



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD EN UN
PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CABRAS**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

MARÍA CONCEPCIÓN BECERRA LEMUS



Junio de 2001
Chapingo, Estado de México

**DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

EVALUACIÓN DE FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD EN UN
PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CABRAS

Tesis realizada por María Concepción Becerra Lemus bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR:



Ph. D. RAYMUNDO RANGEL SANTOS

ASESOR:



Ph. D. RAYMUNDO RODRÍGUEZ DE LARA

ASESOR:



Ph. D. RODOLFO RAMÍREZ VALVERDE

EVALUACIÓN DE FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD EN UN
PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CABRAS

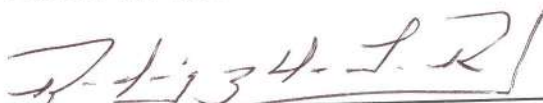
El jurado que revisó y aprobó el examen de María Concepción Becerra Lemus
autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo
constituido por:

PRESIDENTE:



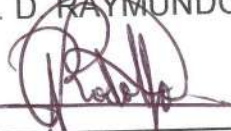
Ph. D. RAYMUNDO RANGEL SANTOS

ASESOR:



Ph. D. RAYMUNDO RODRÍGUEZ DE LARA

ASESOR:



Ph. D. RODOLFO RAMÍREZ VALVERDE

DEDICATORIAS

Este trabajo ha sido dedicado a mi madre
Sra. María Cristina Lemus por su comprensión y apoyo.

A mis hermanos Ale, Javi, Cris y Leo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme apoyado para la realización de los estudios.

Agradezco también al Posgrado en Producción Animal de la Universidad Autónoma Chapingo por haberme permitido ingresar a su programa.

Al Ph. D. Raymundo Rangel Santos por su orientación y dirección en la presentación de este trabajo.

Al Ph. D. Raymundo Rodríguez de Lara y Ph. D. Rodolfo Ramírez Valverde por las sugerencias en la revisión de este trabajo.

Al personal académico, personal administrativo y compañeros por el apoyo brindado.

DATOS BIOGRÁFICOS

I. DATOS PERSONALES:

Nombre	María Concepción Becerra Lemus
Lugar de nacimiento	Orizaba, Veracruz
Profesión	Médico Veterinario Zootecnista
Cédula profesional	2325588

II. ESCOLARIDAD:

Curso de formación	1996	Centro de Producción de Semen Caprino CAPRI-IA Mignaloux, Beauvoir; Francia.
Especialidad en Reproducción Animal	1995	Instituto Superior de Ciencias de la Habana / Universidad Mesoamericana
Licenciatura	1990-1995	Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Carrera Técnica (Inglés)	1993-1996	Centro de Lenguas Extranjeras Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

III. EXPERIENCIA PROFESIONAL:

Docente	Universidad Mesoamericana	Primer Semestre 1999
Extensionista pecuario	PID / INI	Abril 1997- Diciembre 1998
M.V.Z Inspector de Rastro	Ayuntamiento Municipal Zacapoaxtla, Puebla.	Enero - Abril 1997
Médico Veterinario Responsable	Asociación Ganadera Local de Zacapoaxtla	Octubre 1996 - Abril 1997
Docente	Universidad Mesoamericana	Primer Semestre 1996 Segundo Semestre 1995

IV. PUBLICACIONES:

Fertility of nulliparous goats after intrauterine insemination 7 th . International Conference on Goats; France	Mayo, 2000
Fertilidad de Cabras Utilizando dos tipos de Anestesia XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; Yucatán, México	Octubre, 1999

RESUMEN

EVALUACIÓN DE FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD EN UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CABRAS

María Concepción Becerra Lemus. Maestro en Ciencias en Producción Animal.

Universidad Autónoma Chapingo.

Ph. D. Raymundo Rangel Santos. Director de tesis.

El propósito de esta investigación fue estimar la influencia del tamaño del útero y el número de cuernos uterinos inseminados sobre la fertilidad y prolificidad de cabras Alpinas nulíparas. El estro fue sincronizado utilizando tratamientos hormonales. Las cabras fueron divididas en dos grupos según el tamaño del útero (grande o chico); posteriormente cada grupo fue dividido de manera alternada según el número de cuernos uterinos inseminados (uno o dos). Los animales recibieron anestesia local y fueron inseminados intrauterinamente con semen congelado. La gestación se determinó mediante ultrasonografía transabdominal. No hubo pérdida de esponjas y la incidencia de estros fue de 94%. La fertilidad y la prolificidad no fueron significativamente diferentes ($P>0.05$) entre los tratamientos (C1 - 75% / 1.55, C2 - 70% / 1.58, G1 - 67% / 2.00, G2 - 79% / 1.73). Los resultados demuestran la factibilidad de alcanzar niveles apropiados de fertilidad y prolificidad en cabras jóvenes inseminadas intrauterinamente.

Palabras clave: cabras, nulíparas, inseminación laparoscópica, útero.

ABSTRACT

María Concepción Becerra Lemus.

EVALUATION OF FACTORS AFFECTING THE FERTILITY OF GOATS IN AN ARTIFICIAL INSEMINATION PROGRAM

(JUNE 2001)

(Under the direction of Ph. D. Raymundo Rangel Santos).

The main purpose of this research was to estimate the influence of the uterus size and the number of uterine horns inseminated on the fertility and prolificacy of Alpine nulliparous goats. The oestrous was synchronized with hormonal treatments. The goats were divided in two groups according to the uterus size (large and small); and each group was divided in an alternate way according to the number of inseminated uterine horns (one or two). The animals received local anaesthesia and were inseminated with frozen-tawed semen. Pregnancy was determined by ultrasonic examination. There was no loses of sponges, the oestrous incidence was 94%. The fertility and the prolificacy were not significantly different ($P>0.05$) among the treatments (C1 - 75% / 1.55, C2 - 70% / 1.58, G1 - 67% / 2.00, G2 - 79% / 1.73). The results demonstrate the feasibility of reaching appropriate levels of fertility and prolificacy in young goats intrauterine inseminated with a laparoscope.

KEY WORDS: goats, nuliparous, laparoscopic insemination, uterus.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Ciclo estral	5
2.2. Tratamiento hormonal para inducción y sincronización del estro	11
2.2.1. Progestágenos	13
2.2.2. Uso de prostaglandinas en el control del ciclo estral	17
2.2.3. Utilización de eCG	17
2.3. Tracto reproductivo	18
2.3.1. Tracto reproductor del macho	18
2.3.2. Tracto reproductor de la hembra	19
2.4. Inseminación artificial	22
2.4.1. Inseminación cervical, exocervical y transcervical.	25
2.4.2. Inseminación intrauterina	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Localización	29
3.2. Animales	29
3.3. Sincronización de estros	29

3.4. Detección de estros	30
3.5. Inseminación artificial	30
3.6. Diagnóstico de gestación	31
3.7. Variables de respuesta	32
3.8. Análisis estadístico	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Retención de esponjas	33
4.2. Incidencia de estros	33
4.3. Distribución de estros	34
4.4. Fertilidad	36
4.5. Prolificidad	39
V. CONCLUSIONES	41
VI. LITERATURA CITADA	42

ÍNDICE DE CUADROS

No.		Pag.
1	Tratamientos hormonales para sincronización de estros	14
2	Observaciones biométricas de los órganos genitales de la cabra	21
3	Fertilidad obtenida después de utilizar diferentes dosis y tipos de semen en programas de inseminación artificial	24
4	Resultados obtenidos al realizar inseminación cervical, intracervical y transcervical con semen congelado y refrigerado	25
5	Porcentajes de fertilidad obtenidos después de realizar diferentes técnicas de inseminación artificial	27
6	Distribución de estros de hembras nulíparas según el tamaño del útero	34
7	Fertilidad de cabras nulíparas inseminadas intrauterinamente	36
8	Prolificidad de cabras nulíparas según el tamaño de útero y número de cuernos inseminados	40

I. INTRODUCCIÓN

El control de la reproducción en los caprinos es importante por razones técnicas y genéticas, ofreciendo diferentes ventajas al productor y a la población animal. Con esto es posible elegir el periodo de partos durante una estación específica del año, sincronizar los nacimientos para reducir la mortalidad perinatal, constituir grupos homogéneos de madres e hijos para ser alimentados de manera más adecuada, y optimizar el trabajo relacionado con el cuidado de los animales (Chemineau *et al.*, 1996a,b).

En sistemas de producción caprinos, la introducción de la inseminación artificial puede inducir a un aumento considerable en el progreso genético del rebaño por la vía paterna. La utilización de esta técnica permite el nacimiento de descendientes del mismo macho en diferentes rebaños por lo que se incrementa la precisión en la estimación de su valor genético y se permite la evaluación simultánea de animales de diferentes rebaños.

En cabras, los tratamientos hormonales para inducir el estro y ovulación constituyen un prerrequisito para la inseminación artificial. La asociación entre un progestágeno administrado a través de una esponja vaginal (Bretzlaff y Madrid, 1989) o un implante subcutáneo con un análogo de la prostaglandina (Regueiro *et al.*, 1999) y PMSG (eCG), son considerados como los procedimientos más apropiados para alcanzar dichos objetivos. Estos tratamientos pueden ser utilizados en cabras nulíparas asumiendo que ciertas

condiciones, en especial el desarrollo corporal, son respetados (Bocquier, 1997). Mediante la sincronización de estros la fertilidad posterior a la inseminación cervical con semen congelado es del 60%; este porcentaje se incrementa al utilizar semen fresco y al inseminar con la técnica intrauterina (Killeen y Moore, 1970a; Robinson *et al.*, 1989).

Generalmente, la inseminación artificial consiste en depositar el semen en el cervix o en el útero. La fertilidad varía de acuerdo al tratamiento hormonal utilizado (Steffan *et al.*, 1983), edad de las hembras (Leboeuf *et al.*, 1998), tiempo de inseminación (Killeen y Moore, 1970a), número de inseminaciones (Moore y Epleston, 1979a), semen utilizado (Zhibin *et al.*, 1996) y sitio de inseminación (Killen y Caffery, 1982).

La fertilidad y prolificidad aumentan al realizar la inseminación artificial mediante laparoscopia comparada con la inseminación cervical y vaginal y al inseminar en ambos cuernos uterinos (McKelvey *et al.*, 1985; Maxwell y Hewitt, 1986; Rangel, 1997). La fertilidad en cabras primíparas es menor que en cabras multíparas después de la inseminación artificial.

En los animales domésticos es de gran importancia el determinar el valor reproductivo de los individuos tan temprano como sea posible. Por ejemplo; la talla corporal y otras observaciones en bovinos (Flock *et al.*, 1962, Foote *et al.*, 1976, Gipson *et al.*, 1985), pueden ser utilizadas para predecir su futuro comportamiento productivo y esta información permite seleccionar animales

antes de iniciar su vida productiva. De la misma forma, en programas de reproducción ovinos y caprinos, el índice óptimo de mejoramiento genético puede ser incrementado a través de la presión de selección y a través de la reducción del intervalo generacional, mediante esquemas de pariciones aceleradas o mediante la utilización de animales seleccionados para reproducción a edades tempranas (Fitzgerald *et al.*, 1982; Ley *et al.*, 1990; Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992). En machos ovinos y caprinos la selección de reproductores ha sido realizada mediante la observación del crecimiento testicular (Mahmood *et al.*, 1988; Lee *et al.*, 1991; Osinowo *et al.*, 1992) debido a que este último factor ha sido relacionado con la producción de semen (Fresno *et al.*, 2000) y con la prolificidad de las hijas de los machos seleccionados (Land y Carr, 1975; Land y Lee, 1976; Haley *et al.*, 1990).

En cabras, los estudios biométricos de cervix y útero han sido relacionados con la nutrición (Dellmann y Carithers, 1968; Mani *et al.*, 1993); pero no se han encontrado reportes que relacionen el tamaño de los órganos reproductores de hembras caprinas con la fertilidad y prolificidad. Andersen *et al.* (1991) menciona una relación positiva entre el tamaño del tracto reproductivo y los porcentajes de gestación de vaquillas destinadas para reproducción.

Considerando como hipótesis que la inseminación artificial intrauterina con semen congelado depositado unilateral o bilateral en uteros chicos y grandes de cabras nulíparas no tiene efecto en la fertilidad y prolificidad, los objetivos del presente trabajo son:

Evaluar la fertilidad y prolificidad de cabras Alpinas nulíparas inseminadas intrauterinamente con semen congelado.

Evaluar la influencia del tamaño de útero en la fertilidad y prolificidad de las hembras.

Evaluar la influencia del número de cuernos uterinos inseminados en la fertilidad y prolificidad de las hembras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ciclo estral

En cabras la duración del ciclo estral varía grandemente, pueden presentarse ciclos de cuatro a setenta y dos días (Elamvitayakorn *et al.*, 1988). Diferentes factores como raza (Aziz y Konwar, 1988; Santa María *et al.*, 1988; Akusu y Egbunike, 1990), edad (Cartier, 1983), utilización de tratamientos hormonales (Camp *et al.* 1983; Chemineau, 1985), contacto con hembras (Alvarez *et al.*, 1999), machos (Amoah y Brayant, 1984; Chemineau, 1983), número de servicios (Romano 1994 a,b; Romano *et al.*, 2000) y estación (Kadu y Kaikini, 1985); ejercen influencia en la duración del ciclo estral.

La introducción de un macho a cabras con ovarios inactivos induce la ovulación en la mayoría de las hembras (Chemineau, 1983). La ovulación puede presentarse 5 días después de introducir al macho una sola vez antes de la estación reproductiva (Ott *et al.*, 1980a); esta ovulación se acompaña por el estro. Los mecanismos que se ponen en acción al introducir al macho son idénticos a los que se presentan en la oveja, provocando un incremento inmediato de la frecuencia en los pulsos de LH y ovulación sincronizada en cabras en anestro estacional (Alvarez *et al.*, 1999).

En la mayoría de los casos el comportamiento sexual de las cabras con ovarios activos esta ligado temporalmente a la capacidad de las hembras para ser fecundadas. Estos signos están implicados en el desencadenamiento del estro y la ovulación. En la cabra, como en la oveja el estro en la estación sexual está

precedido por una fase lútea larga durante la cual las tasas de progesterona están elevadas (4-12 ng). Cuando la tasa de progesterona desciende, seguida de la luteólisis, la tasa de estradiol aumenta así como la tasa de andrógenos; estos incrementos son acompañados dos días más tarde, por la aparición del comportamiento de estro y del pico preovulatorio de LH (Chemineau *et al.*, 1982). El nivel de estradiol permanece elevado la primera mitad del estro para disminuir abruptamente después del pico de LH (Tamanini *et al.*, 1985). Contrario a lo que sucede en la oveja, el comportamiento de estro en la cabra aparece también al inicio de la estación sin fase lútea previa o después de ciclos cortos con una secreción mínima o nula de progesterona (Camp *et al.*, 1983).

La evolución temporal de esos diferentes cambios sugiere un efecto estimulante de estrógenos y andrógenos con un efecto modulador de la progesterona. Una inmunización activa contra la estrona bloquea el efecto de los estrógenos, aumenta la tasa de progesterona e impide la aparición del comportamiento de estro. Contrario a lo que sucede en la oveja, es posible inducir el comportamiento del estro en conjunto (proceptividad y receptividad) en una cabra ovariectomizada con la administración de estradiol. Como en los ovinos, el umbral de sensibilidad al estradiol varía con la estación siendo mínimo en la estación sexual, es decir en días cortos. En resumen, en cabras como en ovejas la duración del estro depende esencialmente de la presencia de estradiol (Fabre-Nys, 2000).

La dinámica folicular en cabras durante el ciclo estral varía según el manejo de los animales, el estado fisiológico y según la raza (Greyling y van Niekerk, 1990a; Restall, 1992; Mbayahaga *et al.*, 1998). En caprinos se ha estudiado el desarrollo folicular durante la gestación observándose que la población folicular esta influenciada por la estación (Kadu y Kaikini, 1985; Ginther y Kot, 1994). El tamaño y número de folículos han sido observados por laparoscopia (Camp *et al.*, 1983) o laparotomía (Akusu *et al.*, 1986). Los cambios histomorfológicos en ovarios colectados en diferentes etapas del ciclo estral no proporcionan información suficiente acerca del crecimiento de folículos individuales para permitir realizar comparaciones entre los patrones de dinámica folicular entre razas (Sureshkumar y Janakiraman, 1993).

Mori y Kano (1984) mencionaron que la secuencia de eventos endócrinos durante el desarrollo folicular y lúteo en la cabra eran poco conocidos, se reportó que la ovulación ocurría pocas horas después de terminar el estro (Shelton, 1978). Posteriormente, mediante la utilización de la ecografía de ultrasonido (Dorn *et al.*, 1988; Gonzalez de Blunes *et al.*, 1999) para visualizar los ovarios, y mediante métodos endocrinológicos (Tamanini *et al.*, 1988; Thimonier, 2000) e histológicos (Sharma *et al.*, 1996; Lucci *et al.*, 1999) se dio a conocer la cinética de desarrollo folicular y su regulación.

El folículo ovárico es una entidad fisiológica cuya función depende de factores extrafoliculares e interacciones intrafoliculares (Hay y Cran, 1978). Sharma *et al.* (1992) mencionan que el patrón de foliculogénesis en el ovario de la cabra

es similar al observado en ovarios de ovino, búfalo y bovino (Turnbull *et al.*, 1977; Hay y Cran, 1978). En bovinos es bien conocida la existencia de ondas de crecimiento folicular y la existencia de un folículo dominante. Al parecer esas ondas de crecimiento folicular suceden en ovinos y caprinos (Ginther y Kot, 1994). En la cabra, los folículos crecen en un patrón de oleadas foliculares reportándose 4 oleadas foliculares (Padilla y Holtz, 2000). En la fase folicular se presentan más folículos atrésicos que folículos normales. El número de folículos atrésicos tempranos se incrementa del día 2 al 4 siendo consistente con los efectos del surgimiento de LH (Gonzalez-Valle *et al.*, 1998).

En caprinos, los tratamientos hormonales son muy utilizados para sincronizar el estro, pero los efectos de dichos tratamientos en el crecimiento del folículo ovulatorio aun no han sido aclarados (Armstrong *et al.*, 1983b); sin embargo, en bovinos y ovinos se han planteado modelos de desarrollo folicular y ovulación después del tratamiento con FSH (Soboleva *et al.*, 2000). Los tratamientos de sincronización de estros con progestágenos y prostaglandina generan un porcentaje de gestación de 70 a 80%. Es posible que el 20 o 30 % restante no conciban debido a ovulaciones de oocitos de pobre calidad provenientes de un folículo viejo. En cabras se ha observado que existe una alta correlación entre el número de folículos grandes anovulatorios y los niveles séricos de estradiol 17- β observados durante el tiempo de ovulación en hembras sincronizadas con dosis altas de PMSG; en las cuales los niveles de estradiol permanecen elevados durante la fase lútea, alcanzando sus valores máximos 7 días después de la administración de PMSG. La administración de gonadotropina

coriónica humana (hCG) al inicio del estro no mejora el porcentaje de ovulación ni incrementa la incidencia de folículos grandes anovulatorios. Por otro lado la aplicación de hormona liberadora de hormona luteinizante al inicio del estro disminuye significativamente la incidencia de ovulación e incrementa marcadamente la incidencia de folículos grandes anovulatorios (Armstrong *et al.*, 1982).

En los programas de superovulación en bovinos, ovinos y caprinos se ha mostrado una correlación significativamente positiva entre el número de folículos pequeños antes de recibir el tratamiento hormonal y el número de ovulaciones subsecuentes, indicando que la variabilidad en el índice de ovulación después de la sincronización puede estar relacionado con el número de folículos al momento de administrar la PMSG. Freitas *et al.* (1996a) mencionan que el número de cuerpos luteos al momento de la luteólisis es un factor en la variabilidad de la respuesta después de la sincronización de estros. Flynn *et al.* (2000) probaron la hipótesis que cuando la luteólisis ocurre temprano durante la sincronización con progestágenos puede ocurrir crecimiento prolongado del folículo ovulatorio. Los autores concluyeron que en ausencia de progesterona lútea, la sincronización durante 14 días con esponjas intravaginales ocasionan una mayor frecuencia de pulsos de LH y ovulación de un folículo persistente con un diámetro máximo.

Al nacimiento, el ovario de los mamíferos contiene una gran cantidad de folículos, de los cuales solo muy pocos serán utilizados durante la vida

productiva de la hembra. La población folicular total en el mamífero consiste de una gran reserva de folículos primordiales quiescentes y en menor cantidad de folículos en fase de crecimiento (Cahill y Mauleón, 1981). En promedio existen aproximadamente 130 000, 80 000 y 40 000 folículos primordiales en vacas, ovejas y cabras, respectivamente (Land, 1970; Erickson, 1996; Lucci *et al.*, 1999). Esta población puede ser afectada por factores como edad, raza, concentración hormonal y estado reproductivo. La mayoría de esta población de folículos preantrales se volverán atrésicos durante su crecimiento y maduración representando pérdidas enormes de material genético.

Driancourt (1999) y Khalid *et al.* (2000) mencionan que la IGF-1 está implicada en el desarrollo folicular y es considerada como mediador de las acciones de la hormona de crecimiento y gonadotropinas a nivel del ovario. Las concentraciones de IGF-1 son incrementadas con el crecimiento folicular en vacas (Spicer y Echterkamp, 1995). En ovinos las células de la granulosa y el cuerpo lúteo sintetizan IGF-1 (Khalid *et al.*, 2000). En cabras, los niveles plasmáticos de IGF-1 se incrementan gradualmente dos días antes de iniciar el comportamiento del estro y alcanzan su pico máximo con la aparición del estro; las acciones biológicas de estos niveles plasmáticos de IGF-1 durante el estro aun se desconocen. Posiblemente el surgimiento de IGF-1 esté asociado con el estradiol y sea importante directa o indirectamente para el desarrollo folicular y para promover la sobrevivencia de espermatozoides o del embrión mediante la liberación de secreciones uterinas y del oviducto (Hashizume *et al.*, 2000).

El ciclo estral en la cabra puede ser modificado a través de tratamientos hormonales (Phillips *et al.*, 1943). En hembras cíclicas el control del ciclo estral está relacionado con el control de la vida media y actividad secretora del cuerpo lúteo. En cabras y ovejas, la sincronización del estro y ovulación se han llevado a cabo por la prolongación artificial de la fase lútea del ciclo mediante el uso de progestágenos sin obtener un control eficiente del ciclo estral. La PGF2 α y los análogos de esta hormona son empleados para inducir la luteólisis del cuerpo lúteo, aunque la aplicación de prostaglandinas es inefectiva en los primeros días del ciclo estral (Bretzlaff *et al.*, 1981).

En muchas especies el cuerpo lúteo secreta oxitocina en grandes cantidades; esta sustancia puede actuar directamente regulando la regresión lútea mediante una acción local del cuerpo lúteo o indirectamente por la inducción de liberación de prostaglandina F2 α , la luteolisina uterina en animales como la cabra y oveja (Cooke y Homeida, 1985; Cooke y Homeida, 1987). El estro inducido por la administración de oxitocina en la cabra, presenta eventos hormonales similares a los que ocurren en el estro natural y ovulación (Homeida y Cooke, 1989). La oxitocina también es requerida para el desarrollo temprano del cuerpo lúteo y dichos efectos pueden estar mediados vía producción de prostaciclina (PGI-2) (Homeida y Al-Eknaah, 1992).

2.2. Tratamiento hormonal para inducción y sincronización del estro

Los tratamientos hormonales para la inducción y sincronización del estro han sido empleados en cabras como una ayuda en programas de transferencia de

embriones, inseminación artificial y en grandes rebaños en los que se utiliza monta natural. La aplicación de estos tratamientos en corderas y ovejas de un año son un método efectivo para incrementar la producción intensiva de corderos en los rebaños (Christenson, 1976; Steffan *et al.*, 1983).

Los métodos utilizados para la sincronización del estro se basan en la observación del momento en que ocurre la luteólisis. Durante el anestro, los estrógenos foliculares producen retroalimentación negativa sobre el hipotálamo inhibiendo la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y como consecuencia no hay gonadotropinas (FSH y LH) necesarias para el crecimiento folicular y ovulación.

Durante la fase final del ciclo se presentan concentraciones elevadas de progesterona que disminuyen después de la luteólisis. El hipotálamo es liberado de la influencia negativa de la progesterona sobre la liberación de FSH y LH produciéndose el crecimiento folicular y la ovulación, iniciándose un nuevo ciclo. La presentación del estro y ovulación dentro de un grupo de animales puede ser sincronizada mediante la inducción de luteólisis con prostaglandinas o análogos de prostaglandinas (Bretzlaff *et al.*, 1981). La administración de progesterona o progestágenos (Ainsworth *et al.*, 1982), para utilizarse fuera de la estación reproductiva requiere el empleo de gonadotropinas (eCG) para estimular la última fase del crecimiento folicular (Regueiro *et al.*, 1999). Con estos métodos farmacológicos se pretende imitar la función lútea del ciclo estral y lizar el cuerpo lúteo, estructura que regula la duración del ciclo estral. Cuando la

luteólisis ocurre temprano durante la sincronización con progestágenos puede haber crecimiento prolongado del folículo ovulatorio. En ausencia de progesterona lútea, la sincronización durante 14 días con esponjas intravaginales ocasiona una mayor frecuencia en los pulsos de LH y la ovulación de un folículo persistente con un diámetro máximo (Flynn *et al.*, 2000).

Para la utilización de los tratamientos hormonales deben considerarse el estado corporal (Main *et al.*, 1992; Mellado *et al.*, 1996; Walkden-Brown y Bocquier, 2000) y el estado fisiológico de la hembra (Signoret y Cognie, 1975). La fertilidad obtenida después de la aplicación de tratamientos hormonales para sincronizar el estro puede estar influenciada por diferentes factores como la época reproductiva (Senn y Richardson, 1992), el nivel de alimentación (Main *et al.*, 1992), la presencia del macho (Restall, 1992), la dosis de progestágeno (Greyling y van der Nest, 2000), el método de preparación de progestágeno (Trejo, 2000), la vía de administración (Greyling y van Niekerk, 1990b), el tipo de progestágeno (Pendleton *et al.*, 1992; Steffan *et al.*, 1983) y la duración del tratamiento (Baril y Saumande, 2000).

2.2.1. Progestágenos

Los efectos de la administración de progesterona exógena en ovario, útero y ciclo estral son bien conocidos (Woody *et al.*, 1962; Foote y Hulet, 1966; Squires *et al.*, 1972). La colocación de un análogo de la progesterona, actúa de la misma forma que el cuerpo lúteo en la fase lútea del ciclo estral durante la

cual se presenta una fuerte concentración de progesterona que inhibe la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas por el hipotálamo bloqueando la ovulación hasta la luteólisis siguiente. Al retirar el tratamiento, la hipófisis incrementa la liberación de gonadotropinas estimulando el crecimiento folicular y la ovulación. La aplicación de progestágenos reduce la variabilidad en el inicio del estro y el surgimiento de LH comparado con el ciclo estral natural (Freitas *et al.*, 1997b). Algunos autores reportan diferencias no significativas en la duración del ciclo estral, inicio del estro y gestación, al evaluar las respuestas obtenidas utilizando los tratamientos hormonales (Zhang y Yuan, 1988; Bretzlaff y Madrid, 1989).

En el Cuadro 1 se muestran diferentes productos a base de progesterona sintética y natural utilizados para sincronización de estros en caprinos dentro y fuera de la estación reproductiva.

CUADRO 1. Tratamientos hormonales para sincronización de estros.

Fármaco/ dosis	En asociación con		(dosis)	Referencia
FGA (30 mg/11-13 días)	PMSG		500 UI	Robinson et al., 1987.
Norgestomet (6 mg/9 días)	PMSG		250 UI	
FGA (30 mg/16 días)	PMSG		250 UI	Ishwar y Pandey, 1990.
Progesterona (12.5 mg/16 días)				
PGF2 α (10 mg/11 días)				Rowe y East, 1996.
Norgestomet (6 mg/9-13 días)	Cloprostenol 125 mg	PMSG o hCG/PMSG	250 UI 300 UI	
FGA (45 mg/11 días)	Cloprostenol 50 mg	eCG	400UI	Freitas et al., 1997a.

Los progestágenos son hormonas derivadas del colesterol, son compuestos liposolubles que pueden ser administrados por vía oral (Evans *et al.*, 1962; Hogue *et al.*, 1962), intravaginal (Romano, 1996a; Kusina *et al.*, 2000) o subcutánea (Dziuk *et al.*, 1968). Por vía oral, el progestágeno continúa en circulación aún después de que se ha dejado de administrar en el alimento debido a que se continúa absorbiendo por el tracto gastrointestinal (Hinds *et al.*, 1964). Las otras vías tienen un grado de sincronización mejor debido a que la suspensión del tratamiento es inmediata.

La utilización prolongada de progestágenos se ha asociado a una baja fertilidad por cambios en el ambiente uterino y en consecuencia en el transporte y fertilización de gametos (Hawk y Conley, 1972; Hawk, 1972). La utilización de progestágenos via intravaginal, oral o en implantes subcutáneos por periodos de 11 a 21 días permite inducir la presentación de estros fértiles aun fuera de la estación reproductiva con una eficiencia considerablemente alta (Trejo, 1991). Los beneficios de la utilización de esponjas impregnadas con progestágenos para el control de la reproducción en ovinos (Gordon, 1975) y caprinos (Corteel, 1975) han sido bien establecidos.

En la vía vaginal pueden emplearse esponjas impregnadas con 30 mg (Romano, 1996a), 40 mg (Romano *et al.*, 2000) o 45 mg (Ritar *et al.*, 1984; Robin *et al.*, 1994) de acetato de fluorogestona (FGA) o 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP) (Alacam *et al.*, 1985; Zarkawi *et al.*, 1999). Una vez

retirado el tratamiento, el estro se presenta 2-3 días después, durante la época reproductiva.

La fertilidad obtenida en cabras y ovejas adultas que han recibido tratamiento de sincronización con esponjas intravaginales impregnadas con progestágenos ha sido ampliamente reportada en la literatura (Ritar *et al.*, 1984; Boland *et al.*, 1978; Greyling y van Niekerk, 1991). Se ha observado que hembras tratadas con progestágenos tienen una fertilidad menor que la obtenida en hembras no tratadas; esto puede ser superado al realizar doble inseminación cervical, incrementar el número de espermatozoides, realizar inseminación intrauterina y mediante la aplicación de tratamientos con gonadotropinas exógenas para estimular el estro y la ovulación (Vallet *et al.*, 1992; Waldron *et al.*, 1999). Con la finalidad de reducir la variabilidad del tiempo de inicio del estro y surgimiento de LH; cambios en la dosis, naturaleza y ruta de administración del progestágeno han sido investigados (Freitas *et al.*, 1996a; Freitas *et al.*, 1997b).

Freitas *et al.* (1996b) mencionan que el incrementar la dosis de progestágeno al final de un tratamiento de sincronización no es un método eficiente para reducir la variabilidad en la presentación de estros entre cabras. Estos investigadores aplicaron dos esponjas contra una, observando que no hubo mejora en sincronía, fertilidad y prolificidad. La variabilidad observada en la presentación de estros fue relacionada con la presencia de fuentes de PMSG.

2.2.2. Uso de prostaglandinas en el control del ciclo estral

A la mitad o al final de la fase lútea del ciclo estral el cuerpo lúteo puede ser destruido al administrar PGF₂ α o análogos de prostaglandinas (Bretzlaff *et al.*, 1981; Braden *et al.*, 1988). Ambos compuestos han sido empleados para sincronizar el estro en bovinos, ovinos y caprinos (Ogunbiyi *et al.*, 1980; Ott *et al.*, 1980a,b; Kanuya *et al.*, 2000). La utilización de estos compuestos como hormonas luteolíticas ha sido ampliamente reportada en la literatura (Baird y Scaramuzzi, 1975; Thimonier, 1981; Mellado *et al.*, 1994).

2.2.3. Utilización de eCG

Adicionalmente a la administración de progestágenos, se utilizan fármacos que estimulan el desarrollo folicular y la ovulación (Tamanini *et al.*, 1985). La eCG (Gonadotropina coriónica equina; antes denominada PMSG) inyectada al final del tratamiento, estimula el último paso de crecimiento folicular (Regueiro *et al.*, 1999). Es utilizada principalmente para inducir la ovulación en hembras en anestro (Armstrong *et al.*, 1982; Greyling y van Niekerk, 1990b) y en hembras en estro (Das *et al.*, 1999); se emplea para mejorar la sincronización de calores asociada a la IA para aumentar la prolificidad (Ritar *et al.*, 1984; Waldron *et al.*, 1999). La eCG puede ser sustituida por el efecto macho al final del tratamiento de sincronización (Chemineau, 1996b; Mellado *et al.*, 2000), aunque esto no es recomendable si se planea realizar la inseminación artificial.

2.3. Tracto reproductivo

2.3.1. Tracto reproductor del macho

Los parámetros biométricos de los testículos son considerados como indicadores de la capacidad espermatogénica y las características seminales, siendo de gran valor para la selección de machos (Mahmood *et al.*, 1988; Roca *et al.*, 1991; Giri *et al.*, 1994; Andersson y Mäkinen, 1999). En ovinos, diversas investigaciones relacionan la circunferencia escotal (Braun *et al.*, 1980), peso testicular (Notter *et al.*, 1981) y tamaño testicular con la producción espermática; se considera que animales con testículos pequeños pueden ser menos fértiles que aquellos cuyos testículos son grandes, considerando que los primeros producen menos espermatozoides. El desarrollo testicular ha sido relacionado con la edad (Bilaspuri y Singh, 1992), nutrición (Walkden-Brown *et al.*, 1994), peso corporal (Lee *et al.*, 1991) y raza (Shrestha *et al.*, 1983; Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992).

Cameron *et al.* (1986) y Fresno *et al.* (2000) evaluaron el efecto del peso testicular en la fertilidad de ovinos y caprinos sin encontrar diferencias entre la calidad seminal de testículos grandes o pequeños. Land y Lee (1976) mencionan la relación genética entre el crecimiento testicular en machos y la actividad ovárica en hembras, planteando la posibilidad de utilizar las características de los testículos como criterio de selección para mejorar la reproducción de la hembra; reportan que las hembras generadas de la línea paterna en la que los animales fueron seleccionados por el tamaño testicular grande iniciaron su periodo reproductivo más temprano en hembras de 18

meses. Haley *et al.* (1990) no encontraron relación entre el tamaño testicular y la reproducción en ovejas al estudiar el tamaño testicular ajustado por el peso corporal de machos jóvenes (6-14 semanas de edad); los autores mencionan que el peso corporal en estos animales puede ser más útil que el tamaño testicular para predecir el porcentaje de ovulación de la hembra.

2.3.2. Tracto reproductor de la hembra

Pocos estudios han sido realizados acerca de la morfología del aparato reproductor de la cabra a pesar de que el conocimiento de la biometría del tracto reproductivo es necesario para el diagnóstico, control y tratamiento de infertilidad (Cartier, 1983; Kwange y Aire, 1988; Al-Baggal *et al.*, 1993). Lyngset (1968a) presenta una amplia investigación acerca del aparato genital de la cabra.

Halbert *et al.* (1990a) y Eppleston *et al.* (1994) compararon las dimensiones del cervix en ovejas adultas y nulíparas observando que las dimensiones estudiadas fueron significativamente mayores para hembras adultas que para jóvenes; relacionando el tamaño del cervix con la facilidad de atravesarlo en la inseminación artificial cervical. En bovinos y ovinos, cambios en la producción del moco cervical pueden interferir en el transporte de espermatozoides originando fallas en la fertilización (Selaive-Villarroel y Kennedy, 1983b; Hunter, 1999).

Los ovarios de hembras caprinas han sido estudiados desde el punto de vista macro y microscópico (Sharma *et al.*, 1996). Talukdar *et al.* (1994) estudió ovarios de cabras en diferentes etapas del periodo posnatal (0-9 días), relacionándolos con el peso corporal y la glándula tiroides; peso, longitud, ancho y espesor de los ovarios se incrementaron con la edad, aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. No existieron diferencias entre el ovario derecho e izquierdo coincidiendo con lo reportado por Singh *et al.* (1974), pero difiriendo con lo reportado por Lyngset (1968c); Kadu y Kaikini (1987) y Al-Baggal *et al.* (1993). El peso del ovario se correlacionó significativamente con el peso de la glándula tiroides; el coeficiente de correlación entre el peso corporal y peso, largo, ancho y espesor de los ovarios fue mayor. Lyngset (1968a) encontró diferencias entre los ovarios de cabras cuyo tamaño dependió de la presencia de uno o más cuerpos luteos. En el estudio no hubo diferencias significativas en el tamaño de los cuernos uterinos, aunque dado que el derecho es funcionalmente más activo, se esperó encontrar mayor tamaño en este último. Esas mismas observaciones fueron encontradas en uteros gestantes aún en el caso de existir un feto en cada cuerno uterino (Lyngset, 1968b).

El útero en reposo está contenido por completo dentro de la cavidad pelviana de la hembra. Los cuernos uterinos son largos con un tamaño que varía según la raza (Cuadro 2). La mucosa uterina es lisa, brillante, de color grisáceo a oscuro, sobre todo a nivel de las carúnculas. Esta pigmentación no se observa en cabras jóvenes y gestantes (Cartier, 1983).

Cuadro 2. Observaciones biométricas de los órganos genitales de la cabra.

	Referencia	Kwange y Aire, 1988	Lyngset, 1968a	Singh <i>et al.</i> , 1974	Chemineau y Cognié, 1991	Al-Baggal <i>et al.</i> , 1993
Segmento		Largo (cm.)				
Oviducto	Izquierdo	15.10	19.87	16.95	15-19	
	Derecho	14.67	19.71	15.83		
Cuerno uterino	Izquierdo	14.64	23.84	16.06	10-15	13.44
	Derecho	13.87	23.12	15.42		
Cuerpo		1.53	1.36	1.30	1-2	
Cérvix		3.53	5.73	3.42	4-10	
Vagina		6.67	7.30	8.00	14	
Vestíbulo		1.82	3.59			

En muchas especies de animales domésticos se ha estudiado el papel que desempeña el útero en la regresión del cuerpo lúteo durante el ciclo estral y la influencia que cada cuerno uterino tiene. Moor y Rowson (1966) evidenciaron la relación funcional que existe entre el útero y el cuerpo lúteo de ovejas cíclicas al extirpar el cuerno uterino ipsilateral al cuerpo lúteo, el ciclo estral de la hembra se prolongó significativamente.

Cambios en la citología vaginal (Akusu y Egbunike, 1988) y cambios histoquímicos del útero (Bhattacharya y Saigal 1984a,b) durante el ciclo reproductivo han sido investigados para entender la relación entre estos y la reproducción de caprinos. Los estudios biométricos de cérvix y útero han sido relacionados con la nutrición (Dellmann y Carithers, 1968; Mani *et al.*, 1993),

pero no se han encontrado reportes que relacionen el tamaño de los órganos reproductores de hembras caprinas con la fertilidad y prolificidad.

En vaquillas, la medición del tracto reproductivo estima la pubertad vía palpación rectal de cuernos uterinos y ovarios asignando el valor 1 a vaquillas inmaduras e infértiles y el valor de 5 a vaquillas que están ciclando. Los valores 2, 3 y 4 se encuentran entre estos dos extremos. En esta especie las mediciones del tracto reproductor se correlacionan fuertemente con el comportamiento reproductivo futuro (Andersen *et al.*, 1991).

2.4. Inseminación artificial

Los programas de inseminación artificial pueden resultar en diferentes porcentajes de fertilidad debido a factores como el número de espermatozoides utilizados por hembra, la calidad de los espermatozoides inseminados, los machos utilizados para la inseminación, el estro sincronizado o natural, el sitio de depósito de semen, la edad de las hembras inseminadas y la nutrición (Cameron *et al.*, 1987, Findlater *et al.*, 1991, Chemineau *et al.*, 1994).

La relación del tiempo de inseminación artificial con los eventos endocrinológicos (liberación de LH) es muy importante. Robinson *et al.* (1989) encontró que el pico de secreción de LH estaba correlacionado con el inicio del estro. Concluyó que los eventos endocrinológicos y de comportamiento posteriores al tratamiento de sincronización son predecibles y precisos y son

dependientes de la hora en la que se aplicaron además están influenciados por el contacto o no con un macho.

La variabilidad entre animales en el tiempo del estro después de la administración de un tratamiento de sincronización explica los bajos resultados en fertilidad en cabras inseminadas a un tiempo determinado después de la colocación de esponjas con progestágenos. Una reducción en la fertilidad para cabras que entran en estro 30 o más horas después de tratamiento progestacional con esponjas puede explicarse por la variabilidad en el tiempo de presentación del estro.

Al inicio del desarrollo de la inseminación artificial, diferentes experimentos fueron diseñados para determinar los índices de gestación resultantes después de inseminar una o más veces (Smith *et al.*, 1978; Langford *et al.*, 1983), a diferentes tiempos (Fièni *et al.*, 1991) y con diferentes tipos de semen (Killeen y Moore; 1970a; Cameron *et al.*, 1986; Hill *et al.*, 1998).

Maxwell *et al.* (1984) y Findlater *et al.* (1991) reportaron mejores porcentajes de fertilidad al inseminar entre 54 y 60 h después de retirar las esponjas. Killeen y Moore (1970b) encontraron que en ovejas pueden obtenerse altas tasas de fertilización al depositar el semen directamente en los cuernos uterinos o las trompas de Fallopio 48 h después del inicio del estro utilizando la inseminación por laparotomía. Estos mismos investigadores concluyeron que la inseminación

cervical realizada 36 o más horas después de haber iniciado el estro resulta en un completo fracaso para la fertilización.

El tipo de semen empleado y número de espermatozoides son factores que interfieren en los resultados obtenidos al utilizar la inseminación artificial (McKelvey *et al.*, 1990).

En el Cuadro 3 se presenta la fertilidad obtenida al utilizar diferentes dosis y tipos de semen en programas de inseminación.

Cuadro 3. Fertilidad obtenida después de utilizar diferentes dosis y tipos de semen en programas de inseminación artificial.

Técnica	Semen	Dosis	Fertilidad (%)	Referencia
Intrauterina por laparoscopia	congelado	50 x 10 ⁶	60	Fiéni <i>et al.</i> , 1991.
Cervical		200 x 10 ⁶	52	
Monta natural			67	
Intrauterina por laparoscopia	congelado	20 x 10 ⁶	54	Maxwell <i>et al.</i> , 1984.
Cervical	fresco	100 x 10 ⁶	71	
Intrauterina por laparotomía	fresco sin diluir		70	More y Eppleston, 1979a.
Cervical			52	
Vaginal cervical	fresco	250 X 10 ⁶	44 51.3	Cameron <i>et al.</i> , 1986.
Exocervical	congelado	100 X 10 ⁶	75	Freitas <i>et al.</i> , 1997a.
Intracervical	congelado	150 X10 ⁶	53.3	Özsar <i>et al.</i> , 1988

2.4.1. Inseminación exocervical, cervical y transcervical

Las hembras que recibieron tratamiento de sincronización de estros deberán ser inseminadas o recibir monta natural. La monta natural deberá realizarse dos veces a las 12 y 24 horas después de la detección (Ishwar y Pandey, 1990; Regueiro *et al.*, 1999). El tiempo óptimo para realizar la inseminación cervical única para semen líquido o congelado es de 45 ± 1 horas después de retirar la esponja (La Chèvre, 1995). Según las posibilidades para atravesar el cérvix (Windsor, 1995; Campbell *et al.*, 1996) la inseminación se realiza de manera exocervical si el semen es depositado a la entrada del cérvix, intracervical si el semen es depositado en el cérvix o intrauterina (Rangel *et al.*, 1997) en caso de que el cérvix sea atravesado y el semen sea depositado en el cuerpo del útero. Chemineau y Cognié (1991) mencionan que la inseminación cervical puede ser realizada en un 20-80% de hembras, cuando la inseminación es realizada muy cercana al tiempo de la ovulación correlacionándose con una buena fertilidad.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de fertilidad alcanzados al utilizar diferentes técnicas de inseminación.

Cuadro 4. Resultados obtenidos al realizar inseminación cervical, intracervical y transcervical con semen congelado y refrigerado.

Técnica	Tipo de semen	Fertilidad (%)	Referencia
Cervical	congelado	63	Baril <i>et al.</i> , 1996.
Cervical	refrigerado	58.7	Romano <i>et al.</i> , 2000.
Transcervical	congelado	82	Halbert <i>et al.</i> , 1990b.
Cervical Intracervical	refrigerado	60.5 75	Langford <i>et al.</i> , 1983.

En la oveja, debido a las características anatómicas del cérvix (Selaive-Villarroel y Kennedy, 1983a; Halbert *et al.*, 1990a) es imposible realizar la inseminación artificial intrauterina. Además ha sido reportada la incapacidad de los espermatozoides para viajar a través del tracto reproductivo (Lightfoot *et al.*, 1974; Selaive-Villarroel y Kennedy, 1983b; Hunter, 1999). En esta especie, la inseminación intrauterina puede ser realizada mediante un equipo de inseminación modificado (Halbert *et al.*, 1990b; Rangel, 1997) con el que se obtienen buenos resultados en la fertilidad (Núñez, 1999) debido a que el semen puede ser depositado directamente dentro del útero acortando el paso hacia el sitio de fertilización.

2.4.2. Inseminación intrauterina

La inseminación intrauterina puede ser realizada mediante laparotomía (Killeen y Moore, 1970b; Trounson y Moore, 1974) o laparoscopia (Robinson *et al.*, 1989; Scudamore *et al.*, 1991) permitiendo incrementar el porcentaje de partos, reducir el número de espermatozoides necesarios para la inseminación e incrementar la fertilización de óvulos y obtención de embriones viables (Brebion *et al.*, 1992; Cognié, 1999).

En el Cuadro 5 se muestran resultados de fertilidad obtenidos al utilizar diferentes técnicas de inseminación artificial.

Cuadro 5. Porcentajes de fertilidad obtenidos después de realizar diferentes técnicas de inseminación artificial.

Técnica de inseminación	Sitio	Fertilidad (%)	Referencia
Intrauterina por laparotomía	Cuerpo	78	Killeen y More, 1970b.
Cervical	cuerno	57	
		37	
Intrauterina por laparoscopia	cuerno	48	Windsor <i>et al.</i> , 1994.
Cervical		9	
transcervical		26	
Intrauterina por laparotomía	Cuerpo	81	Trounson y Moore, 1974.
Monta natural	cuerno	86	
		52	
Intrauterina por laparotomía		83	Killeen y Moore, 1970a.
Cervical		29	
Intrauterina por laparoscopia	cuerno	60.3	Mieusset <i>et al.</i> , 1992.
Exocervical		61.5	Freitas <i>et al.</i> , 1997b.

La laparoscopia es una técnica de exploración interna que incluye un sistema óptico utilizando las propiedades de propagación de la luz dentro de una fibra de vidrio. Esta técnica ha sido utilizada para examinar la actividad ovárica en ovejas desde 1963 y ha permitido observaciones repetidas en los mismos animales sin ocasionar la formación de adherencias (Oldham y Lindsay, 1980; Cameron *et al.*, 1988).

Durante la inseminación intrauterina con laparoscopia, el semen generalmente es depositado en la sección media del cuerno uterino porque es el sitio más disponible y requiere una mínima manipulación del útero. Los porcentajes de partos se incrementan al inseminar en la parte media del cuerno comparado

en los obtenidos al inseminar al inicio o al final del cuerno (Maxwell y Butler, 1984). Killen (1976) no encontró diferencias significativas al transferir embriones en los cuernos o en los cuernos. En ovejas superovuladas, Trounson y Moore (1974) reportaron mejores índices de recuperación y fertilización de óvulos al inseminar intravaginalmente en las extremidades de los cuernos comparándose con los obtenidos al inseminar en el cuerpo de útero. En la transferencia de embriones, Armstrong *et al.* (1983a) reportaron que la sobrevivencia de embriones transferidos a hembras receptoras se incrementa al transferir dos embriones en un mismo oviducto que cuando se transfirieron en ambos oviductos. Estos autores atribuyeron estos resultados al sinergismo entre los embriones al influenciarse uno al otro para sobrevivir después de la transferencia; se mencionan acciones antiluteolíticas o luteotrópicas que resultan en un mejoramiento del mantenimiento lúteo en receptoras o la liberación de señales al endometrio que se relacionan con los procesos de implantación. Holtz *et al.* (2000) mencionaron que la transferencia bilateral de embriones en cabras, provoca un incremento en el peso al nacimiento de cabritos, al compararlo con la transferencia unilateral.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El experimento se realizó durante los meses de mayo a diciembre de 1999, en una explotación caprina localizada en la ciudad de Tecamachalco, en el estado de Puebla, ubicada a 18°53' latitud norte y 97°44' longitud este; a una altitud de 2013 msnm. El clima de la región, según la modificación al sistema de clasificación de Köppen; es semiárido con lluvias en verano, temperatura media anual de 18.3°C y una precipitación pluvial de 200 mm (García, 1981).

3.2. Animales

Para la realización del experimento, fueron utilizadas 70 hembras Alpinas nulíparas de edad promedio 11.5 ± 0.3 meses y peso promedio de 32 ± 2.35 kilogramos. Antes de iniciar el experimento, las hembras recibieron tratamiento contra parásitos externos e internos. La alimentación de los animales consistió en dietas conteniendo concentrado con 12% de proteína cruda, heno de alfalfa, sales minerales y agua. Los animales se mantuvieron en corrales durante la realización del experimento.

3.3. Sincronización de estro

Las cabras fueron sincronizadas utilizando esponjas intravaginales impregnadas con 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA, Chrono-gest, Intervet) que fueron depositadas durante 11 días, y 48 horas antes de retirar las

esponjas, 250 U.I. de PMSG (Folligón, Intervet) asociadas con 3.75 mg de PGF2 α (Prosolvin, Intervet) fueron aplicadas intramuscularmente.

3.4. Detección de estros

La detección de estros se llevó a cabo a intervalos de 12 horas, iniciando 24 horas después de retirar el progestágeno intravaginal y utilizando un macho provisto de un mandil para evitar la cópula. Se definió como estro detectado al momento en el que la hembra aceptó ser montada por el macho.

3.5. Inseminación Artificial

Las hembras que entraron en estro, fueron divididas en dos grupos según el tamaño de útero (grande, n=37 o pequeño, n=29) observado al momento de realizar la inseminación (para la asignación de la talla fueron consideradas mediciones de tractos reproductivos provenientes de cabras sacrificadas); posteriormente cada grupo fue dividido de manera alternada según el número de cuernos uterinos inseminados (uno, n=30 o dos, n=36).

La inseminación artificial intrauterina fue realizada 12 horas después de la detección de estros, utilizando semen congelado en pajillas de 0.25 ml proveniente de dos machos de fertilidad conocida (Capri-IA, Francia). El agua y el alimento fueron retirados de los animales 12 horas antes de efectuar la cirugía para facilitar la localización y manipulación del aparato genital.

La inseminación intrauterina fue realizada colocando las hembras en decúbito dorsal sobre la camilla y fueron sujetadas por las cuatro extremidades. La zona cercana a la ubre y los primeros 10 a 12 cm de la parte abdominal baja fueron rasuradas y lavadas con jabón antiséptico. Enseguida, la camilla para inseminación fue inclinada cranealmente a 45° y la piel de los animales fue esterilizada con una solución de yodo al 5%. Posteriormente, fue inyectado subcutáneamente el anestésico local (Xylocaína al 2%, Astra) en los 3 a 5 cm anteriores a la ubre y 3 a 4 cm a cada lado de la línea media, evitando incidir en vasos sanguíneos. Se realizó la distensión de la cavidad abdominal mediante pneumoperitoneo artificial y los trocars utilizados para la inseminación fueron introducidos en ambos lados de la línea media. Después de colocar los instrumentos y localizar el tracto genital, el semen fue depositado en la parte media de un cuerno uterino o fue dividido para ser depositado en los dos cuernos. Los trocars fueron retirados para después administrar antibiótico de amplio espectro (Espanfort) a los animales inseminados (Chemineau y Cognié, 1991).

3.6. Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación fue realizado 60 días después de la inseminación artificial utilizando un equipo de ultrasonido (Sonovet 600, Medison) con un transductor convexo de 3.5 MHz; *el diagnóstico se determinó positivo al observar la presencia de fluidos en los cuernos uterinos dilatados, placentomas y por la presencia de los fetos. La eficiencia y confiabilidad del método han sido*

demostrados ampliamente (Haibel *et al.*, 1989; García *et al.*, 1993; Dawson *et al.*, 1994, Quintela *et al.*, 1999).

3.7. Variables de respuesta

La incidencia de estros se definió como el número de hembras que manifestaron comportamiento de estro entre el número de animales que recibieron tratamiento. La distribución de estros se determinó mediante el número de cabras que entraron en estro en cada detección. La fertilidad fue definida como el número de hembras que parieron sobre el número de cabras inseminadas. La prolificidad fue determinada mediante el número de cabritos nacidos con respecto al número de hembras que parieron.

3.8. Análisis estadístico

Los datos de fertilidad y prolificidad fueron analizados utilizando el procedimiento logistic incluido en el programa SAS (1989) utilizando un modelo que incluyó el tamaño de útero (chico o grande), el sitio de depósito de semen (en uno o dos cuernos uterinos), la interacción entre estos dos factores y el error.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Retención de esponjas

En la realización del experimento no se presentaron problemas de pérdida de esponjas utilizadas para la sincronización de estros. Resultados similares han sido reportados por Greyling y van Niekerk (1991), Rangel (1995) y Castro (1999).

4.2. Incidencia de estros

El 94% (66/70) de las hembras utilizadas presentaron estro al finalizar el tratamiento hormonal. Las hembras que no respondieron al tratamiento (6%) fueron excluidas del experimento.

Resultados similares a los obtenidos en este experimento (94%), han sido reportados por Kartazas *et al.* (1997), quienes obtuvieron un 95% de inducción de estros en cabras Griegas (*Capra prisca*) sincronizadas con esponjas intravaginales impregnadas con acetato de medroxiprogesterona. Gibbons *et al.* (1997) reportaron una presentación de estros de 90.5%, 24 a 72 horas después de retirar las esponjas en cabras Angora.

La sincronización de estros en este experimento fue inferior a la reportada por Baril *et al.* (1992a,b), Baril *et al.* (1993) y Chemineau *et al.* (1999) quienes obtuvieron niveles de incidencia de estros de 100%; pero fue superior a la

reportada por Alacam *et al.* (1988) y Aguilar *et al.* (1998) quienes mencionan una incidencia de 47.2% y 50%; respectivamente.

4.3. Distribución de estros

La distribución de estros después de retirar las esponjas se muestra en el Cuadro 6. En general, el 68% (45/66) presentó estro a las 24 horas; el 15% (10/66) fue detectado a las 36 horas y el 17% (11/66) a las 48 horas después de retirar las esponjas. Ortega *et al.* (1998) reportaron una distribución de celos de 50%, 31.25% y 18.75% a las 24, 36 y 48 horas respectivamente.

Cuadro 6. Distribución de estros de hembras nulíparas según el tamaño del útero.

Tamaño de útero	Distribución de estros						Total
	24h		36h		48h		
	No	(%)	No	(%)	No	(%)	
Chico	23	(77)	4	(13)	3	(10)	30
Grande	22	(61)	6	(17)	8	(22)	36
Total	45	(68)	10	(15)	11	(17)	66

Muchos factores pueden influir en el tiempo de inicio del estro como raza, edad, tipo y dosis de tratamiento hormonal. Bocquier *et al.* (1998) encontraron que el nivel nutricional ejerce influencia sobre el momento de ovulación de cabras Alpinas nulíparas; con un bajo nivel alimenticio presentaron más temprano el pico preovulatorio de LH, comparándose con las cabras correctamente alimentadas (28.6 h vs 31.3 h).

4.4. Fertilidad

El 72.7% (48/66) de las hembras inseminadas quedaron gestantes y parieron (Cuadro 7). No se presentaron abortos. No se estimaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los diferentes tamaños de útero, los diferentes sitios de deposición ni las interacciones entre ellos.

Cuadro 7. Fertilidad de cabras nulíparas inseminadas intrauterinamente.

	Tamaño de útero			
	Chico		Grande	
	Cuernos inseminados	Cuernos inseminados	Cuernos inseminados	Cuernos inseminados
	1	2	1	2
Cabras inseminadas	12	17	18	19
Cabras gestantes	9	12	12	15
Fertilidad (%)	75 a	70 a	67 a	79 a

Diferente literal indica diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos.

El porcentaje de cabras inseminadas que presentaron uteros grandes o chicos y quedaron gestantes fue de 73.0 y 72.4%, respectivamente. De las 66 hembras inseminadas, treinta cabras fueron inseminadas en un cuerno uterino quedando gestantes el 70% ($n=21$) de las mismas. Por otro lado, de las hembras inseminadas en dos cuernos ($n=36$), el 75% ($n=27$) quedaron gestantes.

Las diferencias no significativas entre los sitios de depósito de semen (1 vs 2 cuernos uterinos), coincide con lo encontrado por Robinson *et al.* (1989), quienes reportaron que la inseminación intrauterina unilateral es tan efectiva

como la bilateral para asegurar la fertilización de óvulos en un programa de transferencia de embriones. Al depositar el semen en un cuerno uterino se aseguró la fertilización en el oviducto contralateral pues la fertilización ocurrió en ambos cuernos al inseminar el cuerno uterino derecho.

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren de los obtenidos por Kühholzer *et al.* (1997) quienes reportaron un incremento en el porcentaje de partos en ovejas inseminadas en ambos cuernos uterinos (79%) comparado con ovejas que fueron inseminadas en un solo cuerno (63%).

Killeen y Moore (1970a) estudiaron la fertilidad y sobrevivencia de óvulos en ovejas después de realizar la inseminación artificial cervical, uterina y en cuernos uterinos a diferentes tiempos después del inicio del estro. La fertilización al inseminar cervicalmente fue menor ($P < 0.02$) que la obtenida con inseminación uterina (29% vs 83%). Moore y Eppleston (1979b), refieren que el método de inseminación tiene un efecto importante ($P < 0.01$) en los porcentajes de fertilización de cabras inseminadas cervicalmente (52%) comparadas con las que fueron inseminadas en el cuerno uterino (70%).

Senger *et al.* (1988) obtuvieron mejores índices de concepción en vacas, al inseminar en cuernos uterinos (64.6%) comparado con la inseminación en útero (44.7%). López-Gatius y Camón-Urgel (1990) encontraron que la fertilización después de inseminación en el cuerno derecho fue mayor que en el cuerno izquierdo (50% vs 15.6%) en vacas superovuladas; y esta migración fue del

cuerno ipsilateral al cuerno contralateral. Los autores concluyeron que existen diferencias en el transporte transuterino de espermatozoides entre los cuernos derecho e izquierdo.

En cabras y ovejas también se ha observado la migración uterina (Lyngset, 1968d). Kadu y Kaikini (1987) encontraron que la migración transuterina en cabras, del cuerno derecho al izquierdo y viceversa no es significativa, pero la incidencia en la presentación de la misma fue mayor si dos óvulos fueron liberados del mismo ovario. Eppleston *et al.* (1994) reportaron un porcentaje elevado de ovulos fertilizados en el cuerno derecho en ovejas que fueron inseminadas en el cuerno uterino izquierdo; y no encontraron diferencias en el porcentaje de ovulos fertilizados después de haber inseminado en el cuerpo uterino o en el cuerno uterino izquierdo (45.2% y 37.5%), respectivamente. Killen y Caffery (1982) reportaron porcentajes de fertilización del 96% en óvulos de ovejas inseminadas en ambos cuernos uterinos.

Los índices de fertilidad obtenidos en el presente trabajo son superiores a los reportados por Ritar *et al.* (1989), Baril *et al.* (1992a), Windsor *et al.* (1994), Chemineau *et al.* (1999) y Castro (1999) quienes encontraron niveles de fertilidad entre 41 y 57.1%. Ritar *et al.* (1987) y Gibbons *et al.* (1997) reportaron porcentajes de fertilidad de 71.2% y 69.3%. Niveles superiores de fertilidad después de inseminación intrauterina por laparoscopia han sido obtenidos por Rangel *et al.* (1995) y D'Alessandro *et al.* (1998a) quienes obtuvieron 92% y 90% de fertilidad en cabras inseminadas con semen congelado.

Hill *et al.* (1998), al utilizar semen congelado para inseminar intrauterinamente por laparoscopia obtuvieron índices de gestación del 72.1% en ovejas. Bocquier *et al.* (1998) reportaron un porcentaje de partos del 65% en cabritas con un peso promedio de 33 Kg; y estos resultados son similares (65.2%) a los reportados por Leboeuf *et al.* (1998) y D'Alessandro *et al.* (1998b) (65.2%).

Los resultados estimados de fertilidad en este estudio (72.7%) demuestran la efectividad de la inseminación laparoscópica en cabras jóvenes, tal como ha sido reportado por Ritar y Ball (1991) y Ritar y Ball (1993) al inseminar laparoscópicamente con semen congelado cabras Cashmere jóvenes.

4.5. Prolificidad

Los resultados de prolificidad se muestran en el Cuadro 8. No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre el tamaño del útero y el sitio de deposición del semen con respecto al número de cabritos nacidos por hembra parida.

La prolificidad obtenida de hembras con úteros grandes y chicos fue de 1.85 y 1.57, respectivamente. La prolificidad obtenida de acuerdo al número de cuernos inseminados, fue de 1.80 y 1.66 para la inseminación unilateral y bilateral, respectivamente.

Cuadro 8. Prolificidad de cabras nulíparas según el tamaño de útero y número de cuernos inseminados.

Tamaño de Útero	Cuernos inseminados	No de hembras	Partos Sencillos		Partos múltiples		Prolificidad
			n	(%)	n	(%)	
Chico	1	9	4	(44)	5	(56)	1.55 a
	2	12	6	(50)	6	(50)	1.58 a
Grande	1	12	2	(17)	10	(83)	2.00 a
	2	15	7	(47)	8	(53)	1.73 a

a. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

En general, la prolificidad obtenida en el presente estudio (1.72), fue menor a la que reportaron Vallet *et al.* (1992) y D'Alessandro *et al.* (1998 a,b) (2.5 y 2.2; respectivamente). Anous y Mourad (1993); al comparar la raza Alpina con la Rove encontraron una prolificidad de 1.72 y 1.33 para ambas razas. Goonewardene *et al.* (1997) obtuvieron una prolificidad mayor (1.76); aunque en ese estudio las hembras Alpinas fueron más pesadas (64.8 ± 4.1 Kg) que las utilizadas en el presente trabajo (32 ± 2.35 Kg), además de tener mayor edad con lo que las posibilidades de presentar partos múltiples son incrementadas (Amoah y Bryant, 1983).

V. CONCLUSIONES

La fertilidad y prolificidad en cabras nulíparas inseminadas intrauterinamente, no son afectadas por el tamaño del tracto reproductivo de la hembra.

La inseminación artificial en uno o dos cuernos uterinos no tiene influencia en la fertilidad y prolificidad de cabras nulíparas.

Los resultados obtenidos demuestran la factibilidad para alcanzar porcentajes de fertilidad y prolificidad adecuados en cabras jóvenes después de la inseminación laparoscópica.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar, C.A.J., A.J.F. Torres, P.A. Ortega y R.A.F Canul. 1998. Efecto de uno vs dos esponjas de acetato de fluorogestona sobre la sincronización de estros en cabras Criollas en el trópico subhúmedo de Yucatán, México. I. Sincronización y fertilidad. *In: Memorias XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. pp. 120-123.
- Ainsworth, L., R. Lachance and F. Labrie. 1983. Effects of progestagen treatments and PMSG on the induction of the preovulatory LH discharge in ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 5:281-286.
- Akusu, M.O., A.I.A. Osuagwuh, J.U. Akpokodje and G.N. Egbunike. 1986. Ovarian activities of the West African dwarf goat (*Capra hircus*) during oestrus. *J. Reprod. Fert.* 78:459-462.
- Akusu, M.O. and G.N. Egbunike. 1988. Changes in the cytology of the vagina of West African dwarf goats during oestrous cycle. 11th. International Congress on Anim. Reprod. and A.I. p.546.
- Akusu, M.O. and G.N. Egbunike. 1990. Effects on oestrus duration of West African dwarf goats. *Small Ruminant Research* 3:413-418.
- Alacam, E., S. Oszar, C. Kilicoglu, B. Guven, H. Izgur, T. Tekeli and P. Glatzel. 1985. Induction of oestrus in Saanen goats at early breeding season by intravaginal progesterone sponges (MAP) or by prostaglandin F2 α injections. Effect on different age groups. *Theriogenology* 24:283-291.
- Al-Baggal, H.A.R., S.Y.A. Al-Dahash and A.F. Alwan. 1993. Macroscopic study of the female genital system in Iraqui goats. *Small Ruminant Research* 9:341-146.
- Alvarez, R.L., W.A.E. Ducoing, Q.L.A. Zarco y G.A.M. Trujillo. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Vet. Méx.* 30:25-31.
- Amoah, E.A. and M.J. Bryant. 1983. Gestation period, litter size and birth weight in the goat. *Anim. Prod.* 36:105-110.
- Amoah, E.A. and M.J. Bryant. 1984. A note on the effect of contact with male goats on occurrence of puberty in female goat kids. *Anim. Prod.* 38:141-144.
- Andersen, K.J., D.G. LeFever, J.S. Brinks and K.G. Odde. 1991. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri-Practice* 12:19-26.

- Andersson, M. and A. Mäkinen. 1999. Testicular size and total sperm count of boars, bulls and stallions with impaired reproductive function of congenital and hereditary origin. *Reprod. Dom. Anim.* 34:97-101.
- Anous, M.R. and M.M. Mourad. 1993. Crossbreeding effects on reproductive traits of does and growth and carcass traits of kids. *Small Ruminant Research* 12:141-149.
- Armstrong, D.T., A.P. Pfitzner, K.J. Porter, G.M. Warnes, P.O. Janson and R.F. Seamark. 1982. Ovarian responses of anoestrous goats to stimulation with pregnant mare serum gonadotrophin. *Theriogenology* 5:15-23.
- Armstrong, D.T., A.P. Pfitzner, G.M. Warnes and R.F. Seamark. 1983a. Superovulation treatments and embryo transfer in Angora goats. *J. Reprod. Fert.* 67:403-410.
- Armstrong, D.T., A.P. Pfitzner, G.M. Warnes, M.M. Ralph and R.F. Seamark. 1983b. Endocrine responses of goats after induction of superovulation with PMSG and FSH. *J. Reprod. Fert.* 67:395-401.
- Aziz, A. and K. Konwar. 1988. Reproductive performance of Assam local goats. *Indian Vet. J.* 65:1147-1148.
- Baird, D.T. and R.J. Scaramuzzi. 1975. Prostaglandin F2 α and luteal regression in the ewe: comparison with 16 arylxyprostaglandin (I.C.I. 80,996). *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15:161-174.
- Baril, G., B. Remy, J.C. Vallet and J.F. Beckers. 1992a. Effect of repeated use of progestagen-PMSG treatment for estrus control in dairy goats out of breeding season. *Reprod. Dom. Anim.* 27:161-168.
- Baril, G., B. Rémy, J.C. Vallet and J.F. Beckers. 1992b. Observations sur l'utilisation des traitements gonadotropes répétés chez la chèvre laitière. *Ann. Zootech.* 41:291-296.
- Baril, G., B. Leboeuf and J. Saumande. 1993. Synchronization of estrus in goats: the relationship between time of occurrence of estrus and fertility following artificial insemination. *Theriogenology* 40:621-628.
- Baril, G., B. Remy, B. Leboeuf, J.F. Beckers and J. Saumande. 1996. Synchronization of estrus in goats: the relationship between eCG binding in plasma, time of occurrence of estrus and fertility following artificial insemination. *Theriogenology* 45:1553-1559.
- Baril, G., B. Leboeuf, B. Remy, P.V. Drion, D. Bernelas, J.L. Bonné, J.L. Pougard, J. Saumande and J.F. Beckers. 1998. Effets de la répétition

des traitements Progestagène/prostaglandine/PMSG chez la chèvre.
Colloque Reproduction caprine: nouveaux contextes, derniers acquis. 30
avril, Niort, France.

- Baril, G. and J. Saumande. 2000. Hormonal treatments to control time of ovulation and fertility of goats. 7th. International Conference on Goats. France. 400-405.
- Bhattacharya, M. and R.P. Saigal. 1984a. Phosphorylase histochemistry of the uterine wall of the goat (*Capra hircus*). Indian J. Anim. Sci. 54:516-517.
- Bhattacharya, M. and R.P. Saigal. 1984b. Histomorphological and histochemical studies on the uterus of goat (*Capra hircus*) during the reproductive cycle. Indian J. Anim. Sci. 54:645-649.
- Bilaspuri, G.S. and K. Singh. 1992. Developmental changes in body weight and testicular characteristics in Malabari goat kids. Theriogenology 37:507-520.
- Bocquier, F. 1997. Performances de reproduction de la chevrette inséminée artificiellement: effets du poids vif et du niveau alimentaire. L'égide (Abstr) 7:2.
- Bocquier, F., B. Leboeuf, J. Rouel et Y. Chilliard. 1998. Effet de l'alimentation et des facteurs d'élevage sur les performances de reproduction de chevrettes Alpines. INRA Prod. Anim. 11:311-320.
- Boland, M.P., F. Lemainque and I. Gordon. 1978. Comparison of lambing outcome in ewes after synchronization of oestrus by progestagen or prostaglandin treatment. J. Agric. Sci. Camb. 91:765-766.
- Braden, T.D., F. Gamboni and D. Niswender. 1988. Effects of prostaglandin F₂ α - induced luteolysis on the populations of cells in the ovine corpus luteum. Biolo. Reprod. 39:245-253.
- Braun, W.F., J.M. Thompson and C.V. Ross. 1980. Ram scrotal circumference measurements. Theriogenology 13:221-229.
- Brebion, P., G. Baril, Y. Cognié et J.C. Valet. 1992. Transfert d'embryons chez les ovins et les caprins. Ann. Zootech. 41:331-339.
- Bretzlaff, K.N., R.S. Ott, P.G. Weston and J.E. Hixon. 1981. Doses of prostaglandin F₂ α effective for induction of estrus in goats. Theriogenology 16:587-591.
- Bretzlaff, K.N. and N. Madrid. 1985. Synchronization of estrus and fertility in goats with norgestomet ear implants. Theriogenology 24:351-357.

- Bretzlaff, K.N. and N. Madrid. 1989. Clinical use of norgestomet ear implants or intravaginal pessaries for synchronization of estrus in anestrus dairy goats. *Theriogenology* 31:419-423.
- Cahill, L.P. and P. Mauleón. 1981. A study of the population of primordial and small follicles in the sheep. *J. Reprod. Fertil.* 61:201-206.
- Cameron, A.W.N., A.J. Tilbrook, D.R. Lindsay, E.J. Keogh and I.J. Fairnie. 1986. The effect of testicular weight and insemination technique on fertility of sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 12:189-194.
- Cameron, A.W.N., A.J. Tilbrook, D.R. Lindsay, I.J. Fairnie and E.J. Keogh. 1987. The number of spermatozoa required by naturally mated ewes and the ability of rams to meet these requirements. *Anim. Reprod. Sci.* 13:91-104.
- Cameron, A.W.N., K.M. Battye and A.O. Trounson. 1988. Time of ovulation in goats (*Capra hircus*) induced to superovulate with PMSG. *J. Reprod. Fert.* 83:747-752.
- Camp, J.C., D.E. Wildt, P.K. Howard, L.D. Stuart and P.K. Chakraborty. 1983. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. *Biol. Reprod.* 28:673-681.
- Campbell, J.W., T.G. Harvey, M.F. McDonald and R.I. Sparksman. 1996. Transcervical insemination in sheep: an anatomical and histological evaluation. *Theriogenology* 45:1535-1544.
- Cartier, S. 1983. Physiologie de la reproduction chez la chevre. Aspects particuliers de son endocrinologie. These pour le Doctorat Veterinaire. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, France. 86p.
- Castro, S.S. 1999. Evaluación de tres técnicas de inseminación artificial en cabras. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 43pp.
- Cognie, Y. 1999. State of the art in sheep-goat embryo transfer. *Theriogenology* 51:105-116.
- Cooke, R.G. and A.M. Homeida. 1985. Suppression of prostaglandin F2 alpha release and delay of luteolysis after active immunization against oxytocin in the goat. *J. Reprod. Fert.* 75:63-38.
- Cooke, R.G. and A.M. Homeida. 1987. Effect of progesterone administration on the release of uterine prostaglandin F2 alpha and ovarian oxytocin in the goat. *Anim. Reprod. Sci.* 13:191-198.

- Corteel, J.M. 1975. The use of progestagens to control the oestrous cycle of the dairy goat. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15:353-363.
- Chemineau, P., D. Gauthier, J.C. Poirier and J. Saumande. 1982. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, oestradiol-17B and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology* 17:313-323.
- Chemineau, P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fert.* 67:65-72.
- Chemineau, P. 1985. Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the Creole meat goat. *Anim. Reprod. Sci.* 9:87-94.
- Chemineau, P. and Y. Cognié. 1991. Training Manual on Artificial Insemination in Sheep and Goats. FAO 83. Animal Production and Health Paper. 211p.
- Chemineau, P., G. Baril y J.A. Delgadillo. 1994. Control hormonal de la reproducción en el caprino. IX Cong. Nal. Caprino. pp.143-163.
- Chemineau, P., G. Baril, B. Leboeuf, M. Maurel and Y. Cognié. 1996a. Recent advances in the control of goat reproduction. *In: VI Inter. Conference on Goats*. 6-11 May. Beigin, China 2:776-784.
- Chemineau, P., Y. Cognié et Y. Heyman. 1996b. Maîtrise de la reproduction des mammifères d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, hors série, 5-15.
- Chemineau, P., G. Baril, B. Leboeuf, M.C. Maurel, F. Roy, M. Pellicer-Rubio, B. Malpoux et Y. Cognié. 1999. Implications des progrès récents en physiologie de la reproduction pour la conduite de la reproduction dans l'espèce caprine. *INRA Prod. Anim.* 12:135-146.
- Christenson, R.K. 1976. Effect of short-term progestagen treatment on induction of oestrus and lambing in anestrus ewes. *J. Anim. Sci.* 43:795-801.
- D'Alessandro, A., G. Bramante, M.A. Colona e G. Martmucci. 1998a. Inseminazione intrauterina con seme congelato per via endoscopica o transcervicale. Performance riproduttiva nella pecora e nella capra. *Agricoltura Ricerca* 20:29-36.
- D'Alessandro, A., G. Martmucci e L. Cicola. 1998b. Inseminazione artificiale nella capra (capre maltesi Puglia). Valutazione di tre tecniche con seme congelato. *Documenti Veterinari* 19:57-61.
- Das, G.K., S.M.K. Naqvi, R. Gulyani, S.R. Pareek and J.P. Mittal. 1999. Effect of progesterone and PMSG treatments on estrus response and fertility in acycling sheep during summer. *Indian J. Anim. Sci.* 69:178-179.

- Dawson, L.J., T. Sahlu, S.P. Hart, G. Detweiler, T.A. Gipson, T.H. Teh, G.A. Henry and R.J. Bahr. 1994. Determination of fetal numbers in Alpine does by real-time ultrasonography. *Small Ruminant Research* 14:225-231.
- Dellmann, H.D. and R.W. Carithers. 1968. Glands in the cervix uteri of the domestic goat (*Capra hircus*). *Am. J. Vet. Res.* 29:1509-1511.
- Dorn, C.G., B.A. Wolfe, E. Bessoudo and D.C. Kraemer. 1988. Follicular detection in goats by ultrasonography. 11th. Intern. Cong. on Anim. Reprod. and A.I. p.185.
- Driancourt, M. 1999. Crecimiento folicular en los animales domésticos. *In: Memoria de Curso Internacional: Fisiología de la Reproducción en Rumiantes*. 8-10 de septiembre. México. pp.78-94.
- Dziuk, P.J., B. Cook, G.D. Niswender, C.C. Kaltenbach and B.B. Doane. 1968. Inhibition and control of estrus and ovulation in ewe with a subcutaneous implant of silicone rubber impregnated with a progestagen. *Am. J. Vet. Res.* 29:2415-2417.
- East, N.E. and J.D. Rowe. 1989. Subcutaneous progestin implants versus intravaginal sponges for dairy goat estrus synchronization during the transitional period. *Theriogenology* 32:921-928.
- Elamvitayakorn, J., E.M. Rigor, B.R. Garcia and C.L. Apelo. 1988. Aberrant estrous cycles in goats. 11th. Congr. on Anim. Reprod. and A.I. p.22.
- Eppleston, J., S. Salomon, N.W. Moore and G. Evans. 1994. The depth of cervical insemination and site of intrauterine insemination and their relationship to the fertility of frozen-thawed ram semen. *Anim. Reprod. Sci.* 36:211-225.
- Erickson, B.H. 1996. Development and senescence of the postnatal bovine ovary. *J. Anim. Sci.* 25:800-805.
- Evans, J.S., Dutt, R.H. and Simpson, E.C. 1962. Breeding performance in ewes after synchronizing estrus by feeding MAP. *J. Anim. Sci.* 21:804-807.
- Fabre-Nys, C. 2000. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* 13:11-13.
- Fiéni, F., M. Buggin, D. Tainturier, B. Bach-Lijour, J.F. Bruyas and M. Daubié. 1991. Study of the best hour for intrauterine insemination in young dairy goats after hormonal induction of oestrus. *Theriogenology (Abstr)* 35:200.

- Findlater, R.C.F., W. Haresing, R.M. Curnock and N.F.G. Beck. 1991. Evaluation of intrauterine insemination of sheep with frozen semen: effects of time of insemination and semen dose on conception rates. *Anim. Prod.* 53:89-96.
- Fitzgerald, J., F. Michel and W.R. Butler. 1982. Growth and sexual maturation in ewes: dietary and seasonal effects modulating luteinizing hormone secretion and first ovulation. *Biol. Reprod.* 27:864-870.
- Flock, D.K., R.C. Carter and B.M. Priode. 1962. Linear body measurements and other birth observations on beef calves as predictors of preweaning growth rate and weaning type score. *J. Anim. Sci.* 21: 651-655.
- Flynn, J.D., P. Duffy, M.P. Boland and A.C.O. Evans. 2000. Progestagen synchronisation in the absence of a corpus luteum results in the ovulation of a persistent follicle in cyclic ewe lambs. *Anim. Reprod. Sci.* 62:285-296.
- Foote, W.C. and C.V. Hulet. 1966. Ovarian and uterine responses to PMS and 17-B- Oestradiol in progesterone treated ewes. *J. Reprod. Fert.* 11:51-56.
- Foote, R.H., G.E. Seidel, J. Hahn, W.E. Berndtson and G.H Coulter. 1976. Seminal quality, spermatozoal output, and testicular changes in growing Holstein bulls. *J. Dairy Sci.* 60:85-88.
- Freitas, V.J.F., G. Baril, M. Bose and J. Saumande. 1996a. The influence of ovarian status on response to estrus synchronization treatment in dairy goats during the breeding season. *Theriogenology* 45:1561-1567.
- Freitas, V.J.F., G. Baril and J. Saumande. 1996b. Induction and synchronization of estrus in goats: the relative efficiency of one versus two fluorogestone acetate impregnated vaginal sponges. *Theriogenology* 46:1251-1256.
- Freitas, V.J.F., G. Baril, J. Saumande. 1997a. Estrus synchronization in dairy goats: use of fluorogestone acetate vaginal sponges or norgestomet ear implants. *Anim. Reprod. Sci.* 46:237-244.
- Freitas, V.J.F., G. Baril, G.B. Martin and J. Saumande. 1997b. Physiological limits to further improvement in the efficiency of oestrous synchronization in goats. *Reprod. Fertil. Dev.* 9:551-556.
- Fresno, M., S. Alvarez, N. Darmanin, J.V. Delgado, B. Leboeuf and M.Terqui. 2000. Reproduction testis volume and semen production in Canarian goats. *In: 7th. International Conference on Goats. France. 15-21 May.* p.439.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. México. 255pp.

- García, A., M.K. Neary, G.R. Kelly and R.A. Pierson. 1993. Accuracy of ultrasonography in early pregnancy diagnosis in the ewe. *Theriogenology* 39: 847-861.
- Gibbons, A., P. Willems and M. Cueto. 1997. Inseminación artificial con semen congelado por via vaginal o laparoscópica en cabras de raza Angora. *In: Memorias I Congresso Iberico Reproducao Animal, Estoril, Portugal.* 2:165-170.
- Ginther, O.J. and K. Kot. 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology* 42:987-1001.
- Gipson T.A., D.W. Vogt, J.W. Massey. 1985. Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls. *Theriogenology* 24:217-225.
- Giri, S.C., B.N. Mohanty, S.K.H. Ray and D.N. Mohanty. 1994. Biometry of scrotum and testicles in Black bengal and Ganjam breed of bucks with relation to fertility. *Indian Vet. J.* 71:561-564.
- González-Valle, F., M. Batista-Arteaga and A. Garcia-Molina. 1998. Follicular atresia and LH concentrations during the follicular phase of the estrous cycle in the goat (*Capra hircus*). *Anim. Reprod. Sci.* 51:23-30.
- Gonzalez de Blunes, A., J.Santiago Moreno, A.Gomez-Brunet, E.K. Inskeep, E.C. Townsend and A. Lopez-Sebastian. 1999. Follicular dynamics during the oestrous cycle in dairy goats. *Animal Sci.* 68:547-554.
- Goonewardene, L.A., W. Whitmore, S. Jaeger, T. Borchert, E. Okine, O. Ashmawy and S. Emond. 1997. Effect of prebreeding maintenance diet on subsequent reproduction by artificial insemination in Alpine and Saanen goats. *Theriogenology* 48:151-159.
- Gordon, I. 1975. The use of progestagens in sheep bred by natural and artificial insemination. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15:303-315.
- Greyling, J.P.C. and C.H. van Niekerk. 1990a. Ovulationn in the Boer goat doe. *Small Ruminant Research* 3:457-464.
- Greyling, J.P.C. and C.H. van Niekerk. 1990b. Effect of pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG) and route of admistration after progestagen treatment on oestrus and LH secretion in the Boer goat. *Small Ruminant Research* 3:511-516.

- Greyling, J.P.C. and C.H. van Niekerk. 1991. Different synchronization techniques in Boer goat does outside the normal breeding season. *Small Ruminant Research* 5:233-243.
- Greyling, J.P.C. and M. van der Nest. 2000. Synchronization of oestrus in goats: dose effect of progestagen. *Small Ruminant Research* 36:201-207.
- Haibel, G.K., N.R. Perkins and G.M. Lidl. 1989. Breed differences in biparietal diameters of second trimester Toggenburg, Nubian and Angora goat fetuses. *Theriogenology* 32: 827-834.
- Halbert, G.W., H. Dobson, J.S. Walton and B.C. Buckrell. 1990a. The structure of the cervical canal of the ewe. *Theriogenology* 33:987-992.
- Halbert, G.W., H. Dobson, J.S. Walton and B.C. Buckrell. 1990b. A technique for transcervical intrauterine insemination of ewes. *Theriogenology* 33:993-1010.
- Haley, C.S., G.L. Lee, M. Ritchie and R.B. Land. 1990. Direct responses in males and correlated responses for reproduction in females to selection for testicular size adjusted for body weight in young male lambs. *J. Reprod. Fert.* 89:383-396.
- Hashizume, T., K.Ohotsuki and N. Matsumoto. 2000. Plasma insuline-like growth factor-I concentrations increase during the estrous phase in goats. *Domest. Anim. Endocrinol.* 18:253-263.
- Hawk, H.W. and H.H. Conley. 1972. Investigation of sperm transport failures in ewes administered synthetic progestagen. *J. Anim. Sci.* 34:609-613.
- Hawk, H.W. 1972. Progestagen induced sperm breakage in the sheep vagina. *J. Anim. Sci.* 34:795-798.
- Hay, M.F. and D.G. Cran. 1978. Differential response of components of sheep Graafian follicles to atresia. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 18:453-460.
- Hill, J.R., J.A. Thompson and N.R. Perkins. 1998. Factors affecting pregnancy rates following laparoscopic insemination of 28,447 merino ewes under commercial conditions: a survey. *Theriogenology* 49:697-709.
- Hinds, F.C., P.J. Dziuk and J.M. Lewis. 1964. Control of estrus and lambing performance in cyclic ewes fed MAP. *J. Anim. Sci.* 23:782.
- Hogue, D.E., W.M. Hnasel and R.W. Bratton. 1962. Fertility of ewes bred naturally and artificially after estrous cycle synchronization with an oral progestational agent. *J. Anim. Sci.* 21:625-627.

- Holtz, W., M. Nowshar and B. Sohnrey. 2000. Unilateral or bilateral transfer of embryos in Boer goats. 7th. International Conference on Goats. France. 494.
- Homeida, A.M. and R.G. Cooke. 1989. Hormonal events at oxytocin-induced estrus in the goat. *Theriogenology* 32:1007-1010.
- Homeida, A.M. and M.M. Al-Ekna. 1992. Inhibition of luteal function by oxytocin antagonist in goats (*Capra hircus*). *J. Reprod. Fert.* 94:279-285.
- Hunter, R.H.F. 1999. Factors influencing sperm migration in the Fallopian tubes. *Reprod. Dom. Anim.* 34:227-235.
- Ishwar, A.K and J.N. Pandey. 1990. Estrus synchronization and fertility behavior in Black Bengal goats following either progesterone or prostaglandin treatment. *Theriogenology* 34:1015-1024.
- Kadu, M.S. and A.S. Kaikini. 1985. Ovarian follicular development in different stages of pregnancy in goats. *Indian Vet. J.* 62:249-250.
- Kadu, M.S. and A.S. Kaikini. 1987. Functional activities of the ovaries and uterine horns of goats (*Capra hircus*). *Indian Vet. J.* 64:945-949.
- Kanuya, N.L., B.M. Kessy, R. Nkya and P.F. Mujuni. 2000. Plasma progesterone concentrations and fertility of indigenous Small East African goats bred after treatment with cloprostenol. *Small Ruminant Research* 35:157-161.
- Karatzas, G., A. Karagiannidis, S. Varsakeli and P. Brikas. 1997. Fertility of fresh and frozen-thawed goat semen during the nonbreeding season. *Theriogenology* 48:1049-1059.
- Khalid, M., W. Haresing and M.R. Luck. 2000. Secretion of IGF-1 by ovine granulosa cells: effects of growth hormone and follicle stimulating hormone. *Anim. Reprod. Sci.* 58:261-272.
- Killeen, I.D. and N.W. Moore. 1970a. Transport of spermatozoa, and fertilization in the ewe following cervical and uterine insemination early and late in oestrus. *Aust. J. Biol. Sci.* 23:1271-1277.
- Killeen, I.D. and N.W. Moore. 1970b. Fertilization and survival of fertilized eggs in the ewe following surgical insemination at various times after the onset of oestrus. *Aust. J. Biol. Sci.* 23:1279-1287.
- Killen, I.D. 1976. The effects of age of egg and site of transfer on survival of transferred eggs in the ewe. *Theriogenology (Abstr.)* 6:637.

- Killen, I.D. and G.J. Caffery. 1982. Uterine insemination of ewes with the aid of a laparoscope. *Aust. Vet. J. (Abstr.)* 59:95.
- Kühholzer, B., U. Besenfelder, S. Müller, H.D. Reichenbach and G. Brem. 1997. Laparoscopic insemination of seasonally anoestrous ewes by a simplified method under field conditions. *Reprod. Dom. Anim.* 32:309-312.
- Kusina, N.T., F. Tarwirei, H. Hamudikuanda, G. Agumba and J. Mukwena. 2000. A comparison of the effects of progesterone sponges and ear implants, PGF2 α , and their combination on efficacy of estrus synchronization and fertility of Mashona goat does. *Theriogenology* 53:1567-1580.
- Kwange, D.J. and T.A. Aire. 1988. Reproductive organ measurements of the Savannah goat doe. 11th. Congr. on Anim. Reprod. and A.I. p.561.
- La Chèvre. 1995. Synchronisation des chaleurs. Comment mieux maîtriser la reproduction. 208:11-12.
- Land, R.B. 1970. Number of oocytes present at birth in the ovaries of pure and Finishh Landrace cross Blackface and Welsh sheep. *J. Reprod. Fertil.* 21:517-521.
- Land, R.B. and W.R. Carr. 1975. Testis growth and plasma LH concentrations following hemicastration and its relation with female prolificacy in sheep. *J. Reprod. Fert.* 45:495-501.
- Land, R.B. and G.J. Lee. 1976. Testis growth, a possible genetic predictor of female reproductivity. *Anim. Prod. (Abstr.)* 22:137.
- Langford, G.A., G.J. Marcus and T. R. Batra. 1983. Seasonal effects of PMSG and number of inseminations on fertility of progestogen-treated sheep. *J. Anim. Sci.* 57:307-312.
- Lee, G.J., S. Haley and R.B. Land. 1991. Correlated changes in growth patterns and overall production efficiency following selection for testis size adjusted for body weight in young male lambs. *Anim. Prod.* 52:477-488.
- Leboeuf, B., E. Manfredi, P. Boue, A. Piacère, G. Brice, G. Baril, C. Broqua, P. Humbolt et M. Terqui. 1998. L'insemination artificielle et l'amélioration génétique chez la chèvre laitière en France. *INRA Prod. Anim.* 11:171-181.
- Ley, W.B., D.J. Sprecher, P. Lessard, C.D. Thatcher, K.D. Pelzer and S.H. Umberger. 1990. Scrotal circumference measurements in purebred Dorset, Hampshire and Suffolk lamb and yearling rams. *Theriogenology* 34:913-925.

- Lightfoot, R.J., J.F. Smith, I.A. Cumming, T. Marshall, R.H. Wroth and H. Hearnshaw. 1974. Infertility in ewes caused by prolonged grazing on oestrogenic pastures: oestrus, fertilization and cervical mucus. *Aust. Biol. Sci.* 27:409-414.
- López-Gatius, F. and J. Camón-Urgel. 1990. Effect of side of insemination on transuterine transport of spermatozoa in superovulated dairy cattle. *Theriogenology* 33:843-848.
- Lucci, C.M., C.A. Amorim, A.P.R. Rodrigues, J.R. Figueiredo, S.N. Báo, J.R.V. Silva and P.B.D. Gonçalves. 1999. Study of preantral follicle population in situ and after mechanical isolation from caprine ovaries at different reproductive stages. *Anim. Reprod. Sci.* 56:223-236.
- Lyngset, O. 1968a. Studies on reproduction in the goat. I. The normal genital organs of the non-pregnant goat. *Acta. Vet. Scand.* 9:208-222.
- Lyngset, O. 1968b. Studies on reproduction in the goat. II. The genital organs of the pregnant goat. *Acta. Vet. Scand.* 9:242-252.
- Lyngset, O. 1968c. Studies on reproduction in the goat. III. The functional activity of the ovaries of the goat. *Acta. Vet. Scand.* 9:268-276.
- Lyngset, O. 1968d. Studies on reproduction in the goat. IV. The functional activity of the uterine horns of the goat. *Acta. Vet. Scand.* 9:308-315.
- Mahmood, S., J.C. Biswas and C.L. Koul. 1988. Testicular biometry and its relationship with certain production traits of Pashmina bucks. *Indian Vet. J.* 65:952-954.
- Main, A.U., W.A.C. McKelvey and E.D. Watson. 1992. The effects of low level of feeding on response to synchronization of estrus, ovulation rate and embryo loss in goats. *Theriogenology* 38:1013-1022.
- Mani, A.U., E.D. Watson and W.A.C. McKelvey. 1993. The effects of subnutrition on the components of the gravid uterus in the doe. *Theriogenology* 40:287-294.
- Maxwell, W.M.C. and L.G. Butler. 1984. Intra-uterine insemination of ewes with frozen semen. *J. Agric. Sci.* 102:233-235.
- Maxwell, W.M.C. and L.J. Hewitt. 1986. A comparison of vaginal, cervical and intrauterine insemination of sheep. *J. Agric. Sci.* 106:191-193.
- Mbayahaga, J., S.N.M. Mandiki, J.L. Bister and R. Paquay. 1998. Body weight, oestrous and ovarian activity in local Burundian ewes and goats after parturition in the dry season. *Anim. Reprod. Sci.* 51:289-300.

- McKelvey, W.A.C., J.J. Robinson and R.P. Aitken. 1985. The evaluation of laparoscopic insemination technique in ewes. *Theriogenology* 24:519-535.
- McKelvey, W.A.C. 1990. Reproductive techniques in the goat. *Goat Veterinary Society Journal* 11:33-40.
- Mellado, M., R. Alemán, F.J. Orozco and G. Uribe. 1994. Effect of prostaglandin F2 α dosage and route of administration on estrus response in Criollo goats under range conditions. *Small Ruminant Research* 14:205-208.
- Mellado, M., L. Cantú and J.E. Suárez. 1996. Effects of body condition, length of breeding period, buck:doe ratio, and month of breeding on kidding rates in goats under extensive conditions in arid zones of México. *Small Ruminant Research* 23:29-35.
- Mellado, M., R. Olivas, F. Ruiz. 2000. Effect of buck stimulus on mature and pre-pubertal norgestomet-treated goats. *Small Ruminant Research* 36:269-274.
- Mieusset, R., P. Quintana, L.G. Sanchez, S. F. Sowerbutts, J.L. Zupp and B.P. Setchell. 1992. Effects of heating the testes and epididymides of rams by scrotal insulation on fertility and embryonic mortality in ewes inseminated with frozen semen. *J. Reprod. Fert.* 94:337-343.
- Moor, R.M. and L.E.A. Rowson. 1966. Local uterine mechanisms affecting luteal function in the sheep. *J. Reprod. Fert.* 11:307-310.
- Moore, N.W. and J. Eppleston. 1979a. The control of oestrus, ovulation and fertility in relation to artificial insemination in the Angora goat. *Aust. J. Agric. Res.* 30:965-972.
- Moore, N.W. and J. Eppleston. 1979b. Embryo transfer in the Angora goat. *Aust. J. Agric. Res.* 30:973-981.
- Mori, Y. and Y. Kano. 1984. Changes in plasma concentrations of LH, progesterone and oestradiol in relation to the occurrence of luteolysis, oestrus and time of ovulation in the Shiba goat (*Capra hircus*). *J. Reprod. Fert.* 72:223-230.
- Mukasa-Mugerwa, E. and Z. Ezaz. 1992. Relationship of testicular growth and size to age, body weight and onset of puberty in Menz ram lambs. *Theriogenology* 38:979-988.

- Notter, D.R., J.R. Lucas and F.S. McClaugherty. 1981. Accuracy of estimation of testis weight from *in situ* testes measures in ram lambs. *Theriogenology* 15:227-234.
- Núñez, H.E.Y. 1999. Repetibilidad de tasa de ovulación en ovejas Suffolk y Criollas con estro sincronizado y natural. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, México. 70pp.
- Ogunbiyi, P.O., E.C.I. Molokwu and T. Sooriyamoorthy. 1980. Estrus synchronization and controlled breeding in goats using prostaglandin F₂ α . *Theriogenology* 13:257-261.
- Oldham, C.M. and D.R. Lindsay. 1980. Laparoscopy in the ewe: A photographic record of the ovarian activity of ewes experiencing normal or abnormal oestrous cycles. *Anim. Reprod. Sci.* 3:119-124.
- Ortega, P.A., A.J.F. Torres, C.A. Aguilar, M. Tzab y U.J. Ramon. 1998. Sincronización de estros en cabras Criollas con acetato de fluorogestona y PMSG en el trópico subhúmedo de Yucatán, México. I. Fertilidad, tasa ovulatoria y prolificidad. *In: Memorias XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura.* pp. 141-145
- Osinowo, O.A., B.N. Marire and A.E. Grace. 1992. Preliminary study of postnatal growth and reproductive tract development in Yankasa rams. *Anim. Reprod. Sci.* 27:49-54.
- Ott, R.S., D.R. Nelson and J.E. Hixon. 1980a. Fertility of goats following synchronization of estrus with prostaglandin F₂ α . *Theriogenology* 13:341-345.
- Ott, R.S., D.R. Nelson and J.E. Hixon. 1980b. Peripheral serum progesterone and luteinizing hormone concentrations of goats during synchronization of estrus and ovulation with Prostaglandin F₂ α . *Am. J. Vet. Res.* 41:1432-1434.
- Özsar, S., B. Güven, A. Ekici, G. Kalkandelen and F.U. Ercoc. 1988. Artificial insemination with frozen thawed semen in the Angora goat in Turkey. 11th. Congr. on Anim. Reprod. and A.I. p.283.
- Padilla, G. and W. Holtz. 2000. Follicular dynamics in cycling Boer goats. 7th. International Conference on Goats. France. 479.
- Pendleton, R.J., C.R. Youngs, R.W. Rorie, S.H. Pool, M.A. Memon and R.A. Godke. 1992. Comparison of fluorogestone acetate sponges with norgetomet implants for induction of estrus and ovulation in anestrus dairy goats. *Small Ruminant Research* 8:269-273.

- Phillips, R.W., V.L. Simmons and R.G. Schott. 1943. Observations on the normal estrus cycle and breeding season in goats and possibilities of modification of the breeding season with gonadotropic hormones. *Am. J. Vet. Res.* Oct.360-367.
- Quintela, L.A., C. Díaz, A.I. Peña, J. Becerra y P.G. Herradón. 1999. Diagnóstico precoz de gestación por ecografía transrectal en la oveja. *Arch. Zootec.* 48:13-20.
- Rangel, S.R., I.V. Arreola, C.M. Lima Y H.A. Mercado. 1995. Inseminación artificial en cabras. *In: X Reunión Nacional sobre Caprinocultura.* pp. 66-67.
- Rangel, S.R. 1997. Pistola de inseminación transcervical. *In: Memorias XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura.* pp.173-175.
- Rangel, S.R., S.C. Apodaca, M.J. Armendáriz, O.J.G. Ontiveros y B.G. Salas. 1997. Evaluación de dos dispositivos para pasar el cervix en cabras. *In: Memorias XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura.* pp.135-137.
- Regueiro, M., R. Pérez Clariget, A. Ganzábal, M. Aba and M. Forsberg. 1999. Effect of medroxyprogesterone acetate and eCG treatment on the reproductive performance of dairy goats. *Small Ruminant Research* 33:223-230.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.
- Ritar, A.J., W.M.C. Maxwell and S. Salamon. 1984. Ovulation and LH secretion in the goat after intravaginal progestagen sponge-PMSG treatment. *J. Reprod. Fert.* 72:559-563.
- Ritar, A.J., P. Ball, T. Black, R.B. Jackson, P.J. O'May, F. Heazlewood and G. Graham. 1987. Artificial insemination in Cashmere goats: effects of CIDR or sponge, dose of frozen-thawed semen and time of cervical or laparoscopic insemination. *Australian Society for Reproductive Biology.* p.28.
- Ritar, A.J., P. Ball and P.J. O'May. 1989. Fertility in Cashmere does after insemination with frozen-thawed semen. *Australian Society for Reproductive Biology.* p.51.
- Ritar, A.J. and P. Ball. 1991. Fertility of young Cashmere after laparoscopic insemination. *J. Agric. Sci.* 117:271-273.

- Ritar, A.J. and P. Ball. 1993. The effect of freeze-thawing of goat and sheep semen at high density of spermatozoa on cell viability and fertility after insemination. *Anim. Reprod. Sci.* 31:249-262.
- Robin, N., J.P. Laforest, J.G. Lussier and L.A. Guilbault. 1994. Induction of oestrus with intramuscular injections of GnRH or PMSG in lactating goats (*Capra hircus*) primed with a progestagen during seasonal anestrus. *Theriogenology* 42:107-116.
- Robinson, T.J., R.J. Scaramuzzi and C.A. Smith. 1987. The time of mating and of LH release and subsequent fertility of anoestrous Border Leicester X Merino ewes treated with progestagen and pregnant mares serum gonadotrophin. *Anim. Reprod. Sci.* 13:23-36.
- Robinson, J.J., J.M. Wallace and R.P. Aitken. 1989. Fertilization and ovum recovery rates in superovulated ewes following cervical insemination or laparoscopic intrauterine insemination at different times after progestagen withdrawal and in one or both uterine horns. *J. Reprod. Fert.* 87:771-782.
- Roca, J., E. Martinez, J.M. Vazquez, S. Ruiz and P. Coy. 1991. Influence of season on testicle size and libido in male goats from the mediterranean area. *Anim. Prod.* 52:317-321.
- Romano, J.E. 1994a. Effect of service number on estrus duration in dairy goats. *Theriogenology* 41:1273-1277.
- Romano, J.E. 1994b. Effects of different stimuli of service on estrus duration in dairy goats. *Theriogenology* 42:875-879.
- Romano, J.E. 1996. Comparison of fluorogestone and medroxyprogesterone intravaginal pessaries for estrus synchronization in dairy goats. *Small Ruminant Research* 22:219-223.
- Romano, J.E., B.G. Crabo and C.J. Christians. 2000. Effect of sterile service on estrus duration, fertility and prolificacy in artificially inseminated dairy goats. *Theriogenology* 53:1345-1353.
- Rowe, J.D. and N.E. East. 1996. Comparison of two sources of gonadotropin for estrus synchronization in does. *Theriogenology* 45:1569-1575.
- SAS. 1989. SAS/STAT User's guide (release 6.04) SAS Inst. Inc., Cary, N.C.
- Santa María, A., J.F. Cox and E. Muñoz. 1988. Sexual cycle and seasonality in native goats (Chile). 11th. Congr. on Anim. Reprod. and A.I. p.69.

- Scudamore, C.I., J.J. Robinson and R.P. Aitken. 1991. The effect of timing of laparoscopic insemination in superovulated ewes, with or without sedation, on the recovery of embryos, their stage of development and subsequent viability. *Theriogenology* 35:907-914.
- Selaive-Villarroel, A.B. and J.P. Kennedy. 1983a. Fertility studies in young and mature Merino ewes. *Theriogenology* 20:537-541.
- Selaive-Villarroel, A.B. and J.P. Kennedy. 1983b. Fertility studies in young and mature Merino ewes. 2. Sperm transport. *Theriogenology* 20:543-547.
- Senger, P.L., W.C. Becker, S.T. Davidge, J.K. Hillers and J.J. Reeves. 1988. Influence of cornual insemination on conception in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 66:3010-1016.
- Senn, B.J. and M.E. Richardson. 1992. Seasonal effects on caprine response to synchronization of estrus and superovulatory treatment. *Theriogenology* 37:579-585.
- Sharma, R.K., M. Khajuria and S.S. Guraya. 1992. Morphology af normal and atretic follicles of goat ovary during anoestrous. *J. Anim. Sci.* 7:81-84.
- Sharma, R.K., A.K. Sawhney and R. Vats. 1996. Ultrastructure of thecal components in caprine ovary. *Small Ruminant Research* 22:249-253.
- Shelton, M. 1978. Reproduction and breeding of goats. *J. Dairy Sci.* 61:994-1010.
- Shrestha, J.N.B., P.S. Fiser, G.A. Langford and D.P. Heaney. 1983. Influence of breed, brith date, age and body weight on testicular measurements of growing rams maintained in a controlled environment. *Can. J. Anim. Sci.* 63:835-847.
- Signoret, J.P. and Y. Cognie. 1975. Determination of the moment of ovulation in ewe and sow. Influence of enviroment and hormonal treatment. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys* 15:205-214.
- Singh, S.K., A.R. Bhattacharya and S.N. Luktuke. 1974. Studies on biometry of genital organs of female goat. *Indian Vet. J.* 51:81-85.
- Smith, P.A., M.P. Boland and I. Gordon. 1978. Conception rate in ewes: effect of method of breeding and number of inseminations. *J. Agric. Sci.* 91:511-512.
- Soboleva, T.K., A.J. Peterson, A.B. Pleasants, K.P. McNatty and F.M. Rhodes. 2000. A model of follicular development and ovulation in sheep and cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 58:45-57.

- Vallet, J.C., G. Baril, B. Leboeuf et J. Perrin. 1992. Insémination artificielle intra-utérine sous contrôle laparoscopique chez les petits ruminants domestiques. *Ann. Zootech.* 41:305-309.
- Waldron, D.F., T.D. Willingham, P.V. Thompson and K.N. Bretzlaff. 1999. Effect of concomitant injection of prostaglandin and PMSG on pregnancy rate of artificially inseminated Spanish goats synchronized with controlled internal drug release devices. *Small Ruminant Research* 31:177-179.
- Walkden-Brown, S.W., B.J. Restall, B.W. Norton, R.J. Scaramuzzi and G.B. Martin. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fert.* 102:351-360.
- Walkden-Brown, S.W. and F. Bocquier. 2000. Nutritional regulation of reproduction in goats. 7th. International Conference on Goats. France. 389-395.
- Windsor, D.P., A.Z. Széll, C. Buschlbeck, A.Y. Edward, J.T.B. Milton and B.C. Buckrell. 1994. Transcervical artificial insemination of Australian Merino ewes with frozen-thawed semen. *Theriogenology* 42:147-157.
- Windsor, D.P. 1995. Factors influencing the success of transcervical insemination in Merino ewes. *Theriogenology* 43:1009-1018.
- Woody, C.O., N.L. First and A.L. Pope. 1962. Effect of exogenous progesterone on estrous cycle length. *J. Anim.Sci.* 13:139-141.
- Zarkawi, M., M.R. Al-Merestani and M.F. Wardeh. 1999. Induction of synchronized oestrous in indigenous Damascus goats outside the breeding season. *Small Ruminant Research* 33:193-197.
- Zhang, Y. and X. Yuan. 1988. A study of inducing estrus in virgin dairy goats during anoestrous season. In: *Proc. 11th Int. Congr. Animal. Reprod. and A.I.* p.464.
- Zhibin, N., C. Yongyi, Q. Baoan, S. Lingshu and D. Bingquan. 1996. Results of artificial insemination with highly diluted semen in goats. 6th. International Conference on Goats. Beijing, China. 6-11 May. p.858-859.