

DETECCION DE PRENEZ POR MEDIO DE MEDICIONES
CORPORALES Y ESTIMULO DEL MACHO CABRIO EN
CABRAS MESTIZAS MANTENIDAS EN AGOSTADERO

JESUS MARTIN IBARRA FLORES

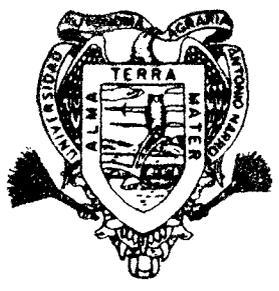
T E S I S

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

Universidad Autónoma
ANTONIO NARRO



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

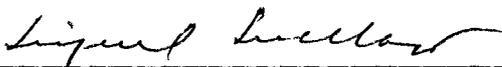
Buenvista, Saltillo, Coah.

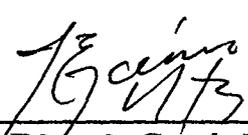
MARZO DE 1998

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

COMITE PARTICULAR

Asesor principal: 
Dr. Miguel Mellado Bosque

Asesor: 
M.C. J. Eduardo García Martínez

Asesor: 
M.C. Luis Pérez Romero


Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me ha dado la vida y la fe para enfrentar los obstáculos que ofrece la cuesta hacia la superación.

Agradezco a la persona sincera, noble y dedicada que me empujó al abismo de la investigación, profundamente al Dr. Miguel Mellado Bosque.

Agradezco también, al M.C. José Eduardo García Martínez y al M.C. Luis Pérez Romero por su valiosa colaboración.

A mis compañeros y amigos: Adriana, Claudio, Alma Olivia, Vicente y Sergio.

Al personal secretarial del departamento de Producción Animal.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

DEDICATORIA

A la memoria de mi Padre: José Ibarra Serrano †

Quién con su noble amor me enseñó que el camino de la vida se encuentra lleno de dificultades, y a la vez de oportunidades que nos ofrecen un esperanza de alivio.....aunque no sabía mucho de zootecnia, su amor por los animales lo hizo ser el mejor en esta rama.

A mi Madre:

María Asunción Flores de Ibarra

Con amor por creer en mí y darme la llave hacia la felicidad.

A mis Hermanos:

Melesio

María de Jesús

Juanita

José Antonio

José Nieves

María Félix †

José Martín

José Luis

Laura Marcela

Vicente Javier

Con infinito cariño y agradecimiento por su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, a ustedes les debo lo que soy, la solidez y la perfección de nuestra familia.

A mi Abuelo:

Eladio Flores Calleros

Por sus sabios consejos a mis pasos inciertos.

En especial a mi esposa **María Jovita**, quien con su amor me ha colmado de alegría.

A nuestro hijo **Alan Sebastián** quien es el complemento de nuestras vidas,

COMPENDIO

Detección de Preñez por medio de Mediciones Corporales y Estímulo del Macho
Cabrio en Cabras Mestizas mantenidas en Agostadero

POR

JESÚS MARTÍN IBARRA FLORES

MAESTRIA EN CIENCIAS

EN PRODUCCIÓN ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MARZO DE 1998

Dr. Miguel Mellado Bosque - Asesor -

Palabras clave: Preñez, Diagnóstico, Estímulo, Cabra, Macho Cabrio.

Se realizaron dos experimentos con la finalidad de desarrollar métodos simples de diagnóstico de preñez en cabras. El primer experimento se realizó en cabras mestizas adultas mantenidas en agostadero. Se utilizaron 119 cabras de entre uno y cuatro partos, las cuales fueron identificadas para posteriormente tomárseles medidas corporales cada 21 días a partir del final del empadre comprendido del 1º al 30 de

enero de 1996. Se registró el peso corporal (IP), la circunferencia abdominal completa (CAC), la circunferencia abdominal parcial (sólo lado derecho; CAP) y la distancia entre la vulva y el cérvix (DVC) de las cabras. Al momento del parto se registró la fecha de éste y el número de crías por cada cabra parida. Los datos fueron analizados con regresiones lineales simples. El IP de las cabras gestantes se mantuvo sin variación del momento de la concepción hasta el día 50 de la preñez, incrementándose luego linealmente hasta el momento del parto. Una prueba de heterogeneidad de regresión indicó que para cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple la pendiente se comportó de manera similar ($P>0.05$); sin embargo, la intercepción de las dos líneas de regresión para ambos tipos de preñez fue diferente ($P<0.01$). El incremento de peso total al final de la gestación fue de 7.9 kg ($r=0.63$) para cabras con preñez simple y de 9.0 kg ($r=0.63$) para cabras con preñez múltiple. La CAC de cabras se mantuvo sin variación de la concepción hasta el día 53 de la gestación, incrementándose luego linealmente a partir del día 54 hasta el día del parto. La pendiente y la intercepción de las líneas de regresión para cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple, en cuanto al incremento en la CAC a través de los días de gestación, se comportó de una manera similar ($P>0.05$ para prueba de heterogeneidad de regresión), con un incremento total al final de la gestación de 12.6 cm y 13.5 cm, respectivamente. El incremento en la CAP de cabras gestantes para ambos tipos de preñez se comportó de igual manera, con un incremento total al final de la gestación de 6.8 cm para cabras con preñez simple y 7.0 cm para cabras con preñez múltiple ($P>0.05$ para prueba de heterogeneidad de regresión). El incremento en la DVC de cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple no mostró diferencia significativa, la cual se mantuvo sin variación desde el momento de la

concepción hasta el día 75 de la preñez, incrementándose esta distancia lineal a partir del día 76 hasta el día del parto. La pendiente y la intercepción de las líneas de regresión para esta variable en ambos tipos de preñez no mostró diferencia significativa ($P>0.05$ para prueba de heterogeneidad de regresión), con un incremento total en la DVC al final de la gestación de 4.4 y 4.7 cm, respectivamente.

El segundo experimento se realizó con 137 cabras mestizas adultas de entre uno y cuatro partos mantenidas en agostadero, las cuales fueron expuestas a cuatro machos cabríos de las razas Nubia, Granadina y dos encastados con Boer. La exposición de las cabras a los machos se inició 30 días después de terminado el empadre, con una duración de 10 días en abril, esto con la finalidad de inducir la presentación de celo en las cabras no gestantes. El celo se presentó en el 100 por ciento de las cabras no gestantes; de éstas, el 75 por ciento presentó celo antes de los siete días de exposición al macho cabrío, el otro 25 por ciento de las cabras presentó celo entre los siete y diez días de exposición al macho cabrío. Se concluye que el estímulo del macho cabrío es efectivo para inducir el celo en aquellas cabras que no quedaron preñadas después de un empadre tradicional y esto permite detectar las cabras improductivas dentro del hato. Se concluye también que el IP, CAC, CAP Y DVC de cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple pudieran ser utilizadas como indicios de preñez a partir de los 90 días de gestación.

ABSTRACT

Pregnancy diagnosis using body measurements and buck stimulus in crossbred goats kept under range conditions

BY

JESÚS MARTÍN IBARRA FLORES

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MARCH, 1998

Dr. Miguel Mellado Bosque -Advisor-

Key words: Pregnancy diagnosis, Buck stimulus, Goats.

Two experiments were carried out to develop simple methods of pregnancy diagnosis in goats. One hundred nineteen goats between one and four kiddings, were identified and diverse body measurements were registered each 21 days beginning at the

end of the breeding period (breeding period from 1 to 30 January 1996). Body measurements were Body weight (BW), complete abdominal circumference (CAC), partial abdominal circumference (PAC), and vulva-cervix distance (VCD) of goats. Data were analyzed with simple linear regressions. The BW of pregnant goats started to increase until 50 days of pregnancy, increasing thereafter linear until kidding. A test of heterogeneity of regression for goats with single or multiple pregnancy showed a similar ($P < 0.05$) slope for both groups; however, the interception for both lines were different ($P < 0.01$). The change in BW for goats bearing one fetus was 7.9 kg ($r = 0.63$), whereas BW of those goats with multiple fetuses increased 9.0 kg ($r = 0.63$). The CAC did not vary until 53 days of pregnancy, increasing linear thereafter until kidding. Slopes and interceptions of regression lines for goats bearing one or more fetuses were similar ($P > 0.05$ heterogeneity of regression test). CAC increased at the end of pregnancy 12.6 and 13.5 cm for single and multiple fetuses, respectively. PCA increased, at the end of pregnancy 6.8 cm for goats bearing a single kid and 7.0 cm for goats with multiple fetuses ($P > 0.05$ for heterogeneity of regression). VCD increased linealy from 76 days of pregnancy until parturition. The slopes and interceptions of regression lines for goats with one or two fetuses were similar ($P > 0.05$ for heterogeneity of regression), with increase a total of 4.4 and 4.7 cm for one or two kids, respectively.

In a second experiment; 137 adult crossbred goats beetwen one and four kiddings and under range conditions, were exposed to buck. The stimulus of goats an 30 days after the breeding period, and it lasted for 10 days in april. The purpose of this stimulus was to induce oestrus in those not pregnant goats. Percentage of goats in heat was 100 % in not

pregnant goats. 75 % showed heat before seven days of buck exposure. It was concluded that bucks stimulus is effective one month after the breeding period to induce oestrus in not pregnant goats. Also BW, CAC, PAC and VCD may utilized to detect pregnancy beginning 90 days of gestation.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Métodos de diagnóstico de preñez en ovejas y cabras.....	4
Técnicas de ultrasonido.....	4
Palpación abdominal y palpación del útero vía laparotomía... 11	11
Métodos biológicos.....	14
Otros métodos de diagnóstico de preñez.....	23
Estímulo del macho cabrío.....	24
MATERIALES Y METODOS.....	28
Localización y descripción del área de estudio.....	28
Metodología.....	29
Experimento 1.....	29
Experimento 2.....	30
Análisis de los datos.....	31
RESULTADOS.....	32
Experimento 1.....	32
Incremento de peso en cabras durante la gestación.....	32

Circunferencia abdominal de las cabras gestantes.....	34
Distancia vulva cérvix de cabras preñadas.....	36
Experimento 2.....	41
Estímulo del macho cabrío.....	41
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIONES.....	49
RESUMEN.....	50
LITERATURA CITADA.....	53

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
4.1. Incrementos en las diferentes variables medidas para cabras gestantes y cabras no gestantes al inicio del empadre y al final de la gestación.....	37
4.2. Coeficientes de correlación y sus respectivas ecuaciones para las diferentes combinaciones de las variables analizadas y los días de gestación.....	39
4.3 Incremento en la medida de las variables analizadas y su respectiva ecuación en relación a los días de gestación en cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple.....	40
4.4 Eficiencia del macho cabrío para detectar cabras vacías utilizando un empadre tradicional.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura

	Página
4.1. Incremento de peso en cabras gestantes (gestación simple y múltiple combinadas) mantenidas en agostadero en función de los días de gestación...	32
4.2. Incremento de peso en cabras mestizas con gestación simple y gestación múltiple mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.....	33
4.3. Incremento en la circunferencia abdominal completa de cabras mestizas gestantes mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.....	34
4.4. Incremento en la circunferencia abdominal parcial del lado derecho en cabras mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.....	35
4.5. incremento en la distancia vulva-cérvix de cabras mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.....	36

INTRODUCCION

En nuestro país existen cerca de 11 millones de cabezas de ganado caprino (FAO, 1993) localizadas principalmente en los estados de Oaxaca, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Puebla y Zacatecas.

Las explotaciones de caprinos localizadas en las zonas áridas y semiáridas del norte del país se caracterizan por una baja tecnología, lo cual aunado a una diversidad de factores tanto climáticos como socioeconómicos, determinan una cosecha subóptima de cabritos.

En el estado de Coahuila la reproducción del ganado caprino se ha determinado principalmente por la frecuente escasez de forraje, propia de las regiones áridas y semiáridas, y la estacionalidad reproductiva de los caprinos. Estos dos factores han determinado que los caprinocultores se vean afectados económicamente por las grandes pérdidas a causa de la existencia de animales improductivos dentro del hato.

Actualmente existen métodos y aparatos eficaces que determinan la preñez en etapas tempranas de la gestación, sin embargo, algunos de ellos se encuentran fuera del alcance de los caprinocultores, debido a su elevado costo.

La aplicabilidad de un método de diagnóstico de preñez simple y de bajo costo tiene como ventajas la reducción de cabras improproductivas en etapas tempranas del ciclo productivo, reduciendo de manera considerable los costos de producción.

De lo anteriormente expuesto se ha generado la necesidad de explorar métodos simples, baratos y confiables de detección de preñez en cabras en agostadero a través de mediciones corporales y estímulo del macho cabrío.

Objetivos

Determinar la relación entre el incremento de peso durante la gestación y el tiempo de gestación.

- a) Determinar la asociación que existe entre la circunferencia abdominal completa y parcial (media circunferencia del lado derecho) y el estadio de la gestación.
- b) Determinar la asociación entre la distancia vulva-cérvix y el estadio de la gestación.
- c) Determinar la efectividad del estímulo del macho cabrío para detectar a las cabras vacías, esto 30 días después de terminado el empadre.

Hipótesis

- a) El incremento de la circunferencia abdominal y el incremento de peso corporal están asociados con el crecimiento fetal.

- b) La distancia vulva-cérvix se incrementa a medida que avanza la preñez, por lo tanto estas mediciones se asocian positivamente con el desarrollo fetal.

- c) La presencia del macho cabrío después del período de monta induce el celo en aquellas cabras no gestantes, y por lo tanto permite detectar las cabras no preñadas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Métodos de Diagnóstico de Preñez en Ovejas y Cabras

Técnicas de Ultrasonido

El interés por el uso de la técnica de ultrasonido para la detección de la preñez en ovejas y cabras se ha ido incrementando considerablemente a través de los años (Goel y Agrawal, 1992; Lindahl, 1972; Trapp y Slyter, 1983; Fowler y Wilkins, 1984; Fukui *et al.*, 1986; Haibel, 1988; Goel *et al.*, 1989, 1990).

Las técnicas de ultrasonido han sido utilizadas para examinar estructuras de tejidos vivos que generan una imagen bidimensional. Una de las características más importantes del ultrasonido, cuando es usado para la examinación de tejidos, es la seguridad que representa para el operador y el paciente (Ishwar, 1995; García *et al.*, 1993; Dawson *et al.*, 1994). El diagnóstico de preñez puede ser determinado en ovejas con el uso de equipos de ultrasonido tales como el Doppler, amplitud profunda, y tiempo real (Goel and Agrawal, 1992; Ishwar, 1995).

El principio del ultrasonido para diagnóstico de preñez se basa en la detección de fluidos en el útero. Algunos equipos emiten ondas ultrasónicas que son reflejadas por el útero y convertidas a energía eléctrica en forma de sonidos o señales (Ishwar, 1995).

La preñez se confirma por la imagen de fluido en el lumen del útero, fluidos fetales, feto, latido del corazón fetal y por la evidencia de placentomas. Los placentomas son evidentes de los 26 a 28 días después del apareamiento. El tiempo óptimo para detectar el número de fetos es entre 45 y 90 días de gestación (Goel y Agrawal, 1992; Haibel, 1990). Si se usa el equipo de ultrasonido entre los 35 a 100 días de la gestación, se puede determinar la edad del feto a través de mediciones del cráneo fetal (Richle y Haibel, 1991). Otra de las ventajas de la técnica de ultrasonido es que se puede distinguir una preñez de una piometra, hidrometra y momificación fetal (Haibel, 1990). Imágenes de fluido uterino, placentomas y fetos son evidencia de preñez con un 90 por ciento de precisión de los 45 a 50 días de gestación en ovejas (Goel y Agrawal, 1992) o 100 por ciento de los 53 a 60 días de gestación en cabras (Restall *et al.*, 1990).

La técnica para la detección del pulso fetal con ultrasonido ha tomado considerable interés en ginecología humana. El detector de la preñez es un equipo de ultrasonido el cual es usado frecuentemente para el diagnóstico de la gestación en ovejas y cabras. Esta técnica es simple, barata, segura y libre de efectos adversos en el parto del animal. Con este equipo se pueden escuchar cuatro diferentes sonidos (arteria media

uterina, corazón fetal, cordón umbilical y movimientos fetales). El diagnóstico de preñez es posible de los 51 a 60 días de gestación con una precisión del 90 por ciento en ovejas y cabras (Goel *et al.*, 1989, 1990).

La examinación transabdominal es más precisa entre los 40 y 75 días de la gestación, ya que el útero se desplaza contra la pared corporal. Estos métodos son confiables para determinar la preñez y el número de fetos a los 50 días después del apareamiento en ovejas y cabras (Fowler y Wilkins, 1984; Goel *et al.*, 1989).

Lindahl (1976) utilizó un aparato de ultrasonido originalmente desarrollado y usado para medir profundidad de grasa dorsal y área del músculo longissimus y evaluó el diagnóstico de preñez simple y preñez múltiple en ovejas, llevando a cabo una exploración a nivel abdominal entre el ombligo y la ubre del animal. Se obtuvo una exactitud de 67 por ciento en la detección de ambos tipos de preñez de 28 a 52 días antes del parto. Sin embargo, la exactitud se incrementó a 84 por ciento cuando la técnica se llevo a cabo en ambos lados del abdomen.

El diagnóstico de preñez puede ser determinado con una exactitud del 100 por ciento en ovejas durante el último tercio de la gestación, con el uso de técnicas de ultrasonido (Lindahl, 1976; Hallford *et al.*, 1990; Hazen and Bogges, 1991) y es 100 por ciento preciso de 107 a 176 días de preñez en bovinos (Willard *et al.*, 1993). Sin embargo, algunas técnicas e instrumentos no son efectivos para detectar la preñez en

ovejas de 50 a 75 días después de la concepción (Lindahl, 1971).

Lindahl (1968) encontró que la preñez fue detectada con una precisión de 99 por ciento mediante el uso de un aparato de ultrasonido de amplitud profunda. Esta técnica permitió el diagnóstico de la gestación en ovejas primíparas en un promedio de 72.1 días antes del parto, y las ovejas con producto gemelar fueron diagnosticadas preñadas alrededor de 87.8 días antes del parto. De la misma manera, al utilizar un equipo de ultrasonido, se reportó una precisión de 100 por ciento en el diagnóstico de la preñez y un 72.2 por ciento en la determinación del número de fetos en ovejas de todas las edades (Hallford *et al.*, 1990) y 100 por ciento en ambas pruebas (Hazen y Bogges, 1991). Incluyendo a todas las ovejas, se encontró una precisión en la determinación del número de fetos de 88.9, 82.6 y 67.1 por ciento para ovejas primíparas, jóvenes y adultas, respectivamente.

Willard *et al.* (1993) al realizar un estudio con bovinos para la detección de la preñez temprana por medio de ultrasonografía, encontraron una precisión de 85.2 por ciento alrededor de los 45 días del período de la gestación.

La técnica "Doppler" involucra el principio de la detección de movimientos como un indicador de la preñez, identificando el latido del corazón fetal, circulación sanguínea fetal y movimientos fetales (Ishwar, 1995). Ishwar (1995) utilizó este equipo de ultrasonido en 309 ovejas entre 66 y 122 días de gestación y encontró una efectividad del 100 por ciento. La identificación de la circulación sanguínea en la arteria umbilical

fue el mejor predictor de la preñez. El latido del corazón fetal, pulso fetal el cual es más veloz que el pulso maternal o movimientos fetales son tomados también como un criterio positivo de preñez (Lindahl, 1969a,b).

La aplicación externa del aparato de ultrasonido "Doppler", puede ser usada para el diagnóstico de preñez en ovejas con una precisión del 100 por ciento durante la última mitad de la gestación, sin embargo, se ha sugerido la técnica intrarectal durante el segundo trimestre de la gestación y el "Doppler" externo durante el tercer trimestre de la gestación (Lindahl, 1968, 1971; Ishwar, 1995; Keane, 1969) pero no efectivo antes o a los 50 días de la gestación (Lindahl, 1969a,b, 1971). Los resultados con 2111 ovejas indican que la técnica intrarectal "Doppler" puede ser usada a la mitad de la gestación con una precisión mayor al 90 por ciento, detectando a la vez, la viabilidad fetal, pero no el número de fetos. Esta técnica puede ser usada de 25-30 días, sin embargo, es posible que produzca un diagnóstico falso (Ishwar, 1995).

La técnica "Doppler" intrarectal es superior a la técnica externa cuando se usa en el segundo trimestre de la gestación en ovejas (Lindahl, 1969b, 1971; Goel *et al.*, 1989).

Por otro lado, Fukui *et al.* (1986) compararon la precisión de dos técnicas para diagnosticar preñez múltiple y preñez simple, utilizando un aparato de ultrasonido (Doppler) y una técnica de ultrasonido tiempo real (Scanning) a los 80 y 95 días del período de gestación. La técnica "Doppler" resultó con una precisión de 82.6 por ciento

y 92.9 por ciento para preñez simple y preñez múltiple, respectivamente, comparado con 68.2 y 66.7 por ciento con la segunda técnica. Considerando que el período de gestación en borregas es de aproximadamente 147 días, la técnica puede ser utilizada para la detección de la preñez al inicio del segundo trimestre con una efectividad del 90 por ciento o más (Lindahl, 1971; Ishwar, 1995).

(Dawson *et al.* (1994) utilizaron la técnica “Doppler” para determinar la preñez y el número de fetos a cinco y siete semanas de la gestación en cabras de la raza Alpina, y encontraron una precisión de 44, 73 y 67 por ciento a cinco semanas, y 82, 89 y 100 por ciento a siete semanas de la gestación en la determinación de preñez simple, doble y triple, respectivamente.)

(El aparato de ultrasonido tiempo real-B (RTU) puede ser usado para diagnosticar la preñez con una precisión mayor de 90 por ciento en cerdas multíparas y primíparas a los 22 días de la gestación (Woodard *et al.*, 1995) y también para determinar la edad de los fetos de los 36 a 102 días de gestación en cabras de las razas Toggenburg, Nubia y Angora (Richle y Haibel, 1991).

Sayed *et al.* (1989) sugieren que un aparato de ultrasonido puede ser usado secuencialmente en la predicción de la gestación en cabras obteniéndose 70.4 y 77.8 por ciento de precisión en el diagnóstico de preñez a los 65 y 80 días de la gestación respectivamente, pudiendo incrementarse a 92.6 por ciento a los 100 días de la preñez.

Una precisión de 46.7 por ciento para preñez múltiple y 41.7 por ciento para preñez simple fue encontrada a los 65 y 80 días, incrementándose a 60 y 83.3 por ciento a los 100 días de la gestación, respectivamente. Otros resultados (91.94 por ciento de precisión) para diagnóstico de preñez a los 61 a 130 días de la gestación han sido publicados por Goel *et al.* (1989). Trapp y Slyter (1983) utilizando el mismo aparato de los 60 a 96 días de preñez reportaron una precisión de 72.70 por ciento. Goel *et al.* (1989) indicaron que el diagnóstico de ovejas preñadas por medio de ultrasonido es satisfactorio en etapas tempranas de la gestación, reportando una precisión de 75 a 80 por ciento.

(Estudios preliminares revelaron que el sonido del corazón fetal puede ser detectado por medio de un “Doppler” colocado en el recto de las ovejas durante la primera parte del segundo trimestre de la gestación (Lindahl, 1971).)

(Trapp y Slyter (1983) reportaron una exactitud de 89.1 por ciento en la detección de preñez en ovejas utilizando un aparato de ultrasonido (Scanoprobe®) de 69 a 103 días del período de gestación, y una exactitud en el diagnóstico de gestación de 94.8 por ciento de los 78 a 112 días del período de gestación utilizando otro aparato de ultrasonido (Scanopreg® modelo 738).)

Lane and Lewis (1981) sugieren que el aparato puede ser confiable y seguro si se utiliza entre los 80 y 120 días de la gestación, y que su precisión disminuye al incrementar los días de la gestación, debido probablemente al desplazamiento de fluidos

uterinos.

Con la examinación de personal experimentado se puede esperar un diagnóstico preciso de 91 a 100 por ciento (Goel and Agrawal, 1992). La habilidad para detectar ovejas no preñadas por este método es alta, con una mayor precisión en los primeros 21 a 23 días (80 por ciento), alcanzando el 98 por ciento de los 32 a los 34 días de la gestación. Antes del día 24, el diagnóstico de preñez en algunos casos fue basado en la apariencia del lumen uterino en relación a la vejiga. La preñez fue confirmada por la detección del latido del corazón fetal de los 21 a 34 días (García *et al.*, 1993).

Palpación Abdominal y Palpación del Útero Vía Laparotomía

Este es un método de diagnóstico de preñez tradicional usado para ovejas y cabras (Sane *et al.*, 1982) y fue descrito por primera vez por Hulet (1972a). Esta técnica requiere que las ovejas sean sujetas a ayuno durante la noche antes de la examinación. Las ovejas son colocadas en una plataforma de laparotomía, enseguida se deposita suavemente una solución jabonosa dentro del recto. Se lubrica luego una varilla de plástico de 30 a 35 cm de largo y 2.5 cm de diámetro, la cual es introducida por el recto. La varilla es movida de arriba hacia abajo y de lado a lado hasta encontrar una obstrucción en contra de la pared abdominal, determinándose así si existe preñez o no (Goel *et al.*, 1989).

La palpación abdominal es simple, rápida, precisa y barata, además de que el procedimiento no presenta riesgos (Oltenacu *et al.*, 1990; Goel y Agrawal, 1992). El trauma rectal, aborto y muerte como consecuencia de la palpación abdominal se detectan a una posterior examinación (Shelton, 1978; Tyrrell y Plant, 1979). Este método tiene cerca del 97 por ciento de precisión a los 60 días después del apareamiento (Ishwar, 1995) y 95.6 por ciento de precisión a los 50 días en vacas (Randel *et al.*, 1991), y la precisión es mayor para preñez simple que para preñez múltiple. Esta técnica es más peligrosa con respecto al daño rectal y aborto, y no se recomienda como método adecuado para el diagnóstico de la preñez en ovejas (Ishwar, 1995).

La preñez puede ser diagnosticada con una aceptable precisión después de los 80 días de gestación por el método de palpación abdominal (Goel y Agrawal, 1992). Aswad *et al.* (1976) detectaron la preñez en cabras con una precisión del 76 por ciento por palpación abdominal. Goel y Agrawal (1990) reportaron una precisión del 70 por ciento entre los 61 a 70 días de gestación por medio de palpación abdominal.

Una precisión del 90 por ciento en el diagnóstico de gestación ha sido reportada por Hulet (1972a); Plant (1974), y una precisión del 62.7 por ciento fue reportada por Frapp y Slyter (1983) al someter ovejas al diagnóstico de preñez de 60 a 96 días después del apareamiento usando la técnica de palpación recto-abdominal.

Goel *et al.* (1989) compararon dos técnicas en el diagnóstico de preñez en ovejas y reportó una precisión de 90.53 y 91.94 por ciento de los 61 a 130 días de la gestación, utilizando una técnica de palpación abdominal y un aparato de ultrasonido respectivamente. Los resultados indicaron que el diagnóstico de ovejas preñadas de los 61 a 70 días de gestación por el método de palpación abdominal, no fue posible.

Tyrrell y Plant (1979) reportaron que un 18, 5 y 1 por ciento de ovejas sufrieron ruptura del recto y 18, 42 y 46 por ciento sufrieron raspaduras del recto al ser sometidas a una técnica de diagnóstico de gestación por medio de palpación recto-abdominal. La técnica consistió en el uso de tres diseños diferentes de varillas que se introdujeron por el recto. Sin embargo, la disminución de ovejas con recto perforado fue debido al incremento en la experiencia del manejador, que en consecuencia ocasionó el incremento de laceraciones en el recto.

Otros investigadores han reportado absorciones embrionarias y muertes fetales a consecuencia del uso de exploraciones rectales (Lindahl, 1971; Morcan, 1973; Turner y Hindson, 1975). Sin embargo, más recientemente, Alexander *et al.* (1993) reportaron que la pérdida embrionaria no se vio afectada por practicar la palpación rectal en bovinos, además de que la tasa de mortalidad embrionaria disminuyó durante el intervalo de 30 a 49 días después del apareamiento.

El útero grávido puede ser palpado directamente a través de una incisión en la pared abdominal (Hulet, 1972b; Lamond, 1963) de tal manera que permita la entrada de dos a tres dedos para palpar el útero y determinar si éste ha aumentado de tamaño. Para este proceso es necesaria una buena asepsia para prevenir una infección (Goel y Agrawal, 1992; Ishwar, 1995). La palpación directa del útero tiene más de 92 por ciento de precisión en el diagnóstico de preñez en ovejas de cuatro a cinco semanas de gestación (Hulet, 1972b), y 100 por ciento en ciervos a los 42 días de gestación (Ishwar, 1995).

Métodos Biológicos

Estos métodos están basados en la estimación de hormonas dependientes del estado de preñez, e.g., progesterona, estrógenos y/o antígenos específicos de preñez y proteína específica de la preñez (PSPB) en plasma sanguíneo o suero y leche de cabras (Thorburn y Schneider, 1972; Thibier *et al.*, 1982; Humblot *et al.*, 1990; Restall *et al.*, 1990) y ovejas (Irving *et al.*, 1972; Holdsworth y Davies, 1979; Tyrrel *et al.*, 1980).

La medición de la concentración de progesterona en sangre es un método que requiere tecnología de alto costo (Nebel, 1988; Ruiz *et al.*, 1989). Hace unos años la concentración de la progesterona era medida usando métodos laboriosos y de un alto costo (Radioimmunoassay RIA). Hoy en día, se han utilizado nuevos y más rápidos métodos como ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) y ensayos de aglutinación,

respectivamente, después de la inseminación artificial, con un 70 por ciento de precisión en el diagnóstico de gestación en ciervos. Willard *et al.* (1994b) sugiere que la concentración de progesterona es efectiva para la detección de preñez, pero no determina el tipo de preñez. Por otro lado, Jarrell y Dziuk (1991) encontraron que la concentración de progesterona en sangre de cabras aumentó de 3 a un máximo de 8.5 ± 0.3 ng/ml alrededor del día 13, declinando hasta 5 ± 0.3 ng/ml cerca del día 35 de la gestación. Las cabras con dos cuerpos lúteos y dos fetos hasta el día 45 de la gestación, tuvieron mayores niveles de progesterona el día 13 de la misma, que aquellas con un solo feto. Del mismo modo, cabras con 7 a 30 días de preñez con múltiples cuerpos lúteos, tienen niveles más altos de progesterona que aquellas con un solo cuerpo lúteo. El número de cuerpos lúteos o fetos no tiene influencia sobre la concentración de progesterona después del día 30 de la gestación.

La concentración promedio de progesterona durante los dos últimos meses de la gestación en ciervos, con preñez simple y preñez múltiple, incrementó marcadamente en un 1302 y 2591 por ciento respectivamente, en comparación con los animales no preñados (5.791 y 11.113 vs. 0.413 ng/ml). La concentración de progesterona en suero se incrementó en un 92.4 por ciento al aumentar el número de fetos de gestación simple a múltiple (Manalu *et al.*, 1996).

Las concentraciones de progesterona en plasma de ovejas primerizas y adultas no muestran cambio alguno hasta el día 13 de la preñez. Sin embargo, estas concentraciones

con estos métodos las pruebas y resultados se adquieren en cuestión de minutos (Ruiz *et al.*, 1989; Jarrell y Dziuk, 1991; Nebel, 1988; Wimpy *et al.*, 1986). El método ELISA es basado en los mismos principios que para RIA. La mayor diferencia entre ELISA y RIA, es el uso de una enzima para marcar la progesterona mejor en lugar de un isótopo radioactivo (Wimpy *et al.*, 1986; Arnstadt y Cleere, 1981; Nebel, 1988; Marcus y Hackeet, 1986).

La concentración de progesterona en el plasma se puede determinar a los 18 días después del apareamiento en ovejas (Ishwar, 1995; Dobelli y Schwander, 1985). Tibier *et al.* (1982) midieron la concentración de progesterona en plasma en 267 cabras a los 21-22 días después del apareamiento, el nivel de progesterona en plasma fue de 7.64 ± 4.17 y 0.86 ± 0.73 ng/ml en cabras preñadas y no preñadas, respectivamente. La precisión en el diagnóstico de preñez y no preñez fue de 85.7 y 100 por ciento, respectivamente. Una concentración de progesterona en leche de 10 ng/ml, entre los 22 y 26 días después del apareamiento fue clasificada como signo de preñez (Holdsworth y Davies, 1979) y un nivel de 7.5 ng/ml entre 19 y 27 días después del apareamiento indican una prueba negativa, con precisión para ambos casos de 85.9 y 100 por ciento, respectivamente (Ishwar, 1995). Sin embargo, los niveles de progesterona en sangre son variables. Beltin (1983) reportó que un nivel más alto de 2 ng/ml de progesterona en plasma se tomaba como diagnóstico de gestación positivo y un nivel inferior a 2 ng/ml se tomaba como diagnóstico negativo de gestación. Willard *et al.* (1994a) reportaron concentraciones de 4.2 ± 1.3 y 7.3 ± 3.2 ng/ml de progesterona en sangre a 28 y 48 días,

son bajas del día 14 al 30 de la gestación en ovejas primíparas, indicando que entre ovejas primerizas y adultas mantenidas en condiciones idénticas, los perfiles hormonales difieren durante el estro y en las etapas tempranas de la preñez (Daviest y Beck, 1993). Las concentraciones de progesterona en plasma durante la preñez en ovejas, incrementaron al aumentar el tamaño de las crías (Buttler *et al.*, 1981). Sin embargo, la correlación entre la concentración de progesterona y el número de fetos no ha sido bien documentada en cabras (Manalu *et al.*, 1996).

Ranilla *et al.* (1994) determinaron la relación de los niveles de glucoproteína asociada (oPAG) y progesterona en suero de ovejas de la raza Churra y Merino, a través de la gestación y un mes antes del parto. De la semana 18 de la gestación al parto, las concentraciones de oPAG incrementaron rápidamente en ovejas de la raza Churra (250 a 650 ng/ml), mientras que en ovejas de la raza Merino los niveles de oPAG permanecieron constantes (alrededor de 250 ng/ml). Los niveles de progesterona fueron relativamente idénticos en las dos razas, con un incremento a partir de la semana 19 a 20 de la gestación hasta declinar una semana antes del parto. La raza y sexo de los fetos puede influir en la producción de oPAG.) Por otro lado, Domatob *et al.* (1994) determinaron la preñez en vacas para carne después de la resincronización con norgestomet, la precisión (85 por ciento) en el diagnóstico de la preñez fue determinado con los niveles de progesterona presentes en el plasma sanguíneo, demostrando a la vez que los niveles de progesterona no fueron afectados por la implantación del norgestomet.

Las concentraciones de progesterona en plasma tienden a ser más exactas que la progesterona en leche (Bretzlaff *et al.*, 1989). La concentración de progesterona en leche, generalmente refleja la concentración de la misma en plasma, sin embargo, la concentración de ésta en leche es mucho mayor que en plasma (Holdswort y Davies, 1979; Thibier *et al.*, 1982; Murray y Newstead, 1988; Ishwar, 1995).

La metodología para la medición de progesterona en leche es la siguiente: a) Una prueba típica de inmunoanálisis emplea un tubo revestido en su interior con una capa de anticuerpos específicos para progesterona. b) Se coloca en el tubo cantidades conocidas de la muestra de leche y solución conjugada. La solución conjugada contiene una cantidad conocida de progesterona ligada a una enzima. c) las moléculas de progesterona compiten por los sitios de enlace de la capa de anticuerpos. Si la cantidad de progesterona en la muestra de leche es alta, entonces mayor cantidad de moléculas no ligadas serán enlazadas. d) Después de enjuagar con agua, se adiciona un sustrato causando que las moléculas ligadas a la enzima se tornen azules. e) Un color azul oscuro resulta de una alta proporción de moléculas ligadas, indicando bajo nivel de progesterona en la muestra de leche. Un color pálido indica pocas moléculas ligadas y alto nivel de progesterona en la muestra de leche (Markusfeld *et al.*, 1990; Oltenacu *et al.*, 1990; Ruiz *et al.*, 1989; Nebel, 1988; Wimpy *et al.*, 1986).

Como un método en el diagnóstico de preñez, la concentración de progesterona en leche de los 21 a 24 días postinseminación fue de 67 a 88 por ciento preciso en

diagnosticar vacas preñadas, y 91 a 100 por ciento preciso en el diagnóstico de vacas no preñadas (Pennington *et al.*, 1985; Booth, 1980).

Chang y Estergreen (1983) desarrollaron un método (EIA=Enzyme radioimmunoassay) para determinar el contenido de progesterona en la leche. La muestra de leche se tomó el día 21 después del apareamiento. El EIA fue 76 por ciento preciso para predecir la preñez y 95 por ciento preciso para no preñez en vacas. De la misma manera, Wimpy *et al.* (1986) utilizando el mismo método en 622 vacas lecheras, encontraron que la precisión de la prueba realizada a 21 días después del apareamiento fue 71 y 81 por ciento para animales en estado de preñez y no preñez, respectivamente.

Con este método existen falsos resultados por la ocurrencia de piometra, hidrometra, muerte embrionaria temprana y otros problemas, además de que este método requiere saber exactamente el día en que ocurrió el apareamiento.

La medición de concentraciones de hormonas esteroides como el sulfato de estrona a un tiempo específico después del apareamiento, constituye otro de los métodos de diagnóstico de preñez en pequeños rumiantes (Tsang, 1978; McArthur y Geary, 1986; Tamanini *et al.*, 1986; Worsfold *et al.*, 1986; Murray y Newstead, 1988; Refstal *et al.*, 1991). El sulfato de estrona es producido por la placenta en cabras y ovejas. El sulfato de estrona puede ser detectado en el plasma de ovejas alrededor de 70 días después de la concepción (Tsang, 1978), mientras que en cabras se puede detectar a

los 40-50 días después del apareamiento. La prueba tiene una exactitud del 95.6 por ciento, y puede distinguir entre una preñez verdadera de una pseudopreñez (McArthur y Geary, 1986). Sin embargo, Tamanini *et al.* (1986) determinaron las concentraciones de estrona conjugada en plasma y encontraron que los niveles alcanzaron un pico ($\cong 4$ ng/ml) a los 35 días de la gestación, mientras en cabras no preñadas no se detectaron niveles de estrona conjugada. Murray y Newstead (1988) usaron un inmunoensayo (ELISA) enzimático para la medición de la concentración de sulfato de estrona en leche como una ayuda en el diagnóstico de la preñez. Con este método se obtuvieron precisiones del 80 por ciento para preñez y 83 por ciento para no preñez. Este método tiene la ventaja de que es muy exacto y que no requiere un determinado período para su aplicación (McArthur y Geary, 1986). Refsal *et al.* (1991) encontraron que el sulfato de estrona se encontraba positivamente correlacionado con el número de fetos durante el período de gestación en cabras.

Otro de los métodos con los que se puede determinar el diagnóstico de la gestación y número de fetos, es la determinación en las concentraciones de una proteína específica de la preñez (PSPB) (Willard *et al.*, 1995; Kiracofe *et al.*, 1995), con lo cual se obtiene una ventaja económica en el empleo de este método en ovejas y cabras (Packham *et al.*, 1989). La PSPB fue detectada por primera vez en la placenta del bovino (Kiracofe *et al.*, 1995; Willard *et al.*, 1995), ésta es secretada por las células del trofoblasto fetal (Eckblad *et al.*, 1985) y a través de un RIA para su determinación (Packham *et al.*, 1989; Randel *et al.*, 1991; Kiracofe *et al.*, 1995; Willard *et al.*, 1995)

constituye el primer método serológico para la detección de la preñez en ganado (Kiracofe *et al.*, 1995). La PSPB ha sido detectada en ovejas y cabras (Humblot *et al.*, 1990; Houston *et al.*, 1986) y puede ser detectada en ovinos alrededor del día 19 al 20 después del apareamiento, y ésta se incrementa constantemente hasta el día 30. Las concentraciones de PSPB difieren considerablemente entre ovejas antes del parto, pero las concentraciones se mantienen estables alrededor de 20 días antes del parto (Willard *et al.*, 1995), lo mismo sucede con los niveles de PSPB en vacas productoras de carne (Kiracofe *et al.*, 1995). Con este método usado a los 60, 90 y 120 días de la gestación, las pruebas son 82, 78 y 82 por ciento correctas en la detección de fetos simples y múltiples. Con un rango combinado entre 60 y 120 días de la gestación, la prueba puede ser 78 por ciento precisa en distinguir una preñez múltiple de una preñez simple (Willard *et al.*, 1995; Willard *et al.*, 1994a).

Al llevar a cabo un estudio con vacas Brahman para determinar la preñez, se obtuvieron concentraciones de PSPB en suero mayores de 0.3 ng/ml consideradas como signo de no preñez y animales con concentraciones de PSPB menores a 0.3 ng/ml fueron considerados en estado de preñez. Este método fue preciso en un 96.6 por ciento en la detección de la preñez y 1.7 por ciento en determinar falsas gestaciones (Randel *et al.*, 1991).

Packham *et al.* (1989) determinaron el beneficio económico en la detección de preñez por medio de las concentraciones de PSPB en 303 ovejas durante 1987 y 1988.

La precisión obtenida en el diagnóstico de preñez fue 90 y 74 por ciento a los 65 días después del apareamiento, respectivamente.

Existen otros métodos de diagnóstico de preñez basados en la estimación de los niveles de lactógeno placentario (Buttle *et al.*, 1979) y antígeno específico (Robertson *et al.*, 1980; Willard *et al.*, 1987) en sangre. El lactógeno placentario está presente en mucho mayor cantidad en etapas tardías de la gestación en ovejas y cabras, y su estimación es usada como una prueba de preñez (Buttle *et al.*, 1979). La técnica de detección de preñez por antígeno específico en suero de ovejas, puede ser utilizada después del día 55 de la gestación, con resultados de más del 95 por ciento de precisión. Los valores del antígeno específico en suero mayores de 5 ng/ml es considerado como un signo de preñez (Robertson *et al.*, 1980; Willard *et al.*, 1987).

Beltin (1983) aplicó el método de coagulación de la leche en una solución de sulfato de cobre al 3 por ciento, químicamente puro, para determinar la preñez en cabras. Si la leche añadida a la solución se coagulaba en un lapso no mayor de 5 minutos, se tomaba como diagnóstico positivo de gestación. Si, por el contrario, la muestra de leche y la solución permanecían homogéneas por más de 2 horas, esto indicaba un diagnóstico de gestación negativo. En el caso de animales realmente gestantes, se obtuvo una eficiencia de 71.42 por ciento, y en animales no gestantes se obtuvo 66.66 por ciento aplicada la prueba a los 52 días después del empadre.

De La Garza (1978) llevó a cabo un método basado en la reacción de cloruro de bario al 1 por ciento en la orina para determinar la preñez en cabras. La eficiencia obtenida fue estimada en un 72 por ciento en la determinación de la preñez en etapas tempranas de la gestación.

Otros Métodos de Diagnóstico de Preñez

La técnica de radiografía puede ser usada para la detección de preñez y fetos múltiples con una precisión del 90 por ciento o más, cuando los animales son examinados 90 días después de la gestación (Ford *et al.*, 1963). En las crías pequeñas de ovejas, esta técnica podría proporcionar una precisión del 100 por ciento. En cabras lecheras puede diagnosticarse la preñez 58 días después del apareamiento. Con esta técnica se puede detectar la preñez a etapas tempranas de la gestación, aunque presenta desventajas al diferenciar entre una piometra y una hidrometra. Esta técnica normalmente se usa para un solo animal cuando se evalúa el equipo de ultrasonido.

La evaluación histológica de las biopsias vaginales tiene una precisión del 97 por ciento para el diagnóstico de la preñez en ovejas con más de 40 días de gestación (Ishwar, 1995). Las células de la mucosa vaginal de ovejas preñadas son de un tamaño menor que el de las ovejas no preñadas. El epitelio vaginal de ovejas preñadas tiene menos capas de células de forma columnar, cuboidal y prismoidal. La correcta interpretación de biopsias vaginales de ovejas no preñadas es sólo del 81 por ciento. Este

método no indica el número de fetos, sin embargo, la precisión es alta.

La palpación directa del cérvix vía vaginal es otra forma de diagnosticar la preñez en ovejas y cabras. Esta técnica se basa principalmente en la forma y consistencia del cérvix, un cérvix suave es sugestivo de preñez, y una forma cónica del cérvix dentro de la vagina es sugestivo de un diagnóstico negativo de preñez (Ishwar, 1995).

Se ha encontrado que las ovejas que portan un solo feto incrementan de 12 a 16 por ciento de su peso corporal. Los cambios de peso por lo tanto, son también un parámetro que prevé de alguna manera el diagnóstico de gestación.

Estímulo del Macho Cabrío

Este método consiste en la introducción del macho cabrío al hato, normalmente después de que las cabras no han tenido contacto con los machos.

Uno de los compuestos químicos más importantes en la estimulación hormonal en las cabras, es la feromona que despiden los machos cabríos. La interacción hembra-macho induce cambios en la secreción pulsátil de hormona luteinizante (HL) en ambos sexos (Signoret, 1991). La interacción hembra-macho cabrío induce la presentación de celos en las cabras de cinco a seis días posteriores a la introducción de los machos al

hato, dependiendo de la condición corporal de las hembras (Celis, 1988). La introducción de machos cabríos a un hato de cabras que presentan una pobre condición corporal induce a la presentación del celo después de seis días de estímulo, sin embargo, las cabras que tienen una buena condición corporal, pueden presentar celo a los dos días después de la introducción de los machos (Mellado *et al.*, 1993).

En ovejas, el olor de la lana de los machos induce la secreción de HL y posteriormente la ovulación, de la misma manera actúa el pelo del macho cabrío (Signoret, 1991). La introducción de ovejas en estro mejora el efecto del macho para inducir el estro, particularmente cuando los machos se introducen con las hembras antes de la estación reproductiva (Muir *et al.*, 1989). En un estudio se determinó el efecto del estímulo del macho cabrío entero (ME), macho cabrío castrado (MC) y cabras androgenizadas (CA) durante la época de actividad sexual, sobre la presentación de estros en cabras, con una duración de 13 días de estímulo. La presentación de estros fue 87.1, 94.3 y 84 por ciento para ME, MC y CA respectivamente. Sin embargo, el intervalo entre el contacto con el macho y la ocurrencia del celo de las cabras expuestas a machos cabríos enteros fue más corto (Mellado y Hernández, 1996).

García y Ruttle (1988) expusieron cabras a la presencia del macho cabrío dos veces al día, por períodos de una hora, con la finalidad de que las cabras presentaran celo. El 69.7 por ciento de las cabras mostraron celo ocho días después al inicio de la exposición al macho, registrando un promedio de 8.75 por ciento de celos por día. El

efecto de las feromonas del macho fue mayor al iniciar la temporada de empadre, sin embargo, un número considerable de cabras respondieron positivamente al estímulo del macho avanzada la temporada de cubrición; probablemente algunos otros factores influyeron en la manifestación de celos en las cabras en épocas avanzadas del empadre.

El comportamiento sexual del borrego juega un papel muy importante para inducir la ovulación en ovejas, además, la presencia continua de animales en estro es necesaria para una mayor eficiencia en la actividad reproductiva de los mismos (Rodríguez *et al.*, 1991).

La introducción del macho cabrío a un hato de hembras prepúberes, después de un período en el que tienen oportunidad de reconocer olor, vista, ruido y olfato, induce una ovulación sincronizada de las cabras (Chemineau, 1987).

Mellado *et al.* (1993) mencionan que las cabras en pobre condición corporal empiezan a mostrar celo después de los seis días posteriores a la introducción de los machos cabríos, y es hasta después de los 12 días cuando el 62 por ciento de las cabras han mostrado celo.

El período reproductivo de ovejas criadas con machos vasectomizados se prolonga por más tiempo, comparado con ovejas que se mantiene aisladas de los machos. Lo anterior, probablemente se deba a que los machos estimulan a las hembras a

incrementar la duración del período reproductivo, disminuyendo el período de anestro (O'Callaghan *et al.*, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Descripción del Área de Estudio

La presente investigación se realizó en dos sitios: Rancho “Los Ángeles” propiedad de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, y el ejido “Providencia” municipio de Saltillo, Coahuila.

El primero se localiza al sur de la cabecera municipal de Saltillo, por la carretera a Zacatecas y a una distancia aproximada de 50 km. Está ubicado entre las coordenadas 101° 06' longitud oeste y 26° 66' latitud norte, con una altitud de 1800 msnm (CETENAL, 1974). Presenta una superficie de 6,704 ha de agostadero de las cuales, aproximadamente 5,000 son factibles de aprovecharse por ganado mayor, teniéndose una superficie de 120 ha para siembra de cultivos de temporal (UAAAN, 1992).

El segundo predio se localiza al sur de Saltillo, por la carretera a Zacatecas, aproximadamente a 40 km de Saltillo, entre los paralelos 25° 14' 40" y los meridianos 101° 10' 33" , con una altitud de 1900 msnm (CETENAL, 1974). El clima es “whw”(e'), clima muy seco semicálido muy extremo, con lluvias de verano (mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre) y sequía corta en época de lluvias (canícula).

La precipitación invernal constituye entre cinco a diez por ciento de la total anual, con una temperatura media anual de 19.2°C y precipitación media total anual de 246.6 mm (Mendoza, 1983). La vegetación se encuentra constituida por matorral inerme, matorral subinerme, pastizal natural (*Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*), matorral espinoso y nopaleras (*Opuntia spp*) (CETENAL, 1974). El tipo de suelo corresponde a xerosol háplico con textura física media y gruesa (Silva, 1981).

Metodología

En el presente estudio se llevaron a cabo dos experimentos descritos a continuación:

Experimento 1

Este experimento se realizó en el Rancho “Los Ángeles” durante los meses de enero-junio de 1996. Se utilizaron un total de 119 cabras multíparas encastadas, mantenidas bajo condiciones de pastoreo extensivo, las cuales fueron identificadas con aretes de plástico y empadradas durante el mes de enero de 1996. Posteriormente, a las cabras se les tomaron medidas corporales cada 21 días a partir del final del empadre. Las prácticas de manejo consistieron en tomar el peso vivo de la cabra, el cual se obtuvo con una báscula convencional. Posteriormente se midió la circunferencia abdominal total y parcial del lado derecho, con una cinta métrica plástica; para esto se tomó como base la cicatriz umbilical y la tercera vértebra lumbar. Se registró también la distancia existente entre la vulva y el cérvix, para esto se diseñó una pipeta graduada en cm con la ayuda de una funda para inseminación artificial, la cual previamente se desinfectó con benzal, y se

lubricó con gel “KY” para posteriormente introducirla en la vagina hasta topar con el cérvix.

Los datos registrados fueron: peso vivo, circunferencia abdominal completa y parcial del lado derecho y distancia existente entre la vulva y el cérvix.

Al momento del parto se registró la fecha de éste, así como el número de crías por cada cabra parida.

Experimento 2

Este experimento se efectuó en el ejido Providencia, municipio de Saltillo, Coahuila, durante los meses de enero-junio de 1997. Se utilizaron 125 cabras mestizas de entre uno y cuatro partos y mantenidas bajo pastoreo extensivo con encierro nocturno. Las cabras fueron previamente sometidas a la prueba de *Brucella melitensis* antes de haber sido empadradas. El empadre se llevó a cabo durante los últimos 15 días del mes de enero y los primeros 15 días de febrero. Treinta días después de terminado el empadre, se incorporaron cuatro machos cabríos de las razas Nubia, Granadina y dos encastados con Boer, con estancia de 10 días, con la finalidad de inducir el celo en las cabras no gestantes y así identificar las cabras vacías. El celo se identificó tomando en cuenta criterios como: observación de inflamación y eritema de la vulva, movimientos de la cola, inquietud, montas a otros animales y aceptación del macho.

Se registraron las cabras gestantes y las cabras que mostraron celo con el estímulo del macho cabrío.

Análisis de los datos

Los datos del primer experimento se analizaron bajo un diseño de regresión lineal simple (Steel y Torrie, 1995) determinándose la asociación entre el peso y diversas mediciones corporales y el tiempo de gestación.

Ecuación: $Y_i = \alpha + \beta (X_i) + \epsilon_i \quad i = 1, 2, 3, 4, \dots, n.$

Donde:

y_i = la estimación de la i -ésima observación de la variable dependiente.

x_i = la i -ésima observación de la variable independiente.

α = intercepto (intercepción de la línea de regresión n con el eje y).

β = coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

ϵ_i = error aleatorio de la i -ésima observación.

modelo: $y = \alpha + \beta(x) + \epsilon$

RESULTADOS

Experimento 1

Incremento de Peso de las cabras durante la gestación

En la Figura 4.1 se muestra el efecto de los días de la gestación sobre el incremento de peso de las cabras con preñez simple y preñez múltiple. El peso de las cabras se mantuvo sin cambio del día de la concepción hasta el día 50 de la gestación. A partir del día 51 de la preñez, el peso de las cabras se incrementó linealmente hasta el día del parto (8.3 kg de incremento total, en promedio), aunque los mayores incrementos de peso se mostraron a partir del día 70 de gestación.

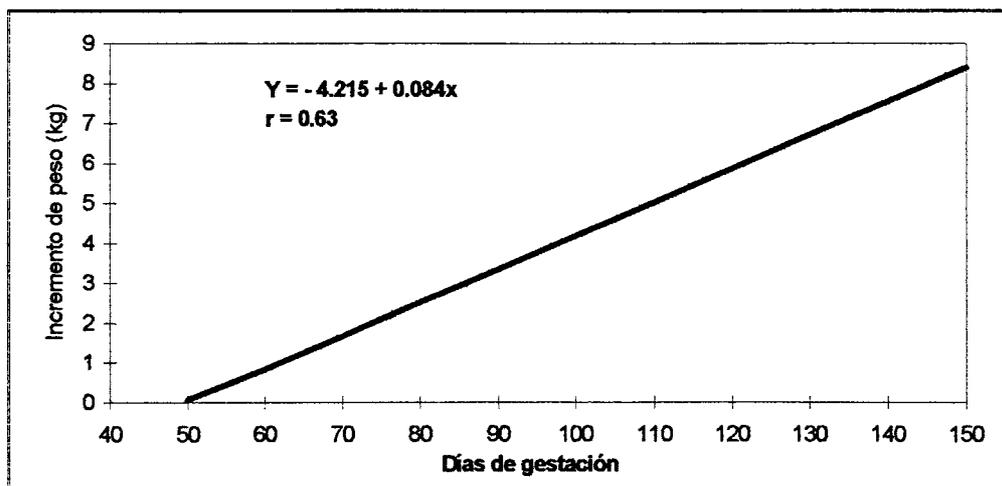


Figura 4.1. Incremento de peso en cabras gestantes (gestación simple y múltiple combinadas) mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.

En la Figura 4.2 se compara el efecto de los días de gestación sobre el incremento de peso en cabras con preñez simple y con preñez múltiple. Una prueba de heterogeneidad de regresión indicó que para ambos grupos de cabras la pendiente fue similar ($P > 0.05$), sin embargo, la intercepción de las dos líneas para ambos tipos de preñez fue diferente ($P < 0.01$). Las cabras con preñez simple incrementaron su peso a partir del día 54 de la gestación ($P < 0.01$) y las cabras con preñez múltiple incrementaron su peso a partir del día 46 de la gestación ($P < 0.01$), con un incremento total de 7.9 kg ($r = 0.63$) y 9.0 kg ($r = 0.63$), respectivamente.

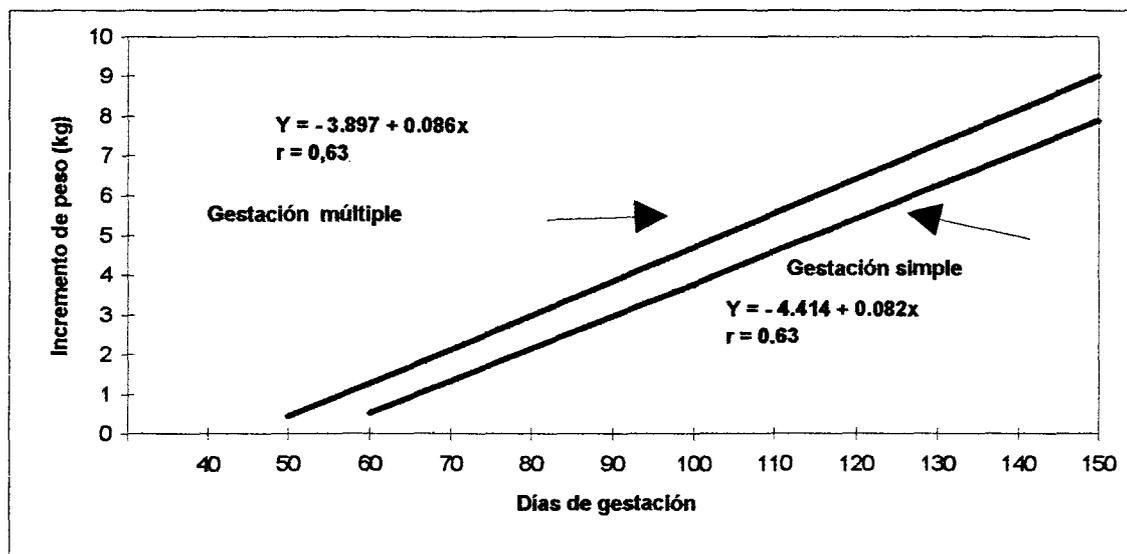


Figura 4.2. Incremento de peso en cabras mestizas con gestación simple y gestación múltiple mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.

Circunferencia Abdominal de las Cabras Gestantes

El efecto de los días de gestación sobre la circunferencia abdominal de cabras con preñez simple y preñez múltiple se presenta en la Figura 4.3. La circunferencia abdominal se mantuvo sin variación del día de la concepción hasta el día 53 de la gestación, incrementándose ésta a partir del día 54 y continuando su expansión hasta el día 150 de la preñez. La intercepción de la línea de regresión para ambos tipos de preñez en cuanto al incremento de la circunferencia abdominal en función de los días de preñez, se comportó de una manera similar ($P > 0.05$ para prueba de heterogeneidad de regresión); el incremento total fue de 12.6 cm para cabras con preñez simple y de 13.5 cm para cabras con preñez múltiple.

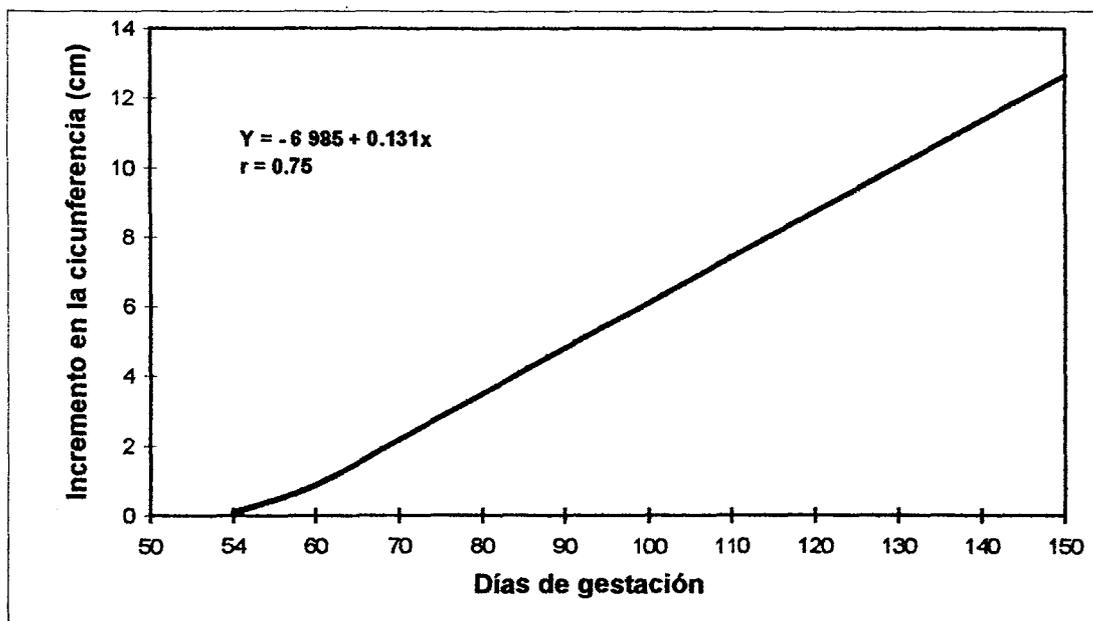


Figura 4.3. Incremento en la circunferencia abdominal completa de cabras mestizas gestantes mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.

De la misma manera, en la Figura 4.4 se observa el efecto de los días de gestación sobre la circunferencia abdominal parcial (sólo lado derecho) de cabras con preñez simple y preñez múltiple. Se observó que la región abdominal derecha se mantuvo sin cambio del día de la concepción hasta el día 54 de la gestación, incrementándose ésta a partir del día 55 y continuando su expansión hasta el día del parto. Al analizar la asociación entre los días de preñez y la expansión de la región abdominal derecha se observó que la intercepción de las líneas de regresión para ambos tipos de preñez fue similar, con un incremento al final de la gestación de 6.85 cm de circunferencia abdominal parcial para cabras con preñez simple y un incremento de 7.0 cm para cabras con preñez múltiple.

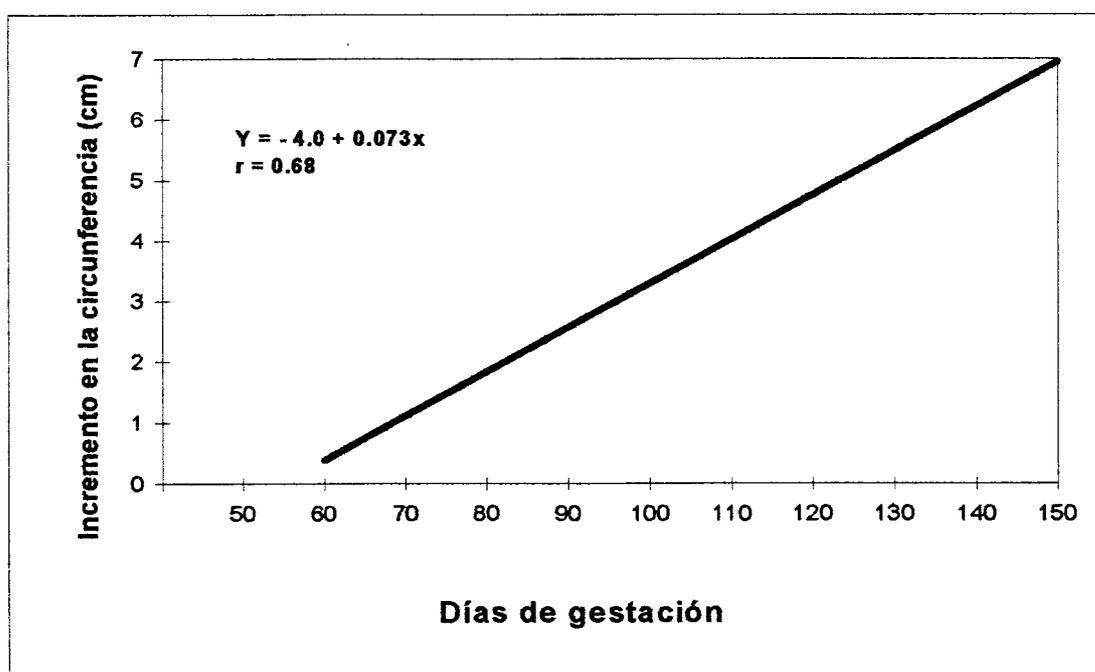


Figura 4.4. Incremento en la circunferencia abdominal parcial del lado derecho en cabras mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.

Distancia vulva-cérvix de cabras preñadas

En la Figura 4.5 se muestra el efecto de los días de gestación sobre la distancia vulva-cérvix. Del día de la concepción hasta el día 75 de la gestación no hubo incremento en cuanto a este parámetro, pero se observó que la distancia entre estos órganos se incrementó a partir del día 76 de la gestación manteniéndose la “separación” hasta el día 150 de la misma. Al analizar la asociación entre los días de preñez y el incremento en la distancia vulva-cérvix se observó que la intercepción de las líneas de regresión para las cabras con preñez simple y múltiple fue igual ($P > 0.10$ en prueba de heterogeneidad de regresión), con un incremento total de 4.4 cm para cabras con preñez simple y un incremento de 4.7 cm para cabras con preñez múltiple.

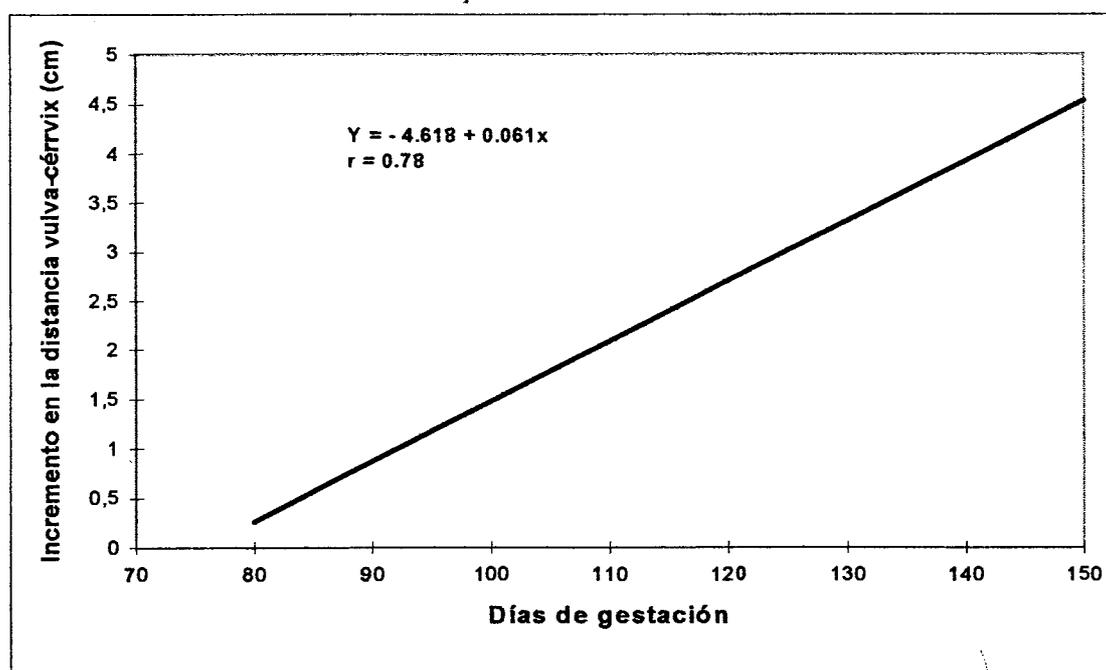


Figura 4.5. Incremento de la distancia vulva-cérvix de cabras mantenidas en agostadero en función de los días de gestación.

En el cuadro 4.1 se muestran los incrementos en las diferentes variables medidas entre cabras gestantes y cabras no gestantes. El peso corporal promedio de las cabras gestantes (gestación simple y gestación múltiple) y cabras no gestantes al inicio del empadre fue de 39.4 y 39.5 kg, respectivamente. El incremento de peso al final de la gestación fue de 7.5 kg y 900 g de incremento para aquellas cabras no gestantes, con un incremento de peso atribuido al período de gestación de 6.6 kg. La circunferencia abdominal completa de cabras en gestación y cabras no gestantes al inicio del empadre fue de 94.2 y 94.6 cm, en promedio, respectivamente. Hubo un incremento de circunferencia abdominal completa de 10.1 cm atribuido al período de gestación. De la misma manera la circunferencia abdominal parcial de cabras gestantes y cabras no gestantes al inicio del empadre fue de 47.0 y 46.9 cm en promedio, respectivamente, con un incremento de la misma al final de la gestación de 5.0 cm. La distancia vulva-cérvix fue de 11.5 y 12.1 cm en promedio al inicio del empadre, para aquellas cabras gestantes y cabras no gestantes, respectivamente, con sólo 3.7 cm de distancia atribuido a la gestación.

Cuadro 4.1 Incrementos en las diferentes variables medidas de cabras gestantes y cabras no gestantes al inicio del empadre y al final de la gestación.

Parámetro	Cabras	Desviación	Cabras no	Desviación
	Gestantes	Estandar	Gestantes	Estandar
Peso inicial al empadre (kg)	39.4	5.26	39.5	8.9
Peso al parto (kg)	46.9	6.1	40.4	9.5
Diferencia (kg)	7.5	2.5	0.9	0.5
Peso atribuido a la				

Cuadro 4.1.....continuación.

gestación (kg)*	6.6			
CAC inicial al empadre (cm)	94.2	6.5	94.6	7.5
CAC al parto (cm)	105.9	6.7	96.2	8.0
Diferencia (cm)	11.7	3.0	1.6	0.7
CAC atribuida a la				
gestación (cm) *	10.1			
CAP inicial al empadre (cm)	47.0	3.2	46.9	4.3
CAP al parto (cm)	53.6	3.7	48.5	4.5
Diferencia (cm)	6.6	2.4	1.6	0.6
CAP atribuida a la				
gestación (cm) *	5.0			
DVC inicial al empadre (cm)	11.5	1.4	12.1	2.0
DVC al parto (cm)	15.5	1.4	12.5	2.2
Diferencia (cm)	4.1	1.5	0.4	0.3
DVC atribuida a la				
Gestación (cm) *	3.7			

IP = Incremento de Peso

CAP = Circunferencia Abdominal Parcial

CAC = Circunferencia Abdominal Completa

DVC = Distancia Vulva-Cérvix

* Dato obtenido por la resta de la diferencia de las cabras no gestantes.

Los coeficientes de correlación entre diversas combinaciones de las variables estudiadas y los días de gestación se muestran en el Cuadro 4.2. La relación entre la circunferencia abdominal completa y distancia vulva-cérvix con los días de gestación es alta ($P < 0.01$) con un coeficiente de correlación igual a 0.833. De la misma manera la relación entre incremento de peso, circunferencia abdominal completa y distancia vulva-cérvix con los días de gestación es alta ($P < 0.01$) con un coeficiente de correlación de 0.823. La combinación de las cuatro variables con los días de gestación muestra una estrecha relación ($P < 0.01$) con un coeficiente de correlación de 0.836. La combinación entre el incremento de peso, circunferencia abdominal parcial y distancia vulva-cérvix muestra una mayor relación con los días de la gestación ($P < 0.01$) con un coeficiente de correlación de 0.840.

Cuadro 4.2. Coeficientes de correlación y sus respectivas ecuaciones para las diferentes combinaciones de las variables analizadas y los días de gestación.

VARIABLES ANALIZADAS	ECUACIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN **
IP + CAC (DG)	$Y = -11.304 + 0.216(x)$	$r = 0.768$
IP + CAP (DG)	$Y = -8.214 + 0.157(x)$	$r = 0.739$
IP + DVC (DG)	$Y = -8.832 + 0.145(x)$	$r = 0.760$
CAC + CAP (DG)	$Y = -11.092 + 0.205(x)$	$r = 0.790$
CAC + DVC (DG)	$Y = -11.709 + 0.194(x)$	$r = 0.833$
CAP + DVC (DG)	$Y = -8.620 + 0.135(x)$	$r = 0.806$
IP + CAC + CAP (DG)	$Y = -18.324 + 0.350(x)$	$r = 0.801$
IP + CAC + DVC (DG)	$Y = -15.923 + 0.278(x)$	$r = 0.823$
IP + CAP + DVC (DG)	$Y = -12.833 + 0.219(x)$	$r = 0.803$

Cuadro 4.2.....continuación

CAC + CAP + DVC (DG)	$Y = -15.711 + 0.267(x)$	$r = 0.840$
IP + CAC+CAP+ DVC (DG)	$Y = -19.924 + 0.351(x)$	$r = 0.836$

** Todos los coeficientes son significativos ($P < 0.01$).

IP= Incremento de Peso

CAC= Circunferencia Abdominal Completa

CAP= Circunferencia Abdominal Parcial del Lado Derecho

DVC= Distancia Vulva-cérvix

DG= Días de gestación

En el Cuadro 4.3 se muestra como el IP, CAC y CAP empieza a incrementar linealmente a partir de la octava semana de gestación a diferencia de la DVC que empieza a incrementarse a partir de la décima semana de gestación.

Cuadro 4.3 Incremento en las medidas de las variables analizadas y su respectiva ecuación en relación a los días de gestación en cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple.

Días de Gestación	IP $Y = -4.215 + 0.084(x)$	CAC $Y = -6.985 + 0.131(x)$	CAP $Y = -4.0 + 0.073(x)$	DVC $Y = -4.618 + 0.061(x)$
40	-0.85	-1.72	-1.08	-2.18
50	-0.02	-0.43	-0.35	-1.57
60	0.82	0.87	0.38	-0.96

Cuadro 4.3.....cont				
70	1.66	2.18	1.11	-0.35
80	2.50	3.49	1.83	0.26
90	3.34	4.80	2.57	0.87
100	4.18	6.11	3.30	1.48
110	5.0	7.42	4.03	2.09
120	5.86	8.73	4.76	2.70
130	6.70	10.0	5.49	3.31
140	7.54	11.35	6.22	3.92
150	8.38	12.66	6.95	4.53

Experimento 2

Estímulo del macho cabrío

En el Cuadro 4.4 se observan los resultados del estímulo del macho cabrío para detectar cabras no preñadas. De un total de 137 cabras estimuladas por el macho cabrío, 12 presentaron celo en un lapso no mayor de 10 días, aunque la mayoría de las cabras (75 por ciento) presentaron celo antes de los siete días de exposición al macho; cuatro cabras abortaron en etapas tempranas de la gestación. Del total de cabras expuestas al macho, 121 llegaron al parto, indicando que el estímulo del macho para detectar cabras no preñadas se tradujo en un 100 por ciento de efectividad.

Cuadro 4.4. Eficiencia del macho cabrío para detectar cabras vacías utilizando un empadre tradicional.

	Número de animales	Porcentaje
Total de cabras expuestas al macho	137	100
Cabras paridas	121	88.32
Cabras que abortaron	4	2.91
Cabras que presentaron celo	12	8.75
Eficiencia del macho cabrío		100

DISCUSIÓN

Incremento de Peso en Cabras Gestantes

El efecto de los días de gestación sobre el incremento de peso en cabras con preñez simple y preñez múltiple muestra una tendencia lineal, indicando que conforme avanzan los días de gestación se incrementa el peso en las cabras. El incremento se dio a partir del día 54 de la gestación en cabras con preñez simple con un total de 7.9 kg en promedio, a diferencia del incremento de peso que presentaron las cabras con preñez múltiple, con un incremento total de 9 kg en promedio, a partir del día 46 de la gestación. Lo anterior, debido a que durante los primeros estadios del crecimiento prenatal, el embrión crece más lentamente de tal forma que el incremento de peso en la cabra no es perceptible a etapas tempranas de la gestación. Sin embargo, a partir del segundo tercio de la preñez, el aumento de los órganos recién formados se produce por hiperplasia e hipertrofia celular, con el aumento consiguiente de la masa y peso uterino (Arbiza y De Lucas, 1996a,b), lo cual explica que el peso de las cabras se mantuvo sin variación durante las primeras seis-siete semanas de la preñez y este se incrementó de forma considerable a partir de la octava semana, con un incremento más pronunciado a partir de la décima semana de la misma. Durante el último tercio de la gestación el feto crece cerca del 80 a 85 por ciento de su peso al nacer (Bearden y Fuquay, 1982). La diferencia entre cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple

en relación al comienzo y peso incrementado, se debió al número de fetos presentes durante la gestación, ya que un mayor tamaño de la camada determina el tamaño de la placenta y por consiguiente un mayor incremento de peso en la cabra gestante, aunque los productos únicos pesan 10 por ciento más que los productos dobles o triples (Arbiza y De Lucas, 1996b; Bearden y Fuquay, 1982). Para el tercer mes de gestación el incremento de peso de las cabras era un poco más de 2 kg, por lo que este aumento de peso aparentemente es lo suficientemente grande como para diagnosticar la preñez con cierta seguridad. Se sugieren estudios adicionales para validar esta técnica y determinar la precisión de la misma a diferentes estadios de la preñez.

Circunferencia abdominal de las Cabras Gestantes

El efecto de los días de gestación sobre el incremento de la circunferencia abdominal completa y parcial (sólo lado derecho) en cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple, muestra una tendencia lineal indicando que al avanzar los días de gestación se incrementan la circunferencia abdominal de las cabras. La circunferencia abdominal completa y parcial se mantuvo sin variación del momento de la concepción hasta del día 53 de la preñez, esto debido a que en las primeras siete semanas de preñez no existe un crecimiento fetal capaz de provocar una distensión del abdomen de la cabra, a pesar de que el crecimiento relativo es más lento al final de la gestación (Hafez, 1986). Sin embargo, al avanzar los días de preñez el desarrollo de las estructuras fetales y el crecimiento fetal se incrementan considerablemente, de tal forma, que durante los últimos

dos meses se observa un cambio relativo de 100 por ciento (Bearden y Fuquay, 1982); así que debido al tamaño del producto o productos y al limitado espacio abdominal de la cabra, existe una distensión de los músculos abdominales y se observa un incremento en la circunferencia abdominal. Cabe mencionar que durante el curso de la vida embrionaria y fetal, el crecimiento depende también en gran parte del genotipo del cabrito y de las relaciones madre-feto. La ingestión de alimento por la cabra hacen que el rumen se expanda y provoque que los órganos reproductor y digestivo se sitúen hacia el lado derecho del abdomen, causando una mayor distensión abdominal del lado derecho. Para los 90 días de gestación ya se observaba un incremento de alrededor de 4 cm en la circunferencia abdominal, y este incremento parece ser suficiente para predecir la preñez. A diferencia del peso, este método resulta más práctico para el productor porque no requiere de báscula, y la medición es rápida y sencilla.

Distancia Vulva-Cérvix de Cabras Gestantes

El efecto de los días de gestación sobre el incremento en la distancia vulva-cérvix, en cabras con preñez simple y con preñez múltiple, mostró una tendencia lineal, lo que indica que al aumentar los días de gestación aumenta la distancia entre estos dos órganos. Este incremento se manifestó a partir del día 76 de la preñez hasta el día del parto, esto probablemente debido a que el peso del producto o productos dentro del útero, por acción de la gravedad, provocaron que el cérvix se desplazara en dirección ventral del abdomen de la cabra, ocasionando un incremento en la distancia entre la vulva

y el cérvix. El peso de los líquidos fetales, membranas fetales y útero materno, aumentan conforme progresa la gestación, lo cual constituyen el 85 por ciento del peso total de útero y su contenido. A los 90 días de gestación se presentó un incremento de alrededor de un centímetro entre vulva y cérvix, y esta distancia podría ya ser lo suficientemente confiable para el diagnóstico de la gestación.

Es importante mencionar que en las condiciones de México, con un sistema extensivo en agostadero, existen factores determinantes del crecimiento fetal, tales como el peso y tamaño de la madre, tamaño de la camada y por consiguiente tamaño de la placenta, edad de la madre, ya que el feto será de menor tamaño en cabras jóvenes o en cabras de edad muy avanzada, nutrición de la madre (principalmente durante el último tercio de la gestación) y condiciones ambientales.

Debido a que en el presente estudio se requiere de manejar las cabras dos veces para ejecutar las mediciones aquí estudiadas, se sugiere que en investigaciones posteriores se incluya también la altura de la cabra, para así relacionar medidas corporales con un parámetro específico. Además, falta llevar a cabo una estimación de la efectividad de este método contra la efectividad de otras técnicas de diagnóstico de preñez, como lo son las diferentes técnicas de ultrasonido.

Estímulo del Macho Cabrío

Los resultados del segundo experimento concuerdan con Miur *et al.*(1989), los cuales mencionan que la introducción de machos cabríos con hembras inducen la presentación de celo en éstas, particularmente cuando la introducción de los machos se realiza antes de la estación reproductiva. Lo anterior causa que el eje hipotalámico-hipofisiario de las cabras inicie la liberación episódica de hormonas gonadotrópicas como resultado del contacto con el olor, ruido, vista y olfato de machos cabríos (Chemineau, 1987).

El porcentaje de cabras que mostraron celo en este experimento fue 100 por ciento, datos que no concuerdan con los obtenidos por Mellado y Hernández (1996), los cuales determinaron que el efecto del estímulo del macho cabrío intacto sobre la presentación de estros en cabras fue de un 87.1 por ciento. El 75 por ciento de las cabras que presentaron estro lo hicieron antes del día 7 después de la introducción de los machos, y el 25 por ciento restante presentaron estro entre los 7 y 10 días de exposición al macho cabrío. Lo anterior concuerda con los datos obtenidos por García y Ruttle (1988) los cuales expusieron cabras a la presencia del macho cabrío y obtuvieron que el 69.7 por ciento de las cabras mostraron celo ocho días después al inicio del período de exposición.

Probablemente el 100 por ciento de las cabras que presentaron celo fue favorecido por las condiciones ambientales que prevalecieron antes, durante y después del empadre,

ya que el invierno en que se llevó a cabo este estudio fue excepcionalmente húmedo. Lo anterior determinó que las cabras se encontraran en buena condición corporal, y bajo estas condiciones pueden presentar celo a los dos días después de la introducción de los machos (Mellado *et al.*, 1993) y la interacción hembra-macho cabrío induce la presentación de celos en cabras de cinco a seis días posteriores a la introducción de los machos al hato, dependiendo de la condición corporal de las hembras (Celis, 1988).

CONCLUSIONES

El peso corporal de las cabras gestantes se incrementa linealmente a partir de la octava semana de la gestación, presentándose un aumento constante hasta el día del parto, por lo tanto el cambio de peso de las cabras puede ser utilizado como diagnóstico de gestación de las cabras.

La circunferencia abdominal completa y parcial (sólo lado derecho) de cabras gestantes se incrementó linealmente a partir de la octava semana de gestación, manteniéndose constante hasta el día del parto la expansión abdominal, por lo tanto, puede tomarse como indicio de la preñez.

La distancia entre la vulva y el cérvix de cabras en gestación se incrementó a partir de la décima semana de preñez, aumentando en forma constante hasta el día del parto lo cual indica que la “caída” del cérvix puede ser una señal útil para el diagnóstico de la preñez.

El sólo estímulo del macho cabrío es efectivo para inducir el celo en cabras adultas no gestantes en el mes de abril, esto 30 días después de terminado el empadre, con lo cual es posible identificar con aceptable precisión a las cabras gestantes.

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos con la finalidad de explorar métodos de diagnóstico de preñez en cabras. El primer experimento se realizó con cabras adultas mantenidas en agostadero; para esto se utilizaron 119 cabras mestizas de entre uno y cuatro partos, a las cuales se les tomaron medidas corporales cada 21 días a partir del final del empadre. Las mediciones incluyeron el peso vivo (IP), circunferencia abdominal completa (CAC), circunferencia abdominal parcial (sólo lado derecho) (CAP) y distancia entre la vulva y el cérvix (DVC). Al momento del parto se registró la fecha del mismo y el número de crías por cada cabra parida. Los datos fueron analizados bajo un diseño de regresión lineal simple. El peso vivo de las cabras gestantes se mantuvo sin variación del momento de la concepción hasta el día 50 de la gestación, incrementándose linealmente hasta el momento del parto. Una prueba de heterogeneidad de regresión indicó que para cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple la pendiente no mostró diferencia significativa ($P>0.05$), sin embargo, la intercepción de las dos líneas de regresión para ambos tipos de preñez fue diferente ($P<0.01$), con un incremento de peso total al final de la gestación de 7.9 kg ($r=0.63$) y de 9.0 kg ($r=0.63$), para ambos casos, respectivamente. La CAC de cabras gestantes se mantuvo sin variación del momento de la concepción hasta el día 53 de la gestación, incrementándose linealmente a partir del día 54 hasta el día del parto. La pendiente y la intercepción de las líneas de regresión para cabras con

preñez simple y múltiple en cuanto al incremento en la CAC a través de los días de gestación, no mostró diferencia ($P > 0.05$ para prueba de heterogeneidad de regresión), con incrementos totales al final de la gestación de 12.6 cm y 13.5 cm respectivamente. El incremento en la CAP de cabras gestantes para ambos tipos de preñez se comportó de manera similar, con un incremento total al final de la gestación de 6.8 cm para cabras con preñez simple y 7.0 cm para cabras con preñez múltiple ($P > 0.05$ para prueba de heterogeneidad de regresión). El incremento en la DVC de cabras con preñez simple y cabras con preñez múltiple no mostró diferencia significativa, la cual se mantuvo sin variación desde el momento de la concepción hasta el día 75 de la preñez, incrementándose linealmente a partir de esta fecha hasta el día del parto. Se observó que la pendiente y la intercepción de las líneas de regresión para esta variable en ambos tipos de preñez se comportó de una manera similar ($P > 0.05$ para prueba de heterogeneidad de regresión), con un incremento total de 4.4 y 4.7 cm, respectivamente. En conclusión la anterior indica que el IP, CAC, CAP y DVC de cabras en gestación se encuentran estrechamente relacionadas con el crecimiento fetal.

El segundo experimento se realizó con 137 cabras mestizas adultas de entre uno y cuatro partos mantenidas en agostadero, las cuales fueron expuestas a cuatro machos cabríos de las razas Nubia, Granadina y dos encastados con Boer. La exposición de las cabras a los machos se inició 30 días después de terminado el empadre con una duración de 10 días, esto con la finalidad de inducir la presentación de celo en las cabras no gestantes. El celo se presentó en el 100 por ciento (12 animales) de las cabras no gestantes, de éstas, nueve presentaron celo antes de los siete días de exposición al macho cabrío, el otro 25 por

ciento de las cabras presentó celo entre los siete y 10 días de exposición al macho cabrío. Lo anterior sugiere que el estímulo del macho cabrío es efectivo para detectar aquellas cabras que no quedaron preñadas después de un empadre tradicional. Se concluyó también que el incremento de peso, circunferencia abdominal y distancia vulva-cérvix es marcado los 90 días de gestación, por lo que estas mediciones pudieran ser de utilidad para el diagnóstico de gestación de las cabras a partir del tercer mes de preñez.

LITERATURA CITADA

- Alexander, B.M., Guardia, R., Johnson, M.S., Van de Graf, W.L., Senger, P.L., and Sasser, R.G. 1993. Embryonic loss from 30 to 60 d post-breed and effect of rectal palpation for pregnancy. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 71:(Supp. 1) 221.
- Arbiza, S.I. y De Lucas, T.J. 1996a. Producción de carne caprina. Colección: Ciencias y técnicas 33. UNAM. México. pp. 33-45.
- _____. 1996b. Producción de carne ovina. Editores Mexicanos Unidos, S.A. México. pp. 21-28.
- Arnstadt, K.L. and Cleere, W.F. 1981. Enzyme immunoassay for determination of progesterone in milk from cows. *J. Reprod. Fertil. U.S.A.* 62:173-178.
- Aswad, A., Abdou, M.S.S., Al-Bayaty, F. and El-Sawaf, S.A., 1976. The validity of the "Ultrasonic Method" for pregnancy diagnosis in ewes and goats. *Zentralbl. Veterinarmed., A. U.S.A.* 23:467-474.
- Bearden, H.J. y Fuquay, J. 1982. Reproducción animal aplicada. Ed. El Manual moderno, S.A. de C.V. México. pp. 83-96.
- Beltin, L.J. 1983. Resúmenes de trabajos de investigación caprina en aspectos de reproducción. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx. 112-119 pp.
- Bretzlaff, K.N., Elmore, R.G. and Nuti, L.C. 1989. Use of an enzyme immunoassay to determine concentrations of progesterone in caprine plasma and milk. *J. Am. Vet. Med. Assoc. U.S.A.* 194:664-668.
- Booth, J. M. 1980. Milk progesterone pregnancy testing in cattle and other species. *Proc. 9th Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. U.S.A.* 2:109.
- Butler, W.R., Fullenkamp, S.M., Capiello, L.A. and Handwerger, S. 1981. The relationship between breed and litter size in sheep and maternal serum concentrations of placental lactogen, estradiol and progesterone. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 53:1077-1081

- Buttle, H.L., Cowie, A.T., Jones, E.A. and Turvey, A. 1979. Mammary gland pregnancy in hypophysectomized or bromocryptine treated goats. *J. U.S.A.* 80:343-351.
- Celis, T. N. 1988. Efecto del macho sobre la actividad reproductiva de la cabra. *Veterinaria México.* 18:281.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1977. Carta de clve:G14-C33 y G14-C43; escala: 1:50,000, color:varios. Secr. Presidencia. México.
- Chang, C.F., and V. L. Estergreen. 1983. Development of a direct enzyme immunoassay for milk progesterone and its application to pregnancy diagnosis in goats. *J. U.S.A.* 41:173.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian activity in anovulatory goat a review. *Livestock Prod. Sci. U.S.A.*
- Daviest, M.C.G. and Beck, N.F.G. 1993. A comparison of plasma prolactin, progesterone concentrations during oestrus and early pregnancy in ewes. *Anim. Prod. U.S.A.* 57:281-286.
- Dawson, L.J., Sahlu, T. Hart, S.P. , Detweiler, G., Gipson, T.A. Teh, T.H., and Bahr, R.J. 1994. Determination of fetal numbers in Alpine does using ultrasonography. *Small Rum. Res. U.S.A.* 14:225-231.
- Garza, F.J. De La. 1978. Diagnóstico de gestación en cabras mediante la cloruro de bario en la orina. Tesis. Instituto Tecnológico de estudios de Monterrey. Monterrey, NL. Méx.
- Dobeli, M. and Schwander, B. 1985. Pregnancy diagnosis in sheep using progesterone assay in blood plasma. *Zuchthy.* 20:192-201.
- Domatob, F.N., Machado, R., Ireland, F.A., Faulkener, D.B. and Kesler, R. 1977. Progesterone and electrical resistance effectively diagnose pregnancy in heifers after norgestomet re-synchronization. *J. Anim.Sci. U.S.A.* 7:173.
- Eckblad, W.P., Sasser, R.G., Ruder, C.A., Panlasigui, P. and Kuczynski, J. 1987. Localization of pregnancy-specific protein B (PSPB) in bovine placenta using glucose-anti-glucose oxidase immunohistochemical stain. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci. U.S.A.* 36:396.
- FAO. 1993. Anuario FAO de la producción 1993. Colección FAO, Vol. de e

- Ford, E.J.H., Clark, J.W. and Gallup, A.L. 1963. The detection of fetal numbers by means of X-rays. *Vet. Rec. U.S.A* 75:958-960.
- Fowler, D.G. and Wilkins, J.G. 1984. Diagnosis of pregnancy and number of foetuses in sheep by real time ultrasound imaging. *Livestock Prod. Sci. U.S.A* 11:43-47.
- Fukui, Y., Kobayashi, M., Tsubaki, M., Tetsuka, K., Shimoda, K. and Ono, I. 1983. Comparison of two ultrasonic methods for pregnancy diagnosis in sheep using ultrasonic indicators of multiple pregnant ewes in the blood. *Anim. Reprod. Sci.* 11:25-33.
- García, A., Neary, M.K., Kelly, G.R. and Pierson, R.A. 1993. Accuracy of ultrasonography in early pregnancy diagnosis in the ewe. *Theriogenology* 39:847-861.
- García, C.J. y Ruttle, J.L. 1988. Efecto feromónico del macho cabrío en la sincronización del celo en cabras, En: *Memorias del Congreso Interamericano de Producción Caprina*. Torreón, Coahuila, México. p.A8-A10.
- Goel, A.K., Sinha, N.K., and Agrawal, K.P. 1989. Pregnancy diagnosis in sheep. *J. Anim. Sci. U.S.A* 59:974-976.
- Goel, A.K. and Agrawal, K.P. 1990. Pregnancy diagnosis in goats. *Indian Vet. J.* 14:77-78.
- Goel, A.K. _____ . 1992. A review of pregnancy diagnosis techniques in sheep and goats. *Small Rum. Res. U.S.A* 9:255-264.
- Hafez, E.S.E. 1986. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. 5ª edición Interamericana. México. pp. 265-269.
- Haibel, G.K. 1988. Real-time ultrasonic fetal head measurement and gestation length in dairy goats. *Theriogenology. U.S.A.* 30:1053-1057.
- _____. 1990. Use of ultrasonography in the reproductive management of small ruminant herds. *Veterinary Clinics of North America, Food Anim. Pract.* 6:597-613.
- Hallford, D.M., Ross, T.T., Oetting, B.C., Sachse, J.M. and Heird, C.E. 1983. Estimation of fetal numbers in ewes using ultrasound or serum progesterone concentration. *J. Anim. Sci. U.S.A* 68: (Suppl. 1):181-182.
- Hazen, W.F., and Bogges, M.V. 1991. A Practical application of portable ultrasonography technology in pregnancy testing of sheep. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 69: (Suppl. 1):253.

- Holdsworth, R.J. and Davies, J. 1979. Measurement of progesterone in goat in early pregnancy test. *Vet. Rec. U.S.A* 105:535-537.
- Houston, D.B., Robbins, C.T., Ruder, C.A. and Sasser, R.G. 1986. Pregnancy diagnosis in mountain goats by assay for pregnancy specific proteins. *J.Wild M U.S.A* 50:740-742.
- Hulet, C.V. 1972a. A rapid technique for observing the reproductive tract of ewes. *J. Anim. Sci. U.S.A.*27:142-145.
- Hulet, C.V. 1972b. A rectal abdominal palpation technique for diagnosis pregnancy in the ewe. *J. Anim. Sci. U.S.A.*35:814.
- Humblot, P., Montigny, De. G., geanguyot, N., Tetedoie, F., Payen, B., Thibier, R. and Sasser, R.G. 1990. Pregnancy specific protein B and progesterone concentration in French Alpine goats throughout gestation. *J. Reprod. fertil. U.S.A.*89:20
- Irving, G., Jones, D.E. and Knifton, A. 1972. Progesterone concentration in per plasma of pregnant goats. *J. Endocrinol. U.S.A.*53:447-452.
- Ishwar, A.K. 1995. Pregnancy diagnosis in sheep: a review. *Small Ruminant U.S.A.*17:37-44.
- Jarrell, V.L. and Dziuk. 1991. Effect of number of corpora lutea and progesterone concentrations of progesterone in blood of goats. *J. Anim. Sci. U.S.A.*67:773.
- Keane, M.G. 1969. Pregnancy diagnosis in sheep by ultrasonic method. *Irish Vet. J.*23:194-196.
- Kiracofe, G.h., Wright, J.M., Schalles, R.R., Ruder, C.A., Parish, S. and Sasser, R.G. 1995. Pregnancy specific protein B in serum of postpartum beef cows. *Anim.Sci.U.S.A.* 71:2199-2205.
- Lamond, D. R. 1963. Diagnosis in early pregnancy in the ewe. *Aust. Vet. J.* 37:430-431.
- Lane, S.F. and Lewis, P.E. 1981. Detection of pregnancy in ewes with the ultrasonic Scanopreg®. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 52:463-467.
- Lawson, R.A.S., Cerini, M. and Findlay, J.K. 1976. An immunological test for pregnancy in the ewe. *J. Reprod. Fertil. U.S.A.*47:532-533.
- Lindahl, I.L. 1968. Pregnancy diagnosis in ewes in continual breeding. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 27: 1115-1120.
- _____. 1969a. Comparison ultrasonic techniques for the detection of pregnancy in ewes. *J. Reprod. Fertil. U.S.A.*18:117-120.

- _____. 1969b. Pregnancy diagnosis in dairy goats using ultrasonic instrument. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 52:529-530.
- _____. 1971. Pregnancy diagnosis in ewe by intrarectal Doppler. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 32:922-925.
- _____. 1972. early pregnancy detection in ewes by intrarectal ultrasound. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 34:772-775.
- _____. 1976. Pregnancy diagnosis in ewes using ultrasonic scanning. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 43:1135-1140.
- Manalu, W., Sumaryadi, M.Y. and Kusumorini, N. 1996. Effect of fetal number and concentrations of circulating maternal serum progesterone and estradiol during late pregnancy. *Small Rum. Res. U.S.A.* 23:117-124.
- McArtur, C.P. and Geary, A. 1986. Field evaluation of a pregnancy immunoassay for the detection of estrone sulphate in goats. *J. Endocrinol. U.S.A.* 110:133-136
- Marcus, G.J. and Hackett. 1986. Use of enzyme-linked immunosorbent assay for the measurement of bovine serum and milk progesterone without extractions. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 69:818-826.
- Markusfeld, O., Adler, H., Nahari, N. and Kastner, D. 1990. A routine 20-22 day service milk progesterone monitoring in dairy cows: economic evaluation. *Vet. J. Great Britain.* 146:504-508.
- Mellado, M., and Hernández, J.R. 1996. Ability of androgenized goat wethers to induce estrus in goats under extensive conditions during anestrus and estrus seasons. *Small Rum. Res. U.S.A.* (En Prensa).
- Mellado, M., Vera, A., and Loera, H. 1993. Reproductive performance of goats in good or poor body conditions exposed to bucks before breeding. *Small Rum. Res. U.S.A.* 14:45-48.
- Muir, P.D., Smith, N.B., and Wallace, G.J. 1989. Early lambing in Hawkes Bay and the ramm effect. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 49:271-275.
- Mendoza, H.J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- Morcan, L. 1973. Pregnancy detection in ewes-a new technique. *New Zealand J. Anim. Prod.* 126: 150.
- Murray, R.D. and Newstead, R. 1988. Determination of steroid hormones in goat urine and plasma as an aid to pregnancy diagnosis using an ELISA. *Vet. Rec.* 122:158-161.

- Nebel, R.L. 1988. On-farm milk progesterone tests. in: Symposium: Cowside tests. *Dairy Sci. U.S.A.* 71:1682-1690.
- O'Callaghan, D., Donava, A., Sunderland, S.J., Boland, M.P., and Roche. 1994. Effect of presence of male and female flockmates on reproductive activity in ewes. *Reprod. Fertility. U.S.A.* 100:497-503.
- Olteneacu, P.A., Ferguson, D.J. and Lednor, A.J. 1990. Economic evaluation of pregnancy diagnosis in dairy cattle: a decision analysis approach. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 73:2826-2831.
- Packham, J.H., Mitchell, L.A., Smith, G.W., Withers, R.V. and Sasser, R.G. 1977. Economic importance of pregnancy detection in ewe lambs. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 67:(Suppl.2) 202-203.
- Pennington, J.A., Schultz, L.H. and Hoffman, W.F. 1985. Comparison of pregnancy diagnosis by milk progesterone on day 21 and day 24 postbreeding: field study in dairy cattle. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 68:2740-2749.
- Plant, J.W. and Tyrrell, R.N. 1974. Evaluation of a rectal-abdominal palpation technique for pregnancy diagnosis in sheep. *Australian Vet. J. Australia.* 50:178.
- Randel, R.D., Neuendorff, D.A. and Sasser, R.G. 1991. The profile of pregnancy-associated protein B during gestation and accuracy of determination of pregnancy in Brahman females. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 69: (Suppl. 1) 408-409.
- Ranilla, M.J., Sulon, J., Carro, M.D., Mantecon, A.R. and Beckers, J.F. 1994. Plasma profiles of pregnancy-associated glycoprotein and progesterone levels during gestation in Churra and Merino sheep. *Theriogenology. U.S.A.* 42:537-545.
- Richle, J.K. and Haibel, G.K. 1991. Ultrasonic biparietal diameter of second trimester Pygmy goat fetuses. *Theriogenology. U.S.A.* 35:689-694.
- Refsal, K.R., Marteniuk, J.V., Williams, C.S.F. and Nachreiner, R.F. 1991. Concentration of estrone sulphate in peripheral serum of pregnant goats: relationship to gestation length, fetal number and occurrence of fetal death in goats. *Theriogenology. U.S.A.* 36:449-461.
- Restall, B.J., Milton, J.T.V., Klonyutti, P. and Kocahpakdee. 1990. Pregnancy diagnosis in Thai native goats. *Theriogenology. U.S.A.* 34:313-317.
- Robertson, H.A., Chan, J.S.D., Hackett, A.J., Marcus, G.J. and Friesen, H.G. 1971. Diagnosis of pregnancy in the ewe at mid gestation. *Anim. Reprod. Sci. U.S.A.* 3:69-71.

- Rodriguez Inglesas, R.M. , Ciccioi, N.H., Irazoqui, H., and Rodriguez, B. 1987. Importance of behavioral stimuli in ram induced ovulation in seasonally cycling Corriedale ewes. *Ap. Anim. Behaviour Sci. U.S.A.* 30:322-332.
- Ruiz, F.J., Oltenacu, P.A. and Smith, R.D. 1989. Evaluation of on-farm progesterone test to determine non pregnant cows and to prevent insemination errors. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 72:2718-2727.
- Sane, C.R., Luktuke, S.N., Deshpande, B.R., Kaikini, A.S., Velhankar, D.P., V.B. and Kodagali, S.B. 1982. In: *Reproduction in Farm Animals*. Publishing House, Bombay, (India), 277 pp.
- Sayed, M. E1-Kandelgy and Jordan, R.M. 1989. Pregnancy diagnosis in Angora goats. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 67: (Supp. 2) 90 .
- Signoret, J.P. 1991. Sexual pheromones in the domestic sheep. Importance and the regulation of reproductive physiology. *J. Steroid Biochemistry Molecular Biology. U.S.A.* 39:639-645.
- Silva, M.C. 1981. *Unidades del Suelo*. Ed. CECOSA. México. p.p 29.
- Shelton, M. 1978. Reproduction and breeding of goats. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 61:1010.
- Steel, R.G. y Torrie, J.H. 1995. *Bioestadística principios y procedimientos*. 2ª Ed. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.
- Tamanini, C., Chiesa, F., Prandi, A. and Galeati, G. 1986. Estrone and estrone sulfate plasma level through out pregnancy in the goat; their determination as pregnancy diagnosis test. *Anim. Reprod. Sci. U.S.A.* 11:35-42.
- Thibier, M., Jenguyot, N. and Montigny, G.De., 1982. Accuracy of early pregnancy diagnosis in goats based on plasma and milk progesterone concentration. *Goat Sheep Res., U.S.A.* 2:1-6.
- Thorburn, G.D. and Schneider, W. 1972. The progesterone concentration in plasma of the goat during the oestrus cycle and pregnancy. *J. Endocrinol. U.S.A.* 52:201-206.
- Trapp, M.J. and Slyter, A.L. 1983. Pregnancy diagnosis in ewe. *J. Anim. Sci.* 57:1-5.
- Tsang, C.P.W. 1978. Plasma level of estrone sulfate, free estrogens and progesterone in the pregnant ewe throughout gestation. *Theriogenology U.S.A.* 10:97-110.
- Tyrrel, R.N. and Plant, J.W. 1979. Rectal damage in ewes following pregnancy diagnosis by rectal abdominal palpation. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 48:348-350.

- Tyrrell, R.N., Gleeson, A.R., Peter, D.A. and Connell, P.J. 1980. Early identification of pregnant and non-pregnant ewes in the field using circulating progesterone concentration. *Anim. Reprod. Sci. U.S.A.* 3:149-153.
- UAAAN. 1992. Demostración del Rancho "Los Angeles". Boletín informativo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah. Méx.
- Willard, J.M., White, D.R., Wesson, C.A.R., Stellflug, J. and Sasser, R.G. 1987. Detection of fetal twins in sheep using a radioimmunoassay for progesterone specific protein B. *J. Anim. Sci. Great Britain.* 73:960-966.
- Willard, J.M., Ruder, C.A., Sasser, R.G. and Stellflug, J.N. 1987. Ovine progesterone specific protein B concentration in the serum of early pregnant and periparturient ewes. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 65(Suppl. 1) 514.
- Willard, S.T., Sasser, R.G. and Randel, R.D. 1993. The effect of body weight and condition score on pregnancy status in elk cows and evaluation of two methods for pregnancy detection. *J. Anim. Sci. U.S.A.* 71:(Supp. 1) 24.
- Willard, S.T., Sasser, R.G., Bringans, D.M., Hughes, T.H., Welsh, Jr., Jaques, J., and Randel, R.D. 1994a. Methods for pregnancy detection in sika deer (*Cervus nippon*). *J. Anim. Sci. U.S.A.* 72:(Supp. 2) 340.
- Willard, S.T., Sasser, R.G., Gillespie, J.C., Jaques, J.T., Welsh, H. and Randel, R.D. 1994b. Early pregnancy detection and embryonic mortality in fallow deer (*Dama dama*). *J. Anim. Sci. U.S.A.* 72: (Supp. 2) 18.
- Wimpy, T.H., Chang, C.F., Estergreen, V.L. and Hillers, J.K. 1986. Milk progesterone enzyme immunoassay: modifications and a field trial for pregnancy detection in dairy cows. *J. Dairy Sci. U.S.A.* 69:1115-1121.
- Woodard, T.O., Armstrong, J.D., Almond, G.W. and McCaw, M.B. 1995. Use of real time ultrasound for pregnancy diagnosis in sows and gilts. *J. Anim. Sci.* 73: (Supp. 1) 251.
- Worsfold, A.I., Chamings, R.J. and Booth, J.M. 1986. Measurement of estrone sulfate in sheep plasma as a possible indicator of pregnancy and the number of fetuses present. *Br. Vet. J. Great Britain.* 142:195-197.