. La respuesta del estro después de la doble inyección de prostaglandina fue significativamente más baja que con la esponja intravaginal y la esponja más los grupos de prostaglandina (con o sin SYP). Con la combinación de SYP y esponjas vaginales se tuvo una respuesta más alta en el porcentaje de cabras en estro, en comparación con las cabras tratadas con esponjas intravaginales solamente (100.0% contra 53.3%). La administración de 500 UI de SYP condujo a un intervalo más corto entre el retiro de la esponja y el inicio del estro, esto en los grupos con la esponja intravaginal y la esponja más prostaglandina (40.0 contra 72.1 horas y 39.3 contra 71.3 horas, respectivamente). El intervalo entre el final del tratamiento y el pico de LH fue más corto en los grupos (excluyendo a los grupos de la doble inyección de prostaglandina) que recibieron 500 UI de SYP, con una diferencia no significativa entre los dos grupos tratados con esponjas intravaginales. No hubo diferencias significativas en el intervalo entre el pico de la LH y el inicio del estro. No hubo diferencias significativas en la fertilidad entre los grupos tratados con esponjas intravaginales y los tratados con esponjas y prostaglandina en forma combinada (73.3 contra 66.7% con SYP; y 53.3 contra 60.0% sin SYP). Estos autores concluyeron que las técnicas de la esponja intravaginal y la esponja más prostaglandina (con SYP) son

efectivas como agentes sincronizantes en la época de anestro de las cabras Boer. La inyección doble de prostaglandina fue ineficiente en la época de anestro.

Alacam *et al.* (1985) llevaron a cabo un estudio con 21 cabras primerizas y 20 cabras Saanen multíparas lactando, las cuales recibieron los siguientes tratamientos: 2 inyecciones intramusculares de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (n = 25), o esponjas intravaginales conteniendo MAP (n = 25) en noviembre, durante la época reproductiva. Cerca del doble de las multíparas, comparadas con las primerizas, exhibieron estro después de los 2 tratamientos (87% vs 47%). Con el estro inducido se presentó la preñez en 67% de las cabras pluríparas, pero sólo en 24% de las primerizas. Las concentraciones máximas de progesterona se alcanzaron 11 días después del comienzo del tratamiento con MAP. La progesterona declinó hasta los niveles basales entre los 2 y 4 días después del retiro de la esponja. La luteolisis fue evidente en todos los animales 24 horas después de la inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ . Nueve cabras (6 primerizas y 3 pluríparas) no exhibieron celo después de la segunda inyección y mostraron sólo un bajo incremento de progesterona. Esto indica que animales acíclicos son menos sensitivos al tratamiento con MAP que a la primera inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ .

En un estudio llevado a cabo por Corteel *et al.* (1988), un total de 28,336 cabras adultas de las razas Alpino y Saanen fueron inducidas a ovular fuera de la época de reproducción con un tratamiento de 21 días con acetato de fluorgestona (FGA), administrado vaginalmente, aplicando

además suero de yegua preñada (SYP; 10,745 hembras) o con un tratamiento de 11 días con FGA también administrado vaginalmente, pero junto con SYP y cloprostenol (17,591 hembras).

Después del primer tratamiento, las cabras fueron inseminadas 2 veces durante la inducción del estro con semen fresco almacenado por unas pocas horas a + 4°C (n = 4505) o con semen congelado almacenado por 6 años a -196°C (n = 6240); el porcentaje de las cabras que parieron cabritos fue mayor cuando fueron inseminadas con semen congelado en comparación con el semen fresco (56.7% contra 52.1%).

Las cabras inseminadas dos veces con semen congelado después de la administración del segundo tratamiento (n = 6,970) fueron más fértiles que aquellas inseminadas bajo las mismas condiciones después de la administración del primer tratamiento (n = 6,240; 61.1% contra 56.7%). En la siguiente administración del segundo tratamiento, las cabras que fueron inseminadas una vez durante la inducción del estro (n = 10,621) fueron más fértiles que aquellas inseminadas dos veces con el mismo semen descongelado (n = 6970; 63.0% contra 61.1%). En las cabras Alpinas, cuando los tratamientos terminaban de entre las 10:00 AM a las 2:00 PM, el índice de fertilidad fue mayor que para el tratamiento terminado de las 3:00 a las 9:00 PM: 65.7% (n = 4338) comparado con 60.7% (n = 2671), respectivamente.

Después de una inseminación, los índices de fertilidad para todas las cabras incrementaron del tiempo de inactividad reproductiva a la época de reproducción (58.7%; 61.1% y 65.9%). Esto fue más marcado para las cabras Saanen (56.0%; 61.3% y 63.7%) que para las Alpinas, en las cuales la fertilidad se incrementó sólo en el día 45 del período que precede el comienzo de la época de plena actividad reproductiva (61.0%-66.4%).

También se hicieron pruebas para adaptar los tratamiento hormonales a la anatomía y fisiología de los cabritos hembra. Por la misma razón, las condiciones de la inseminación artificial difieren de aquellas que prevalecen en los adultos que fueron probados. La administración vaginal de progesterona por medio del dispositivo intravaginal resultó en niveles de fertilidad comparables a los obtenidos después de la administración de FGA a través de las esponjas vaginales. La inseminación de 0.2 ml de semen conteniendo  $100 \times 10^6$  espermatozoides resultó en niveles de fertilidad arriba de 60%, y no más bajos que los obtenidos con 0.5 ml de semen conteniendo  $150 \times 10^6$  espermatozoides.

### **Sincronización del estro con progestágenos + gonadotropinas**

Para analizar los efectos de tratamientos repetidos de progestágenos en combinación con SYP, los resultados de estro y preñez han sido analizados por Baril *et al.* (1987) en un hato de cabras lecheras Saanen. Después del tratamiento del año de 1989 (167 cabras), el porcentaje de las

cabras que mostraron estro y parieron, fue menor en 59 hembras multiparas que en 46 primerizas y 64 no paridas. Además, cuando 38 cabras fueron tratadas por segunda vez en 1989, 44.7% exhibieron estro contra 71.0% después del primer tratamiento .

El grado de reacción de los anticuerpos contra SYP antes del primer tratamiento fue mayor para hembras múltiparas ( $17.5 \pm 23.1\%$ ) que las no paridas y las primerizas ( $0.06 \pm 0.7$  y  $1.2 \pm 1.9\%$ ), y se incrementó para todas las cabras después del tratamiento ( $23.2 \pm 26.4$  después contra  $5.7 \pm 15.0\%$  antes). Los grados de unión de anticuerpos a SYP no fueron diferentes para las cabras no paridas y primerizas, preñadas o no preñadas. Contrariamente, los índices fueron mayores en cabras no preñadas múltiparas ( $25.7 \pm 23.3$ ) que en las preñadas primerizas ( $6.5 \pm 15.9$ ).

Cuando los índices de unión de anticuerpos a SYP fueron menores o iguales a 5.12%, las cabras múltiparas exhiben estro y preñez a niveles no diferentes de las hembras no paridas o primerizas (porcentaje de estros de 95.8 contra 100 o 97.8%; porcentaje de preñez de 66.7 contra 70.3 y 63.0% respectivamente). El uso repetido de SYP durante la vida de la hembra o durante un año conduce a una inmunización activa contra el SYP, decreciendo la eficiencia de la SYP para la estimulación ovarica fuera de la época de actividad reproductiva.

En un estudio de Freitas *et al.* (1997) se indica que la variabilidad entre animales en cuanto al tiempo que se presentan los estros después de la administración de un tratamiento sincronizante, parece explicar el bajo

índice de fertilidad en cabras inseminadas a un tiempo predeterminado. Dos experimentos fueron realizados durante la época reproductiva para probar que la variación en la ocurrencia de estros era debida al régimen de la hormona exógena o a la fisiología endógena de los animales. Veintiún cabras fueron tratadas con un protocolo de sincronización consistente en una esponja intravaginal impregnada con 45 mg de acetato de fluorgestona (FGA) por 11 días, junto con una inyección intramuscular de 400 U.I. de gonadotropina coriónica equina (GCe) y 50 ug de cloprostenol, 48 horas antes del retiro de la esponja. Las concentraciones de progesterona fueron medidas durante el ciclo subsecuente y los patrones fueron modelados para permitir una determinación precisa del inicio de la luteolisis. El estro y el pico de la hormona luteinizante (HL) empezó a las  $33.0 \pm 6.8$  horas y  $76.0 \pm 33$  horas después del retiro de la esponja, vs.  $43.3 \pm 5.7$  horas y  $90.0 \pm 36.0$  horas después de la luteolisis natural. Para ambas observaciones, la variabilidad entre cabras fue más amplia durante el estro natural que durante la sincronización de éste. La duración del ciclo estral fue independiente del número de cuerpos lúteos (CL), mientras que la duración de la fase luteal fue más corta en cabras con 2 – 3 cuerpos luteos ( $16.4 \pm 0.9$  días que en aquellas con 1 cuerpo lúteo:  $17.7 \pm 1.3$  días).

En el segundo experimento de estos autores, 20 cabras fueron ovariectomizadas y tratadas con una esponja intravaginal, como se describió en el experimento anterior. 16 horas después del retiro de la esponja, las cabras fueron inyectadas con 50 ug de benzoato de estradiol (ODB). Este tratamiento fue repetido con la segunda esponja, la cual fue insertada 1 – 2 días después de la observación del estro. El estro y el pico de HL fueron

observados a las  $32.8 \pm 6.8$  horas vs.  $27.8 \pm 7.8$  horas después de la primera inyección de ODB y  $36.6 \pm 7.3$  horas vs.  $34.3 \pm 4.8$  horas después de la segunda inyección de ODB. No se observó ninguna relación entre los datos de los 2 experimentos. En ambos casos, la variabilidad en la ocurrencia del estro y el pico de HL fue en el mismo orden, tal como se observó en el primer experimento. Este estudio mostró que el tiempo para la ocurrencia del estro y el pico de HL es menos variable después del tratamiento con progestágenos, que durante un ciclo estrual natural. Además, una proporción significativa de la variabilidad es inherente en los retrasos seguidos al pico de estradiol, sugiriendo que un mejoramiento en la capacidad de sincronización del tratamiento basado en la administración de progestágenos, es poco prometedora.

En un estudio de Menegatos *et al.* (1998) la sincronización del estro fue inducida en cabras Saanen durante la época reproductiva, utilizando esponjas intravaginales (60 mg de acetato de medroxyprogesterona) por 17 días, y una inyección intramuscular de 500 UI SYP, 2 días antes del retiro de la esponja. La inseminación artificial se realizó a las 24 y 48 horas después del retiro de la esponja. Los niveles de progesterona en el suero sanguíneo fueron medidos durante todo el período del tratamiento y en el ciclo estral subsecuente. El promedio de las concentraciones de progesterona fue significativamente diferente durante el período con el tratamiento de progestágenos entre animales que concibieron (grupo 1) y aquellos que no concibieron (grupo 2,  $3.7 \pm 0.3$  y  $2.02 \pm 0.2$  ng/ml, respectivamente). Un incremento paradójico en la concentración de progesterona fue evidente el



primer y el tercer día después de la administración de SYP en ambos grupos, con valores más altos para el primer grupo de animales. Durante el ciclo estrual subsecuente, el promedio de la concentración de progesterona no difirió entre los grupos de animales hasta el día 37. De ahí hasta el día 41 una diferencia significativa fue observada, con valores en el día 41, de  $7.6 \pm 0.3$  y  $0.4 \pm 0.03$  ng/ml para los animales preñados y los no preñados, respectivamente . Esto sugiere que el aumentar la función luteal durante el tratamiento con progestágenos tiene un efecto benéfico en el proceso de fertilización y en el índice de concepción en las cabras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y Descripción del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en el Ejido “Providencia”, localizado en el km 30 del tramo Saltillo–Derramadero, sobre la carretera Saltillo–Zacatecas. Sus coordenadas geográficas son 25° 14' 35” de latitud norte y 101° 10' 40” de longitud oeste, localizándose a una altitud de 1869 m.s.n.m.

El clima se clasifica como muy seco (BWhW, e), semicálido muy extremo, con lluvias en verano y sequía corta en época de lluvias, las cuales se presentan de mayo a octubre, presentándose en el mes de agosto la mayor precipitación. Por lo general la primera helada ocurre en el mes de octubre prolongándose éstas hasta el mes de marzo (Mendoza, 1983).

El tipo de vegetación que se presenta en esta zona es clasificado como pastizal natural con matorral subinermes con asociación de matorral crasosulifolio espinoso, siendo las especies dominantes: zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua cutipendula*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), chaparro prieto (*Acacia constricta*), uña de gato (*Acacia gregii*). En el matorral desértico rosetófilo las especies dominantes son: palma china (*Yucca filifera*), nopal (*Opuntia imbricata*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*) (CETENAL, 1980).

## Metodología

El presente trabajo consistió de 2 experimentos, los cuales se describen a continuación:

### **Experimento 1.**

El experimento 1 se realizó en los meses de enero y febrero del 2000. Se utilizaron un total de 105 cabras sin fenotipo definido, las cuales se asignaron aleatoriamente a 2 tratamientos (GnRH-PGF<sub>2α</sub>: n= 51; GnRH-PGF<sub>2α</sub>-Norgestomet: n= 54).

El día 0 las cabras del tratamiento 1 recibieron una dosis de 0.5 ml de GnRH, y el tratamiento dos, 1.2 ml de PGF<sub>2α</sub>, ambos a través de una inyección intramuscular. El día 7 a los animales del tratamiento 1 se les administró PGF<sub>2α</sub>, y a las cabras del tratamiento 2 se le aplicó un implante subcutáneo, con ayuda de un implantador, en la parte externa de la oreja derecha, el cual contenía 3 mg de norgestomet, así como también 0.5 ml de GnRH. El día 9 las cabras del tratamiento 1 recibieron otra dosis de GnRH y el día 10 se realizó la inseminación artificial sin detección de celo. A las cabras del tratamiento 2, el día 14 se les aplicó PGF<sub>2α</sub>, y el día 15 se les retiró el implante con la ayuda de un bisturí. El día 16 se aplicó nuevamente GnRH procediéndose a inseminar las cabras al día siguiente.

La primera muestra de sangre, la cual se obtuvo vía punción en la yugular, en tubos de ensayo de 5 ml sin anticoagulante, se tomó 11 días antes de iniciar ambos tratamientos. En los días 0, 7 y 16 de ambos tratamientos también se colectaron muestras de sangre. El día 25 se tomó la última muestra de sangre del tratamiento 1 después de haber inseminado y en el tratamiento 2 se tomaron muestras también en los días 14 y 32, éstas últimas postinseminación.

Estas muestras fueron centrifugadas para separar el suero sanguíneo en el cual posteriormente se determinó la concentración de progesterona de cada una de ellas, a través del método de ELISA para checar si estaban ciclando y la última muestra se tomó para saber si habían quedado preñadas.

La inseminación artificial se realizó con semen fresco el cual se obtuvo de 8 machos cabríos, de los cuales, 5 eran de la raza Nubia y 3 de la Granadina. Este semen se diluyó en una solución de leche descremada con menos de 1% de grasa, glucosa, agua bidestilada, penicilina potásica y dehidrato de estreptomicina. Este diluyente es rico en proteínas y carbohidratos, que sirven como fuente de alimento para los espermatozoides.

## **Experimento 2.**

Este experimento se realizó en 1999, con la misma metodología, con cabras del mismo hato y bajo las mismas condiciones que el experimento 1; la única diferencia fue que en lugar de utilizar inseminación artificial, se introdujeron 4 machos de la raza Nubia durante un mes y el número de animales para cada tratamiento fue: Tratamiento 1=52 y tratamiento 2=53. En este experimento no se tomaron muestras de sangre de las cabras.

El razonamiento del tratamiento tratamiento 2 consiste en aplicar GnRH a los 2 días de insertar el implante con el objeto de inducir una ovulación con el implante *in situ*. Con esto se propicia que el folículo que ovula sea uno recién reclutado, y no uno que se mantenga reprimido durante el tiempo que dure este implante. Los óvulos de folículos recién reclutados son más fértiles que los óvulos de folículos reprimidos en su crecimiento. (Thatcher et al., 1996).

### **Análisis estadístico.**

Se utilizaron análisis de *Chi cuadrada* para detectar diferencias entre tratamientos en cuanto al porcentaje de pariciones. Las comparaciones de prolificidad se llevaron a cabo a través de pruebas de *t-students*. (Downie and Health, 1973).

## RESULTADOS

### Experimento 1.

Con las tres muestras de sangre tomadas antes del tratamiento hormonal fue posible determinar el porcentaje de cabras que se encontraban ciclando antes del tratamiento (si cualquiera de las tres muestras presentaba niveles de progesterona  $>1\text{ng/ml}$ , el animal se consideraba con actividad luteal). Los porcentajes de cabras ciclando fueron 28% para el tratamiento con GnRH-PGF<sub>2 $\alpha$</sub>  y 20% para el tratamiento con GnRH-PGF<sub>2 $\alpha$</sub> -Norgestomet.

En el cuadro 4.1 se muestran los resultados de los diferentes protocolos de sincronización. Los porcentajes de pariciones de las cabras en ambos tratamientos fueron muy similares, no existiendo diferencia entre ellos ( $X^2 = 0.69$ ; g.l. = 1;  $P = 0.3$ ). La prolificidad de las cabras no se vio afectada por los protocolos de sincronización utilizados.

**Cuadro 1.- Tasa de pariciones y prolificidad de cabras mestizas mantenidas en agostadero e inducidas a ovular e inseminadas a tiempo fijo.**

Rubro*	GnRH-PGF <sub>2α</sub>	%	GnRH-PGF <sub>2α</sub> -Norgestomet	%
Cabras tratadas	54	100	51	100
Cabras tratadas paridas/cabras	12	22.2	13	25.4
Cabritos nacidos/cabras tratadas	17	31.4	17	33.3
Cabritos nacidos/cabras paridas	17	141.6	17	130.7

\*Para todas las variables no existe diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05)

## Experiemento 2.

En el Cuadro 4.2 se presentan las tasas de pariciones y la prolificidad de las cabras inducidas a ovular con 2 protocolos distintos. Aunque la tasa de pariciones fue 8 puntos porcentuales más elevada en las cabras tratadas con GnRH-PGF<sub>2α</sub>-Norgestomet en comparación con las cabras tratadas con GnRH-PGF<sub>2α</sub>, no se detectaron diferencias significativas entre grupos de cabras ( $X^2 = 0.38$ ; g.l = 1; P = 0.3). Tampoco existió diferencia significativa en la prolificidad de las cabras entre los 2 grupos de animales.

**Cuadro 2.- Tasa de pariciones y prolificidad de cabras mestizas mantenidas en agostadero e inducidas a ovular y fecundadas con monta directa.**

Rubro*	GnRH-PGF <sub>2α</sub>	%	GnRH-PGF <sub>2α</sub> -Norgestomet	%
<b>Cabras tratadas</b>	53	100	52	100
<b>cabras paridas/cabras tratadas</b>	32	60.3	27	51.9
<b>Cabritos nacidos/cabras tratadas</b>	42	79.2	40	76.9
<b>Cabritos nacidos/cabras paridas</b>	42	131.2	40	148.1

\*Para todas las variables no existe diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05)

## DISCUSIÓN

Las tasas de pariciones de las cabras en el experimento 1 resultaron extremadamente bajas. En el caso de las cabras tratadas con GnRH-PGF<sub>2α</sub> estos resultados se explican por el número reducido de cabras que estaban ciclando. De hecho el porcentaje de pariciones es muy cercano al porcentaje de cabras que se encontraban ciclando al momento de iniciar el tratamiento hormonal. El protocolo para la sincronización de las cabras utilizado en este experimento sólo funciona en cabras con actividad ovárica. La explicación de lo anterior es como sigue. La inyección inicial de GnRH provoca la ovulación o la luteinización de cualquier folículo maduro existente, además de provocar el reclutamiento y selección de nuevos folículos. La inyección de PGF<sub>2α</sub> causa la regresión del cuerpo lúteo original o el cuerpo lúteo inducido, y permite la maduración del folículo recién reclutado. La segunda y final inyección de GnRH induce la ovulación del nuevo folículo maduro. En el presente experimento, al existir muy pocas cabras con actividad ovárica, la



inyección inicial de GnRH seguramente no tuvo efecto sobre folículos maduros, y posiblemente no indujo el reclutamiento de una nueva ola folicular.

Otra posible explicación del reducido porcentaje de pariciones fue la falta de coincidencia de la inseminación con la ovulación. Al momento de la inseminación, ninguna de las cabras mostró celo. Éste posiblemente se presentó posterior a la inseminación artificial.

Hasta donde se tiene conocimiento, este es el primer estudio donde se aplican estos protocolos para la sincronización del celo de las cabras. Estos protocolos han sido probados con éxito en bovinos (Thatcher *et al.*, 1996) y el tratamiento se reprodujo, con menores dosis de los fármacos, en las cabras de este estudio. Por los resultados de este estudio todo indica que el protocolo debe ser ajustado para las cabras, y uno de esos ajustes posiblemente debe hacerse en el intervalo entre la última inyección de GnRH y la inseminación.

El porcentaje de pariciones de las cabras con el protocolo GnRH-PGF<sub>2α</sub>-Norgestomet fue igualmente bajo, sin embargo, el bajo porcentaje de cabras ciclando al inicio del tratamiento hormonal no puede señalarse como el factor causante de la baja respuesta de las cabras. Lo anterior se debe a que el norgestomet induce a la ovulación a los animales que no se encuentran ciclando. En este caso, la pobre tasa de pariciones se atribuye también a una falta de sincronización entre la inseminación y la ovulación,

puesto que en este grupo de animales tampoco se observaron las cabras en celo al momento de la inseminación. Cabe señalar, sin embargo, que muchas de las cabras inseminadas presentaban moco cervical al momento de la inseminación, pero al no presentar signos externos de celo, posiblemente las cabras estaban en el período de proestro.

En el segundo experimento los porcentajes de pariciones fueron el doble en comparación con los observados en el experimento uno. Este incremento se atribuye a que, en este caso, la inseminación por monta natural fue obviamente muy cercana al tiempo de la ovulación. Al no existir diferencia entre tratamientos, estos resultados no apoyan la hipótesis de que la combinación de GnRH con norgestomet resulta en mayores tasas de pariciones. El razonamiento de introducir la GnRH en el protocolo es que esta hormona induce la ovulación del folículo dominante con el implante *in situ*. Por lo tanto, el folículo que finalmente crece hasta liberar el óvulo, es uno que ha sido recientemente reclutado, y por lo mismo, el óvulo liberado tiene mayores posibilidades de ser fecundado. De no utilizarse el GnRH en combinación con el norgestomet, el óvulo liberado provendría de un folículo persistente (crecimiento detenido por el progestágeno) y esto resulta en una reducción en la fertilidad (Thatcher *et al.*, 1996).

Los porcentajes de pariciones obtenidos en el presente estudio están lejos de los resultados obtenidos en pocos estudios donde se ha utilizado el norgestomet para la inducción del celo de las cabras. Bretzlaaff y Madrid (1985), por ejemplo, reportan porcentajes de pariciones de 75% en cabras

lecheras. Rowe y East (1996) al combinar el norgestomet con SYP obtuvieron porcentajes de pariciones de 70 a 90%.

En muchos otros estudios, sin embargo, los resultados se acercan a los datos reportados en el presente estudio. East y Rowe (1989), por ejemplo, usaron implantes subcutáneos con 6 mg de norgestomet y encontraron un porcentaje de pariciones del 64.4%, que es comparable con los resultados del experimento 2. Bretzlaff *et al.* (1989) utilizaron implantes subcutáneos con 3 mg de norgestomet por 11 días en tres hatos de 25, 22 y 15 cabras cada uno. Los hatos 1, 2 y 3, tuvieron índices de preñez de 56, 67 y 27%, respectivamente. Robin *et al.* (1994) reportan porcentajes de pariciones en cabras sincronizadas con progestágenos, de 43.6 y 53.9%.

Cabe aclarar que todos los reportes citados anteriormente se han llevado a cabo bajo condiciones intensivas, lo que les da una enorme ventaja a esas cabras por estar mejor alimentadas que las cabras del presente estudio.

Los protocolos utilizados, especialmente el GnRH-PGF<sub>2α</sub>-Norgestomet, resultan extremadamente caros, y dado los resultados del presente estudio, su adopción por los caprinocultores es cuestionables. Datos de Mellado *et al.* (2000) indican que con la sola utilización del norgestomet es posible alcanzar tasas de pariciones superiores al 80%. Por lo tanto, en los sistemas de caprinos en agostadero no conviene utilizar protocolos complejos y costosos como los probados en este estudio.

## CONCLUSIONES

La sincronización del celo con GnRH-PGF<sub>2α</sub>-Norgestomet no ofrece ventajas sobre GnRH-PGF<sub>2α</sub>, y ambos protocolos combinados con la inseminación artificial a tiempo fijo presentan porcentajes de pariciones extremadamente bajos, lo cual no es aceptable para los sistemas extensivos de caprinos.

Con la utilización de machos cabríos, la sincronización del celo con GnRH-PGF<sub>2α</sub>-Norgestomet no ofrece ventajas sobre GnRH-PGF<sub>2α</sub>, pero los porcentajes de pariciones se mejoran notablemente, lo que pudiera ser de utilidad para los caprinocultores en condiciones de agostadero.

## LITERATURA CITADA

- Alacam, E., S. Oszar, C. Kilicogju, B. Guven, H. Izgur, T. Tekeli and P. Glatzel. 1985. Induction of estrus in saanen goats at early breeding season by intravaginal progesterone sponges by prostaglandin F2alfa injections, effect on different age groups. *Theriogenology* 24: 283-292.
- Baril, G., B. Remy, J.C. Vallet, and J.F. Beckers. 1995. Effect of repeat use of progestagen – PMSG treatment for estrus control in dairy goats out of breeding season. *Reprod. Dom. Anim.* 27:3.
- Baril, G., B. Leboeuf and J. Saumandel. 1993. Synchronization of estrus in goats: the relationship between time of occurrence of estrus and fertility following artificial insemination. *Theriogenology* 40:621-628.
- Baril, G., B. Remy, B. Leboeuf. J.F. Beckers and J. Saumande. 1996. Synchronization of estrus in goats: the relationship between eCG binding in plasma, time of occurrence of estrus and fertility following artificial insemination. *Theriogenology* 45:1553-1559
- Bretzlaff, K. N. And N. Madrid. 1985. Synchronization of estrus and fertility in goats with norgestomet ear implants. *Theriogenology* 24:351-358.
- Bretzlaff, K. N., L.C. Nuti, R.G. Elmore, S.A. Meyers, J.N. Ruglia, S.P. Brinsko, T.L. Blachard and P.G. Weston. 1992. Synchronization of estrus in dairy goats given norgestomet and estradiol valerate at various stages of estrous cycle. *Amer. J. Vet. Res.* 53:930-934.
- Bretzlaff, K.N. and N. Madrid. 1989. Clinical use of norgestomet ear implants or intravaginal pessaries for synchronization of estrus in anestrus goats. *Theriogenology* 31:419-423.

- Bretzlaff, K.N., R.S. Ott, P.G. Weston, and J.E.Hixon. 1981. Doses of prostaglandin F<sub>2</sub>α effective for induction of estrus in goats. *Theriogenology*. 16:587-589.
- CETENAL. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1980. Saltillo. Carta Uso del Suelo y Vegetación. G. 14 C33. Escala 1:50 000 1p.
- Cortee, J.M., B. Leboeuf and G. Baril. 1988. Artificial breeding of adult goats and kids induced with hormones to ovulate outside the breeding season. *Small Rumin. Res.* 1:19-35.
- Downie, N. M. and Health R. W. 1973. *Métodos estadísticos aplicados*. Pp 212 – 218.
- East, N.E., Rowe, J.D. 1989. Subcutaneous progestin implants versus intravaginal sponges for dairy goat estrus synchronization during the transitional period. *Theriogenology* 32:921-928.
- Freitas, V.J.F., G. Baril, B. Martin and J. Saumande. 1997. Physiological limits to further improvement in the efficiency of oestrous synchronization in goats. *Reprod. Fertil. Dev.* 9: 551-6.
- Greyling, J.P.C. and C.H.Van Niekerk. 1991. Different synchronization techniques in Boer goat does outside the normal breeding season. *Small Rumin. Res.* 5:233-243.
- Greyling, J.P.C. and C.H. Van Nierkek. 1986. Synchronization of estrus in the Boer goat does: dose effect of prostaglandin in the double injection regime. *South Afri. Tydskr Veekd.* 16:146-150.
- Mani, A.U., W.A.C. Mckelvey, and E.D. Watson. 1992. The effects of low level of feeding on response to synchronization of estrus, ovulation rate and embryo loss in goats. *Theriogenology*. 38:6 1013-1022.
- Mellado, M., R. Alemán, F.J. Orozco, G. Uribe. 1994. Effecto of prostaglandin F<sub>2</sub>α dosage and route of administration on estrus response in criollo goats under range condiotions. *Small. Rumin. Res.* 14:205-208.
- Mellado, M. and R. Valdes. 1997. Synchronization of estrus in goats under range conditions treated with different doses of new or recycled norgestomet implants in two seasons. *Small. Rumin. Res.* 25:155-160.
- Mellado, M. R. Olivas and F. Ruíz. 2000. Effect of buck stimulus on mature and pre-pubertal norgestomet-treated gotas. *Small Rumin. Res.* 36:269-274.
- Mendoza, H. J. M. 1983. *Diagnóstico Climático para la Zona de Influencia Inmediata a la U.A.A.A.N.* Saltillo, Coahuila, México.

- Menegatos, J., S.E. Chadio, G. Karatzas and E. Stoforos. 1995. Progesterone levels throughout progestagen treatment influence the establishment of pregnancy in the goat. *Theriogenology* 43:1365-1370.
- Nuti, L.C., K.N. Bretzlaff, R.G. Elmore, S.A Meyers, J.M. Ruglia, S.P. Brinsko, T.L. Blanchard, and P.G. Weston. 1992. Synchronization of estrus in dairy goats treated with prostaglandin F at various stages of the estrous cycle. *Am. J. Vet. Res.* 53: 935-937.
- Pendleton, R.J., C.R. Youngs, R.W.Rorie, S.H. Pool, M.A. Memon and R.A. Godke. 1992. Comparison of fluorogestone acetate sponges with norgestomet implants for induction of estrus and ovulation in anestrous dairy goats. *Small. Rumin. Res.* 8:3 269-273.
- Robin, N., J.P. Laforest, J.G. Lussier and L.A. Guilbault. 1994. Induction of estrus with intramuscular injections of GnRH or PMSG in lactating goats (*Capra hircus*) primed with a progestagen during seasonal anestrus. *Theriogenology* 42:107-116
- Rowe, J.D. and N.E. East. 1996. Comparison of two sources of gonadotropin for estrus synchronization in does. *Theriogenology* 45:1569-1575
- Senn, B.J. and M.E. Richardson. 1991. Seasonal effects on caprine response to synchronization of estrus and superovulatory treatment. *Theriogenology.* 37:579-585.
- Thatcher, W.W., R.L. de la Sota, E.J.P. Schmitt, T.C. Diaz, L. Badinga, F.A Simmen, C.R. Staples and M. Drost. 1996. Control and management of ovarian follicles in cattle to optimize fertility. *Reprod. Fert. Dev.* 8:203-217.
- 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.* 33:1-4. 127-141.