

— RESPUESTA SUPEROCULATORIA Y DINÁMICA DE LA  
PROGESTERONA EN CABRAS CRIOLLAS  
PREESTIMULADAS CON PMSG Y  
SUPEROVULADAS CON FSH

JORGE ITURBIDE RAMÍREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN REPRODUCCIÓN  
ANIMAL



Universidad Autónoma Agraria “AntonioNarro”  
Unidad Laguna - Subdirección de Postgrado.  
Torreón Coahuila, Febrero de 1999.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

RESPUESTA SUPEROVULATORIA Y DINÁMICA DE LA PROGESTERONA  
EN CABRAS CRIOLLAS PREESTIMULADAS CON PMSG Y  
SUPEROVULADAS CON FSH.

TESIS  
POR

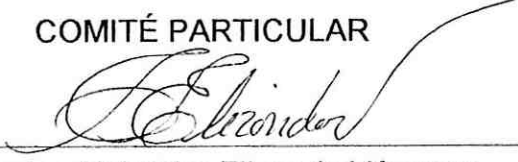
JORGE ITURBIDE RAMÍREZ.

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como  
requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN  
REPRODUCCIÓN ANIMAL

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal \_\_\_\_\_


  
Dr. Carlos Alejandro Elizondo Vázquez.

Asesor \_\_\_\_\_

  
Dr. Carlos Leyya Orazma.

Asesor \_\_\_\_\_

  
M.C. Sergio Barraza Araiza

  
Dr. Raúl Villegas Vizcaíno.  
Jefe del Depto. de Postgrado, U.L.

\_\_\_\_\_  
Dr. Ramiro López Trujillo.  
Subdirector de Postgrado.

Torreón, Coahuila. Febrero de 1999.

A Lorena, Lorenita y Jorge

A mis padres

Cuando ya no esté  
No me busques en mi tumba  
Pues allí no me hallarás  
Búscame en la sonrisa  
De mis hijos,  
En el perfume de mi amada,  
En mis obras  
Que allí me encontrarás

A mis Asesores, Profesores y Compañeros de la Maestría.

## Agradecimiento:

A Dios

A mi Universidad

A mis Profesores

A mis compañeros

COMPENDIO.

RESPUESTA SUPEROVULATORIA Y DINÁMICA DE LA PROGESTERONA  
EN CABRAS CRIOLLAS PREESTIMULADAS CON PMSG Y  
SUPEROVULADAS CON FSH.

POR

JORGE ITURBIDE RAMÍREZ.

MAESTRÍA EN CIENCIAS  
REPRODUCCIÓN ANIMAL.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA.

Torreón, Coahuila. Febrero de 1999.

Dr. Carlos Alejandro Elizondo Vázquez.

ASESOR

PALABRAS CLAVE: Respuesta superovulatoria, preestimulación, PMSG, FSH,  
progesterona, recolección embrionaria, caprinos.

Los objetivos de este trabajo fueron primero, determinar la respuesta superovulatoria en cabras criollas preestimuladas con gonadotropina sérica de yegua preñada y superovuladas con hormona folículo estimulante y segundo, cuantificar los perfiles hormonales de la progesterona sérica durante y después de la superovulación. El trabajo experimental consistió en dos grupos de cinco cabras cada uno ( $n = 10$ ). El grupo A fue superovulado administrando únicamente 250 U.I. de FSH, en dosis decrecientes, durante cuatro días. El grupo B, además fue preestimulado con 200 U.I. de PMSG, que se administraron el día 3 después de aplicar las esponjas intravaginales con progestágeno. Al evaluar las cabras que presentaron respuesta de tres o más cuerpos lúteos, considerando ambos ovarios, al día de la colección embrionaria realizada por el método quirúrgico ( $n=7$ ), se encontró que la respuesta superovulatoria fue mejor en las cabras preestimuladas con PMSG ( $p<0.05$ ), pues se detectaron 46 vs 29 cuerpos lúteos, igualmente se encontró una tendencia en el número de folículos para ser mayor (14 vs. 11). Los niveles séricos de progesterona, durante el tratamiento progestativo y el periodo superovulatorio, se midieron para investigar su posible relación con la presencia de cuerpos lúteos, pero no hubo diferencias que permitieran predecir, con seguridad y antes de la recolección embrionaria, si cada individuo responde positivamente al tratamiento superovulatorio. La colección y evaluación embrionaria, realizada por cirugías en la línea media, mostró que el número de embriones fue inferior en el grupo preestimulado (9 vs. 20), pero superior con relación a la fecundación (100 % vs.75 %).

ABSTRACT.

Superovulatory response and progesterone's dynamic on creole goats pre-stimulated with PMSG and superovulated with FSH.

BY

JORGE ITURBIDE RAMÍREZ.

MASTER OF SCIENCE  
ANIMAL REPRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA.

Torreón, Coahuila. February 1999.

Dr. Carlos Alejandro Elizondo Vázquez – Advisor.

KEY WORDS: Superovulatory response, priming stimulation, PMSG, FSH, progesterone, embryo recovery, goats.

Objectives in this study were first: determine the superovulatory response on creole goats pre-estimated with pregnant mare's serum gonadotropic (PMSG) and superovulated with follicle-stimulant hormone, and second; quantify hormonal profiles of seric progesterone during and after superovulation. The experimental work consisted on two groups of five goats each (n=10). Group A was superovulated administrating only 250 I.V. of PMSG, on day 3 after the application of intravaginal sponges with progesterone. When the goats showing response of three or more corpus luteum were evaluated, considering both ovaries, at the day of embryo collect realized by surgical technique (n=7), superovulatory response was found to be better on the goats pre-estimated with PMSG ( $p<0.05$ ), thus 46 vs. 29 corpus luteum were present, it was also showed a tendency of higher follicle number (14 vs. 11). Progesterone seric levels, during progestative treatment and superovulatory period, were measured to investigate its possible relation with corpus luteum presence, but no differences were found that allow predicting, with security and before embryo collection, if each individual responds positively to superovulatory treatment. Collection, and embryo evaluation, done by midline surgery, showed that the embryo number was inferior in the pre-estimated group (9 vs. 20), but superior related to fecundation (100% vs. 75%).



## ABREVIATURAS.

Cl.	Cuerpo lúteo.
d.e.	Desviación estándar.
F.	Folículo.
FGA.	Acetato de fluorogestona.
FSH.	Hormona foliculoestimulante.
FSH - P.	Hormona foliculoestimulante de origen porcino.
GnRH.	Hormona liberadora de gonadotropinas.
hMG.	Gonadotropina menopáusica humana.
INRA.	Instituto de la Investigación Agronómica de Francia.
Kg.	Kilogramo.
LH.	Hormona luteinizante.
LH-P.	Hormona luteinizante de origen porcino.
MAP.	Acetato de medoxiprogesterona.
µg.	Microgramo.
mg.	Miligramo.
ml.	Mililitros.
ng.	Nanogramos.
P4.	Progesterona.
PBS.	Solución buferada de fosfato de suero fetal bovino de Dulbecco.
PgF2 $\alpha$ .	Prostaglandina F2 $\alpha$ .
PMSG.	gonadotropina sérica de yegua preñada.
RIA.	Radioinmunoanálisis.
rpm.	Revoluciones por minuto.
TE.	Transferencia de embriones

# ÍNDICE DE CONTENIDO.

COMPENDIO .....	v
ABSTRACT .....	vii
ABREVIATURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	5
1.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Hipótesis.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. Características reproductivas en el ganado caprino criollo.....	6
2.1.1. Estacionalidad reproductiva de la hembra caprina.....	6
2.1.2. Estacionalidad reproductiva del macho cabrío.....	7
2.1.3. Prolificidad.....	8
2.1.4. Proporción macho - hembra.....	8
2.2. Desarrollo de la transferencia de embriones en caprinos.....	9
2.3. Selección y preparación de hembras donantes y receptoras.....	10
2.4. Tratamientos hormonales.....	11
2.4.1. La progesterona y sus análogos.....	13
2.5. Control del estro.....	14
2.5.1. Efecto macho.....	14
2.5.2. Control del fotoperiodo.....	15
2.5.3. Uso de los progestágenos en el control del estro.....	15
2.5.3.1. Implantes vaginales.....	17
2.5.4. Utilización de prostaglandinas F2 $\alpha$ .....	18
2.6. La superovulación como paso fundamental de la TE.....	19
2.6.1. Superovulación en las donantes.....	20
2.6.2. Estimulación con PMSG.....	20
2.6.3. Estimulación con FSH.....	21
2.6.4. Preparados comerciales para la superovulación con FSH.....	25
2.6.5. Frecuencia del tratamiento con FSH-P.....	26
2.6.6. Dosificaciones y relación FSH-P/LH-P.....	27
2.6.7. Variaciones en la respuesta superovulatoria debido a la raza.....	28
2.6.8. La preestimulación en los tratamientos superovulatorios.....	28
2.7. Perfiles séricos de progesterona.....	30
2.8. Recolección de embriones.....	31

III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	32
3.1. Localización del trabajo experimental.....	32
3.2. Material de laboratorio, reactivos y hormonas.....	32
3.3. Animales experimentales.....	33
3.4. Manejo y tratamiento hormonal.....	34
3.5. Detección de estros.....	36
3.6. Muestreo sanguíneo.....	36
3.7. Determinación hormonal.....	36
3.8. Búsqueda, recolección y evaluación de embriones.....	37
3.9. Análisis estadístico.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1 Sincronización del estro.....	39
4.2 Respuesta superovulatoria.....	39
4.3. Niveles de progesterona sérica.....	43
V. LITERATURA CITADA.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla	Pág.
A. Plan de trabajo con el grupo A.....	35
B. Plan de trabajo con el grupo B.....	35
1. Respuesta superovulatoria.....	40
2. Calidad de la respuesta superovulatoria.....	41
3. Recolección de embriones y porcentaje de ovocitos fertilizados.....	42
4. Porcentaje de recolección embrionaria.....	43
5. Dinámica de la P4 durante el tratamiento superovulatorio....	44
6. Promedio y desviación estándar de P4 sérica.....	45

## ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica	Pág.
A. Representación gráfica del ciclo sexual de la cabra.....	12
1. Dinámica de la P4 sérica en cabras sin preestimulación.....	48
2. Dinámica de la P4 sérica en cabras preestimuladas.....	49
3. Dinámica de la P4 sérica de los dos grupos (a) con 10 cabras y (b) eliminando 3 hembras sin respuesta al tratamiento superovulatorio.....	50

## I. INTRODUCCIÓN.

Desde los orígenes de la domesticación animal, los criadores han tratado de mejorar la calidad genética de sus animales con el fin de incrementar la productividad de su ganado. El objetivo principal de la selección animal es, por lo tanto, de orden económico. Para racionalizar la selección y difundir reproductores de las mejores condiciones genéticas, se han elaborado métodos de selección y reproducción cada vez más completos (Mellado, 1991).

La transferencia de embriones (TE) representa un método revolucionario de reproducción artificial. Esta tecnología, bien conocida en el caso del ganado bovino, es aplicable en pequeños rumiantes, con las correspondientes variaciones (Baril *et al.*, 1995).

En la Comarca Lagunera, son escasos los reportes sobre la transferencia de embriones en ganado caprino, ya que en la región poco o casi nada se realiza sobre técnicas avanzadas de reproducción para la mejoría genética en esa especie animal, como son la sincronización de estros, la inseminación artificial y la misma transferencia de embriones.

Dentro de las limitantes de la transferencia de embriones está la imposibilidad de predicción de la respuesta superovulatoria y existe por lo tanto elevada variabilidad en la cantidad de embriones obtenidos. Goulding *et al.*, (1996) consideran que la correcta respuesta superovulatoria requiere de la administración de gonadotropina en una determinada fase del ciclo estral, del

control de la luteólisis, de la sincronización de la ovulación, del adecuado nivel de fertilización y de un desarrollo embrionario precoz.

Mellado (1991) reporta que la mayoría de los tratamientos prácticos para sincronizar el celo de las hembras se basa en la administración de progesterona pura, de progestágenos y de prostaglandinas, mientras que para la superovulación se utilizan la gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG) y la hormona folículo estimulante (FSH).

Algunos autores reportan mejores resultados utilizando FSH, ya que se logra superior calidad embrionaria, dado que la PMSG está formada por macromoléculas difíciles de metabolizar y es mayor su vida media en la sangre. Esto causa que haya una liberación prolongada de estradiol que va a ocupar los receptores a la occitocina en el útero, provocando que aumenten los niveles de prostaglandinas  $F2\alpha$  ( $PgF2\alpha$ ) que, a su vez, inician la lisis del cuerpo lúteo, lo cual perjudica la gestación. Leyva *et al.* (1995) han realizando investigaciones sobre la acción de la anti-PMSG con la finalidad de contrarrestar esta acción.

Con cabras de Angora y con ovejas Suffolk la respuesta superovulatoria fue aceptable con diversas dosis de FSH y de PMSG (Armstrong y Evans, 1983). En algunos trabajos recientes se ha demostrado un aumento en la fertilidad con el uso de progestágenos y de PMSG (Leboeuf *et al.*, 1996 a). Sin embargo, el uso de progestágenos y PMSG en diferentes dosis para la producción de embriones no han sido del todo concluyentes en cabras Alpinas y Saanen (Leboeuf *et al.*, 1996 b). Alessandro *et al.* (1996) utilizaron PMSG y FSH, con un tratamiento único y con dosis repetidas, encontrando una mejor respuesta con esta última forma de dosificación. En otros trabajos se reporta la eficacia de la combinación de FSH y hormona luteinizante (LH) en la superovulación en cabras (Martemucci *et al.*, 1996).

Debido a que la disponibilidad de hormonas folículo estimulantes es muy variable y que se siguen introduciendo nuevos preparados comerciales, es importante determinar su mejor esquema de aplicación. Existen artículos científicos que describen las dosis y esquemas de administración para otras especies animales, sin embargo, para los pequeños ruminantes, es reducida la información sobre la FSH de origen porcino, de otras hormonas para provocar la superovulación y de las hormonas que se pueden utilizar como tratamiento progestativo (Mejía *et al.*, 1998).

Es conocido que otras hormonas, como la PMSG, se han utilizado para la superovulación, pero también se sabe que por su efecto biológico residual, puede ocasionar desarrollo folicular y aumento en la producción de estrógenos, que crean un ambiente perjudicial para la fertilización y el desarrollo embrionario. Córdova *et al.* (1992b) señalan que esta desventaja pudiera ser atenuada utilizando dosis mínimas o con antisuero contra esta hormona.

En la superovulación de las cabras es elevado el porcentaje de regresión de los cuerpos lúteos inmaduros, los cuales dejan de producir progesterona (P4), de tres a cinco días después de la ovulación, provocando que los embriones sean de insuficiente calidad al momento de la recolección. Para Saharrea *et al.* (1995) la regresión temprana de los cuerpos lúteos puede deberse a las altas cantidades de 17- beta estradiol secretadas por los folículos anovulatorios que permanecen en el ovario durante el periodo superovulatorio y la fase lútea temprana. Una alternativa para evitar la regresión prematura del cuerpo lúteo es la utilización de hormonas exógenas, principalmente hormonas gonadotrópicas, para tratar de lograr la ovulación de todos los folículos (Baril *et al.*, 1989).



Como es necesario realizar más investigaciones con hormonas preestimulantes para lograr mejor respuesta superovulatoria, surgió la inquietud para la realización de este trabajo de investigación, administrando dosis pequeñas de PMSG.

### 1.1. Objetivo general.

Este trabajo pretendió, por un lado evaluar el efecto de la preestimulación con gonadotropina de suero de yegua preñada en los tratamientos superovulatorios con hormona folículo estimulante de origen porcino (FSH-P) en cabras criollas de la Comarca Lagunera y por el otro, buscar si existe una correlación entre la respuesta superovulatoria y la concentración de progesterona.

### 1.2. Objetivos específicos.

Evaluar dos métodos para inducir la superovulación en cabras criollas, el primero únicamente por medio de la administración de hormona folículo estimulante de origen porcino y el segundo mediante la preestimulación con gonadotropina sérica de yegua preñada, así como valorar su efecto sobre la luteinización de los folículos y determinar los perfiles hormonales de progesterona, durante y después de la superovulación

### 1.3. Hipótesis.

La preestimulación con gonadotropina sérica de yegua preñada incrementa la respuesta ovárica, cuando se utiliza la hormona folículo estimulante de origen porcino para superovular cabras criollas.

Existe relación directa entre los niveles de progesterona sérica y la respuesta superovulatoria.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Características reproductivas en el ganado caprino criollo.

Según Chemineau y Delgadillo (1993) la hormona liberadora de gonadotropinas del hipotálamo estimula la hipófisis anterior, que a su vez, secreta las hormonas gonadotropinas LH y FSH, las cuales son responsables de la estimulación de las gónadas. Estas últimas son el lugar de síntesis y secreción de las hormonas esteroides que poseen múltiples funciones. Las hormonas esteroidales son responsables de la espermatogénesis y de la foliculogénesis, de la aparición del interés sexual y del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios. También ejercen una retroalimentación negativa o positiva sobre el eje hipotalámico-hipofisiario. Los equilibrios y las relaciones que existen entre estas diferentes hormonas, condicionan el desarrollo temporal de la actividad sexual de los machos (espermatogénesis y comportamiento sexual) y de las hembras (ciclos estruales y ováricos).

#### 2.1.1. Estacionalidad reproductiva de la hembra caprina.

Las hembras presentan una estacionalidad reproductiva más marcada que los machos y se caracteriza principalmente por la ausencia o presencia de estros en ciertas épocas del año. También cambian otras características como son la tasa ovulatoria y la supervivencia de las crías (Salinas *et al.*, 1989).

En la región de la Comarca Lagunera se ha encontrado que las cabras criollas presentan un anestro más marcado durante los meses de febrero, marzo y abril. Como consecuencia, la época de gestación inicia, si las cabras están en hatos con machos fértiles, desde los meses de mayo en adelante, pero las mayores tasas de concepción suelen ser durante junio y julio, aunque se pueden prolongar hasta finales de septiembre. (Flores *et al.*, 1996).

Debido a que en esta región el número de hembras por semental suele ser mayor que el recomendable, el periodo de empadre se amplía, lo que origina una elevada tasa de mortalidad en las crías, a causa, por un lado, de la alimentación deficiente de las madres y por el otro, a las condiciones climáticas adversas que se presentan durante los meses de diciembre a febrero, que es cuando acontecen las pariciones (Sáenz y Cano, 1991).

### 2.1.2. Estacionalidad reproductiva del macho cabrío.

Los machos presentan una estacionalidad menor que las hembras, pero existe una variación en la capacidad de monta, siendo más activos en los meses de marzo a mayo. En los otros meses del año, la reducción en la actividad no es drástica, ni influye significativamente sobre la fertilidad, salvo en los casos de total inactividad sexual. Algunos estudios recientes realizados en la Comarca Lagunera han demostrado que existe una relación directa entre el peso testicular y la producción espermática, encontrándose que la cantidad y la calidad del semen, también sufre variaciones estacionales, pero sin comprometer la eficiencia reproductiva en general (Canedo, 1995).

### 2.1.3. Prolificidad.

La actividad ovulatoria en las hembras jóvenes de los animales domésticos se afecta por la condición y el peso corporales, por la nutrición, por el fotoperiodo y por la edad del animal (Schillo *et al.*, 1992). En algunos estudios se ha encontrado que la tasa ovulatoria se incrementa con el aumento de peso de las cabras, variando desde cero por ciento de ovulaciones dobles, en cabras cuyo peso corporal es inferior a los 25.00 Kg, hasta casi cien por ciento de ovulaciones múltiples en hembras con 45.00 Kg o más. Los pesos corporales de las cabras al primer servicio, en la Comarca Lagunera, son inferiores a los 25.00 kilogramos y esto se refleja en el número de cabritos al nacimiento (Salinas, *et al.*, 1989). Quiñones (1989) reporta índices de prolificidad que varían de 1.17 hasta 2.00, con una media de 1.54, en esta región.

### 2.1.4. Proporción macho - hembra.

La relación óptima macho/hembra depende, entre otros factores, de las condiciones alimentarias, de la raza y de la condición corporal. Una relación máxima de un macho para veinte hembras (1:20) es la recomendada para esta región (Hoyos, 1991). Salinas *et al.* (1989) reportan que en la Comarca Lagunera existe una relación de 1:32 en promedio, así se puede inferir que esta relación es un factor más que incide en la ineficiencia reproductora de algunos hatos caprinos.

## 2.2. Desarrollo de la transferencia de embriones en caprinos.

Ramírez y Miller (1995) citan que la primera transferencia de embriones exitosa se realizó en 1891 con conejas, en la Universidad de Cambridge, Inglaterra. Amoah y Gelaye (1990) reportan que las primeras transferencias de embriones en borregas y en cabras las realizaron Warwick *et al.* (1934) en Texas, Estados Unidos de Norteamérica. Desde entonces, la transferencia de embriones se ha experimentado en muchas especies animales, aunque más en ratones, conejos, ovejas y sobre todo en vacas.

Jillella (1982) comenta que se perfeccionó la técnica del trasplante embrionario por el método quirúrgico en la vaca durante la década de los setenta, para luego propagarse por todo el mundo. En México se realizan los primeros intentos con esta tecnología en la década de los ochenta. El mismo autor reporta la enseñanza y divulgación por parte de la Universidad de Chapingo y plantea la necesidad de esta biotecnología en la producción animal, pero no señala avances en la aplicación de la misma.

A partir de los años sesenta, se han realizado numerosos trabajos sobre todo en Australia y Nueva Zelanda que han contribuido a determinar mejor las condiciones y las posibilidades de la producción por medio de la transferencia de embriones en ovinos. Sin embargo, la práctica de este método sigue estando poco desarrollada en los pequeños rumiantes, así en el año 1990 el número de embriones transferidos en el mundo, en ovejas y cabras alcanzó sólo una cifra de unos cuantos miles y mientras que en los bovinos se estimó en trescientos mil (Baril *et al.*, 1995).

En los bovinos, se ha intentado aumentar el número de folículos administrando dosis de FSH al inicio del tratamiento de superovulación (Ware

*et al.*, 1987), pero los resultados en ovinos han sido diferentes, ya que Ware (1986) no observó ningún incremento en el número de las ovulaciones.

La superovulación y transferencia de embriones en cabras se utiliza poco en México. Sin embargo, es importante contar con una técnica que sea adecuada a los recursos y la infraestructura de la región, y que al mismo tiempo brinde resultados tan satisfactorios como los citados en bovinos. De esta forma, además de poder obtener los beneficios que brinda esa tecnología en la especie caprina, puede servir como modelo para estudios de superovulación o transferencia de embriones en grandes rumiantes, por lo que es importante conocer la respuesta ovárica de esta especie a los tratamientos superovulatorios actualmente utilizados (Córdova *et al.*, 1992b).

### 2.3. Selección y preparación de hembras donantes y receptoras.

Se requiere la selección de un grupo de animales denominado "donadoras" el cual debe estar constituido por animales con características productivas y reproductivas superiores, en comparación con el resto de los animales del rebaño. También es necesario seleccionar un grupo de hembras denominadas "receptoras" las cuales no necesariamente tienen que ser de alto valor genético. Los animales seleccionados en ambos grupos deben estar clínicamente sanos, en buena condición corporal y libres de enfermedades de importancia reproductiva. También se deben considerar los aspectos de la identificación de los animales, así como de la alimentación, de suplementación de minerales y de programas de desparasitación (Rangel, 1996).

## 2.4. Tratamientos hormonales.

Los tratamientos hormonales son para inducir o sincronizar el estro y provocar la superovulación.

La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) o gonadoliberina es un decapeptido producido por ciertas neuronas secretoras del sistema nervioso central. La secreción de esta neurohormona en la circulación porta-hipofisaria varía bajo el efecto de factores externos e internos. Como factores externos se mencionan la fotoperiodicidad, los olores y el estrés, y como factores internos a los retrocontroles endocrinos, excitados por los estrógenos o por la progesterona. La GnRH secretada llega directamente a las células gonadotropas de la hipófisis, donde estimula la actividad de síntesis y liberación de hormona foliculoestimulante y de hormona luteinizante. Se han elaborado productos farmacéuticos análogos a la GnRH que poseen una actividad superior a la del péptido natural y que se emplean tanto en medicina humana, como en medicina veterinaria, para controlar la ovulación (Brebion y Cognié, 1989).

Las hormonas foliculoestimulante y la hormona luteinizante, también llamadas gonadotropinas, son dos glucoproteínas sintetizadas en la hipófisis anterior, que regulan la función ovárica. La FSH favorece el crecimiento y la maduración de los folículos y de los ovocitos, induce en el folículo la aparición de receptores de la LH y mantiene la secreción de estrógenos. La secreción de FSH, más o menos continua, presenta dos picos en su intensidad: El primero de mayor intensidad, que ocurre simultáneamente a la descarga preovulatoria de LH y el segundo que sucede dos o tres días más tarde, pero que suele ser más débil (Chemineau *et al.*, 1992a). La LH no es secretada en forma continua sino periódica, su concentración plasmática se eleva durante un corto periodo, que se conoce como pulso, para después descender progresivamente hasta el nivel



basal, donde permanece sin incrementarse hasta el siguiente pulso. La frecuencia de los pulsos varía según la estimulación por la GnRH de las células hipofisarias. Cada pulso de LH corresponde a un pulso de GnRH. Durante la fase preovulatoria, el aumento de la concentración de estrógenos secretados por los folículos ejerce una retroalimentación positiva sobre el eje hipotálamo-hipofisario. Esta estimulación aumenta la frecuencia de los pulsos de LH provocando un incremento importante de su concentración plasmática llamada pico preovulatorio de LH. Esta hormona, junto con la FSH, participan en la maduración final del folículo, después de lo cual el aumento masivo de su concentración (pico preovulatorio) produce la liberación del ovocito (ovocitación) y la transformación del folículo en cuerpo lúteo (luteinización). Después de la ovulación la LH estimula el desarrollo del cuerpo lúteo y por consiguiente, la síntesis de la progesterona.

Representación gráfica del ciclo sexual de la cabra, según Chemineau *et al.* (1991), citado por Baril *et al.* (1995).

La gonadotropina de yegua preñada (PMSG) es una gonadotropina extraída del suero de yeguas grávidas que posee una doble actividad, tanto de FSH, como de LH y es utilizada en la inducción de la ovulación en la oveja y la cabra (Baril *et al.*, 1995). Las acciones biológicas semejantes a la FSH incluyen la estimulación del crecimiento ovárico y el aumento de los niveles de estradiol en la sangre, producto de la reacción folicular, mientras que como LH estimula las células intersticiales del ovario, la inducción de la ovulación y la luteinización de las células de la granulosa (Cole y Cupps, 1984).

#### 2.4.1. La progesterona y sus análogos.

La progesterona es una hormona esterooidal secretada por el cuerpo lúteo del ovario y también por la placenta de algunas especies, como la oveja. Su función principal es la de mantener la gestación. Antes de la ovulación, la progesterona, sobre todo en la oveja, favorece el estro por efecto del estradiol. Después de la ovulación, el aumento de la concentración de progesterona, consecuente en la formación del cuerpo lúteo, ejerce una retroalimentación negativa sobre el hipotálamo que inhibe la secreción de GnRH, la pulsatilidad de LH y bloquea de esta forma otra nueva ovulación (Sutherland, 1988).

Algunos progestágenos sintéticos presentan una actividad más potente que la de la progesterona natural, siendo el acetato de fluorogestona<sup>1</sup> (FGA) y el acetato de medoxyprogesterona<sup>2</sup> (MAP) los más utilizados para sincronizar el estro (Ainsworth y Wolinetz, 1982). Actúan aumentando los niveles de P4 durante la fase luteal, así al momento de retirar la esponja hay una disminución abrupta de la concentración plasmática de progesterona que provoca un

---

<sup>1</sup>Chrono-gest, Intervet.

<sup>2</sup>MAP, Upjohn, y Norgestomet, Intervet

aumento en la estimulación de la secreción de LH y de estradiol, por lo que hay un pico preovulatorio de LH, que conduce a la aparición del estro (Chemineau *et al.* 1992b).

## 2.5. Control del estro.

La sincronización consiste en controlar el ciclo estral de los animales agrupando los periodos de estro en lapsos cortos y con esto elevar la eficiencia reproductiva en las explotaciones caprinas (Bretzlaff y Madrid, 1989).

Los métodos del control del estro incluyen al efecto macho, al control del fotoperiodo, al uso de progestágenos, a los implantes vaginales y subcutáneos, así como a la utilización de prostaglandinas, que se describen brevemente a continuación.

### 2.5.1. Efecto macho.

Es posible que las hembras en anestro inicien su actividad ovárica cuando se introduce un macho en un rebaño de hembras que ha permanecido aislado por lo menos tres semanas (Chemineau y Delgadillo, 1992b). El efecto macho puede ser usado en el periodo de transición entre la época de anestro y la reproductiva, siendo mayor el fenómeno cuando operan factores como el olor, la vista, el sonido y el contacto físico (Shelton, 1980).

001601

### 2.5.2. Control del fotoperiodo.

La cabra se reproduce durante los meses en los que los días tienen menos horas luz y se ha observado que el ciclo estral es más frecuente durante la disminución del fotoperiodo. En cuanto aumentan las horas luz la cabra empieza a entrar en una fase de anestro. El conocimiento del efecto del fotoperiodo sobre la actividad sexual ha ayudado a modificar ésta por medio de la regulación artificial de la luz. En la actualidad, se sabe que en las latitudes norte, superiores a los treinta y cinco grados, la actividad reproductora de los pequeños rumiantes depende del fotoperiodo y los apareamientos tienen lugar principalmente durante el otoño (Chemineau, 1986).

### 2.5.3. Uso de los progestágenos en el control del estro.

Los progestágenos son los compuestos más utilizados para la inducción o sincronización del ciclo estral en los pequeños rumiantes. Al aplicarlos durante periodos prolongados se simula el alargamiento de la fase lútea del ciclo, aunque exista la regresión fisiológica del cuerpo lúteo. Por lo tanto, mientras el progestágeno exógeno siga presente se inhibirá la secreción de la hormona luteinizante y se impedirá el desarrollo folicular y los ovarios permanecen inactivos. Si se mantiene el tratamiento con progestágenos durante catorce a veintiún días, se tendrá tiempo suficiente para que en todos los animales se produzca la regresión del cuerpo lúteo. Conforme los cuerpos lúteos van sufriendo la regresión, la retroalimentación negativa que ejerce el progestágeno sobre la liberación de gonadotropinas impide que algún folículo complete su desarrollo y se presente la ovulación (Bretzlaff y Madrid, 1989).

Al retirar la fuente del progestágeno se interrumpe la inhibición que ejercía sobre la liberación de gonadotropinas y el desarrollo folicular, produciéndose LH de manera semejante a como se presentaría en un proestro normal, por lo que los folículos de la mayoría de los animales completan su desarrollo en forma sincrónica. La ovulación suele presentarse en un lapso de veinticuatro a treinta y seis horas. Las alteraciones en los niveles hormonales durante el tratamiento con progestágenos van a depender principalmente de la etapa del ciclo estral en que se encuentre el animal al inicio del tratamiento, así como de su duración. Existe un nivel variable de progesterona circulante que tiende a disminuir conforme avanza el tratamiento, siendo este decremento paralelo a la regresión del cuerpo lúteo. Una vez terminado el tratamiento, la progesterona disminuye aún más, hasta situarse en los niveles propios de la fase folicular del ciclo. Por otro lado, el nivel de estrógenos se mantiene bajo al principio del tratamiento y comienza a elevarse una vez que se ha retirado el progestágeno (Rangel, 1996).

En las regiones ecuatoriales tropicales y subtropicales donde los cambios fotoperiódicos son menores, el periodo de reproducción es más corto, dependiendo más de las condiciones de alimentación y de los cambios de la temperatura ambiental. Durante el periodo de reproducción, cada hembra puede presentar, si no ha habido fecundación, varios ciclos sexuales sucesivos y el intervalo entre dos estros normalmente es de veinte a veintiún días (Chemineau, 1986).

Para inducir tempranamente la presentación de estros algunos productores mantienen a sus animales con diecisiete horas de oscuridad, después del inicio del mes de junio. Alternativamente, se pueden aumentar las horas luz de diecinueve a veinte horas durante sesenta días, para después eliminar las horas extras con lo que las cabras perciben el decremento en horas luz y empiezan a ciclar después de siete a diez semanas. En las razas

estacionales la utilización de la luz artificial, de la melatonina o de ambas, permite inducir la actividad cíclica durante anestro o adelantar la estación sexual anual en la hembra y abolir la estacionalidad sexual en el macho. Existen progestágenos, que tienen diferentes vías de administración como son la vía oral o la inyección parenteral, otros son implantes vaginales o subcutáneos. La progesterona inyectada se ha utilizado con éxito en la cabra, en dosis diaria de 12.0 mg por vía intramuscular, durante diecisiete a veintiún días. Desde el punto de vista práctico, la aplicación de este método es de costo muy elevado, por eso en algunas razas que no presentan una reproducción muy estacional se puede emplear mejor un progestágeno junto con el efecto macho. En este caso, la estimulación producida por la introducción de los machos puede mejorar la fertilidad (Chemineau, 1992).

#### 2.5.3.1. Implantes vaginales.

En el periodo 1965 -1970, el médico veterinario francés LaProvost y sus colaboradores del Instituto de la Investigación Agronómica de Francia (INRA) ensayaron y pusieron en práctica un método para inducción y sincronización del estro en las ovejas y en las cabras, que se comercializa en Europa con el nombre de Chrono-gest, Método INRA, que se aplicó a más de 300 cabras cada año en Francia. Las esponjas vaginales de poliuretano, impregnadas con 30.0 a 46.0 mg de acetato de fluorogestona (FGA) o de 60.0 mg de acetato de medoxiprogesterona (MAP), son los progestágenos más utilizados. En el caso de este último se ha encontrado que los resultados varían según la especie, la homogeneidad de las hembras y la duración del tratamiento. Se utilizan esponjas impregnadas con 45.0 mg de FGA, para las cabras adultas y con 40.0 mg para las cabras pequeñas, por un lapso de once a catorce días. El tratamiento progestativo puede realizarse también por medio de implantes, impregnados con norgestomet, que se colocan bajo la piel, al nivel de la

superficie externa de la oreja. La eficiencia es similar a la de las esponjas vaginales. En las cabras existen dos tipos de tratamiento con progestágenos y prostaglandinas F2 $\alpha$ , pudiendo ser de diecisiete a veintiún días (tratamiento largo) o de diez a doce días (tratamiento corto). En los casos de inducción y sincronización de la ovulación, después de realizada la inseminación artificial, la tasa de fecundación con un tratamiento largo suele ser inferior a la del tratamiento corto. Debido a que la duración de este tratamiento en la cabra es inferior a la vida del cuerpo lúteo cíclico, se puede administrar un análogo de la prostaglandina F2 $\alpha$ , cuarenta y ocho horas antes de la interrupción del tratamiento progestativo, para destruir los cuerpos lúteos que aún puedan estar activos en el momento de retirar el soporte del progestágeno (Baril *et al.*, 1995).

#### 2.5.4. Utilización de prostaglandinas F2 $\alpha$ .

Otra forma de sincronizar el celo sin la ayuda de progestágenos, se logra previa luteólisis sincronizada, por medio de dos inyecciones de un análogo de la prostaglandina F2 $\alpha$ . La necesidad de proceder con dos inyecciones administradas con un intervalo de diez a catorce días con 50.0 a 100.0 mg de cloprostenol<sup>3</sup> o bien con 4.0 mg de luprostiol<sup>4</sup>, se debe, a que por una parte, las hembras que se encuentran en la fase folicular, con una sola inyección no quedarán sincronizadas y, por otra parte, a que los cuerpos lúteos se vuelven sensibles a la prostaglandina sólo a partir del quinto día de la fase luteal, por lo que muchas hembras no quedarían sincronizadas. Una limitante de este tratamiento es que no es eficaz en las hembras acíclicas. Hay que tomar en cuenta que muchas veces, excepto durante la plena estación sexual, en un grupo de cabras hay algunas que no se encuentran ciclando y en estas cabras

---

<sup>3</sup> Estrumate, Pitman Moore.

<sup>4</sup> Prosolvin, Intervet.

las prostaglandinas no son eficaces. Una asociación con el “efecto macho” fue también propuesta con una inyección del día 16 al día 22 después de la introducción de los machos, cuando las hembras tienen un alto nivel de P4 y las cabras presentaron estro en porcentajes aceptables (Chemineau *et al.*, 1992b).

## 2.6. La superovulación como paso fundamental de la TE.

Se logra con la aplicación de gonadotropinas, que actúan sobre el ovario, ejerciendo su influencia sobre el crecimiento folicular, modificando la multiplicación celular y el crecimiento del ovocito, también aumentando el desarrollo de folículos primordiales y reduciendo el número de folículos atrésicos (De la Fuente y Cocero, 1988).

Es necesario considerar aspectos importantes como son la alimentación, el clima, el tipo y la dosis hormonal, el momento del ciclo estral, la fecha del parto anterior, la producción láctea y la manipulación adecuada de las hormonas. Para provocar la superovulación se emplea FSH porcina (FSH-P), en dosis de hasta 500 U.I. o PMSG, en dosis que varían de 1500 a 3000 U.I. (Mellado, 1991).

Aké *et al.* (1995) reportan que en bovinos sólo es posible el éxito si las hembras genéticamente superiores, que van a ser las donadoras, son seleccionadas adecuadamente y si los resultados de la TE son satisfactorios, es decir, si hay adecuada respuesta superovulatoria con la máxima recolección de embriones y con altos porcentajes de preñez al ser transferidos, lo que puede estar influido por características tanto de las donadoras, como de las receptoras.

El agente gonadotrópico más utilizado para estimular el crecimiento folicular suplementario es la hormona folículo estimulante, ya que parece que



con su empleo se obtiene un mayor número de embriones transferibles. Al contrario de la PMSG, la FSH tiene una vida media demasiado corta en el torrente sanguíneo, que es de tan sólo cuatro horas, por lo que tiene que aplicarse cada doce horas durante cuatro a cinco días (Martínez *et al.*, 1995).

Hafez (1996) señala que el mayor problema en la superovulación es el alto grado de variación de la respuesta entre individuos de la misma especie.

### 2.6.1. Superovulación en las donantes.

La estimulación del crecimiento folicular por medio de la inducción de la superovulación de las donantes o de la ovulación de las receptoras, tiene lugar normalmente al final del tratamiento progestativo y se realiza mediante inyección intramuscular de gonadotropinas coriónicas (PMSG) o hipofisarias (FSH). El tratamiento gonadotrópico para la inducción a la superovulación puede efectuarse en el curso del ciclo natural, comenzando la estimulación cuarenta y ocho horas antes del momento supuesto de la luteólisis espontánea, pero este método resulta por una parte ineficaz en el periodo anovulatorio y por otra parte es muy difícil de aplicar en casos de tratamiento conjunto de varias hembras que no han sido previamente sincronizadas. Por esta razón, la administración masiva de gonadotropinas tiene lugar generalmente al final del tratamiento progestativo, que corresponde a la fase folicular del ciclo estral, que conlleva un aumento del número de folículos preovulatorios y consecuentemente, un número más elevado de ovulaciones (Baril *et al.*, 1995).

### 2.6.2. Estimulación con PMSG.

La PMSG se caracteriza por una actividad LH cuatro veces superior a la actividad FSH y una larga duración de actividad biológica (cuatro días), de forma que si se administra con prostaglandinas  $F2\alpha$ , la dosis se puede reducir a

una sola inyección de 750 a 1500 U.I. de PMSG, realizada 48 horas antes del final del tratamiento progestativo y suelen ser suficientes para provocar la superovulación. Cuando no se conoce la dosis óptima de PMSG para la raza en cuestión, se debe calcular, así en las ovejas Ile-de-France, la administración de una cantidad muy elevada (3000 U.I. vs. 1200 U.I.) no determinó un aumento de la respuesta ovulatoria y el número medio de embriones transferibles producidos por la donante fue menor. Como consecuencia de su actividad LH predominante, la PMSG conduce en dosis elevadas a anomalías de maduración ovocitaria en los ovinos. Debido a la larga duración media de esta gonadotropina, los niveles elevados de PMSG todavía en circulación, al sobrepasar el celo provocan una actividad folicular anormal que perturba el entorno hormonal durante la fecundación y las primeras fases del desarrollo del huevo, por lo que se obtienen menos embriones de buena calidad. Esta hormona es cada vez menos utilizada en la inducción a la superovulación (Moor *et al.*, 1985).

### 2.6.3. Estimulación con FSH.

Esta hormona es la que más frecuentemente se emplea para inducir a la superovulación en los pequeños rumiantes. Los preparados de FSH de origen porcino u ovino, proceden de los extractos hipofisarios parcialmente purificados, pero su actividad FSH no es idéntica, siendo más constante la de origen porcino. Además los preparados comerciales de FSH tienen un cierto contenido de LH que es variable según el origen y el lote de fabricación. A menudo no se especifica la relación FSH/LH que tienen los productos comerciales y si aparentemente conviene la adición de LH al preparado inicial, la ausencia de esta información no permite una utilización óptima de estos fármacos. La inducción repetida de la superovulación con FSH-P produce en los caprinos una disminución de la respuesta ovulatoria debido a la aparición de

anticuerpos anti FSH-P. Esta disminución se observa en el cuarenta o cincuenta por ciento de las cabras a partir del tercer tratamiento con FSH-P, lo que aumenta hasta un setenta u ochenta por ciento en el cuarto o quinto tratamiento, respectivamente. La actividad de enlace de FSH-P debida a la presencia de anticuerpos antihormona se puede determinar por dosificación radioinmunológica, realizada a partir de plasma sanguíneo. Existe una correlación negativa entre la tasa de enlace de FSH-P determinada dos o tres semanas después del tratamiento y el número de ovulaciones en el tratamiento siguiente, para un intervalo entre tratamientos de siete semanas (Remy *et al.*, 1991).

Según estos mismos autores, la investigación sobre la presencia eventual de anticuerpos en los caprinos puede ser útil para la selección de cabras donantes, antes de un nuevo tratamiento con FSH-P. Así en las cabras que presentan una baja tasa de enlace de FSH-P después de un nuevo tratamiento, el número de ovulaciones la siguiente vez que se inyectan, es similar al de las hembras estimuladas la primera vez, mientras que es muy inferior en aquéllas en las que la tasa de enlace de FSH-P es más elevada. Al tercer tratamiento con FSH-P, las cabras que presentan una baja tasa de enlace de FSH-P no son tan numerosas (veinte a treinta por ciento).

La administración reiterada de FSH de origen caprino u ovino<sup>5</sup> no provoca en las cabras disminución de la respuesta ovulatoria, pero la FSH caprina no siempre se encuentra en el comercio. También se recomienda el empleo de preparados comerciales de FSH ovino para inducir la repetición de la superovulación en las cabras donantes, pero la estimulación ovárica obtenida mediante es muy variable según el lote de fabricación, lo que limita efectivamente su empleo (Baril *et al.*, 1992).

---

<sup>5</sup> Ovagen, Inmuno-Chemicals, Nueva Zelanda.

Las cantidades de FSH que se administran para obtener una superovulación se expresan generalmente en miligramos del estándar Armour, que es una unidad de actividad de un ensayo biológico correspondiente a unos 10-14  $\mu\text{g}$  de hormona FSH pura. La dosis total eficaz varía ampliamente, según el preparado hormonal utilizado y el genotipo de la donante, por lo que es recomendable determinar la dosis previamente por medio de una curva de dosis-respuesta. Brebion *et al.* (1992) encontraron para las ovejas de raza Targhee que la dosis óptima fue de 22.0 mg. Las dosis totales de FSH-P más generalizadas en las ovejas y las cabras están comprendidas entre los 16.0 y los 21.0 mg Armour, pero estas dosis pueden resultar insuficientes o, al contrario, excesivas para ciertos genotipos (Brebion *et al.*, 1992 y Tervit *et al.*, 1984).

En las cabras Cachemira, dosis de 6.0 a 9.0 mg inducen la superovulación (con 6.0 mg: 19 ovulaciones por hembra, con 9.0 mg: 29 ovulaciones por hembra), mientras que estas dosis son insuficientes en las cabras de la raza Angora (Ritar *et al.*, 1988).

La FSH-P tiene mejor efecto que la PMSG en la superovulación de las cabras, en cuanto al número de embriones colectados. Esto podría deberse al efecto residual de la PMSG, después del pico preovulatorio, de gonadotropinas endógenas, lo que causa que los folículos sigan desarrollándose y también un aumento en la producción de estrógenos, por lo que se crea un ambiente no apropiado ni para la fertilización ni para el desarrollo embrionario. Este efecto negativo puede eliminarse si se reduce la vida media de la PMSG con antisuero contra esta hormona (Dieleman y Berers, (1987), Córdova *et al.*, 1992b y Holtz, 1996).

Recientemente se observó que el uso de anticuerpos monoclonales contra la PMSG reduce la sobreestimulación ovárica y mejora la tasa de recolección embrionaria en vacas Holstein (Barraza, 1997).

#### 2.6.4. Preparados comerciales para la superovulación con FSH.

Los principales productos comerciales de FSH, son los siguientes:

Origen	Nombre comercial	Firma
ovino	Embryo-s	Embryo Plus, Australia.
ovino	Ovagen	Inmuno-Chemicals, Nueva Zelanda.
porcino	FSH-P	Schering, U.S.A.
porcino	Folltropin	Vetrepharm, Canadá.
porcino	Stimufon	Rhône-Merieus, Francia.
porcino	Super-Ov	Ausa International, U.S.A.
porcino	Pluset	Serono, Italia.

La respuesta superovulatoria depende del origen de la hormona utilizada. Baril (1992) utilizando FSH de origen porcino y ovino, en cinco tratamientos consecutivos en ganado caprino, con cuarenta y siete días de intervalo, encontró que la respuesta superovulatoria fue superior con la FSH de origen porcino.

Boland (1996) trabajando con ganado de carne, comparó hormonas folículo estimulantes de origen porcino, como el Pluset y el Folltropin, encontrando una mejor respuesta con el primer preparado comercial, tanto en la superovulación, como en la calidad embrionaria. En un segundo experimento fueron mejores los resultados, utilizando inyecciones múltiples, que con una sola aplicación. En un tercer experimento, trabajando con ovejas cruzadas de la razas Cheviots, Suffolks, Texels y Dorset Horns, reporta una respuesta mejor y superior calidad de los embriones con dosis decrecientes y en el cuarto experimento no hubo diferencia estadísticamente significativa entre seis y cuatro aplicaciones. Wierzchos *et al.* (1992) reportan en ovejas Polish Mountain aceptables respuestas con Pluset, en dosis de 500 U.I.

Cremonesi (1996) trabajando con bovinos de la raza Maremmana en Italia, logró con FSH-P respuestas de hasta 13 cuerpos lúteos y 10 embriones recuperados y transferidos, con dosis decrecientes en cuatro días.

En un trabajo semejante, Dixon y Hupkins (1996) reportan en un total de 22 donadoras, encontrando 301 cuerpos lúteos, de los cuales 212 fueron recuperados y transferidos con éxito.

En otros estudios con ganado lechero, al comparar la FSH-P con la gonadotropina menopáusica humana (hMG), se encontró mejor respuesta con el primer preparado (Mantovani *et al.*, 1996).

Es con base a estas investigaciones que resulta de interés la utilización de la FSH-P en el ganado caprino criollo, para la superovulación y para lograr mejor calidad embrionaria.

#### 2.6.5. Frecuencia del tratamiento con FSH-P.

Debido a la escasa vida media de la FSH-P, que es de tres a cuatro horas, es necesario repartir la dosis en varias inyecciones para inducir la superovulación. De cuatro a ocho inyecciones, con intervalos de doce horas cada una, se suministran durante los dos o cuatro últimos días del tratamiento progestativo. Cognie *et al.* (1986) reporta que en ovinos, la respuesta después del tratamiento de superovulación de corta duración (dos días) es inferior a la obtenida después de tres días de estimulación ovárica (2 días:  $5.8 \pm 2.7$ ; 3 días:  $8.8 \pm 5.1$  cuerpos lúteos).

### 2.6.6. Dosificaciones y relación FSH-P/LH-P.

En algunos preparados comerciales la cantidad total de FSH-P es de 500 U.I. que están mezclados con 500 U.I. de LH-P, en 20.0 ml. Se aplican 10.0 ml por vía intramuscular a cada cabra, es decir 250 U.I. de FSH-P y 250 U.I. de LH-P en dosis decrecientes, de 0.5 ml cada veinticuatro horas, durante cuatro días, administrando las hormonas cada doce horas (Brebion *et al.*, 1992 y Tervit *et al.*, 1984). La respuesta ovulatoria obtenida en las ovejas Ile-de-France ha sido más elevada en dosis decrecientes que con la inyección de dosis constantes (Torres y Sevellec, 1987).

Por otra parte, se ha encontrado que un incremento en el aporte de LH-P al final del tratamiento, también mejora la respuesta ovulatoria. Con este método, el número de ovulaciones y de embriones transferibles en la oveja o en la cabra donante son más elevados que con un aporte constante de FSH-P y LH-P (Cognie *et al.*, 1986).

Cremonesi y Stacchezzini (1994) estudiando la respuesta ovárica en el ganado bovino de leche, con dosis de 500 U.I. de FSH-P en dosis decrecientes en cuatro días, encuentran respuestas aceptables.

Campara y Escurra (1996) reportan en bovinos, que las donantes pueden ser superovuladas con éxito utilizando un régimen de una sola dosis diaria de FSH-P, para la recolección de embriones viables, en comparación a los logrados con un régimen de tratamiento de dos dosis diarias.

Zicarelli *et al.* (1991) trabajando con búfalos (*Bubalus bubalis*), con dosis de 900 U.I., durante cinco días y encuentran también aceptables resultados con FSH-P.



Baldassarre (1995) utilizó en ovinos un esquema de 6 días con 500 U.I. de Pluset y obtuvo buenos resultados con dosis decrecientes, aplicadas en la mañana y en la noche.

#### 2.6.7. Variaciones en la respuesta superovulatoria debido a la raza.

Diversos estudios han demostrado las diferencias en la respuesta de los caprinos en función de la raza, ya que con un mismo tratamiento con FSH-P, el promedio de ovulaciones en las cabras Angora (9.9) es inferior al observado por Ritar *et al.* (1988) en la raza Cachemira (21.4), pero mayor que el encontrado por Baril *et al.* (1989) en la Alpina (9.1).

En otro estudio más reciente, utilizando FSH-P, se encontró mejor respuesta superovulatoria en las cabras de raza Alpina que en la Nubia y en la Saanen (Lima *et al.*, 1994).

#### 2.6.8. La preestimulación en los tratamientos superovulatorios.

Con la preestimulación se pretende aumentar el número de pequeños folículos administrando una pequeña dosis de alguna hormona estimulante al inicio del tratamiento progestativo. Utilizando FSH-P en los bovinos, los resultados han sido contradictorios, sin embargo (Touati *et al.*, 1991), observaron un aumento de la respuesta ovulatoria.

Ware (1986) utilizando ovejas, no observó ningún aumento del promedio de ovulaciones en los animales previamente tratados con FSH-P al inicio del tratamiento progestativo. Estos resultados, que no son muy alentadores, hacen necesario que sean confirmados partiendo de un mayor número de investigaciones. Por lo anterior, resulta interesante la utilización de PMSG como

preestimulante, ya que solo se utiliza, como tratamiento superovulatorio solo o junto con FSH, al final el tratamiento progestativo (Baril *et al.*, 1995).

Petr *et al.* (1990) utilizaron dosis pequeñas de PMSG como preestimulante al principio del ciclo estral, en vacas lecheras superovuladas con PMSG, durante la fase media luteal. Los resultados obtenidos comparados con un grupo control, evidenciaron un aumento significativo ( $P < 0.01$ ) de cuerpos lúteos a favor del grupo de hembras preestimuladas (17.8 vs.7.2). Sin embargo no encontraron diferencias estadísticamente significativas con relación al porcentaje de embriones recuperados. Estos autores concluyen que bajas dosis de PMSG al inicio del ciclo estral aumentan la respuesta superovulatoria en vacas, argumentando que la preestimulación ovárica al inicio del ciclo estral, probablemente incrementa la cantidad de folículos preantrales antes de la superovulación.

La preestimulación al inicio del ciclo estral ha sido utilizada fundamentalmente en bovinos y en menor grado en pequeños rumiantes, pero aún los resultados son contradictorios, como lo plantean Baril *et al.* (1995). Según Fricke *et al.* (1994) la variabilidad de los resultados obtenidos con este método, en el cual se administra una dosis baja de gonadotropina (FSH o PMSG) al principio del ciclo, en una única aplicación, se debe a la falta de apoyo gonadotrópico continuado, el cual es necesario para llevar los folículos en crecimiento a una etapa preovulatoria.

En este sentido Gray *et al.* (1992) plantean que para maximizar la respuesta superovulatoria parece ser necesario individualizar los tratamientos, pues sus resultados dependen mucho de la cantidad de oleadas foliculares por ciclo estral en las vacas, lo que también podría suceder en pequeños rumiantes. También plantean que cualquier efecto positivo que se le atribuya a la preestimulación con FSH parece estar ligado al uso de un producto que esté

relativamente libre de LH, ya que se ha encontrado que la FSH que se utiliza como preestimulante contiene una parte de LH y esta puede ser causa de ovulaciones prematuras. Esto no coincide del todo con lo reportado por otros autores como Cognie *et al.* (1996) y Holtz, (1996).

## 2.7. Perfiles séricos de progesterona.

La determinación de perfiles hormonales durante y después de la superovulación ha permitido a un mejor entendimiento de la respuesta ovárica a la estimulación con hormonas gonadotrópicas en los bovinos y así se han podido tomar ciertas medidas para tratar de mejorar dicha respuesta. Estudios realizados en esa especie, indican que las concentraciones plasmáticas de esteroides se alteran debido a los tratamientos superovulatorios, encontrando que las concentraciones de progesterona son muy elevadas después de ocurrir las ovulaciones múltiples. Saumande (1980) y Córdova *et al.* (1992b) mencionan que existe una correlación positiva importante entre las concentraciones de este esteroide y el número de embriones recuperados.

Chemineau (1981) encontró en cabras lecheras un incremento en los niveles de P4, en cabras sincronizadas y con estro natural hacia los días 5 o 6 postestro.

En el ganado caprino son escasos los estudios respecto a los niveles séricos de P4, por lo que se ha considerado interesante determinar si existe relación entre las concentraciones de progesterona y el número de embriones colectados, para evitar la cirugía en aquellas hembras con respuesta nula o inadecuada (Córdova *et al.*, 1992a).

## 2.8. Recolección de embriones.

Los embriones deben recolectarse entre los cinco a siete días posteriores al primer servicio, ya que en estos días los embriones se encuentran en los cuernos uterinos y su desarrollo corresponde a una mórula compacta o blastocito. Además, en estos estados del desarrollo se pueden congelar exitosamente (Saharrea *et al.*, 1995). Los embriones recuperados pueden encontrarse en fases que varían desde mórula temprana, mórula madura, blastocisto temprano, blastocisto maduro, blastocisto expandido y blastocisto en eclosión (Leyva *et al.*, 1995).

### III. MATERIAL Y MÉTODOS.

#### 3.1. Localización del trabajo experimental.

Este trabajo se llevó a cabo en la posta caprina de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna, durante los meses de septiembre y noviembre de 1997, en los que las temperaturas de la región no se consideran extremas y los animales se encuentran en actividad reproductiva.

El lugar del experimento está ubicado en la Comarca Lagunera, que se encuentra a 26° N y 102° y 104° O. Con una altitud media sobre el nivel del mar de 1100 a 1400 m. La precipitación pluvial anual promedio oscila entre los 200 y 250 milímetros. La temperatura media anual es de 18 grados centígrados. El clima de la región se clasifica como seco extremoso (Schmidt, 1989).

#### 3.2. Material de laboratorio, reactivos y hormonas.

Instrumental de cirugía general.

Sondas de Foley del No. 12.

Jeringas hipodérmicas desechables de 10.0, 5.0 y 2.0 ml.

Jeringas de insulina de 0.5 ml.

Pipetas volumétricas graduadas de 1.0 ml.

Pipetas Pasteur.

Cajas de Petri desechables pequeñas de 35x 10.

Acrodisco de 22 micras.

Microscopio estereoscópico binocular de fibra óptica de 90x.

Suero fetal bovino al 2 %.

Hidrocloruro de xilazina<sup>6</sup> al 2.0 %.

Clorhidrato de lidocaína<sup>7</sup> al 2.0 % con epinefrina.

Solución fosfatada buferada de suero fetal bovino de Dulbeco<sup>8</sup> al 2 %.

Esponjas intravaginales y aplicadores<sup>9</sup>.

Hormona folículo estimulante de origen porcino<sup>10</sup>.

Gonadotropina sérica de yegua preñada<sup>11</sup>

### 3.3. Animales experimentales.

Se utilizaron diez cabras criollas, de entre once y veinticuatro meses de edad, con un peso corporal promedio de veintiocho kilogramos. Todas las hembras eran nulíparas y con su aparato genital clínicamente sano. A las cabras se les provocó digitalmente la ruptura de la membrana himenal dos días antes de la introducción de las esponjas vaginales, para evitar posibles adherencias.

Se hizo un grupo para cada tratamiento: Grupo A y grupo B, de cinco cabras cada uno.

---

<sup>6</sup> Rompún, Bayer.

<sup>7</sup> Xilocaína, Astra Chemicals.

<sup>8</sup> Dulbeco's PBS, PETS.

### 3.4. Manejo y tratamiento hormonal.

Durante el desarrollo del trabajo experimental, los animales se mantuvieron en las condiciones rutinarias de manejo de la posta, siendo heno de alfalfa el único componente de la ración, se desparasitaron y proporcionaron sales minerales a libre acceso.

Se homogeneizaron las unidades experimentales en cuanto a las características morfológicas y al manejo, desde antes de iniciar el tratamiento y hasta la obtención de los embriones.

El día 0 se sincronizaron las diez cabras de los lotes A y B por medio de esponjas vaginales<sup>9</sup> por un lapso de once días.

A las cinco cabras del grupo A se les aplicó una dosis total de 250 U.I. de FSH-P<sup>10</sup>, en aplicaciones decrecientes en 0.5 ml, equivalentes a 12.5 U.I., cada veinticuatro horas (días 9, 10, 11y 12), administradas cada doce horas por vía intramuscular y siguiendo el programa reducido de cuatro días (Tabla A).

A los cinco animales del grupo B se les trató igual pero además se hizo una preestimulación con PMSG<sup>11</sup> (200 U.I.) por vía intramuscular, tres días después de aplicar las esponjas(Tabla B), siguiendo los criterios señalados por Baldassarre (1995).

---

<sup>9</sup> Chrono-gest, Intervet, 45.0 mg de FGA.

<sup>10</sup> Pluset, Serono, FSH-P, 250 U.I., 10.0 ml.

<sup>11</sup> Folligon, Intervet, 200 U.I., 1.0 ml.

Tabla A. Plan de trabajo con el grupo A:

Día 0:	Aplicación de esponjas intravaginales.	1 <sup>o</sup> muestra de sangre.
4:		2 <sup>a</sup> muestra de sangre.
6:		3 <sup>a</sup> muestra de sangre.
9:	FSH-P (250 U.I. en 10.0 ml) en dosis decrecientes: 2.0 ml (mañana) y 2.0 ml (noche).	4 <sup>a</sup> muestra de sangre.
10:	1.5 ml (mañana) y 1.5 ml (noche).	
11:	1.0 ml (mañana) y 1.0 ml (noche).	5 <sup>a</sup> muestra de sangre y retiro de esponjas.
12:	0.5 ml (mañana) y 0.5 ml (noche).	6 <sup>a</sup> muestra de sangre y semental.
13:		Se cambió al semental.
15:		7 <sup>a</sup> muestra de sangre.
18:	Lavado quirúrgico.	8 <sup>a</sup> muestra de sangre.

Tabla B. Plan de trabajo con el grupo B:

Día 0:	Aplicación de esponjas intravaginales.	1 <sup>a</sup> muestra de sangre.
3:	Preestimulación con PMSG 200 U.I., 1.0 ml.	
4:		2 <sup>a</sup> muestra de sangre.
6:		3 <sup>a</sup> muestra de sangre.
9:	FSH-P (250 U.I. en 10,0 ml) en dosis decrecientes: 2.0 ml (mañana) y 2.0 ml (noche).	4 <sup>a</sup> muestra de sangre.
10:	1.5 ml (mañana) y 1.5 ml (noche).	
11:	1.0 ml (mañana) y 1.0 ml (noche).	5 <sup>a</sup> muestra de sangre y retiro de esponjas.
12:	0.5 ml (mañana) y 0.5 ml (noche).	6 <sup>a</sup> muestra de sangre y semental.
13:		Se cambió al semental.
15:		7 <sup>a</sup> muestra de sangre.
18:	Lavado quirúrgico.	8 <sup>a</sup> muestra de sangre.



### 3.5. Detección de estros.

Veinticuatro horas después de retirar las esponjas se introdujo un semental en el corral (día 12) y se procedió a observar hasta que las cabras permitieron la monta. El día 13 se cambió al semental, con el propósito de que todas las cabras fueran fecundadas.

### 3.6. Muestreo sanguíneo.

Para la obtención del suero, se tomaron muestras de sangre, por punción en la vena yugular, por primera vez cuando se colocaron las esponjas intravaginales (día 0), luego con intervalos de 72 horas (días 4, 6 y 9) y cada 24 horas durante la superovulación (días 11 y 12). Posteriormente, se tomaron muestras el día 15, para realizar la última el día del lavado uterino (día 18).

Los tubos de ensayo con sangre fueron centrifugados a 500 rpm. durante 30 minutos y el suero obtenido se mantuvo en congelación a una temperatura de menos veinte grados centígrados, hasta la cuantificación de las hormonas.

### 3.7. Determinación hormonal.

Para determinar los niveles de progesterona en el suero sanguíneo se utilizó el método de radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida, con un coeficiente de variación intra e interensayo de .....

### 3.8. Búsqueda, recolección y evaluación de embriones.

La colección de los embriones se realizó seis días después de detectado el celo e introducido los sementales (día 18). A los animales se les restringió el alimento y el agua durante veinticuatro horas, antes del lavado quirúrgico. La cirugía se realizó siguiendo la técnica descrita por Córdova (1991), por lo que las cabras fueron tranquilizadas y sedadas con hidrocloreuro de xilazina por vía intramuscular, colocadas en decúbito dorsal mediante sujeción de las extremidades, en una mesa cóncava de operaciones y una vez lavada, rasurada y desinfectada la región abdominal ventral, se infiltró localmente xylocaína y se hizo una incisión de diez centímetros sobre la línea media, a partir de dos centímetros caudalmente de la cicatriz umbilical y hasta dos centímetros de la base de la ubre.

Una vez que el útero y los ovarios fueron expuestos y después de registrar el número de cuerpos lúteos y de folículos presentes en cada uno de los ovarios, se realizó una pequeña incisión cerca de la bifurcación del útero y a través de ella se introdujo una sonda de Foley del No. 12 y se administró la solución buferada de fosfato al dos por ciento de suero fetal bovino y se recolectaron los embriones con ayuda de una jeringa. Posteriormente se procedió a suturar las incisiones.

Para la búsqueda de embriones se usó un microscopio estereoscópico con noventa aumentos, haciendo barridos en forma rápida y ordenada de arriba a abajo y de izquierda a derecha. Con una jeringa para insulina y con una aguja hipodérmica de calibre 22 x 32 de longitud, se procedió a mover el detritus y buscar los embriones. Una vez que se localizó cada embrión, se extrajo mediante una pipeta Pasteur con la punta redondeada y se depositó en una caja Petri de 35 x10 conteniendo solución de Dulbeco a temperatura ambiente. Los embriones recolectados se juntaron en el centro de la caja, cuidando de no

dejarlos en la orilla. Los embriones transferibles se separaron de acuerdo a su estado y calidad para la congelación o transferencia.

La clasificación de los embriones se llevó al cabo bajo los criterios de Linder y Wright (1983)

### 3.9. Análisis estadístico.

Se elaboraron estadísticas descriptivas a fin de obtener los valores promedio y las desviaciones estándar. Se utilizaron procedimientos paramétricos de análisis de datos con el programa computacional Super-Anova, Abacus Concepts, Inc. Berkeley, California, Estados Unidos de Norteamérica, 1989.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Sincronización del estro.

Las diez cabras respondieron positivamente al tratamiento progestativo, lo que se determinó al introducir los sementales al corral de cada grupo, comprobando que todas las hembras permitieron ser montadas.

### 4.2 Respuesta superovulatoria.

Como puede observarse en la tabla 1, tres cabras no tuvieron respuesta superovulatoria, considerando como tal a las que tuvieron menos de tres cuerpos lúteos en los dos ovarios, una fue del grupo no preestimulado y dos del grupo preestimulado con PMSG. El criterio para eliminar esas cabras, se hizo de acuerdo a las consideraciones de Wierzchos *et al.*, (1992).

La PMSG se utiliza como tratamiento superovulatorio, pero comparado con la FSH, provoca un número menor de cuerpos lúteos. (Córdova *et al.*, 1992b; Aké *et al.*, 1995; Alessandro *et al.*, 1996; Campara, 1996 y Holtz, 1996).

En este estudio se encontró que al utilizar PMSG como preestimulante, es decir, antes del tratamiento superovulatorio con FSH-P (que contiene LH en una relación de 1:1), se mejora la respuesta, ya que se obtuvieron 20 cuerpos lúteos más.

Tabla 1. Respuesta superovulatoria.

## Grupo A

Tratamiento: 250 U.I. FSH-P para cada cabra.			Respuesta *.
Cabra 1	ovario izquierdo	5 cuerpos lúteos y 1 folículo	positiva
	ovario derecho	5 cuerpos lúteos y 3 folículos	
Cabra 2	ovario izquierdo	2 cuerpos lúteos	positiva
	ovario derecho	2 cuerpos lúteos y 2 folículos	
Cabra 3	ovario izquierdo	8 cuerpos lúteos y 3 folículos	positiva
	ovario derecho	3 cuerpos lúteos y 1 folículo	
Cabra 4	ovario izquierdo	3 cuerpos lúteos	positiva
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 1 folículo	
Cabra 5	ovario izquierdo	sin respuesta	negativa
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 1 folículo	
Total: 30 cuerpos lúteos y 12 folículos.			Total: 4 positivas

\*Se consideró positiva si entre los dos ovarios se encontraron >3 cuerpos lúteos

## Grupo B

Tratamiento: 200 U.I. PMSG + 250 U.I. FSH-P para cada cabra.			Respuesta *.
Cabra 1	ovario izquierdo	1 cuerpo lúteo y 3 folículos	negativa
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 3 folículos	
Cabra 2	ovario izquierdo	2 cuerpos lúteos y 5 folículos	positiva
	ovario derecho	11 cuerpos lúteos	
Cabra 3	ovario izquierdo	8 cuerpos lúteos	positiva
	ovario derecho	7 cuerpos lúteos y 1 folículo	
Cabra 4	ovario izquierdo	1 cuerpo lúteo y 4 folículos	negativa
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 4 folículos	
Cabra 5	ovario izquierdo	7 cuerpos lúteos y 2 folículos	positiva
	ovario derecho	11 cuerpos lúteos y 6 folículos	
Total: 50 cuerpos lúteos y 28 folículos.			Total: 3 positivas

\*Se consideró positiva si entre los dos ovarios se encontraron >3 cuerpos lúteos

Al evaluar la calidad de la respuesta (tabla2), considerando como tal la cantidad media de cuerpos lúteos (Cl) y de folículos (F) en el momento del lavado uterino, puede observarse que en el grupo preestimulado, resultó una media de cuerpos lúteos superior al grupo A (10.0 vs. 6.0) y la media de folículos también fue superior en el grupo B (5.60 vs. 2.40), sin embargo, las diferencias no fueron significativas estadísticamente, pero al eliminar a las hembras sin respuesta al tratamiento superovulatorio, existe diferencia ( $p < 0.05$ ) entre la media de los cuerpos lúteos en el grupo preestimulado (15.3 vs 7.2), pero con relación al número de folículos (4.66 vs 2.75), la diferencia no fue significativa.

Tabla 2. Calidad de la respuesta superovulatoria.

Tratamiento.	# de animales.	# de Cl.	X Cl.	# de F.	X F.
Sin preestimulación	5	30	6.00 <sup>a</sup>	12	2.40 <sup>a</sup>
Preestimuladas	5	50	10.00 <sup>a</sup>	28	5.60 <sup>a</sup>
Sin preestimulación	4	29	7.25 <sup>a</sup>	11	2.75 <sup>a</sup>
Preestimuladas	3	46	15.33 <sup>b</sup>	14	4.66 <sup>a</sup>

Literales distintas indican diferencias significativas al nivel de  $p < 0.05$

A pesar de que el número de embriones recolectados (tabla 3) fue muy distinto, la calidad de los embriones resultó similar para ambos grupos. 100 por ciento de los ovocitos obtenidos en el grupo preestimulado estaban fertilizados, mientras que en el otro grupo sólo lo estaban 75 por ciento. Se hallaron folículos de mayor tamaño en el grupo preestimulado, debido posiblemente a la prolongada vida media en la sangre de la PMSG, razón por la que Dielman y Beress (1987) consideran el uso de suero anti-PMSG. No se encontró en este

trabajo la relación reportada en bovinos por Goulding *et al.* (1996) entre la presencia de folículos grandes con un deterioro de la calidad embrionaria.

Tabla 3. Recolección de embriones y porcentaje de ovocitos fertilizados.

Grupo A: FSH-P.

Ovocitos no fertilizados	5
Blastocisto temprano	6
Blastocisto expandido	5
Mórula madura	4
Total	20
% de ovocitos fertilizados	75

Grupo B: PMSG / FSH-P.

Blastocisto expandido	1
Mórula madura	8
Total	9
% de ovocitos fertilizados	100

No hubo diferencias estadísticas.

Como puede observarse en la tabla 4, en el grupo preestimulado resultó mayor el número de cuerpos lúteos, pero menor el número de embriones recuperados y por lo tanto, el porcentaje de recolección embrionaria.

Tabla 4. Porcentajes de recolección embrionaria.

TRATAMIENTO.	Total de cuerpos lúteos.	Embriones recuperados.	% de recolección.
FSH-P.	30	20	66.6
PMSG/FSH-P.	50	9	18.0

No hubo diferencias estadísticas.

El porcentaje menor de recolección de embriones obtenido con el uso de PMSG, pudiera deberse a dos factores: El primero, a que ésta hormona provoca mayor grado de luteinización folicular que la FSH, de esta forma algunos folículos luteinizados pueden ser considerados como cuerpos lúteos y como para el cálculo del porcentaje de recolección se considera el número de óvulos y de embriones recuperados con respecto al número de cuerpos lúteos, dicho porcentaje puede disminuir. Córdova (1991) y Monniaux *et al.* (1983) mencionan que después de 48 horas del pico preovulatorio de LH, sólo es posible distinguir un cuerpo lúteo de un folículo luteinizado, mediante técnicas histológicas. El segundo, posiblemente por la falta de catéteres adecuados para la recolección embrionaria es esta especie animal, ya que sólo se pudo trabajar con una sonda de Foley del número doce, que es apropiada para el lavado uterino de vaquillas.

#### 4.3. Niveles de progesterona sérica.

En la tabla 5 se muestran los niveles séricos de progesterona en nanogramos por mililitro, que fueron redondeados a un decimal porque para efectos prácticos del análisis estadístico, no fueron relevantes. Además se muestran los promedios y las desviaciones estándar de cada una de las muestras obtenidas.



Durante los periodos del implante progestativo (del día 0 al día 11) y del estro (día 12), los niveles séricos de P4, se mantuvieron en niveles basales y sin diferir entre los dos grupos. Los valores más elevados se observaron dos días antes y el día de la colección embrionaria en ambos grupos (días 15 y 18). Estos hallazgos son semejantes a los reportados por Córdova *et al.* (1992a). Borque *et al.* (1992) encontraron niveles elevados (6.22 ng/ml), hasta 4 días después de ocurrida la ovulación (día 15). Bretzlaff *et al.* (1992) reportan concentraciones semejantes, que se incrementan a partir de 4 días posteriores al estro y así continúan por 6 días más (días 15 hasta 21).

Saumande (1980) sugiere que existe marcada variabilidad individual, sin embargo, encontró que las concentraciones de P4 detectadas los días previos y durante la recolección de embriones, se asociaron con el número de cuerpos lúteos, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 5. Dinámica de la p4 durante el tratamiento superovulatorio.

Grupo A: FSH. Niveles séricos de progesterona (ng/ml).

	Cabra 1	Cabra 2	Cabra 3	Cabra 4	Cabra 5	X	±	d.e.
1ª muestra (día 0)	0.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.24	±	0.39
2ª muestra (día 4)	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.04	±	0.09
3ª muestra (día 6)	0.3	1.6	7.0	0.1	0.0	1.8	±	2.98
4ª muestra (día 9)	0.1	0.2	1.0	0.0	0.0	0.76	±	0.42
5ª muestra (día 11)	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.10	±	0.14
6ª muestra (día 12)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
7ª muestra (día 15)	11.3	8.2	18.5	7.2	6.3	10.3	±	4.96
8ª muestra (día 18)	12.1	9.3	23.4	7.1	21.9	14.76	±	7.44

Grupo B: PMSG/FSH. Niveles séricos de progesterona (ng/ml).

	Cabra 1	Cabra 2	Cabra 3	Cabra 4	Cabra 5	X	±	d.e.
1ª muestra (día 0)	0.0	0.7	0.1	0.0	1.0	0.76	±	0.46
2ª muestra (día 4)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.84	±	1.88
3ª muestra (día 6)	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1	0.24	±	0.48
4ª muestra (día 9)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5ª muestra (día 11)	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.06	±	0.13
6ª muestra (día 12)	0.4	0.2	0.0	1.5	0.0	0.42	±	0.63
7ª muestra (día 15)	9.1	7.3	4.5	5.3	9.0	7.04	±	2.10
8ª muestra (día 18)	23.0	35.5	8.8	6.6	7.7	16.32	±	12.63

No hubo diferencias estadísticas entre los dos grupos.

En este trabajo los resultados permiten inferir que los niveles séricos de progesterona no parecen ser adecuados para predecir la respuesta superovulatoria.

Los promedios y las desviaciones estándar de cada una de las cabras de los dos grupos se incluyen en la tabla 6 y como se puede apreciar, no existen diferencias estadísticas importantes.

Tabla 6. Promedio y desviaciones estándar de p4 sérica en los dos grupos.

	Grupo A	Grupo B
Cabra 1	3.04 ± 5.35	4.06 ± 8.28
Cabra 2	2.41 ± 3.96	5.46 ± 12.39
Cabra 3	6.24 ± 9.48	1.69 ± 3.27
Cabra 4	1.98 ± 3.21	1.71 ± 2.69
Cabra 5	3.53 ± 7.74	2.98 ± 3.66

No hubo diferencias estadísticas entre los dos grupos.

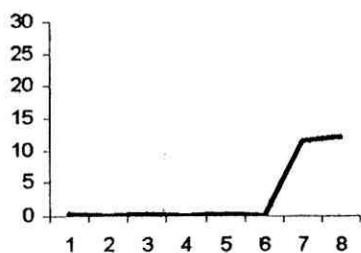
La representación de las concentraciones de progesterona individual de las cabras de cada grupo y en forma conjunta se muestra de manera gráfica al final de este capítulo.

Debido al reducido número de cabras criollas con que se trabajó en este experimento, no se pudieron obtener valores suficientes para alcanzar conclusiones apoyadas por diferencias estadísticamente significativas, con excepción del número de cuerpos lúteos que se encontró en el grupo de hembras preestimuladas con PMSG, previa eliminación de las cabras que tuvieron menos de tres cuerpos lúteos en los dos ovarios, al momento de la recolección embrionaria quirúrgica, ya que cuando se administran hormonas, es común que no todos los animales respondan al tratamiento. Sin embargo, parece haberse mostrado una tendencia, similar a la reportada por Petr *et al.* (1990) en bovinos, que hace pensar que preestimulando con PMSG, en los tratamientos superovulatorios con FSH-P, pueden obtenerse mejores resultados y también se pueden disminuir, sobre todo en caprinos, los costos de la transferencia de embriones.

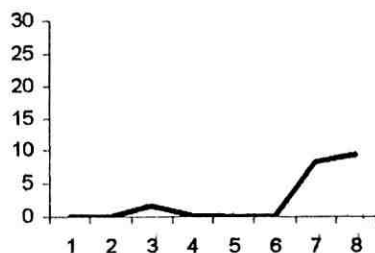
Así mismo, sería conveniente seguir investigando, con mayor número de animales, las hormonas y los fármacos, que en pequeños rumiantes pueden utilizarse como preestimulantes en los tratamientos superovulatorios, para conocer más la respuesta ovárica y encontrar nuevas técnicas para la recolección embrionaria, ya que como señala Holtz (1996), existe un panorama promisorio en el estudio de aspectos como la inmunización contra la inhibina, la fertilización *in vitro*, la recolección y la transferencia embrionaria por vía endoscópica y transcervical, la congelación de embriones, así como la producción de clones y de quimeras, con la ventaja de que la experimentación

en caprinos es menos costosa que en los grandes rumiantes y que los avances científicos pudieran ser utilizados en ellos.

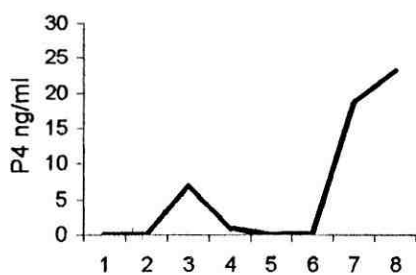
cabra 1



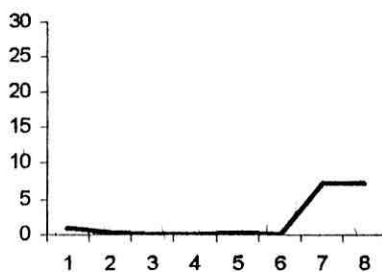
cabra 2



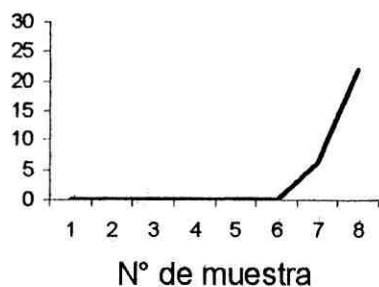
cabra 3



cabra 4

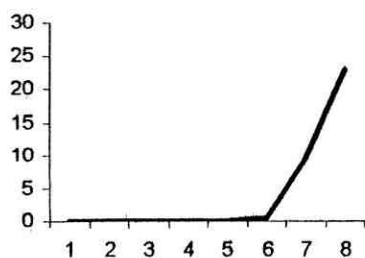


cabra 5

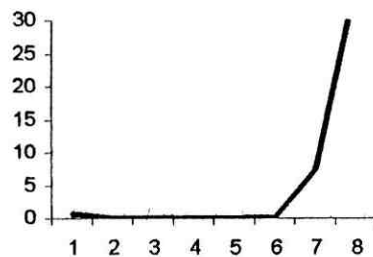


Gráfica 1. Dinámica de la p4 sérica en cabras sin preestimulación (grupo A).

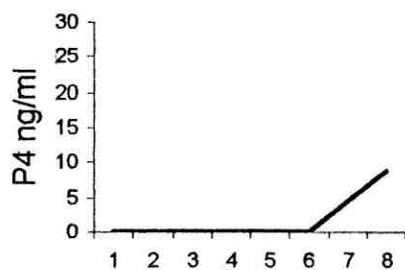
cabra 1



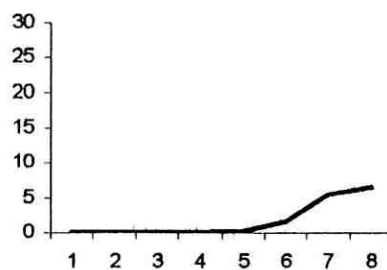
cabra 2



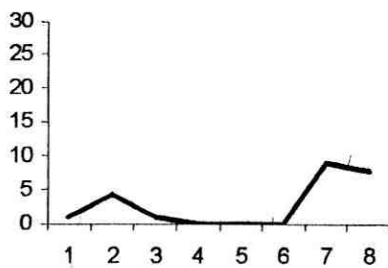
cabra 3



cabra 4

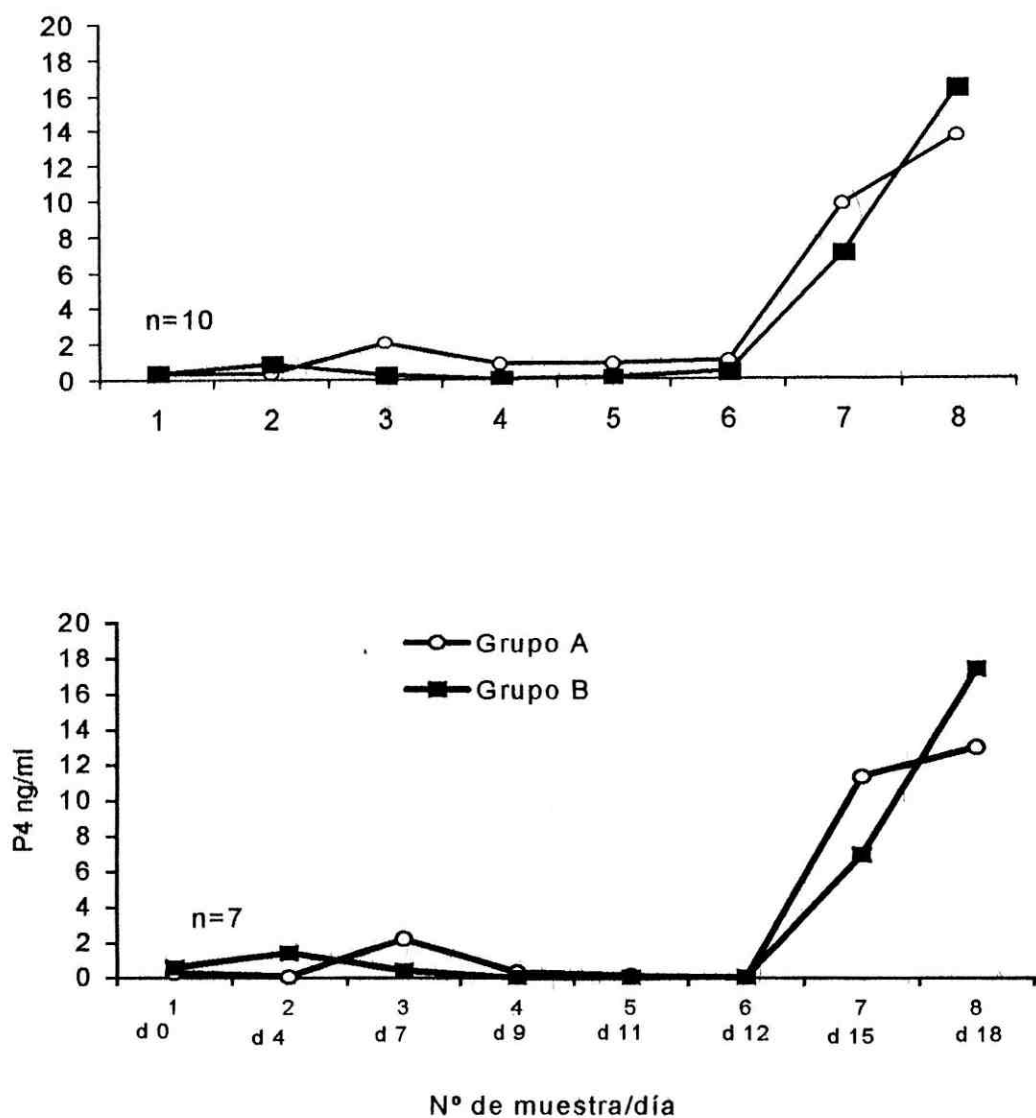


cabra 5



Nº de muestra

Gráfica 2. Dinámica de la p4 sérica en cabras preestimuladas (grupo B).



Gráfica 3. Dinámica de la p4 sérica de los dos grupos, (a) con 10 cabras y (b) con 7 cabras que respondieron al tratamiento superovulatorio.

## V. LITERATURA CITADA.

- Ainsworth. L. y Wolynetz, M.S., 1982. Synchronization of estrus and reproductive performance of ewes treated with synthetic progestogens administered by subcutaneous ear implants or by intravaginal sponge pessary. *J. Anim. Sci.* 54, 1120 - 1127.
- Aké, L. J. R., Alfaro, G. M. y Holy, L., 1995. Respuesta superovulatoria en ganado *Bos indicus* y *Bos taurus* bajo condiciones tropicales y efecto del desarrollo y calidad del embrión sobre el porcentaje de gestación. *Vet. Méx.* 26, 3, 189-193.
- Alessandro, A.D., Martemucci, C.M.A., Manchisi, A. y Belliti, E., 1996. Effects of PMSG addition to pFSH + pFSH combined single injection of ovarian response and embryo production. VI International Conference on Goats. Beijing, China. 830 – 833.
- Amoah, E.A. y Gelaye, S., 1990. Superovulation, synchronization and breeding of does. *Small Ruminant Research.* 3, 63 – 72.
- Armstrong, D.T. y Evans G., 1983. Factors influencing success of embryo transfer in sheep and goats. *Theriogenology.* 19, 31 - 42.



- Baldassarre, H., 1995. Avances en reproducción asistida en ovinos. XI Congreso Brasileiro de Reproducción. 17 – 19.
- Baril, G., Casamitjana, P., Perrin, J. y Vallet, J.C., 1989. Embryo production, freezing and transfer in Angora, Alpine and Saanen goats. *Zuchthyg.* 24, 101 - 115.
- Baril, G., Remy, B., Leboeuf, B., Vallet, J. C., Beckers, J.F. y Saumande, J., 1992. Comparison of porcine FSH, caprine FSH and ovine FSH to induce repeated superovulation in goats. 8th Scientific Meeting of European Embryo Transfer Association, Lyon, France. 1, 126 (Abstract).
- Baril, G., Brebion, P. y Chesné P., 1995. Manual de formación práctica para el transplante de embriones en ovejas y cabras. Estudios en producción animal. FAO. Prefacio III, 23 - 25.
- Barraza, S., 1997. Respuesta superovulatoria y calidad embrionaria en vacas Holstein tratadas con anti-gonodotropina sérica en la fase tardía del pico preovulatorio de la hormona luteinizante. Tesis M.C. U.A.A.A.N. UL.. Torreón, Coahuila. 52 - 53.
- Betten, K.J., 1997. Embryo transfer in farm animal, a review of technique and applications. Lanson, R.A.S., techniques and result in sheeps and goats. Agriculture, Canada. Monograph. 16.
- Boland, M.P., 1996. Progress report on superovulation and embryo production in cattle and sheep using pluset. 13th International Congress on Animal Reproduction. Sydney, Australia. 9 - 11.

- Borque, C., Pintado, B., Pérez, B., Gutiérrez, A., Muñoz, Y. y Mateos, E., 1992. Progesterone levels in superovulated Murciana goats without successful embryo collection. *Theriogenology*. 39, 192.
- Brebion, P. y Cognié, Y., 1989. Increased superovulation in the ewe following 14 days of GnRH agonist pre-treatment. 5th Scientific Meeting of European Embryo Transfer Association, Lyon, France. 1, 106 (Abstract).
- Brebion, P., Baril, G., Cognié, Y. y Vallet, J.C., 1992. Transfert d'embryons chez les ovins et les caprins. *Ann. Zootech.* 41, 331- 339.
- Bretzlaff, K.N. y Madrid, N., 1989. Clinical use of norgestomet ear implants or intravaginal pessaries for synchronization of estrus in anoestrous dairy goats. *Theriogenology*. 31, 419-423.
- Bretzlaff, K.N., Nutih, C., Elmore, N.C., Meyers, S.A., Rogila, J.N., Bringko, S.P. Blanchard, T.L. y Weston, P.G., 1992. Synchronization of estrus in dairy goats given norgestomet and estradiol valerate of various stages. *Am. J. Vet. Res.* 53, 6, 930 - 934.
- Caballero, V., Saharrea, A., Balcázar, A., Mejía, O., Zarco, L. y Valencia, J., 1995. Fertilidad de embriones frescos y congelados transferidos por laparoscopia en cabras. Congreso Internacional en Producción Caprina. X Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Octubre. Zacatecas, México. 20 - 23.
- Campara, L. y Ecurra, D., 1996. Respuesta superovulatoria utilizando una o dos dosis diarias de cuatro diferentes hormonas foliculoestimulante. 13th International Congress on Animal Reproduction. Sydney, Australia. 3 - 7.

- Canedo, O., Morán, J., Malpoux, B. y Delgadillo, J.A., 1995. Variaciones estacionales de la producción espermática en machos cabríos de la Comarca Lagunera. X Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Octubre, Zacatecas, México. 30.
- Chemineau, P., Gauthier, D., Poirier, J.C. y Saumande J., 1981. Plasma level of LH, FSH, prolactin, oestradiol - 17 beta and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology*. 17, 313 - 323.
- Chemineau, P., 1986. Sexual behavior and gonadal activity during the year in the tropical creole meat goat. I. Female estrous behavior and ovarian activity. *Reprod. Nutr. Dev.* 26, 441 - 452.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F. y Delgadillo, J.A., 1992a. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Ruminant Research*. 8, 299 - 312.
- Chemineau, P., Baril, G. y Delgadillo, J.A., 1992b. Control hormonal de la reproducción en el caprino. IX Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura. Monterrey, Nuevo León. 2 - 3, 113, 121.
- Chemineau, P. y Delgadillo, J.A., 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Revista Científica FCV-LUZ*. III, 2. 113 - 121.
- Cognié, Y., Chupin, D. y Saumande, J., 1986. The effect of modifying the FSH/LH ratio during the superovulatory treatment in ewes. *Theriogenology*. 22, 148 (Abstract).

- Cole, H.H. y Cupps, P.T., 1984. Reproducción de los animales domésticos. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 34.
- Córdova, S.A., 1991. Colección quirúrgica de embriones utilizando sondas de Foley en cabras superovuladas. VII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Octubre, Monterrey, México. 73 - 76.
- Córdova, S.A., Jiménez, K.F. y Hernández, L.J.J., 1992a. Concentración de progesterona sérica en cabras superovuladas con FSH o PMSG fuera de la época reproductiva. Tec. Pec. Méx. 30, 3, 232 - 239.
- Córdova, S.A., Jiménez, K.F. y Hernández L.J.J., 1992b. Superovulación con hormona foliculoestimulante (FSH) o gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG) y anticuerpos monoclonales contra PMSG en cabras fuera de la época reproductiva. Vet. Méx. XXIII, 4, 319 - 323
- Cremonesi, F. y Stacchezzini, S., 1996. Effect of ovarian prestimulation at the beginning of the oestrus cycle on the ovary response to the superovulation treatment with pluset in dairy cows. 13th International Congress on Animal Reproduction. Sydney, Australia. 16 - 17.
- Cremonesi, F., Stacchezzini, C., Geiser, R., Ferrario, L., Lucci, M., y Maffii, M., 1996. Superovulation in Maremmana Cows. 13th International Congress on Animal Reproduction. Sydney, Australia. 10 - 11.
- De la Fuente, J.M. y Cocero M., 1988. Efecto de la utilización de distintas gonodotropinas exógenas sobre la cantidad y calidad de los embriones producidos por la hembra vacuna. I.T.E.A. 78, 3 -11.

- Dieleman, S.J. y Berers, M.M., 1987. Effects of monoclonal antibody against PMSG administered shortly after preovulatory LH surge on time and number of ovulations in PMSG/PG treated cows. *J. Reprod. Fert.* 81, 533 - 542.
- Dixon, T.E. y Hupkins, G.J., 1996. Superovulation of cattle using a porcine pituitary gonadotrophin preparation (Pluset, Serono). 13th International Congress on Animal Reproduction. Sydney, Australia. 12 - 13.
- Flores, A., Malpaux, B., Duarte G. y Delgadillo, J.A., 1996. Actividad sexual de las hembras criollas de la Comarca Lagunera. XI Reunión Nacional de Caprinocultura. Octubre, Texcoco, México. 48 - 51
- Fricke, P.M., Kirsh, J.D., Reynolds, L.P. y Redmer, D.A., 1994. Studies of FSH -P induced follicular growth in cows. *Theriogenology.* 42, 43 - 53
- Goulding, D., Williams, D.H., Roche, J.I. y Boland, P., 1996. Factors affecting superovulation in heifers treated with PMSG. *Theriogenology.* 45, 765 - 773.
- Gray, B. W., Cartee, R.E., Stringfellow, D.A., Riddell, K.P. y Wrigth, J.C., 1992. The effects of FSH – priming and dominant follicular regression on the superovulatory response of cattle. *Theriogenology.* 37, 631 – 639.
- Hafez, E.S.E., 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. Interamericana McGraw - Hill. México. 436 - 437
- Holtz, W., 1996. Embryotransfer bei der Ziege – eine Übersicht. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 103, 293-297.

- Hoyos, L.G., Sáenz, P. y Salinas, H., 1991. Desarrollo de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. INIFAP - SARH. Matamoros, Coahuila, México. s/p.
- Jillella, D., 1982. El trasplante de embriones en ganado bovino. Folletos de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 5 - 8.
- Leboeuf, B., Baril, G., Maurel, M.C. Bernelas, B., Marcheteau J. y Berson, P., 1996a. Effect of progestagen/PMSG repeated treatments in goats on fertility following artificial insemination. VI International Conference on Goats. Beijing. China. 827.
- Leboeuf, B., Bernelas, D., Pougard, J.L., Baril, G., Maurel, M.C. y Terqui, M., 1996b. Ovulation time after progestagen/PMSG treatment in Alpine and Saanen. VI International Conference on Goats. Beijing, China. 828
- Leyva, O.C., Barrera, A. y Varisanga, M., 1995. Manual de transferencia de embriones no quirúrgica en ganado bovino (en impresión). U.A.B.C. México. 27 - 35.
- Lima, C.M., Raisal, S.R., Apodaca, S.C., y Relaes, H., 1994. Efecto de la raza en la respuesta ovulatoria de cabras superovuladas en un programa de transferencia de embriones. Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco, Guerrero, México. 639 (Abstract).
- Linder, G.M. y Wright, R.W.J., 1983. Bovine embryo morphology and evaluation. Anim. Meeting Inter. Embryo Transfer Soc. 21 - 32.
- López, T. R., Aboites, M. G. y Martínez, G.F., 1990. La biotecnología en la producción pecuaria en México. Comercio Exterior. 40, 1153 - 1159.

- Mantovani, R., Marcolin, G., Silvestrelli, L. y Bittante, G., 1996. Superovulatory response and subsequent reproductive performance in Friesian heifers using two different preparations containing FSH and LH. 13th International Congress on Animal Reproduction. Sydney, Australia. 14.
- Martemucci, G.D., Alessandro, D., Colonna, M.A., Cafueri, C. y Casamassing, L., 1996. Effect of de FSH/LH on superovulation and embryo production in goats. VI International Conference on Goats. Beijing, China. 821.
- Martínez, B.S., Sánchez, A. y Aldana, P., 1995. Valoración de dos hormonas estimulantes comerciales usadas en la superovulación de vacas en lactación o vaquillas en ganado lechero. Tec. Pec. Méx. 33, 1. 68-70.
- Mejía, V.O., Becerril, C.M., Angulo, M.R. y Valencia, M.J., 1998. Superovulación de ovejas donadoras de embriones utilizando Pluset. XXII Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, Gro. Méx. 84 – 86.
- Mellado, M.B., 1991, Avances en biología reproductiva y sus efectos en el mejoramiento de los animales. U.A.A.A.N. Memorias de la XXIII Reunión Anual de la A.M.PA. Saltillo, Coahuila. México. s/p.
- Monniaux, D., Chupin, D. y Saumande, J., 1983. Superovulatory response of cattle. Theriogenology. 19, 55 - 81.
- Moor, R.M., Osborn, J.C., y Crosby, I.M., 1985. Gonadotrophin induced abnormalities in sheep oocytes after superovulation. J. Reprod. Fertil. 74, 167 - 172.
- Noriega, S.R. y Martínez, B.S., 1995. Técnica de procesamiento de embriones para la transferencia de bovinos. U.N.A.M., F.M.V.Z. México. 11 - 55.

- Petr, J., Mika, J. y Jilek, F., 1990. The effect of PMSG-priming on subsequent superovulatory response in dairy cows. *Theriogenology*. 33, 1151-1155.
- Quiñones, J.J., 1989. Problemática de la ganadería caprina en el distrito de riego de la Comarca Lagunera y sus alternativas de solución. 1era. semana de Agronomía. *Memorias. UJED - FAZ*. 16 - 21.
- Ramírez, G.J.A. y Miller, G.B., 1995. Manual de adelantos biotécnicos en reproducción animal aplicada a bovinos de carne. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. 6 - 10.
- Rangel, R., 1996. Transferencia de embriones en cabras. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo, Conferencia Magistral. *Memorias. XI Reunión Nacional de Caprinocultura*. Octubre Universidad Autónoma de Chapingo, México. 232 - 243.
- Remy, B., Baril, G., Vallet, J.C., Dufour, R., Chouvet, C., Saumande, J., Cupin, D. y Beckers, J.F., 1991. Are antibodies responsible for a decreased superovulatory response in goats which have been treated repeatedly with porcine follicle-stimulating hormone? *Theriogenology*. 36, 389 - 399.
- Ritar, A.J., Baril, P.D., O'May, P.J., Black, T.M., Jackson, R.B. y Murray, N., 1988. Superovulation response and embryo recovery from Cashmere and Angora does after treatment with FSH. *Aust. Soc. for Reprod. Biol. Proceedings of 20th Animal Conf., Newcastle Univ. Australia. (Abstract)*. 29 - 31.
- Ritar, A.J., Salamon, S., Ball, P.D. y O'May, P.J., 1989. Ovulation and fertility in goats after intravaginal device-PMSG treatment. *Small Ruminant Research*. 2, 323 - 331.



- Ritar, A.J., Robertson, J.A. y Evans, G., 1994. Ovulatory activity, hormonal induction of ovulation and fertility of young Cashmere and Angora female goats in a temperate environment. *Reprod. Fertil. Dev.* 6, 737 – 747.
- Sáenz, P. y Cano, J.F., 1991. Efecto de la época del empadre sobre la eficiencia reproductiva en los caprinos en un segundo año. Reporte del proyecto de Sistemas de Producción Caprina en la Comarca Lagunera y Zacatecas, INIFAP - CIID. 17 - 18.
- Saharrea, M.A., Zarco, L. y Valencia, J., 1995. Efecto de la administración de GnRH o hCG 84 horas después de iniciado el estro sobre la función lútea y el desarrollo embrionario en cabras superovuladas. Departamento. de Reproducción F.M.V.Z., U.N.A.M. Congreso Internacional de Producción. X Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, México. 15.
- Salinas, H., Flores, S. y Ruiz, F., 1989. Taller de trabajo, sanidad y reproducción de caprinos. INIFAP –CIID. Octubre. Matamoros, Coahuila, México. 14 - 16.
- Saumande, J., 1980. Concentration of luteinizing hormone, oestradiol 17 beta and progesterone in the plasma of heifers treated to induce superovulation. *J. Endocr.* 84, 425.
- Schillo, K.K., Hall, J.B. y Hileman, S.M., 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *J. Anim. Sci.* 70, 3994 – 4005.
- Schmidt, R.H., 1989. The arid zones of Mexico: Climatic extremes and conceptualizations of the Sonoran desert. *J. Arid. Env.* 16, 241 - 256.

- Shelton, M., 1980. Influence of various exteroceptive factors on imitation of estrus and ovulation. *Int. Goat and Sheep Res.* 1, 156 – 162.
- Sutherland, S.R.D., 1988. Seasonal breeding and oestrus in the female goat. Ph.D. Thesis. University of Western Australia. 116.
- Tamboura, D., Chupin, D. y Saumande, J., 1985. Superovulation in cows: a relationship between progesterone secretion before ovulation and the quality of embryos. *Anim. Reprod. Sci.* 8, 327.
- Tervit, H.R., Goold, O.G., Mckenzie, R.D., Clarkson, D.J. y Drommonds, J., 1984. Embryo transfer in Angora and Saanen goats. *New Zealand Veterinary Journal.* 33, 78 - 80.
- Torres, S. y Sevellec, C., 1987. Repeated superovulation and surgical recovery of embryos in the ewe. *Reprod. Nutr. Develop.* 27, 859 - 863.
- Touati, K., Beckers, J.F. y Ectors, F., 1991. Hormonal control of folliculogenesis in the bovine, better superovulatory responses after pure FSH administration preceding classical treatment. *Theriogenology.* 35, 285 (Abstract).
- Ware, C.B., Boland, M.P. y Gordon, Y., 1986. FSH-P at the beginning of the cycle and superovulation in ewes. In Irish Republic University College, Dublin. Research Report 1984 - 1985. 81 - 82.
- Ware, C.B. Northey, D.L. y First, N.L., 1987. Effect of administration of FSH at the beginning of the cycle on the subsequent response to superovulation treatment in heifers. *Theriogenology.* 27, 292 (Abstract).

Warwick, B.L., Berry, L.O. y Horlacher, W.R., 1934. Results of mating rams to Angora female goats. Proc. 27<sup>th</sup> Anim. Meet. Soc. Anim. Prod. 225 - 227. (Citado por Amoah, E.A. y Gelaye, S., 1990).

Wierzchos, E., Tischner, M. y Maffi, M., 1992. Superovulation of a low fecundity sheep breed using a porcine gonadotrophin extract with a defined LH content (Pluset). Theriogenology. 29, 339 - 345.

Zicarelli, L., Campaneli L. y Esposito, L., 1996. Superovulation and embryo transfer in *Bubalus bubalis*. A.E.T.E. XIII Congreso Internacional de Reproducción Animal, Sydney, Australia. 11 - 12.

# RESPUESTA SUPEROVULATORIA Y DINÁMICA DE LA PROGESTERONA EN CABRAS CRIOLLAS PREESTIMULADAS CON PMSG Y SUPEROVULADAS CON FSH.

Superovulatory response and progesterone's dynamic on creole goats pre-stimulated with PMSG and superovulated with FSH.

M.C. Jorge Iturbide Ramírez.

Dr. Carlos A. Elizondo Vázquez.

Dr. Carlos Leyva Orasma.

Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna.

Departamento de Ciencias Médico Veterinarias.

## RESUMEN.

Los objetivos de este trabajo fueron primero, determinar la respuesta superovulatoria en cabras criollas preestimuladas con gonadotropina sérica de yegua preñada y superovuladas con hormona folículo estimulante y segundo, cuantificar los perfiles hormonales de la progesterona sérica durante y después de la superovulación. El trabajo experimental consistió en dos grupos de cinco cabras cada uno ( $n = 10$ ). El grupo A fue superovulado administrando únicamente 250 U.I. de FSH, en dosis decrecientes, durante cuatro días. El grupo B, además fue preestimulado con 200 U.I. de PMSG, que se administraron el día 3 después de aplicar las esponjas intravaginales con progestágeno. Al evaluar las cabras que presentaron respuesta de tres o más cuerpos lúteos, considerando ambos ovarios, al día de la colección embrionaria realizada por el método quirúrgico ( $n=7$ ), se encontró que la respuesta superovulatoria fue mejor en las cabras preestimuladas con PMSG ( $p<0.05$ ), pues se detectaron 50 vs 30 cuerpos lúteos, igualmente se encontró una tendencia en el número de folículos para ser mayor (28 vs. 12). Los niveles

séricos de progesterona, durante el tratamiento progestativo y el periodo superovulatorio, se midieron para investigar su posible relación con la presencia de cuerpos lúteos, pero no hubo diferencias que permitieran predecir, con seguridad y antes de la recolección embrionaria, si cada individuo responde positivamente al tratamiento superovulatorio. La colección y evaluación embrionaria, realizada por cirugías en la línea media, mostró que el número de embriones fue inferior en el grupo preestimulado (9 vs. 20), pero superior con relación a la fecundación (100 % vs. 75 %).

**PALABRAS CLAVE:** Respuesta superovulatoria, preestimulación, PMSG, FSH, progesterona, recolección embrionaria, caprinos.

#### **ABSTRACT.**

Objectives in this study were first: determine the superovulatory response on creole goats pre-estimated with pregnant mare's serum gonadotropin (PMSG) and superovulated with follicle-stimulant hormone, and second; quantify hormonal profiles of seric progesterone during and after superovulation. The experimental work consisted on two groups of five goats each (n=10). Group A was superovulated administrating only 250 I.V. of PMSG, on day 3 after the application of intravaginal sponges with progesterone. When the goats showing response of three or more corpus luteum were evaluated, considering both ovaries, at the day of embryo collect realized by surgical technique (n=7), superovulatory response was found to be better on the goats pre-estimated with PMSG ( $p < 0.05$ ), thus 50 vs. 30 corpus luteum were present, it was also showed a tendency of higher follicle number (28 vs. 12). Progesterone seric levels, during progestative treatment and superovulatory period, were measured to investigate its possible relation with corpus luteum presence, but no differences were found that allow predicting, with security and before embryo collection, if each individual responded positively to superovulatory treatment.

Collection, and embryo evaluation, done by midline surgery, showed that the embryo number was inferior in the pre-estimulated group (9 vs. 20), but superior related to fecundation (100% vs. 75%).

## INTRODUCCIÓN.

Dentro de las limitantes de la transferencia de embriones está la imposibilidad de predicción de la respuesta superovulatoria y existe por lo tanto elevada variabilidad en la cantidad de embriones obtenidos. Goulding *et al.*, (1996) consideran que la correcta respuesta superovulatoria requiere de la administración de gonadotropina en una determinada fase del ciclo estral, del control de la luteólisis, de la sincronización de la ovulación, del adecuado nivel de fertilización y de un desarrollo embrionario precoz.

Es conocido que otras hormonas, como la PMSG, se han utilizado para la superovulación, pero también se sabe que por su efecto biológico residual, puede ocasionar desarrollo folicular y aumento en la producción de estrógenos, que crean un ambiente perjudicial para la fertilización y el desarrollo embrionario. Córdova *et al.* (1992B) señalan que esta desventaja pudiera ser atenuada utilizando dosis mínimas o con antisuero contra esta hormona.

En la superovulación de las cabras es elevado el porcentaje de regresión de los cuerpos lúteos inmaduros, los cuales dejan de producir progesterona (P4), de tres a cinco días después de la ovulación, provocando que los embriones sean de insuficiente calidad al momento de la recolección. Para Saharrea *et al.* (1995) la regresión temprana de los cuerpos lúteos puede deberse a las altas cantidades de 17- beta estradiol secretadas por los folículos anovulatorios que permanecen en el ovario durante el periodo superovulatorio y la fase lútea temprana. Una alternativa para evitar la regresión prematura del cuerpo lúteo es la utilización de hormonas exógenas, principalmente hormonas

gonadotrópicas, para tratar de lograr la ovulación de todos los folículos (Baril *et al.*, 1989).

Con la preestimulación se pretende aumentar el número de pequeños folículos administrando una pequeña dosis de alguna hormona estimulante al inicio del tratamiento progestativo. Utilizando FSH-P en los bovinos, los resultados han sido contradictorios, sin embargo (Touati *et al.*, 1991), observaron un aumento de la respuesta ovulatoria.

Ware (1986) utilizando ovejas, no observó ningún aumento del promedio de ovulaciones en los animales previamente tratados con FSH-P al inicio del tratamiento progestativo. Estos resultados, que no son muy alentadores, hacen necesario que sean confirmados partiendo de un mayor número de investigaciones. Por lo anterior, resulta interesante la utilización de PMSG como preestimulante, ya que solo se utiliza, como tratamiento superovulatorio solo o junto con FSH, al final el tratamiento progestativo (Baril *et al.*, 1995).

Petr *et al.* (1990) utilizaron dosis pequeñas de PMSG como preestimulante al principio del ciclo estral, en vacas lecheras superovuladas con PMSG, durante la fase media luteal. Los resultados obtenidos comparados con un grupo control, evidenciaron un aumento significativo ( $P < 0.01$ ) de cuerpos lúteos a favor del grupo de hembras preestimuladas (17.8 vs.7.2).

Según Fricke *et al.* (1994) la variabilidad de los resultados obtenidos con este método, en el cual se administra una dosis baja de gonadotropina (FSH o PMSG) al principio del ciclo, en una única aplicación, se debe a la falta de apoyo gonadotrópico continuado, el cual es necesario para llevar los folículos en crecimiento a una etapa preovulatoria.

En este sentido Gray *et al.* (1992) plantean que para maximizar la respuesta superovulatoria parece ser necesario individualizar los tratamientos,

pues sus resultados dependen mucho de la cantidad de oleadas foliculares por ciclo estral en las vacas, lo que también podría suceder en pequeños rumiantes.

Los objetivos de este trabajo fueron, por un lado evaluar dos métodos para inducir la superovulación en cabras criollas, el primero únicamente por medio de la administración de hormona folículo estimulante de origen porcino y el segundo mediante la preestimulación con gonadotropina sérica de yegua preñada, y por el otro, valorar su efecto sobre la luteinización de los folículos y determinar los perfiles hormonales de progesterona, durante y después de la superovulación.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

Este trabajo se llevó a cabo en la posta caprina de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna.

Se utilizaron diez cabras criollas, de entre once y veinticuatro meses de edad, con un peso corporal promedio de veintiocho kilogramos. Todas las hembras eran nulíparas y con su aparato genital clínicamente sano.

A las cinco cabras del grupo A se les aplicó una dosis total de 250 U.I. de FSH-P<sup>1</sup>, en aplicaciones decrecientes en 0.5 ml, equivalentes a 12.5 U.I., cada veinticuatro horas (días 9, 10, 11y 12), administradas cada doce horas por vía intramuscular y siguiendo el programa reducido de cuatro días (Tabla A).

A los cinco animales del grupo B se les trató igual pero además se hizo una preestimulación con PMSG<sup>2</sup> (200 U.I.) por vía intramuscular, tres días

---

<sup>1</sup> Pluset, Serono, FSH-P, 250 U.I., 10.0 ml.

<sup>2</sup> Folligon, Intervet, 200 U.I., 1.0ml.



después de aplicar las esponjas (Tabla B), siguiendo los criterios señalados por Baldassarre (1995).

Tabla A. Plan de trabajo con el grupo A:

---

Día 0:	Aplicación de esponjas intravaginales.	1ª muestra de sangre.
4:		2ª muestra de sangre.
6:		3ª muestra de sangre.
9:	FSH-P (250 U.I. en 10.0 ml) en dosis decrecientes: 2.0 ml (mañana) y 2.0 ml (noche).	4ª muestra de sangre.
10:	1.5 ml (mañana) y 1.5 ml (noche).	
11:	1.0 ml (mañana) y 1.0 ml (noche).	5ª muestra de sangre y retiro de esponjas.
12:	0.5 ml (mañana) y 0.5 ml (noche).	6ª muestra de sangre y semental.
13:		Se cambió al semental.
15:		7ª muestra de sangre.
18:	Lavado quirúrgico.	8ª muestra de sangre.

---

Tabla B. Plan de trabajo con el grupo B:

---

Día 0:	Aplicación de esponjas intravaginales.	1ª muestra de sangre.
3:	Preestimulación con PMSG 200 U.I., 1.0 ml.	
4:		2ª muestra de sangre.
6:		3ª muestra de sangre.
9:	FSH-P (250 U.I. en 10.0 ml) en dosis decrecientes: 2.0 ml (mañana) y 2.0 ml (noche).	4ª muestra de sangre.
10:	1.5 ml (mañana) y 1.5 ml (noche).	
11:	1.0 ml (mañana) y 1.0 ml (noche).	5ª muestra de sangre y retiro de esponjas.
12:	0.5 ml (mañana) y 0.5 ml (noche).	6ª muestra de sangre y semental.
13:		Se cambió al semental.
15:		7ª muestra de sangre.
18:	Lavado quirúrgico.	8ª muestra de sangre.

---

Para determinar los niveles de progesterona en el suero sanguíneo se utilizó el método de radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Como puede observarse en la tabla 1, tres cabras no tuvieron respuesta superovulatoria, considerando como tal a las que tuvieron menos de tres cuerpos lúteos en los dos ovarios, una fue del grupo no preestimulado y dos del grupo preestimulado con PMSG. El criterio para eliminar esas cabras, se hizo de acuerdo a las consideraciones de Wierzchos *et al.*, (1996).

La PMSG se utiliza como tratamiento superovulatorio, pero comparado con la FSH, provoca un número menor de cuerpos lúteos. (Córdova *et al.*, 1992B; Alessandro *et al.*, 1996 y Holtz, 1996).

En este estudio se encontró que al utilizar PMSG como preestimulante, es decir, antes del tratamiento superovulatorio con FSH-P (que contiene LH en una relación de 1:1), se mejora la respuesta, ya que se obtuvieron 20 cuerpos lúteos más.

Tabla 1. Respuesta superovulatoria.

Grupo A

Tratamiento: 250 U.I. FSH-P para cada cabra.			Respuesta *
Cabra 1	ovario izquierdo	5 cuerpos lúteos y 1 folículo	positiva
	ovario derecho	5 cuerpos lúteos y 3 folículos	
Cabra 2	ovario izquierdo	2 cuerpos lúteos	positiva
	ovario derecho	2 cuerpos lúteos y 2 folículos	
Cabra 3	ovario izquierdo	8 cuerpos lúteos y 3 folículos	positiva
	ovario derecho	3 cuerpos lúteos y 1 folículo	
Cabra 4	ovario izquierdo	3 cuerpos lúteos	positiva
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 1 folículo	
Cabra 5	ovario izquierdo	sin respuesta	negativa
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 1 folículo	
Total: 30 cuerpos lúteos y 12 folículos.			Total: 4 positivas

\*Se consideró positiva si entre los dos ovarios se encontraron >3 cuerpos lúteos

Grupo B

Tratamiento: 200 U.I. PMSG + 250 U.I. FSH-P para cada cabra.			Respuesta *
Cabra 1	ovario izquierdo	1 cuerpo lúteo y 3 folículos	negativa
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 3 folículos	
Cabra 2	ovario izquierdo	2 cuerpos lúteos y 5 folículos	positiva
	ovario derecho	11 cuerpos lúteos	
Cabra 3	ovario izquierdo	8 cuerpos lúteos	positiva
	ovario derecho	7 cuerpos lúteos y 1 folículo	
Cabra 4	ovario izquierdo	1 cuerpo lúteo y 4 folículos	negativa
	ovario derecho	1 cuerpo lúteo y 4 folículos	
Cabra 5	ovario izquierdo	7 cuerpos lúteos y 2 folículos	positiva
	ovario derecho	11 cuerpos lúteos y 6 folículos	
Total: 50 cuerpos lúteos y 28 folículos.			Total: 3 positivas

\*Se consideró positiva si entre los dos ovarios se encontraron >3 cuerpos lúteos

Al evaluar la calidad de la respuesta (Tabla2), considerando como tal la cantidad media de cuerpos lúteos (Cl) y de folículos (F) en el momento del lavado uterino, puede observarse que en el grupo preestimulado, resultó una media de cuerpos lúteos superior al grupo A (10.0 vs. 6.0) y la media de folículos también fue superior en el grupo B (5.60 vs. 2.40), pero las diferencias no fueron significativas estadísticamente, pero al eliminar a las hembras sin respuesta al tratamiento superovulatorio, existe diferencia ( $p < 0.05$ ) entre la media de los cuerpos lúteos en el grupo preestimulado (15.3 vs 7.2), pero con relación al número de folículos (4.66 vs 2.75), la diferencia no fue significativa.

Tabla 2. Calidad de la respuesta superovulatoria.

Tratamiento.	# de animales.	# de Cl.	X Cl.	# de F.	X F.
Sin preestimulación	5	30	6.00 <sup>a</sup>	12	2.40 <sup>a</sup>
Preestimuladas	5	50	10.00 <sup>a</sup>	28	5.60 <sup>a</sup>
Sin preestimulación	4	29	7.25 <sup>a</sup>	11	2.75 <sup>a</sup>
Preestimuladas	3	46	15.33 <sup>b</sup>	14	4.66 <sup>a</sup>

Literales distintas indican diferencias significativas al nivel de  $p < 0.05$

A pesar de que el número de embriones recolectados (tabla 3) fue muy distinto, la calidad de los embriones resultó similar para ambos grupos. 100 por ciento de los ovocitos obtenidos en el grupo preestimulado estaban fertilizados, mientras que en el otro grupo sólo lo estaban 75 por ciento. Se hallaron folículos de mayor tamaño en el grupo preestimulado, debido posiblemente a la prolongada vida media en la sangre de la PMSG, razón por la que Dielman y Beress (1987) consideran el uso de suero anti-PMSG. No se encontró en este trabajo la relación reportada en bovinos por Goulding *et al.* (1996) entre la presencia de folículos grandes con un deterioro de la calidad embrionaria.

En la tabla 5 se muestran los niveles séricos de progesterona en nanogramos por mililitro, que fueron redondeados a un decimal porque para efectos prácticos del análisis estadístico, no fueron relevantes. Además se muestran los promedios y las desviaciones estándar de cada una de las muestras obtenidas.

Durante los periodos del implante progestativo (del día 0 al día 11) y del estro (día 12), los niveles séricos de P4, se mantuvieron en niveles basales y sin diferir entre los dos grupos. Los valores más elevados se observaron dos días antes y el día de la colección embrionaria en ambos grupos (días 15 y 18).

Estos hallazgos son semejantes a los reportados por Córdova *et al.* (1992a), que encontraron niveles elevados (6.22 ng/ml), hasta 4 días después de ocurrida la ovulación (día 15).

Existe marcada variabilidad individual, sin embargo, se encontró que las concentraciones de P4 detectadas los días previos y durante la recolección de embriones, se asociaron con el número de cuerpos lúteos, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 5. Dinámica de la p4 durante el tratamiento superovulatorio.

Grupo A: FSH. Niveles séricos de progesterona (ng/ml).

	Cabra 1	Cabra 2	Cabra 3	Cabra 4	Cabra 5	X	±	d.e.
1ª muestra (día 0)	0.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.24	±	0.39
2ª muestra (día 4)	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.04	±	0.09
3ª muestra (día 6)	0.3	1.6	7.0	0.1	0.0	1.8	±	2.98
4ª muestra (día 9)	0.1	0.2	1.0	0.0	0.0	0.76	±	0.42
5ª muestra (día 11)	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.10	±	0.14
6ª muestra (día 12)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
7ª muestra (día 15)	11.3	8.2	18.5	7.2	6.3	10.3	±	4.96
8ª muestra (día 18)	12.1	9.3	23.4	7.1	21.9	14.76	±	7.44

Grupo B: PMSG/FSH. Niveles séricos de progesterona (ng/ml).

	Cabra 1	Cabra 2	Cabra 3	Cabra 4	Cabra 5	X	±	d.e.
1ª muestra (día 0)	0.0	0.7	0.1	0.0	1.0	0.76	±	0.46
2ª muestra (día 4)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.84	±	1.88
3ª muestra (día 6)	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1	0.24	±	0.48
4ª muestra (día 9)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5ª muestra (día 11)	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.06	±	0.13
6ª muestra (día 12)	0.4	0.2	0.0	1.5	0.0	0.42	±	0.63
7ª muestra (día 15)	9.1	7.3	4.5	5.3	9.0	7.04	±	2.10
8ª muestra (día 18)	23.0	35.5	8.8	6.6	7.7	16.32		±
						12.63		

No hubo diferencias estadísticas entre los dos grupos.

En este trabajo los resultados permiten inferir que los niveles séricos de progesterona no parecen ser adecuados para predecir la respuesta superovulatoria.

Los promedios y las desviaciones estándar de cada una de las cabras de los dos grupos se incluyen en la tabla 6 y como se puede apreciar, no existen diferencias estadísticas importantes.

Tabla 6. Promedio y desviaciones estándar de p4 sérica en los dos grupos.

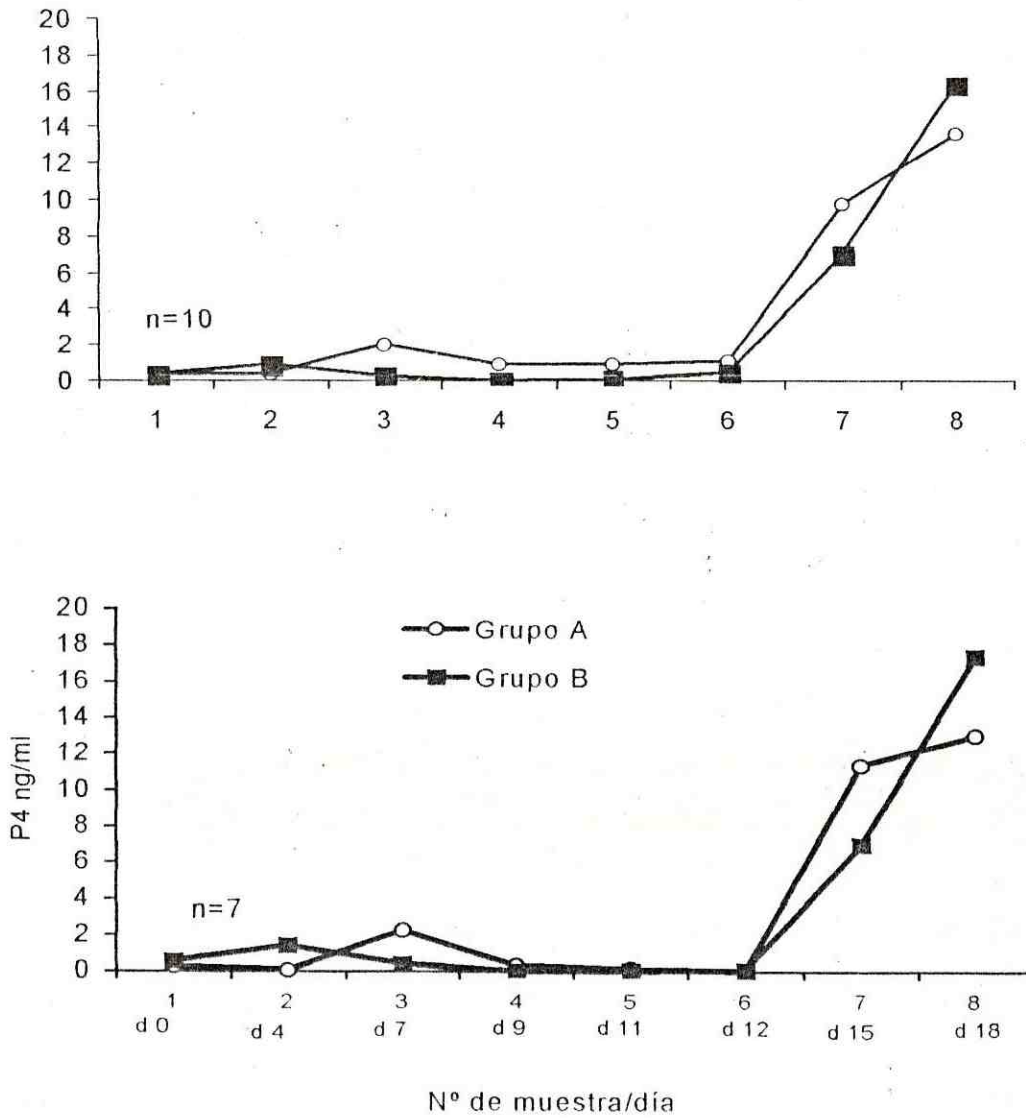
	Grupo A	Grupo B
Cabra 1	3.04 ± 5.35	4.06 ± 8.28
Cabra 2	2.41 ± 3.96	5.46 ± 12.39
Cabra 3	6.24 ± 9.48	1.69 ± 3.27
Cabra 4	1.98 ± 3.21	1.71 ± 2.69
Cabra 5	3.53 ± 7.74	2.98 ± 3.65

No hubo diferencias estadísticas entre los dos grupos.

La representación de las concentraciones de progesterona en forma conjunta se muestra de manera gráfica al final.

Debido al reducido número de cabras criollas con que se trabajó en este experimento, no se pudieron obtener valores suficientes para alcanzar conclusiones apoyadas por diferencias estadísticamente significativas, con excepción del número de cuerpos lúteos que se encontró en el grupo de hembras preestimuladas con PMSG, previa eliminación de las cabras que tuvieron menos de tres cuerpos lúteos en los dos ovarios, al momento de la recolección embrionaria quirúrgica, ya que cuando se administran hormonas, es común que no todos los animales respondan al tratamiento. Sin embargo, parece haberse mostrado una tendencia, similar a la reportada por Petr *et al.* (1990) en bovinos, que hace pensar que preestimulando con PMSG, en los tratamientos superovulatorios con FSH-P, pueden obtenerse mejores resultados y también se pueden disminuir, sobre todo en caprinos, los costos de la transferencia de embriones.

Así mismo, sería conveniente seguir investigando, con mayor número de animales, las hormonas y los fármacos, que en pequeños rumiantes pueden utilizarse como preestimulantes en los tratamientos superovulatorios, para conocer más la respuesta ovárica y encontrar nuevas técnicas para la recolección embrionaria, ya que como señala Holtz (1996), existe un panorama promisorio en el estudio de aspectos como la inmunización contra la inhibina, la fertilización *in vitro*, la recolección y la transferencia embrionaria por vía endoscópica y transcervical, la congelación de embriones, así como la producción de clones y de quimeras, con la ventaja de que la experimentación en caprinos es menos costosa que en los grandes rumiantes y que los avances científicos pudieran ser utilizados en ellos.



Gráfica 1. Dinámica de la p4 sérica de los dos grupos, (a) con 10 cabras y (b) con 7 cabras que respondieron al tratamiento superovulatorio.



## CONCLUSIONES.

Las diez cabras respondieron positivamente al tratamiento progestativo.

Al utilizar PMSG como preestimulante, es decir, antes del tratamiento superovulatorio con FSH-P, se mejora la respuesta, ya que se obtuvieron 20 cuerpos lúteos más.

Al evaluar la calidad de la respuesta superovulatoria, considerando como tal la cantidad media de cuerpos lúteos (Cl) y de folículos (F) en el momento del lavado uterino, puede observarse que en el grupo preestimulado, resultó una media de cuerpos lúteos superior al grupo A (10.0 vs. 6.0) y la media de folículos también fue superior en el grupo B (5.60 vs. 2.40), pero las diferencias no fueron significativas estadísticamente, pero al eliminar a las hembras sin respuesta al tratamiento superovulatorio, existe diferencia ( $p < 0.05$ ) entre la media de los cuerpos lúteos en el grupo preestimulado (15.3 vs 7.2), pero con relación al número de folículos (4.66 vs 2.75), la diferencia no fue significativa.

Los resultados permiten inferir que los niveles séricos de progesterona no parecen ser adecuados para predecir la respuesta superovulatoria.

Sería conveniente seguir investigando, con mayor número de animales, las hormonas y los fármacos, que en pequeños rumiantes pueden utilizarse como preestimulantes en los tratamientos superovulatorios, para conocer más la respuesta ovárica y encontrar nuevas técnicas para la recolección embrionaria.

## LITERATURA CITADA.

- Alessandro, A.D., Martemucci, C.M.A., Manchisi, A. y Belliti, E., 1996. Effects of PMSG addition to pFSH + pFSH combined single injection of ovarian response and embryo production. VI International Conference on Goats. Beijing, China. 830 – 833.
- Baril, G., Casamitjana, P., Perrin, J. y Vallet, J.C., 1989. Embryo production, freezing and transfer in Angora, Alpine and Saanen goats. *Zuchthyg.* 24, 101 - 115.
- Córdova, S.A., Jiménez, K.F. y Hernández, L.J.J., 1992a. Concentración de progesterona sérica en cabras superovuladas con FSH o PMSG fuera de la época reproductiva. *Tec. Pec. Méx.* 30, 3, 232 - 239.
- Córdova, S.A., Jiménez, K.F. y Hernández L.J.J., 1992b. Superovulación con hormona foliculoestimulante (FSH) o gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG) y anticuerpos monoclonales contra PMSG en cabras fuera de la época reproductiva. *Vet. Méx.* XXIII, 4, 319 – 323.
- Fricke, P.M., Kirsh, J.D., Reynolds, L.P. y Redmer, D.A., 1994. Studies of FSH -P induced follicular growth in cows. *Theriogenology.* 42, 43 - 53
- Goulding, D., Williams, D.H., Roche, J.I. y Boland, P., 1996. Factors affecting superovulation in heifers treated with PMSG. *Theriogenology.* 45, 765 - 773.
- Gray, B. W., Cartee, R.E., Stringfellow, D.A., Riddell, K.P. y Wrigth, J.C., 1992. The effects of FSH – priming and dominant follicular regression on the superovulatory response of cattle. *Theriogenology.* 37, 631 – 639.

- Holtz, W., 1996. Embryotransfer bei der Ziege – eine Übersicht. Dtsch. tierärztl. Wschr. 103, 293-297.
- Petr, J., Mika, J. y Jilek, F., 1990. The effect of PMSG-priming on subsequent superovulatory response in dairy cows. Theriogenology. 33, 1151-1155.
- Saharrea, M.A., Zarco, L. y Valencia, J., 1995. Efecto de la administración de GnRH o hCG 84 horas después de iniciado el estro sobre la función lútea y el desarrollo embrionario en cabras superovuladas. Departamento. de Reproducción F.M.V.Z., U.N.A.M. Congreso Internacional de Producción. X Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, México. 15.
- Touati, K., Beckers, J.F. y Ectors, F., 1991. Hormonal control of folliculogenesis in the bovine, better superovulatory responses after pure FSH administration preceding classical treatment. Theriogenology. 35, 285 (Abstract).
- Ware, C.B., Boland, M.P. y Gordon, Y., 1986. FSH-P at the beginning of the cycle and superovulation in ewes. In Irish Republic University College, Dublin. Research Report 1984 - 1985. 81 - 82.
- Wierzchos, E., Tischner, M. y Maffi, M., 1992. Superovulation of a low fecundity sheep breed using a porcine gonadotrophin extract with a defined LH content (Pluset). Theriogenology. 29, 339 - 345.

# RESPUESTA SUPEROVULATORIA Y DINÁMICA DE LA PROGESTERONA EN CABRAS CRIOLLAS PREESTIMULADAS CON PMSG Y SUPEROVULADAS CON FSH.

Jorge Iturbide Ramírez.\*  
Carlos A. Elizondo Vázquez.  
Carlos Leyva Orasma.

## RESUMEN.

Los objetivos de este trabajo fueron primero, determinar la respuesta superovulatoria en cabras criollas preestimuladas con gonadotropina sérica de yegua preñada y superovuladas con hormona folículo estimulante y segundo, cuantificar los perfiles hormonales de la progesterona sérica durante y después de la superovulación. El trabajo experimental consistió en dos grupos de cinco cabras cada uno ( $n = 10$ ). El grupo A fue superovulado administrando únicamente 250 U.I. de FSH, en dosis decrecientes, durante cuatro días. El grupo B, además fue preestimulado con 200 U.I. de PMSG, que se administraron el día 3 después de aplicar las esponjas intravaginales con progestágeno. En las cabras que presentaron respuesta de tres o más cuerpos lúteos, considerando ambos ovarios, al día de la evaluación realizada por el método quirúrgico ( $n=7$ ), se encontró que la respuesta superovulatoria fue mejor en las preestimuladas con PMSG, pues se detectaron 15.33 vs 7.25 cuerpos lúteos. Se midieron los niveles séricos de progesterona, durante el tratamiento progestativo y el periodo superovulatorio, para investigar su posible relación con la presencia de cuerpos lúteos, pero no hubo diferencias que permitieran predecir, con seguridad y antes de la cirugía, si cada individuo responde positivamente al tratamiento superovulatorio.

## INTRODUCCIÓN.

Es conocido que además de la FSH, la PMSG se ha utilizado para la superovulación, pero también se sabe que por su efecto biológico residual, puede ocasionar desarrollo folicular y aumento en la producción de estrógenos, que crean un ambiente perjudicial para la fertilización y el desarrollo embrionario. Córdova *et al.* (1992b) señalan que esta desventaja pudiera ser atenuada utilizando dosis mínimas o con antisuero contra esta hormona.

---

\* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna.  
Departamento de Ciencias Médico Veterinarias.  
Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México. C.P. 27000.  
Teléfono (01 17) 33-12-70 Ext. 123. Fax (01 17) 33-12-10 Ext. 123.  
celizond@coah1.telmex.net.mx

En la superovulación de las cabras es elevado el porcentaje de regresión de los cuerpos lúteos inmaduros, los cuales dejan de producir progesterona (P4), de tres a cinco días después de la ovulación, provocando que los embriones sean de insuficiente calidad al momento de la recolección. Para Saharrea *et al.* (1995) la regresión temprana de los cuerpos lúteos puede deberse a las altas cantidades de 17- beta estradiol secretadas por los folículos anovulatorios que permanecen en el ovario durante el periodo superovulatorio y la fase lútea temprana. Para evitar la regresión prematura del cuerpo lúteo se han utilizado gonadotropinas, para aumentar el número de pequeños folículos y lograr la ovulación de todos los folículos (Baril *et al.*, 1989). Petr *et al.* (1990) utilizaron dosis pequeñas de PMSG como preestimulante al principio del ciclo estral, en vacas lecheras superovuladas con PMSG, durante la fase media luteal. Los resultados obtenidos comparados con un grupo control, evidenciaron un aumento significativo ( $P < 0.01$ ) de cuerpos lúteos a favor del grupo de hembras preestimuladas (17.8 vs.7.2).

## MATERIAL Y MÉTODOS.

Este trabajo se llevó a cabo en la posta caprina de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna. Se utilizaron diez cabras criollas, de entre once y veinticuatro meses de edad, con un peso corporal promedio de veintiocho kilogramos. Todas las hembras eran nulíparas y con su aparato genital clínicamente sano. A las cinco cabras del grupo A se les aplicó una dosis total de 250 U.I. de FSH-P\* en aplicaciones decrecientes en 0.5 ml, equivalentes a 12.5 U.I., cada veinticuatro horas (días 9, 10, 11y 12), administradas cada doce horas por vía intramuscular y siguiendo el programa reducido de cuatro días. A los cinco animales del grupo B se les trató igual pero además se hizo una preestimulación con PMSG† (200 U.I.) por vía intramuscular, tres días después de aplicar las esponjas. Para determinar los niveles de progesterona en el suero sanguíneo se utilizó el método de radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tres cabras no tuvieron respuesta superovulatoria, considerando como tal a las que tuvieron menos de tres cuerpos lúteos en los dos ovarios, una fue del grupo no preestimulado y dos del grupo preestimulado con PMSG. El criterio para eliminar esas cabras, se hizo de acuerdo a Wierzchos *et al.*, (1996).

En este estudio se encontró que al utilizar PMSG como preestimulante, es decir, antes del tratamiento superovulatorio con FSH-P (que contiene LH en una relación de 1:1), se mejora la respuesta, ya que se obtuvieron 17 cuerpos lúteos más.

---

\* Pluset, Serono, FSH-P, 250 U.I., 10.0 ml.

† Folligon, Intervet, 200 U.I., 1.0ml.

Al evaluar la respuesta superovulatoria, considerando como tal la cantidad media de cuerpos lúteos en el momento del lavado uterino, pudo observarse que resultó una media superior con diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en el grupo preestimulado (15.3 vs 7.2).

Los valores de P4 más elevados se observaron dos días antes y el día de la evaluación visual de los ovarios en ambos grupos (días 15 y 18). Hubo marcada variabilidad individual, sin embargo, las concentraciones de P4 detectadas en esos días, estuvieron en relación directa con el número de cuerpos lúteos, pero los niveles séricos de progesterona no parecen ser adecuados para predecir la respuesta superovulatoria.

## CONCLUSIONES.

Utilizando PMSG como preestimulante, es decir, antes del tratamiento superovulatorio con FSH-P, hubo mejor respuesta, ya que se obtuvieron más cuerpos lúteos.

## LITERATURA CITADA.

- Baril, G., Casamitjana, P., Perrin, J. y Vallet, J.C., 1989. Embryo production, freezing and transfer in Angora, Alpine and Saanen goats. *Zuchthyg.* 24, 101 - 115.
- Córdova, S.A., Jiménez, K.F. y Hernández L.J.J., 1992b. Superovulación con hormona foliculoestimulante (FSH) o gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG) y anticuerpos monoclonales contra PMSG en cabras fuera de la época reproductiva. *Vet. Méx.* XXIII, 4, 319 - 323.
- Goulding, D., Williams, D.H., Roche, J.I. y Boland, P., 1996. Factors affecting superovulation in heifers treated with PMSG. *Theriogenology.* 45, 765 - 773.
- Petr, J., Mika, J. y Jilek, F., 1990. The effect of PMSG-priming on subsequent superovulatory response in dairy cows. *Theriogenology.* 33, 1151-1155.
- Saharrea, M.A., Zarco, L. y Valencia, J., 1995. Efecto de la administración de GnRH o hCG 84 horas después de iniciado el estro sobre la función lútea y el desarrollo embrionario en cabras superovuladas. Departamento de Reproducción F.M.V.Z., U.N.A.M. Congreso Internacional de Producción. X Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, México. 15.
- Wierzchos, E., Tischner, M. y Maffi, M., 1992. Superovulation of a low fecundity sheep breed using a porcine gonadotrophin extract with a defined LH content (Plüset). *Theriogenology.* 29, 339 - 345.