

140
84

01669

25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DINAMICA FOLICULAR, CONCENTRACIONES DE
PROGESTERONA Y TASAS DE FERTILIDAD EN
VACAS EN ANESTRO TRATADAS CON
DIVERSAS DOSIS DE PROGESTAGENOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN PRODUCCIÓN ANIMAL:
R E P R O D U C C I Ó N

P R E S E N T A :

DOMINGUEZ MANCERA BELISARIO

ASESORES: MVZ. MSc. CARLOS LAMOTHE ZAVALA

MVZ. PhD. CARLOS S. GALINA HIDALGO

CIUDAD UNIVERSITARIA

1999

TESIS CON
LLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
Dedicatoria	ii
Indice	iii
Resumen	iv
I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
2.1 Anestro posparto	3
2.2 Amamantamiento	4
2.3 Nutrición	5
2.4 Dinámica folicular	8
2.4 Tratamientos hormonales para la resolución del anestro	10
III. Hipótesis	12
3.1 Hipótesis alterna	12
3.2 Hipótesis nula	12
IV. Objetivos	12
4.1 General	12
4.2 Específico	12
V. Material y Métodos	13
5.1 Animales experimentales	13
5.2 Localización	13
5.3 Metodología	13
5.4 Determinación de progesterona	14
5.5 Inspección ultrasonográfica	15
5.6 Inseminación artificial	16
5.7 Diagnóstico de gestación	16
5.8 Análisis estadístico	16
VI. Resultados	18
6.1 Análisis de la prueba de campo (palpación rectal)	18
6.2 Análisis del comportamiento reproductivo de las vacas en anestro	19
6.3 Análisis de progesterona antes y después del tratamiento	20
6.4. Análisis del estado reproductivo de los municipios	23
6.5 Análisis de progesterona posinseminación	23
6.6 Evaluación de la condición corporal	25
6.7 Evaluación de la presentación del estro	27
6.8 Evaluación de la dinámica folicular	30
6.9 Evaluación de gestación	35
6.10 Distribución de los resultados obtenidos en las muestras analizadas para la determinación de progesterona.	37
VII. Discusión	39
VIII. Conclusiones	45
IX. Agradecimientos	46
X. Literatura citada	47

RESUMEN

Domínguez, M.B.

DINAMICA FOLICULAR, CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA Y TASAS DE FERTILIDAD EN VACAS EN ANESTRO TRATADAS CON DIVERSAS DOSIS DE PROGESTAGENOS.

Asesores: Lamothe, Z.C. y Galina, H.C.

Con el fin de evaluar si el incremento en la dosis de progestágenos permitían continuar con el crecimiento folicular, ocurría la ovulación y se incrementaba la fertilidad en vacas que estaban en anestro posparto, se seleccionaron 110 vacas *Bos taurus/Bos indicus* en diversas explotaciones cercanas al municipio de Veracruz, mismas que se encontraban lactando, con más de 90 días posparto, y una condición corporal igual o superior a 4 (escala del 1 al 9). La actividad ovárica fue determinada por palpación rectal y por niveles de progesterona en leche. Los animales fueron asignados de forma aleatoria en 4 grupos experimentales: grupo 1 (n= 28) no recibió tratamiento (control negativo); grupo 2 (n= 28) se le insertó un implante auricular siliconado impregnado con 6 mg de norgestomet (SMB) que permaneció *in situ* durante 9 días y una solución inyectable de 2 ml con 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet al momento de la inserción (control positivo); grupo 3 (n= 27) igual al del grupo anterior, más la mitad de un implante a partir del 5º día posterior a la inserción del primero, retirándose ambos al noveno día; el grupo 4 (n= 27) recibió un tratamiento igual al del grupo 2 más la inserción de un segundo implante desde el inicio del tratamiento, retirándose ambos al noveno día. Se realizó inseminación artificial entre las 50 y 52 hrs después de retirado el implante, proporcionándose otro servicio en caso de manifestación de celo posterior. Cinco vacas de cada grupo fueron examinadas un día sí y un día no desde el día del inicio del tratamiento hasta un día antes del servicio por ultrasonografía (Pie Medical Scanner 480, transductor de 5.0/7.5 Mhz). Las concentraciones de progesterona antes, durante el tratamiento, y 10, 21 y 45 días posinseminación fueron determinadas por RIA y los resultados analizados por medio de ANDEVA, los porcentajes de las gestaciones y la respuesta a la ciclicidad fueron evaluados por medio del método estadístico de Ji cuadrada y comparados mediante la prueba exacta de Fisher. Los resultados obtenidos del ultrasonido fueron analizados por medio de ANDEVA. La respuesta a la ciclicidad fue más alta en los grupos 3 y 4 (62.9 %, 85.1%) que en los grupos 1 y 2 (39.2%, 53.5%) ($p < 0.05$), así mismo, las tasas de gestación fueron mayores en el grupo 4 (77.7%) que en los grupos 1, 2, y 3 (17.8, 39.2, y 51.8%) ($p < 0.05$). El folículo dominante presente al momento de la inserción en los grupos 3 y 4 fue reemplazado o continuó su crecimiento mientras que en el grupo 2 no lo fué, el folículo encontrado al inicio fue el que se encontraba presente antes de la inseminación artificial ($p < 0.05$). Se concluye que el uso de dos implante de 6 mg de norgestomet y una sola inyección con 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet en la resolución del anestro posparto, es más eficaz que cuando se utiliza un solo implante.

DINAMICA FOLICULAR, CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA Y TASAS DE FERTILIDAD EN VACAS EN ANESTRO TRATADAS CON DIVERSAS DOSIS DE PROGESTAGENOS.

I. INTRODUCCION.

El anestro posparto es el intervalo durante el cual las vacas no presentan signos conductuales de estro o calor después de haber parido. Es sin duda alguna uno de los mayores problemas de infertilidad que existe en el ganado bovino de doble propósito, debido a su alta incidencia y a las pérdidas que de él se derivan. La condición de anestro está asociada con ovarios estáticos, de tal manera que aunque existe desarrollo folicular, ninguno de los folículos ováricos que inicia su crecimiento durante esta fase, alcanza su maduración para llegar a ovular. Como resultado del desarrollo incompleto de los folículos, la ovulación no ocurre mientras la condición de anestro esté vigente (Sirois and Fortune, 1988; Galina and Arthur, 1990; Moro *et al.*, 1994).

Se ha determinado que los factores más importantes que intervienen en el reinicio de la actividad ovárica posparto son la nutrición y el amamantamiento, también se han propuesto diferentes causas de anestro entre las que destacan el número de partos, la raza de la vaca, la época del año en que ocurre el parto (Galina and Arthur 1989-a, Williams, 1990). Cualquier otro elemento propuesto como agente causal de anestro posparto, no deja de ser sino un componente más que modula los efectos ejercidos por la alimentación y la presencia del becerro (Wettemann, 1994; Domínguez, 1996).

De acuerdo a la información obtenida en 102 ranchos del trópico mexicano, el período interparto en ganado de doble propósito tiene un rango de 432 a 568 días, lo que hace que éste sea la limitante mayor para mejorar la eficiencia reproductiva (Anta *et al.*, 1989-a; Moro *et al.*, 1994).

La interacción entre el parto, el amamantamiento, la ingestión de nutrientes, cambios en el peso corporal y condición corporal al parto afectan el intervalo de tiempo transcurrido desde el parto a la primera ovulación (Richards *et al.*, 1989). Se ha reportado que en animales Holstein x Cebú, el primer ciclo ocurre cerca de los 93 días posparto (Anta *et al.*, 1989-a), dependiendo del tipo de amamantamiento de los becerros. Ramírez Iglesia *et al.* (1992) encontraron que en animales de primer parto en clima tropical, el primer estro posparto ocurrió a los 56 ± 32 días posparto, y la primera elevación de progesterona fue observada en el 50.8% de los animales a los 42 ± 27 días.

Se sabe que los estrógenos pueden afectar la viabilidad de los folículos ováricos, no solamente por la supresión de la hormona folículo estimulante (FSH), sino también por una alteración en la secreción de hormona luteinizante (LH). Los estrógenos exógenos han demostrado que inducen a la liberación de LH, 16 a 20 horas después de su aplicación (Bo *et al.*, 1995). Por otro lado, la aplicación de estradiol exógeno puede inducir a la atresia folicular (Cupp *et al.*, 1995) y suprimir la secreción de gonadotropinas, especialmente cuando existe la presencia de progesterona luteal o un implante auricular basado en un progestágeno (Stumpf *et al.* 1993). La administración de progesterona en vacas ovariectomizadas suprime la liberación de LH (Beck *et al.*, 1976), la progesterona y el 17β -estradiol son los factores responsables primarios de la disminución en la frecuencia de pulsos de LH durante la fase luteal del ciclo estral bovino, y la combinación de esas dos hormonas suprime la frecuencia de pulsos de LH mucho mejor que cuando se administran separadamente (Stumpf *et al.*, 1993).

Por tal motivo, se pretende determinar si el incremento en la dosis del progestágeno y la aplicación de estrógenos en el tratamiento del anestro posparto, resulta en una mejora de las tasas de fertilidad del ganado de doble propósito en el trópico mexicano.

II. ANTECEDENTES.

2.1 ANESTRO POSPARTO.

En la mayoría de las áreas tropicales del mundo se cuenta con ganado de doble propósito, con el fin de satisfacer las necesidades en la producción de leche y carne, este tipo de ganado es muy popular entre los pequeños y medianos productores que tienen un sistema generalmente basado en pastoreo y ordeño manual con el becerro al pie. Sin embargo, hay una amplia variación en la implementación de tecnología, particularmente con el manejo de las pasturas, suplementación alimenticia, control de la salud y el manejo en general. El tipo de ganado utilizado bajo este sistema son las cruces de razas europeas (*Bos taurus*) y Cebuinas (*Bos indicus*). La producción en estos lugares es baja, los valores porcentuales en lo que respecta a los partos son de un 43-65%, mortalidad de becerros con un 4.8-26% y la carga animal raramente es excedida a un animal por hectárea, tales cifras son las comúnmente encontradas (Aluja and McDowell, 1984).

El anestro denota un estado de completa inactividad sexual donde no hay manifestación del estro. Un período de anestro sucede posterior al parto y es considerado normal. El período de anestro se considera anormal cuando su duración se extiende más allá del promedio de tiempo aceptado. La infertilidad en el período posparto temprano y el anestro fueron reconocidos por primera vez como problema hace más de 60 años por Hammond (1930; citado por Short *et al.*, 1990).

El período del anestro posparto es influenciado por varios factores tales como: nutrición, amamantamiento, estación del año, raza, edad al primer parto, presencia o ausencia del toro, retardo en la involución uterina y distocias (Hopkins *et al.*, 1980). Los prolongados períodos de anestro posparto (>150 días) son característicos de vacas que habitan en regiones tropicales, siendo esto reconocido como la mayor limitante que impide alcanzar la meta ideal de los 12 meses de intervalo entre partos (Anta *et al.*, 1989-a). Esta situación depende en gran medida del re-

establecimiento del ciclo ovárico posparto, que a su vez depende de la condición corporal, prácticas de amamantamiento, producción de leche y enfermedades (Galina and Arthur, 1989-a).

2.2 AMAMANTAMIENTO.

El amamantamiento es un estímulo exteroceptivo que juega un importante papel en el control de los ciclos reproductivos del ganado bovino, su presencia crónica durante la lactación tiene importantes implicaciones económicas y biológicas. El efecto biológico más importante que tiene sobre el control reproductivo es el bloqueo de la ovulación y los largos períodos de parto a primer estro que contribuyen a la baja eficiencia reproductiva. El amamantamiento retarda la liberación de hormonas necesarias para el reinicio del ciclo estral después del parto, por lo que vacas que pierden su cría al nacimiento usualmente entran en celo más pronto que las vacas que están amamantando (Wettemann, 1994; Domínguez, 1996).

Uno de los principales factores que afectan la reproducción en la ganadería tropical son los largos períodos interpartos (anestro posparto) y la subsecuente baja eficiencia reproductiva; disminuir el tiempo entre parto y primer estro es crucial para llegar al objetivo de un parto cada 12 meses (Ramírez Iglesia *et al.*, 1992). Después del parto, el amamantamiento y la producción de leche pueden inhibir el desarrollo folicular afectando la actividad del hipotálamo, hipófisis u ovario. La cantidad de leche producida en el período posparto puede afectar el intervalo entre partos y la ovulación. Los factores ambientales también pueden alterar la actividad ovárica a nivel del sistema nervioso central, en el ámbito ovárico, o afectando otros órganos; uno de los efectos más notables es la supresión de la liberación de GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas, por sus siglas en inglés) por el hipotálamo (Short *et al.*, 1990).

La supresión de la actividad ovárica cíclica durante el período temprano del posparto es característica de la vaca de carne que amamanta. La disminución de

energía en la dieta y una pobre condición corporal **exacerban este efecto (Williams, 1990.)** De acuerdo a la información publicada sobre el trópico mexicano, el intervalo parto a primer estro está en un promedio de 78 ± 34.6 días, el período parto concepción está en un promedio de 149 ± 46.1 días (Anta *et al.*, 1989-a).

La falla endocrina más notable asociada con el anestro posparto es una marcada supresión de la liberación pulsátil de LH (Roche *et al.*, 1992), esto es debido a que el amamantamiento interfiere con la liberación de GnRH del hipotálamo y que la glándula pituitaria es incapaz de responder satisfactoriamente al estímulo del GnRH (Williams, 1990).

Bastidas *et al.* (1984) encontraron que usando el amamantamiento restringido se incrementan las tasas de gestación probablemente por un retardo en la liberación de hormonas necesarias para el reinicio del ciclo estral después del parto. Custer *et al.* (1990) no encontraron diferencias en los patrones pulsátiles de LH de vacas que fueron expuestas a toros con vacas que no tenían toro. Los patrones inhibidores de la secreción pulsátil de la LH observada durante el estado anovulatorio, y el correspondiente incremento en la frecuencia de pulsos de la LH, que ocurre de 2 a 6 días después de eliminar el estímulo del amamantamiento, son dos de los fenómenos más ampliamente conocidos que ocurren durante el posparto de la vaca de carne (Smith *et al.*, 1983; Short *et al.*, 1990).

En vacas cruzadas (*Bos indicus* X *Bos taurus*), la restricción del amamantamiento a uno (Randel, 1981; Bluntzer *et al.*, 1989) o dos períodos al día (Tegegne *et al.*, 1992) reduce la duración del anestro comparado con el amamantamiento *ad libitum*. Sin embargo, se desconoce el efecto de la frecuencia del amamantamiento sobre la duración del período anovulatorio en vacas que llegan al parto con diferente condición corporal (alta o baja) y la mantienen durante el posparto.

2.3 NUTRICION.

Aunque en los últimos años se ha incrementado la utilización de subproductos agrícolas en estas regiones de clima tropical, la limitante más importante en los

sistemas de producción sigue siendo el constante manejo inadecuado de la nutrición. Los niveles nutricionales en ambos períodos pre y posparto influyen el subsecuente comportamiento reproductivo en el ganado, la restricción de proteína y de energía durante la gestación o la lactación dan como resultado baja condición corporal al parto y una mayor duración del período interparto (Laflamme and Connor, 1992)

El efecto nutricional ha sido firmemente establecido como un factor que controla el anestro posparto, la pobre nutrición de la vaca en el posparto ocasiona una disminución de la actividad ovárica debido a una supresión de la liberación pulsátil de LH. Algunos compuestos metabólicos han sido observados que actúan sobre el eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal cuando el estado nutricional del animal disminuye (Randel, 1990; Short *et al.*, 1990).

Las reservas de grasa corporal regulan la secreción de las hormonas hipotalámicas e hipofisiarias que controlan la función del ovario; si las vacas están delgadas al parto, las señales hormonales para estimular al ovario y el inicio del ciclo estral no son liberadas, en consecuencia se amplía el intervalo posparto (Richards *et al.*, 1989). Los nutrientes son transportados a todo el cuerpo a través de la sangre, por lo que al monitorear cambios en los niveles sanguíneos pueden dar indicadores de la dinámica nutricional, estos análisis de sangre son útiles si se combinan con la de los alimentos, evaluación de las dietas, pruebas de salud, y un monitoreo cuidadoso del manejo del rancho en general (Richards *et al.*, 1989). Esto es particularmente importante bajo condiciones subtropicales y tropicales, donde las fluctuaciones de la calidad de la dieta y la disponibilidad son mucho más severas que en otras áreas, por lo tanto, las fluctuaciones de los niveles de metabolitos sanguíneos pueden ser una herramienta segura en el monitoreo de estos eventos. Es por esto que el analizar los niveles de metabolitos sanguíneos seleccionados es importante para establecer si esas medidas se correlacionan con los beneficios que traerá la suplementación.

La reducción en la ingestión de nutrimentos da como resultado una pérdida de peso y condición corporal, disminución de la actividad lútea y el cese de ciclos estrales (Bishop and Wettemann, 1993). El intervalo de tiempo transcurrido, desde el parto a la primera ovulación es el que se ve más afectado (Roberts, 1986), y está dictado por la interacción entre el parto y el amamantamiento, ingestión de nutrientes, cambios en el peso corporal y condición corporal al parto (Richards *et al.*, 1989).

En la mayor parte de las vacas lactando con una adecuada nutrición, el desarrollo del primer folículo dominante ocurre alrededor de las 2 ó 3 semanas del posparto (Savio *et al.*, 1990). Estos típicos patrones de crecimiento folicular y ovulación posparto, pueden ser alterados por una mala nutrición. Wiltbank *et al.* (1964) encontraron que el tamaño de un gran número de folículos palpables, fue consistentemente pequeño antes de la primera ovulación, en vacas posparto que reciben dietas de submantenimiento. Niveles moderados de mala nutrición pueden retrasar el reinicio de la ciclicidad después del parto, porque aparentemente afectan los mecanismos responsables de la maduración final del folículo o de la ovulación, sin marcar efectos en el crecimiento de folículos hasta el tamaño preovulatorio (MacDougall *et al.*, 1995). Sin embargo, el primer folículo dominante no ovula en la mayor parte de las vacas mal alimentadas (en contraste con las que se alimentan adecuadamente) y el intervalo desde el parto a la primera ovulación se prolonga (43 ± 5 días). Los patrones de desarrollo folicular posparto en estas vacas mal alimentadas, fueron similares al descrito para vacas alimentadas adecuadamente que amamantan (Jolly *et al.*, 1995). Esto fue caracterizado por el sucesivo crecimiento y regresión de 1 a 9 folículos dominantes (4.2 ± 0.6) (media \pm ee) (Savio *et al.*, 1990; Roche *et al.*, 1992).

La restricción en la ingestión de proteína y de energía durante la gestación o la lactación, dan como resultado baja condición corporal al parto y una mayor duración del período interparto (Laflamme and Connor, 1992). Por lo tanto, es de especial interés, el monitoreo de la condición corporal y el balance de energía

basándose en los nutrientes disponibles en la dieta, con relación al nivel óptimo para producir. La condición corporal ha sido relativamente usada para medir los niveles de reservas energéticas corporales de una vaca. Uno de los sistemas utilizados para la determinación de la condición corporal tiene una escala del 1 al 9, siendo 1 el animal completamente emaciado y 9 uno sumamente obeso (Vizcarra *et al.*, 1995).

2.4 DINAMICA FOLICULAR.

El entendimiento de la regulación endocrina y de los patrones de desarrollo del crecimiento folicular, durante el período de anestro posparto en vacas de doble propósito, permitirá desarrollar mejores métodos para reducir el intervalo posparto. Así, el período de anestro prolongado en las vacas de carne que están amamantando, es debido a que la mayoría de los folículos dominantes no llegan a ovular y no por falta de desarrollo de estos folículos sino por falta en la liberación de LH.

El temprano reinicio del crecimiento folicular después del parto, con la formación del primer folículo dominante detectado morfológicamente por ultrasonido, ocurre en un promedio de 10.2 días en la vaca de carne, existiendo una baja incidencia de ovulación de este primer folículo dominante (11%) (Murphy *et al.*, 1990), en contraste con las vacas lecheras en las cuales el primer folículo dominante ovula en más del 70% de las vacas (Savio *et al.*, 1990). En las vacas de carne que amamantan hay un recurrente crecimiento y regresión de folículos dominantes en un promedio de 3.2 ± 0.2 folículos dominantes hasta la primera ovulación (Murphy *et al.*, 1990). Así, el período de anestro prolongado en las vacas de carne que amamantan es debido a una falla en la ovulación de folículos dominantes en vez de un retraso en el desarrollo de los folículos.

El temprano inicio en el desarrollo folicular en los dos tipos de ganado es debido a una elevación de las concentraciones de FSH después del parto (Schallenberger, 1985). La falta de ovulación del primer folículo dominante posiblemente es debido

a una inadecuada frecuencia pulsátil de LH que resulta en una baja producción estrogénica en el folículo (Fortune, 1986) e inadecuada retroalimentación positiva para inducir la oleada de LH. Los factores que afectan la frecuencia de pulsos de LH, tales como el estímulo del amamantamiento, presencia del becerro, balance energético, y condición corporal de la vaca afectan el tiempo de la primera ovulación y el tiempo de anestro posparto.

Una hipótesis había establecido que los folículos crecen, se desarrollan y degeneran de una manera más o menos constante durante el ciclo estral bovino (Choudary *et al.*, 1968; Donaldson *et al.*, 1968). En contraste, otros investigadores han concluido que había 2 o más oleadas de desarrollo de folículos antrales durante el ciclo estral bovino (Rajakoski *et al.*, 1960; Ireland *et al.*, 1979; Gutiérrez *et al.*, 1994). La hipótesis de la oleada folicular fue apoyada por un estudio en el cual se encontró que folículos antrales grandes son más abundantes entre los días 4 y 9 y entre el 13 y 18 del ciclo estral bovino (Moor *et al.*, 1968). También fue demostrado que la tasa de crecimiento de los folículos varía durante el ciclo estral bovino y la presencia de folículos grandes inhibe el crecimiento del folículo de tamaño medio (Matton *et al.*, 1992). Existen evidencias de oleadas de desarrollo folicular durante el ciclo estral que han sido probadas por exámenes ultrasonográficos del ovario bovino (Pierson and Ginther, 1984; Ginther *et al.*, 1986).

Un folículo emerge de una oleada folicular y persiste para producir grandes cantidades de estrógenos, mientras que todos los otros folículos entran en regresión (Ireland *et al.*, 1979; Ireland *et al.*, 1987). Por lo tanto, el folículo dominante parece que inhibe o suprime el desarrollo de los otros folículos. Esta inhibición parece ser ejercida tanto a nivel local, así también como a nivel sistémico (Savio *et al.*, 1988; Savio *et al.*, 1993). Un número de teorías han sido propuestas y un sin número de factores ha sido implicados en la inhibición de folículos más pequeños por el folículo dominante (Ireland *et al.*, 1987). Hay ahora evidencias concluyentes de que los folículos producen sustancias esteroideas y no esteroideas (incluyendo los péptidos inhibidores y la folistatina) que tienen efectos

inhibitorios en la secreción de las gonadotropinas. La atresia de los folículos subordinados aparentemente resulta de una reducción en la secreción de las gonadotropinas (Ying, 1988).

2.5 TRATAMIENTOS HORMONALES PARA LA RESOLUCION DEL ANESTRO.

Diversos tratamientos hormonales basándose en progesterona y sus derivados se han implementado con el fin de reducir el anestro posparto. Los esteroides ováricos (progesterona y 17β -estradiol) actúan como moduladores de la secreción de LH y las concentraciones de LH plasmáticas fluctúan de una manera pulsátil a través de todos los períodos del ciclo estral (Rahe *et al.*, 1980). Existe una correlación negativa entre la administración de progesterona (P_4) y la secreción de LH, así niveles bajos de progesterona se han asociado con un incremento en la frecuencia de pulsos de LH. La administración de progesterona o sus análogos en dosis reducidas, no inhiben la frecuencia pulsátil de LH en comparación con la utilización de dosis altas que al parecer si inhiben esta frecuencia pulsátil de LH (Stumpf *et al.*, 1991).

El uso de progestágenos para el reinicio del ciclo estral en bovinos, ha sido asociado con una fertilidad variable; probablemente debido a que niveles elevados de hormona luteinizante durante el tratamiento con norgestomet, están asociados con niveles elevados de estrógenos cuando el tratamiento es finalizado (Cupp *et al.*, 1995). Asimismo, trabajos recientes han mostrado que bajas concentraciones de progesterona en ausencia de un cuerpo lúteo, no suprimen totalmente la liberación de hormona luteinizante, e impiden el reemplazo de los folículos dominantes (Adams, 1994), lo que podría explicar la fertilidad baja.

La administración de dosis de progestágenos que son utilizadas para su uso comercial en ganado resulta en un desarrollo de folículos ováricos persistentes que crecen en un gran tamaño y persisten en el ovario por períodos largos de tiempo (Lucy *et al.*, 1990; Sirois and Fortune, 1990; Taylor *et al.*, 1993). El desarrollo de

foliculos ováricos persistentes, ocurre como resultado del tratamiento con dosis de progestágenos que son usadas comercialmente para la sincronización del ciclo estral sí el cuerpo lúteo está ausente por la mayoría de los períodos de tratamiento (Savio *et al.*, 1993; Sánchez *et al.*, 1995) Este trabajo evaluará si dosis más elevadas de progestágenos para el tratamiento del anestro posparto, estimulan el crecimiento folicular e incrementan la fertilidad en el ganado de doble propósito.

III. HIPOTESIS.

3.1 Hipótesis alterna:

Al aumentar la dosis del progestágeno durante el tratamiento del anestro posparto, se alcanzan concentraciones similares a las de un cuerpo lúteo activo, se permite que continúe la dinámica folicular, ocurra la ovulación y se incrementen las tasas de concepción posteriores al tratamiento.

3.2 Hipótesis nula:

Al aumentar la dosis del progestágeno durante el tratamiento del anestro posparto, no tienen algún efecto sobre la dinámica folicular, la ovulación y las tasas de concepción posteriores al tratamiento.

IV. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo General

Evaluar si el uso de dosis más altas de progestágeno en el tratamiento del anestro posparto, resulta en tasas de fertilidad más elevadas.

4.2 Objetivo Específico

Evaluar la dinámica folicular de vacas en anestro, durante el tratamiento para la resolución del anestro posparto, con diversas dosis de progestágeno.

III. HIPOTESIS.

3.1 Hipótesis alterna:

Al aumentar la dosis del progestágeno durante el tratamiento del anestro posparto, se alcanzan concentraciones similares a las de un cuerpo lúteo activo, se permite que continúe la dinámica folicular, ocurra la ovulación y se incrementen las tasas de concepción posteriores al tratamiento.

3.2 Hipótesis nula:

Al aumentar la dosis del progestágeno durante el tratamiento del anestro posparto, no tienen algún efecto sobre la dinámica folicular, la ovulación y las tasas de concepción posteriores al tratamiento.

IV. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo General

Evaluar si el uso de dosis más altas de progestágeno en el tratamiento del anestro posparto, resulta en tasas de fertilidad más elevadas.

4.2 Objetivo Específico

Evaluar la dinámica folicular de vacas en anestro, durante el tratamiento para la resolución del anestro posparto, con diversas dosis de progestágeno.

V. MATERIAL Y MÉTODOS.

5.1 Animales experimentales

Se seleccionaron 110 vacas de doble propósito (*Bos taurus* X *Bos indicus*) que se encontraban lactando, con más de 90 días posparto y con una condición corporal de 3.5 o más, en la escala del 1 al 9 (Vizcarra *et al.*, 1995).

5.2 Localización

Este trabajo fue realizado en hatos de doble propósito de los municipios de Veracruz, Jamapa, Medellín y Tlacotalpan; situados cerca de la ciudad de Veracruz, la cual se encuentra localizada en la zona central del estado de Veracruz a 96°08' longitud oeste y 19°12' latitud norte. El clima es tropical subhúmedo con una precipitación pluvial anual de 1677 mm, ocurriendo el 85% entre los meses de Junio y Octubre y vientos acíclicos del Norte de Octubre a Mayo. La temperatura promedio diario durante la época de secas es entre 22.3°C y de 27.4°C (INEGI, 1988).

5.3 Metodología.

De acuerdo a los criterios de selección, el número de días abiertos fue determinado a partir de los registros de los propietarios. Para la determinación de la condición corporal, se utilizó la escala del 1 al 9 en donde 1 es un animal severamente emaciado y 9, uno sumamente obeso (Vizcarra *et al.*, 1995). Posteriormente se realizaron las siguientes actividades:

1. Examen de los ovarios por palpación rectal 2 veces, al inicio de la selección y 25 días después para determinar si estaban en anestro o ciclando.
2. Al finalizar la última palpación, los animales seleccionados fueron divididos aleatoriamente en cuatro grupos, recibiendo el siguiente tratamiento:

Grupo 1. Grupo control negativo (sin tratamiento, n= 28)

Grupo 2. Grupo control positivo; inserción auricular de un implante siliconado impregnado con 6 mg de norgestomet y simultáneamente una inyección de 2 ml de

una solución que contiene 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet (Syncromate B. Lab. Rhone Merieux SMB). El implante permaneció *in situ* durante 9 días (n= 28).

Grupo 3. Similar al tratamiento del grupo 2, más un segundo implante de SMB seccionado por la mitad, sin la solución inyectable, a partir del quinto día. Los implantes permanecieron *in situ* durante los 4 días posteriores a la inserción del segundo implante (n= 27).

Grupo 4. Inserción auricular de dos implantes siliconados impregnados con 6 mg de norgestomet cada uno y una inyección de 2 ml de una solución que contiene 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet, los implantes permanecieron *in situ* durante 9 días (n= 27).

5.4 Determinación de progesterona

Con el objeto de determinar las concentraciones de progesterona, a todos los animales se les colectó una muestra de leche 2 veces por semana durante 25 días, desde la selección hasta el inicio del tratamiento, posteriormente se incrementó la toma de muestras a un día sí y un día no desde el inicio del tratamiento hasta dos días después de finalizado éste. Así mismo, se tomó una muestra de leche a los 10, 21 y 45 días posteriores al día de la inseminación artificial. El volumen de cada muestra fue de aproximadamente 10 ml, a dichas muestras se les añadió una tableta de azida de sodio (0.1 %) como conservador, fueron centrifugadas a 2000 g durante 10 minutos para retirar la porción grasa y fueron congeladas a -20 °C hasta ser procesadas. La determinación de progesterona se realizó por medio de radioinmunoensayo en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986), en el laboratorio de Radioinmunoensayo del Departamento de Reproducción, en la Posta Zootécnica "Torreón del Molino" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Se consideró a una vaca ciclando cuando ésta mostraba dos valores consecutivos de progesterona superiores a 2.5 nmol/l. La presencia de un cuerpo lúteo activo se determinó cuando la concentración de progesterona era

superior a 2.5 nmol/l¹. La vaca que se encontraba en transición fue aquella que presentó elevaciones esporádicas no consecutivas de progesterona \leq 2.5 nmol/l (Gutiérrez *et al.*, 1994).

Se propuso evaluar varios esquemas de muestreo con las muestras de leche ya obtenidas durante los 25 días que duró la selección, para determinar la proporción de animales que se hubieran encontrado cuando se reducía el número de muestras de 7, a 4 o 3, y el número de días de 25, a 13 o 9 días, para determinar el estado ovárico de los mismos por medio de laboratorio, y así reducir los costos y el tiempo para un futuro experimento. Con la prueba de campo (palpación rectal), que se utilizó para determinar si las vacas se encontraban en anestro o ciclando, se clasificaron a los animales de acuerdo a las estructuras encontradas en los ovarios, la vaca que se encontraba ciclando se determinó así cuando presentaba una estructura que protruía del ovario similar a un cuerpo lúteo (Roberts, 1986); la vaca que se encontraba en anestro se determinó así, cuando no se encontraban estructuras palpables a la examinación rectal.

5.5 Inspección ultrasonográfica

Cinco vacas de cada grupo fueron examinadas un día sí y un día no desde el día del inicio del tratamiento hasta un día antes del servicio a través de estudios de ultrasonografía. Se utilizó un ultrasonido modelo *Pie Medical Scanner 480* con un transductor de 5.0/7.5 Mhz, el transductor se insertó vía rectal y se colocó a lo largo de la superficie dorsal del cuerno del útero, posteriormente se realizaban movimientos laterales para examinar los ovarios. El tracto reproductivo no fue manipulado directamente antes o durante la examinación ultrasonográfica. Los folículos presentes fueron medidos para determinar el crecimiento diario de éstos, de acuerdo a la técnica previamente establecida por diversos autores (Pierson and Ginther, 1984; Sirois *et al.*, 1988; Taylor *et al.*, 1993).

¹ Lamothe, Z.C. 1998. (comunicación personal)

5.6 Inseminación artificial

Se realizó inseminación artificial (I.A.) a tiempo fijo entre las 50 y 52 horas posteriores al retiro de los implantes, las vacas que presentaban signos de estro natural (grupo 1) eran inseminadas artificialmente o servidas por el toro. Las vacas que repetían entre los 18 y 24 días (grupos 2, 3 y 4) se les daba una segunda inseminación artificial.

5.7 Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación se realizó a través de palpación rectal o por medio de ultrasonografía, a los 45 días posteriores al servicio de I.A.

5.8 Análisis estadístico:

1. Los resultados obtenidos de las palpaciones fueron analizados mediante una relación entre palpación rectal y análisis de progesterona por radioinmunoensayo para determinar la precisión de la prueba de campo (palpación rectal) con la de laboratorio.
2. Se analizaron estadísticamente por separado a las vacas que se encontraban en anestro en los distintos grupos experimentales, para determinar el efecto del tratamiento sobre este grupo de vacas y, además se realizó un análisis a todas las vacas tomando en cuenta su estado reproductivo.
3. Se realizó la prueba estadística de Ji cuadrada para determinar si había algún efecto de las condiciones de manejo de cada explotación ganadera sobre la respuesta a los tratamientos en general.
4. Los resultados obtenidos de las concentraciones de progesterona fueron analizados por medio de un análisis de la varianza con un modelo completamente al azar (Gill, 1978; SAS/STAT, 1991).

El modelo fue el siguiente: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon(ij)$.

μ = media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento. $1 \leq i \leq 4$

$\varepsilon(ij)$ = efecto del error aleatorio

y_{ij} = variable de respuesta del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición de los días 10, 21 y 45 posinseminación respectivamente.

5. Los resultados obtenidos del crecimiento folicular fueron analizados por medio de análisis de la varianza (Gill, 1978; SAS/STAT, 1991).
6. Los resultados obtenidos de las gestaciones y la respuesta a ciclicidad fueron analizados por medio del método estadístico de Ji cuadrada y comparados mediante la prueba exacta de Fisher (Navarro Fierro, 1988; Mead *et al.*, 1993).
7. Los resultados obtenidos de los esquemas de muestreo fueron analizados por medio del método estadístico de Ji cuadrada.

VI. RESULTADOS

ANALISIS DE LA PRUEBA DE CAMPO (palpación rectal)

Al inicio de la selección y del tratamiento se palparon a las vacas para determinar su actividad ovárica. Cada vaca se palpó 2 veces; una la inicio de la selección y otra al inicio del tratamiento, se hicieron 110 palpaciones al inicio de la selección y 110 al inicio del tratamiento, teniendo un total de 220 palpaciones efectuadas. Además, se tomó una muestra de leche para la cuantificación de progesterona por radioinmunoensayo dos veces por semana durante 25 días. Tomando en cuenta esto, se encontraron que 35 palpaciones (15.9%) de las 220 efectuadas, se determinaron con cuerpo lúteo morfológico, de las cuales solo 12 de ellas (34.2%) tenían concentraciones altas de progesterona (≥ 2.5 nmol/l), por otro lado, se determinaron a 185 palpaciones (84.09%) con ausencia de cuerpo lúteo morfológico de las cuales 10 de ellas (5.5%) tenían niveles altos de progesterona (≥ 2.5 nmol/l) (cuadros 1, 2 y 3).

CUADRO 1. RELACION ENTRE PALPACION RECTAL Y CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA POR RADIOINMUNOENSAYO AL INICIO DE LA SELECCION.

	PALPACION RECTAL			
	P4	Vacas con CL	Vacas sin CL	Total
Laboratorio	alta	5 (33.3%)	5 (5.2%)	10 (9.0%)
RIA	baja	10 (66.7%)	90 (94.7%)	100 (91.0%)
Total		15 (13.6%)	95 (86.4%)	110 (100%)

Progesterona (P4) Alta: ≥ 2.5 nmol/l

Progesterona (P4) Baja: < 2.5 nmol/l

**CUADRO 2. RELACION ENTRE PALPACION RECTAL Y
CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA POR RADIOINMUNOENSAYO
AL INICIO DEL TRATAMIENTO.**

PALPACION RECTAL				
	P4	Vacas con CL	Vacas sin CL	Total
Laboratorio RIA	alta	7 (35%)	5 (5.5%)	12 (10.9%)
	baja	13 (65%)	85 (94.5%)	98 (89.1%)
	Total	20 (18.1%)	95 (81.9%)	110 (100%)

Progesterona (P4) Alta: ≥ 2.5 nmol/l

Progesterona (P4) Baja: < 2.5 nmol/l

**CUADRO 3. RELACION ENTRE PALPACION RECTAL Y
CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA POR RADIOINMUNOENSAYO
TOMANDO EN CUENTA LA SELECCION Y EL INICIO DEL
TRATAMIENTO.**

PALPACION RECTAL				
	P4	Vacas con CL	Vacas sin CL	Total
Laboratorio RIA	alta	12 (34.2%)	10 (5.5%)	22 (10%)
	baja	23 (65.7%)	175 (94.5%)	198 (90%)
	Total	35 (16%)	185 (84%)	220 (100%)

Progesterona (P4) Alta: ≥ 2.5 nmol/l

Progesterona (P4) Baja: < 2.5 nmol/l

**ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS VACAS EN
ANESTRO**

Con los resultados de las concentraciones de progesterona obtenidas en las muestras de leche para determinar cuales de las vacas se encontraban realmente en anestro para poder medir el efecto del tratamiento, se encontraron que de las 110 vacas utilizadas había 75 vacas (68.1%) que estaban en anestro (cuadro 4), se obtuvo un mayor número de vacas en el grupo 4 que respondieron al tratamiento, sin tomar en cuenta si quedaron gestantes en el primero o segundo servicio, ciclando y transición que en los demás tratamientos ($p < 0.05$), y al tomar en cuenta

el número de vacas gestantes a primer servicio fue mayor que en los demás grupos (p < 0.05).

CUADRO 4. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS VACAS EN ANESTRO TRATADAS CON NORGESTOMET (SMB).

Grupo	Anestro Antes	Gest 1er Serv.	Gest 2do Serv.	Vacias ciclando	Transición	Anestro Después
Testigo (1)	18	1 ^a	0 ^a	1 ^a	5 ^a	11(61%) ^a
1/SMB (2)	22	2 ^a	6 ^b	1 ^a	3 ^a	10(45%) ^b
1.5/SMB (3)	19	5 ^b	3 ^b	1 ^a	4 ^a	6(31%) ^c
2/SMB (4)	16	9 ^c	3 ^b	0 ^a	0 ^b	4(25%) ^c
TOTAL	75	17	12	3	12	31(41%)

Valores con la misma literal entre hileras en la misma columna, no son estadísticamente diferentes (p > 0.05)

ANALISIS DE PROGESTERONA ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO

Del total de vacas que se utilizaron para el experimento, el rango de porcentajes en el cual las vacas se encontraban en anestro se encontraba entre 59.2% y 78.5% siendo el grupo 4, el que tenía menor porcentaje de vacas en anestro, y el grupo 2 el de mayor antes del tratamiento. De los 110 animales estudiados 75 (68.1% del total de vacas) se encontraban en anestro, 13 (11.8%) en transición y 22 (20%) ciclando (cuadro 5). Se obtuvo un incremento en el número de vacas ciclando al finalizar el tratamiento 66 (60% del total de vacas) teniendo el grupo 4 el mayor número de vacas ciclando finalizado este (p<0.05) (Cuadro 5).

CUADRO 5. PORCENTAJE DE VACAS EN ANESTRO, EN TRANSICION Y CICLANDO ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO CON NORGESTOMET.

GRUPO	ANESTRICAS		TRANSICION		CICLANDO	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
Testigo (1)	18 (64.2%)	11 (39.2%) ^a	4 (14.2%)	6 (21.4%) ^a	6 (21.4%)	11 (39.2%) ^a
1 SMB (2)	22 (78.5%)	10 (35.7%) ^{ab}	1 (3.5%)	3 (10.7%) ^a	5 (17.8%)	15 (53.5%) ^{ab}
1.5 SMB (3)	19 (70.3%)	6 (22.2%) ^{bc}	4 (14.8%)	4 (14.8%) ^a	4 (14.8%)	17 (62.9%) ^{bc}
2 SMB (4)	16 (59.2%)	4 (14.8%) ^c	4 (14.8%)	0 (0.0%) ^a	7 (25.9%)	23 (85.1%) ^c

Valores con la misma literal entre hileras de la misma columna no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$)

NOTA : las vacas gestantes se incluyeron en las que están ciclando

Gráfico 1. Porcentaje de vacas en anestro antes y después del tratamiento con norgestomet (SMB)

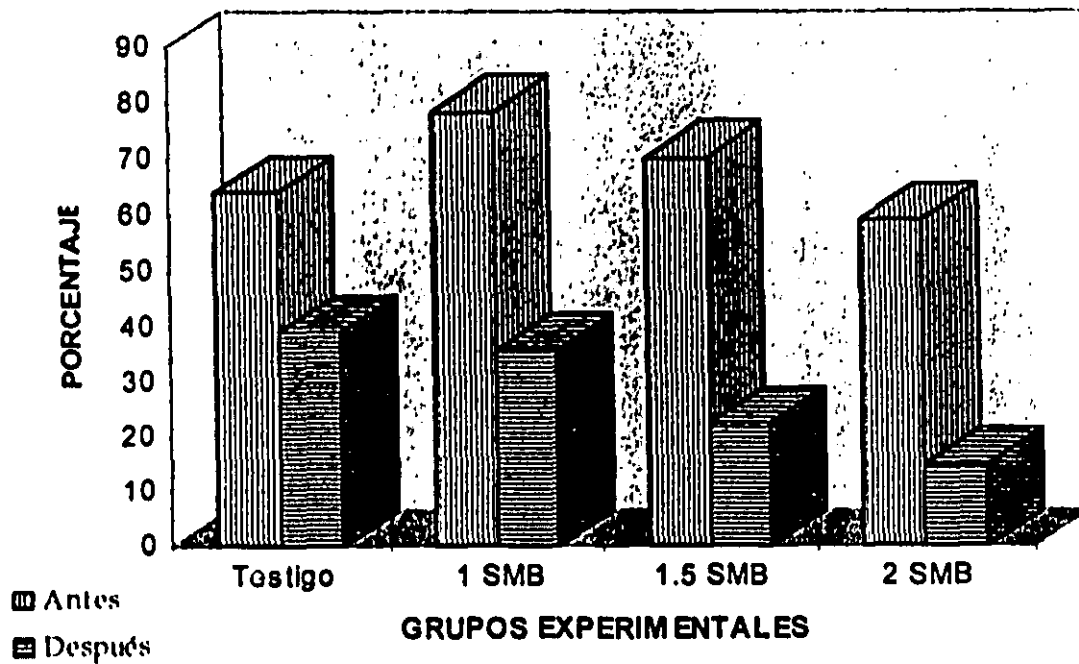


Gráfico 2. Porcentaje de vacas en transición (vacas con elevaciones esporádicas de progesterona) antes y después del tratamiento con norgestomet (SMB).

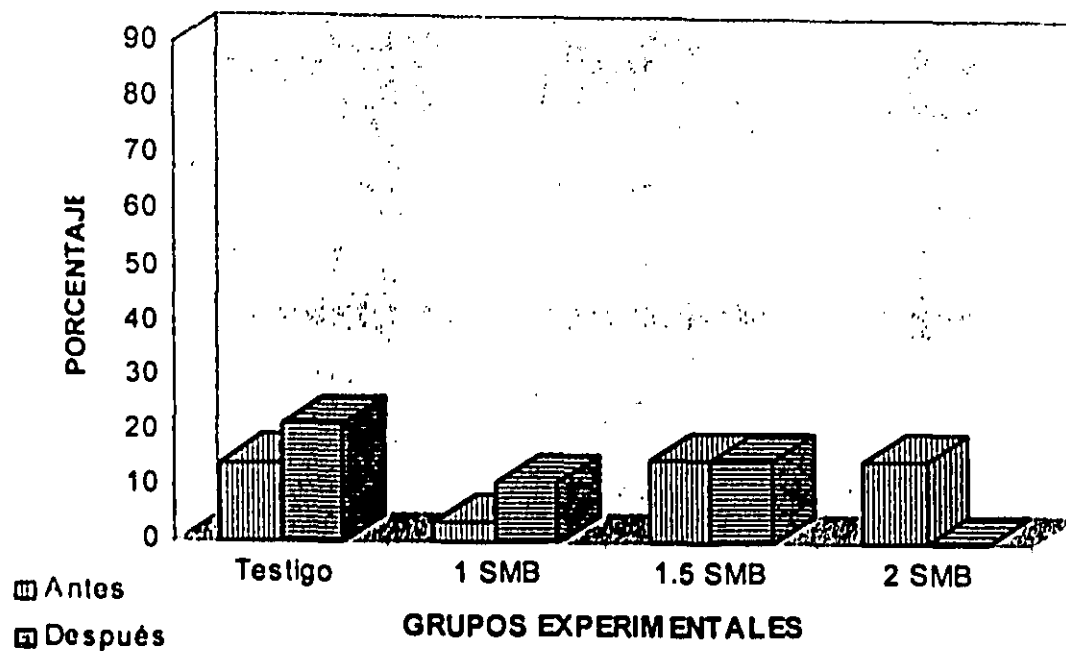
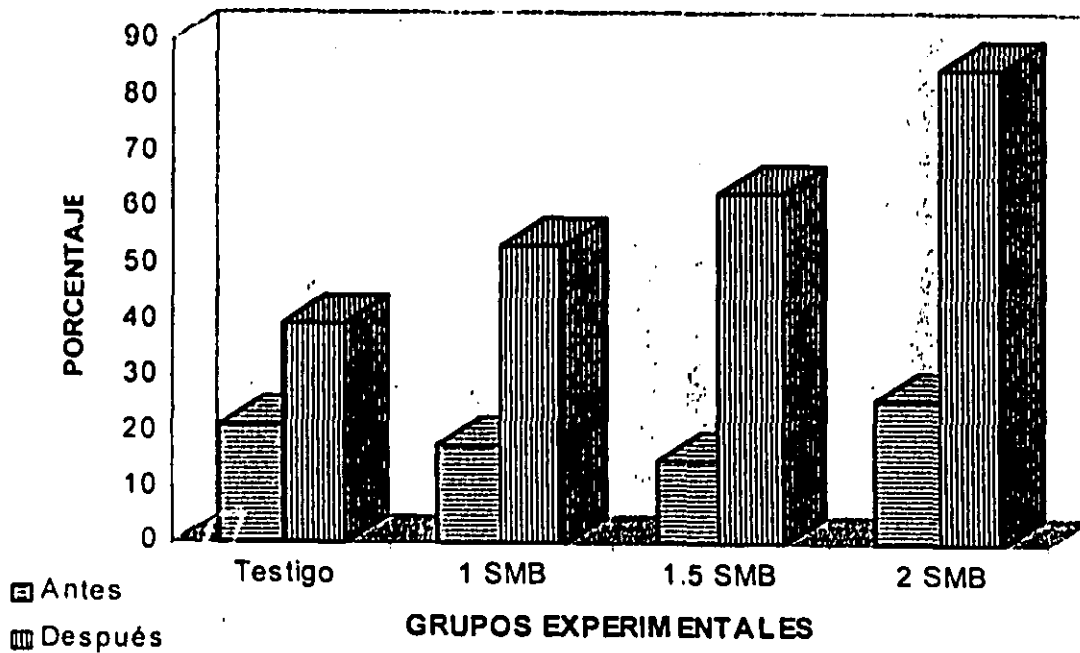


Gráfico 3. Porcentaje de vacas ciclando antes y después del tratamiento con norgestomet (SMB).



ANALISIS DEL ESTADO REPRODUCTIVO DE LOS MUNICIPIOS

Con respecto a los resultados obtenidos del estado reproductivo dentro de los distintos municipios analizados, se encontraron diferencias estadísticas entre ellos de las vacas que se encontraban en anestro y ciclando, pero no se encontró diferencia con las vacas en transición por ser pocas las observaciones para cada entidad (Cuadro 6).

CUADRO 6. ESTADO REPRODUCTIVO POR MUNICIPIO ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO CON NORGESTOMET (SMB), SIN TOMAR EN CUENTA EL TIPO DE TRATAMIENTO.

Estado Reproductivo	MUNICIPIO									
	VERACRUZ		JAMAPA		MEDELLIN		TLACOTALPAN		TOTAL	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
Anestros	13	3 ^a	14	7 ^b	5	2 ^b	43	19 ^b	75	31
Ciclando	6	19 ^a	0	6 ^{ab}	4	5 ^b	12	36 ^{ab}	22	66
Transición	5	2 ^a	1	2 ^a	1	3 ^a	6	6 ^a	13	13
Total	24	24	15	15	10	10	61	61	110	110

Valores con la misma literal entre columnas de la misma hilera para los municipios después del tratamiento son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

ANALISIS DE PROGESTERONA POSINSEMINACION

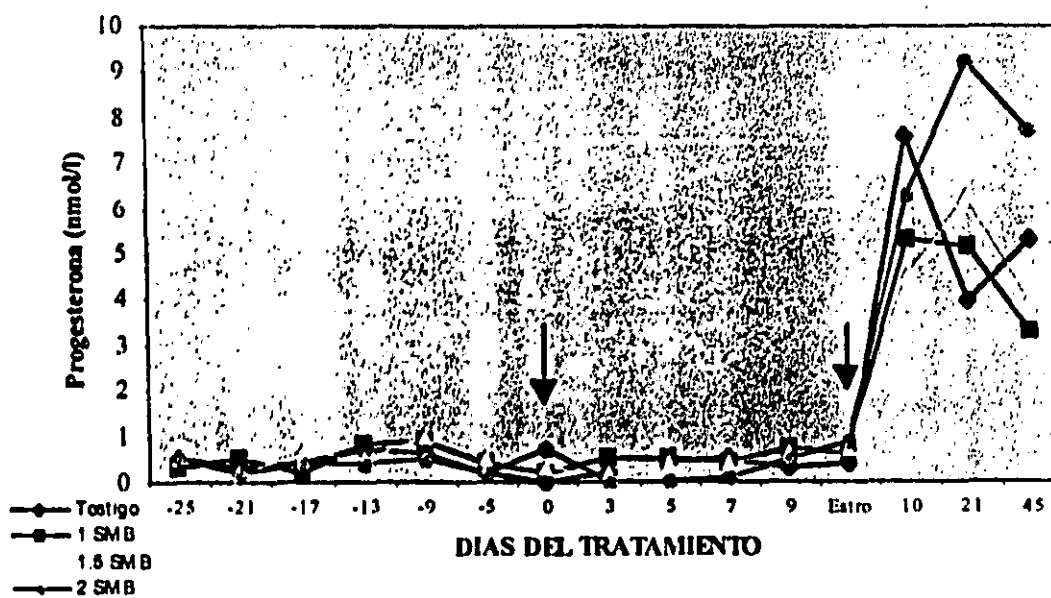
Se obtuvo diferencia estadística significativa con el promedio de las concentraciones de progesterona de las vacas en anestro que formaron un cuerpo lúteo funcional a los 10 días posinseminación y continuaron con el mismo cuerpo lúteo a los 21 y 45 días teniendo un mayor promedio el grupo 4 ($p < 0.05$) (Cuadro 7).

CUADRO 7. CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA A LOS 10, 21 Y 45 DIAS POSINSEMINACION DE LAS VACAS EN ANESTRO QUE QUEDARON GESTANTES A PRIMER SERVICIO

Grupo	No.	P4 día 10 nmol/l (Media±EE)	P4 día 21 nmol/l (Media±EE)	P4 día 45 nmol/l (Media±EE)
Testigo (1)	1	7.57 ± 0.0 ^a	3.96 ± 0.0 ^a	5.33 ± 0.0 ^a
1 SMB (2)	2	5.29 ± 0.45 ^{ab}	5.17 ± 1.26 ^a	3.32 ± 0.41 ^a
1.5 SMB (3)	5	4.50 ± 0.47 ^b	6.24 ± 0.48 ^a	3.95 ± 0.48 ^a
2 SMB (4)	9	6.27 ± 0.55 ^b	9.23 ± 1.05 ^b	7.74 ± 0.99 ^b

Valores con la misma literal entre hileras de la misma columna no son estadísticamente diferentes (p>0.05)

Gráfico 4. Concentraciones de progesterona posinseminación de las vacas en anestro que quedaron gestantes a primer servicio.



Nota: La primera flecha indica el día de la inserción (día 0), y la segunda flecha indica el día del estro (día 11) y los días 10, 21 y 45 posinseminación.

EVALUACION DE LA CONDICION CORPORAL

Al analizar el efecto de la condición corporal de las vacas en posparto. Se encontraron 95 vacas (86.6%) con una condición corporal baja de entre 3.5 - 4 (escala 1-9) y solo 15 (13.7%) vacas con buena condición corporal de entre 4.5 - 5, la formación de un cuerpo lúteo con una concentración de progesterona ≥ 2.5 nmol/l 10 días posinseminación se vio influenciada por la condición corporal ($p < 0.05$) (Cuadro 8).

CUADRO 8. EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL EN LAS CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA DE LAS VACAS TRATADAS CON SMB 10 DIAS POSINSEMINACION

Condición corporal	Grupo	Número de Vacas	Progesterona	
			alta	baja
Baja (3.5-4.0)	Testigo (1)	24	8 (33.0%) ^a	16 (67.0%)
	1 SMB (2)	26	13 (50.0%) ^b	13 (50.0%)
	1.5 SMB (3)	22	13 (59.0%) ^b	9 (41.0%)
	2 SMB (4)	23	19 (82.6%) ^c	4 (19.4%)
	Total	95 (86.3%)	53 (55.7%)	42 (44.2%)
Alta (4.5-5.0)	Testigo (1)	4	3 (75.0%) ^a	1 (25.0%)
	1 SMB (2)	2	2 (100%) ^a	0 (0.0%)
	1.5 SMB (3)	5	4 (80.0%) ^a	1 (20.0%)
	2 SMB (4)	4	4 (100%) ^a	0 (0.0%)
	Total	15 (13.7%)	13 (86.6%)	2 (13.4%)
TOTAL	110 vacas	66 (60%)	44 (40%)	

P4 A : ≥ 2.5 nmol/l

P4 B : < 2.5 nmol/l

Valores con la misma literal entre líneas de baja condición corporal, no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$)

Gráfico 5. Respuesta al día 10 posinseminación con formación de un cuerpo lúteo con una concentración de progesterona ≥ 2.5 nmol/L con una baja condición corporal (3.5- 4).

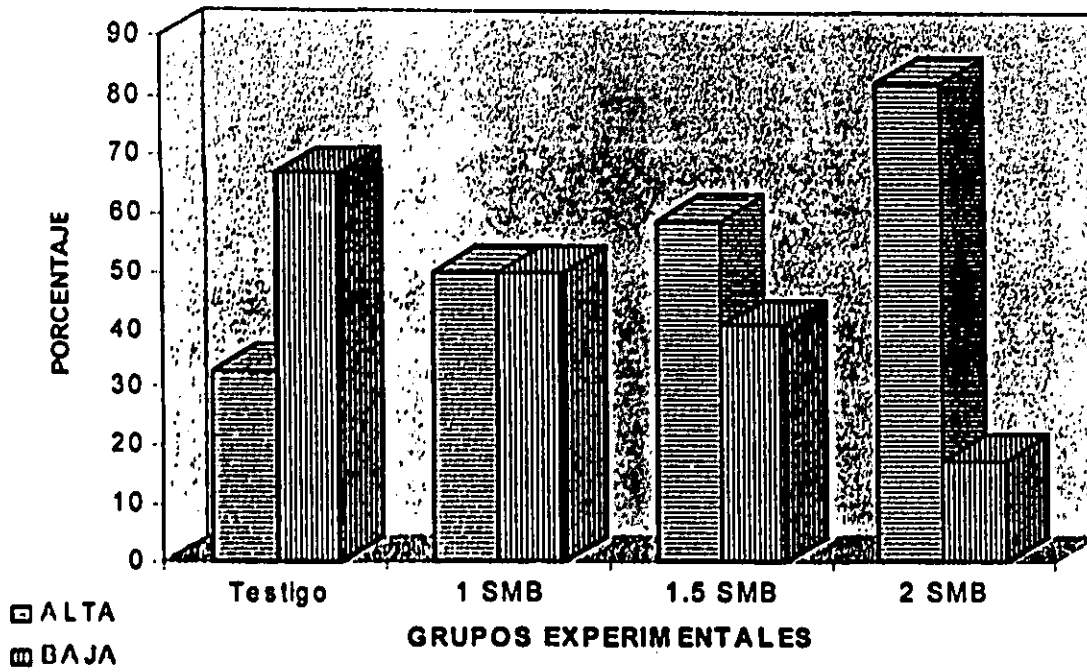
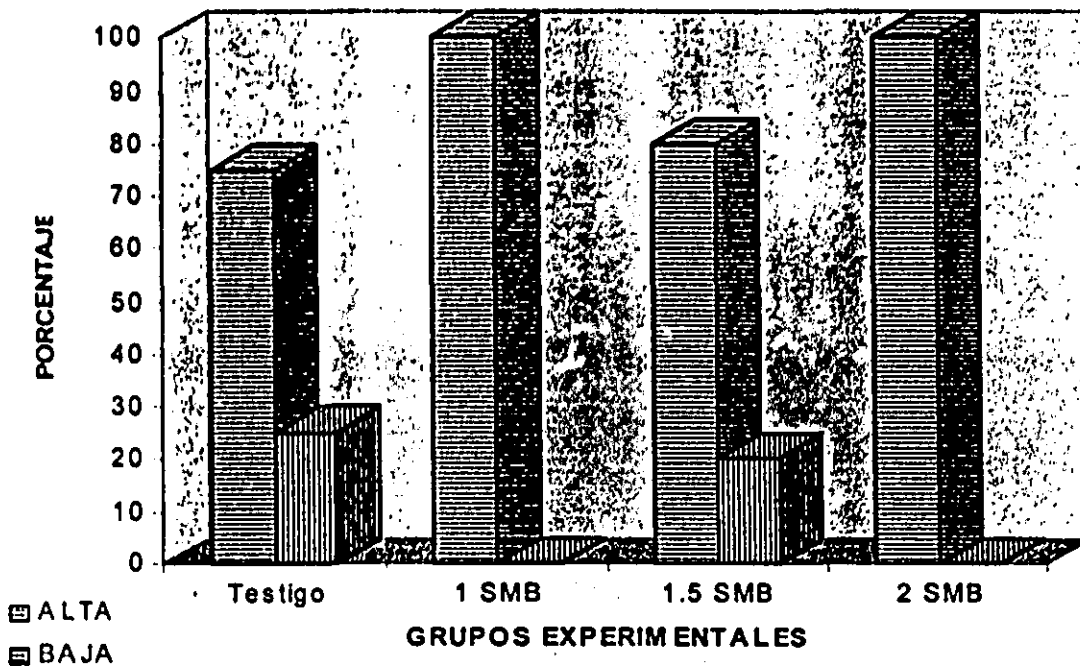


Gráfico 6. Respuesta al día 10 posinseminación con progesterona alta ≥ 2.5 nmol/L con una buena condición corporal (4.5 - 5)



EVALUACION DE LA PRESENTACION DEL ESTRO.

La presencia de estro al retiro de los implantes fue mayor en el grupo 3 y 4 [24 (88.88%), 22 (81.48%)] que en los grupos 1 y 2 [12 (42.85%), 18 (64.28%)] ($p < 0.05$), teniendo una mayor proporción de cuerpos lúteos 10 días posteriores a la inseminación el grupo 4 que los grupos 2 y 3 ($p < 0.05$) pero no en el grupo 1 ($p > 0.05$), la ausencia de signos de estro con formación de un cuerpo lúteo no fue influenciada por el incremento de la dosis de progestágenos ($p > 0.05$); solo el grupo 1 fue diferente de los demás ($p < 0.05$); sin tomar en cuenta la formación de cuerpo lúteo, en cualquiera de los grupos la presencia de estro fue influenciada al incrementar la dosis del progestágeno (cuadro 9).

CUADRO 9. PORCENTAJE Y NUMERO DE VACAS QUE MOSTRARON SIGNOS DE ESTRO, AUSENCIA DE LOS MISMOS QUE PRESENTARON CUERPO LÚTEO FUNCIONAL AL DIA 10 POSINSEMINACIÓN.

Grupo	ESTRO	NO-ESTRO	TOTAL
Testigo (1)	11 CL (91%) ^a	0 CL (0.0%) ^a	11 CL (39.2%) ^a
	1 NO CL (9.0%)	16 NO CL (100%)	17 NO CL (67.7%)
Total	12 (42.85%) ^a	16 (57.15%) ^a	28 (100%)
1 SMB (2)	11 CL (61.1%) ^{ab}	4 CL (40.0%) ^b	15 CL (53.5%) ^{ab}
	7 NO CL (38.9%)	6 NO CL (60.0%)	16 NO CL (46.4%)
Total	18 (64.28%) ^{ac}	10 (35.72%) ^{ab}	27 (100%)
1.5 SMB (3)	14 CL (58.3%) ^b	3 CL (100%) ^b	17 CL (62.9%) ^{abc}
	10 NO CL (42.7%)	0 NO CL (0.0%)	10 NO CL (37.1%)
Total	24 (88.88%) ^{bc}	3 (11.11%) ^b	27 (100%)
2 SMB (4)	20 CL (91.0%) ^c	3 CL (60.0%) ^b	23 CL (85.0%) ^c
	2 NO CL (9.0%)	2 NO CL (40.0%)	4 NO CL (15.0%)
Total	22 (81.48%) ^c	5 (18.52%) ^b	27 (100%)
	56 CL (73.6%)	10 CL (29.0%)	67 CL (58.7%)
TOTAL	20 NO CL (26.3%)	24 NO CL (71.0%)	47 NO CL (41.3%)
	76 (69.0%)	36 (31.0%)	110 (100%)

Valores con la misma literal entre líneas para la presencia de cuerpo lúteo (CL) 10 días posinseminación con presencia de estro o ausencia del mismo no son estadísticamente diferentes ($p>0.05$)

Valores con la misma literal entre líneas para la presencia de estro o ausencia del mismo no son estadísticamente diferentes ($p>0.05$)

Valores con la misma literal entre líneas sin tomar en cuenta la presencia de estro para el total de animales con la formación de un cuerpo lúteo 10 días posinseminación no son estadísticamente diferentes ($p>0.05$)

Gráfico 7. Porcentaje de presencia de estro con cuerpo lúteo funcional y estro sin cuerpo lúteo funcional a los 10 días posinseminación.

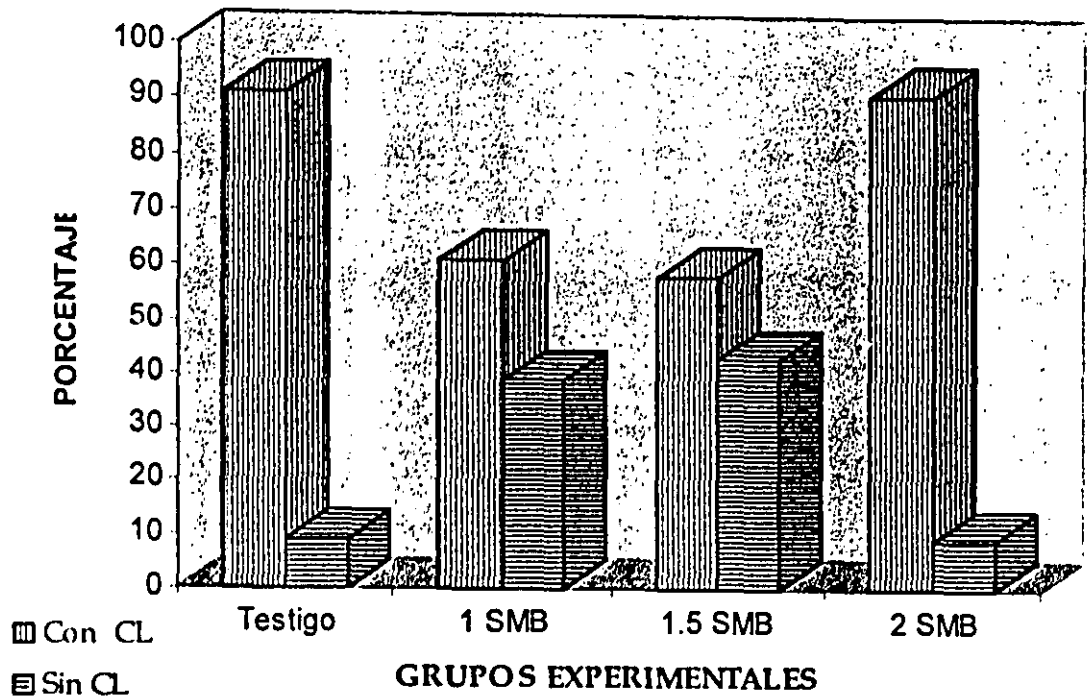
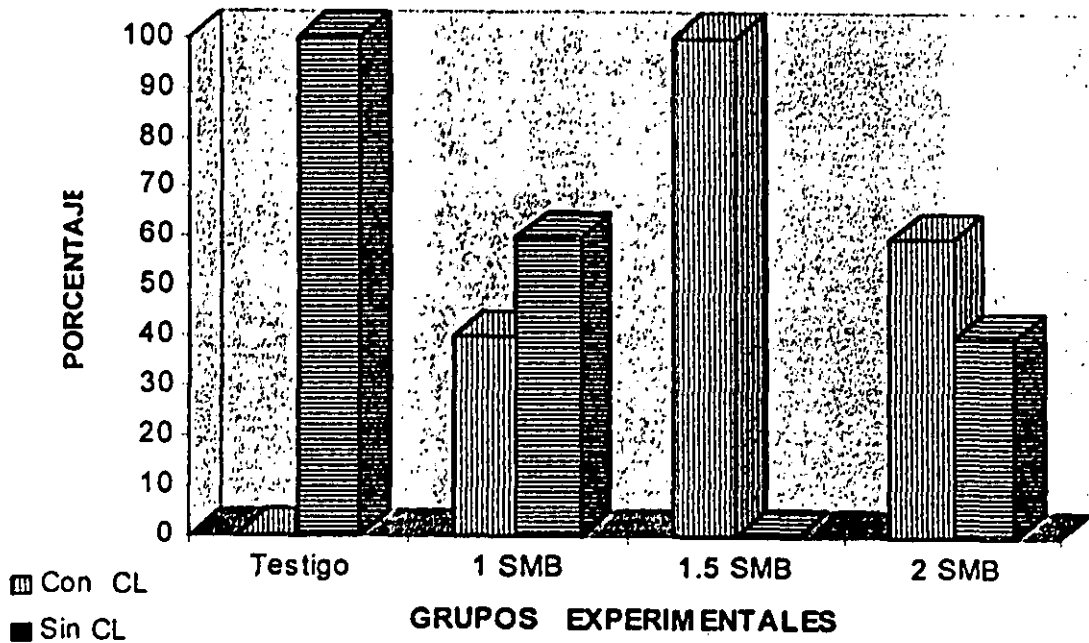


Gráfico 8. Porcentaje de ausencia de signos de estro con cuerpo lúteo funcional y ausencia de los mismos sin cuerpo lúteo funcional 10 días posinseminación.



EVALUACION DE LA DINAMICA FOLICULAR.

Cinco vacas de cada grupo fueron examinadas un día sí y un día no desde el día del inicio del tratamiento hasta un día antes del servicio a través de estudios de ultrasonografía, se utilizó un ultrasonido modelo *Pie Medical Scanner 480* con un transductor de 5.0/7.5 Mhz. El crecimiento folicular durante el período del tratamiento fue caracterizado por el crecimiento y regresión de los folículos encontrados durante el tratamiento, se encontró diferencia entre el promedio de crecimiento diario del grupo 2 (un solo implante) con los grupos donde se incrementó la dosis del progestágeno (grupos 3 y 4) y donde no se utilizó tratamiento (grupo 1) respectivamente ($p < 0.05$) (cuadro 10), además se observó un rápido crecimiento en los grupos donde se incrementó la dosis del progestágeno gráficos 11 y 12.

Cuadro 10. Promedio de crecimiento diario de los folículos encontrados durante el tratamiento con norgestomet

Grupos	n	Promedio de crecimiento diario media \pm ee (mm/día)
Testigo (1)	5	1.22 \pm 0.16 ^a
1SMB (2)	5	0.68 \pm 0.18 ^b
1.5SMB (3)	5	0.97 \pm 0.08 ^a
2SMB (4)	5	1.27 \pm 0.16 ^a

Valores con la misma literal entre líneas son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)
ee = error estandard

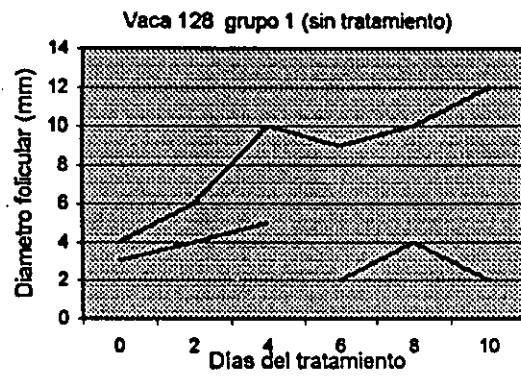
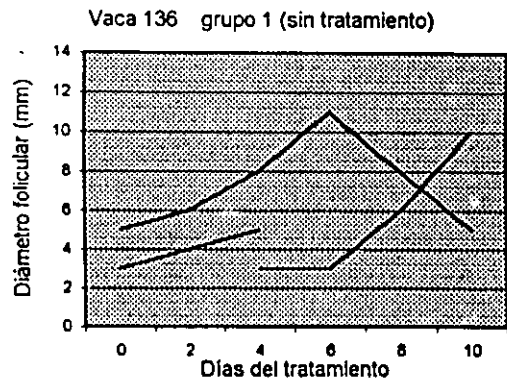


Gráfico 9. Dinámica folicular de 2 vacas sin tratamiento (grupo 1)

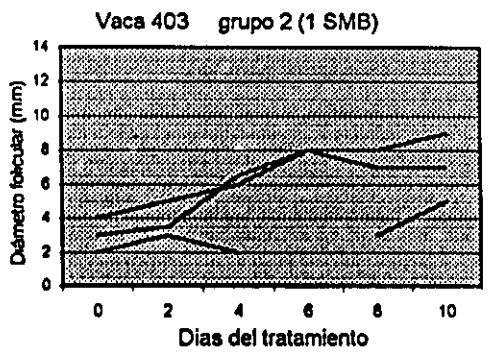
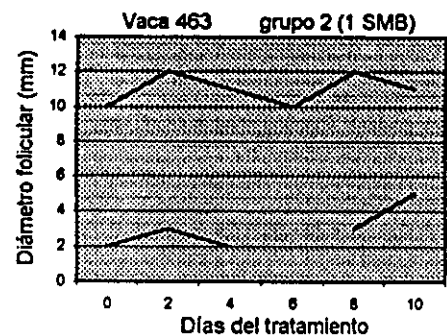
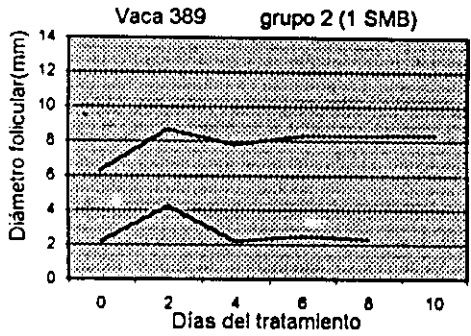


Gráfico 10. Dinámica folicular de 3 vacas tratadas con 1 implante siliconado impregnado con 6 mg de norgestomet y una inyección de 2 ml que contiene 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet (grupo 2)

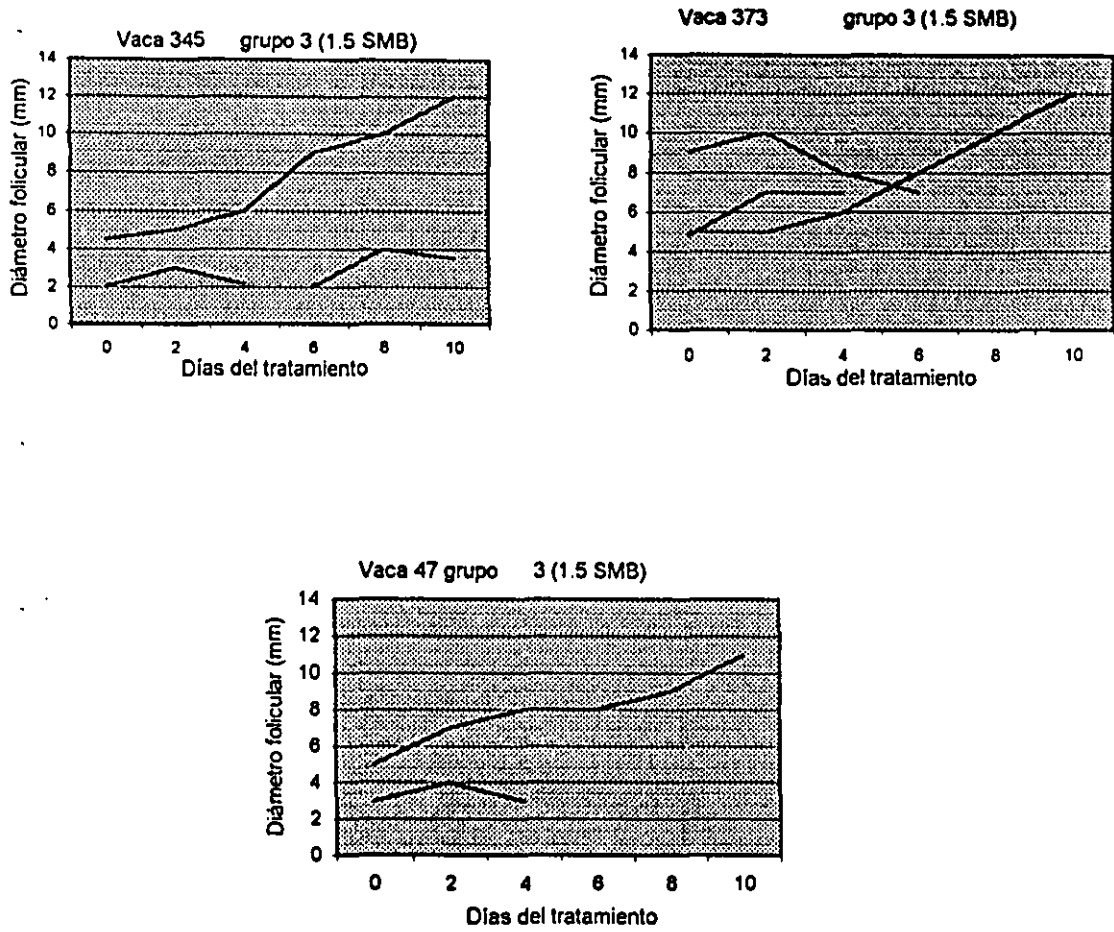


Gráfico 11. Dinámica folicular de 3 vacas tratadas con 1 implante siliconado impregnado con 6 mg mas un segundo implante seccionado por la mita de norgestomet en el 5^a día y una inyeccion de 2 ml que contiene 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet al mismo tiempo de la primera insercción. (grupo 3)

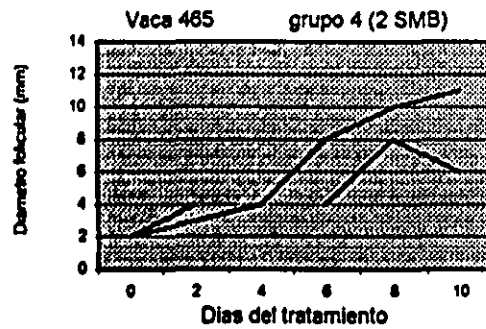
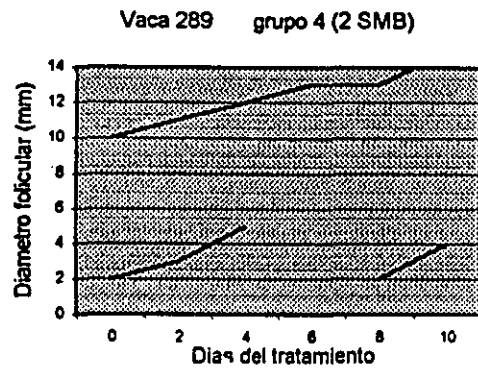
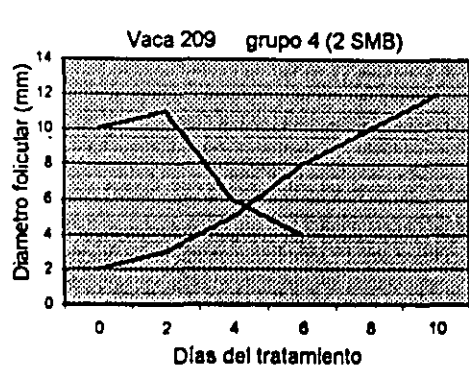


Gráfico 12. Dinámica folicular de 3 vacas tratadas con 2 implantes siliconados impregnados con 6 mg de norgestomet y una inyección de 2 ml que contiene 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet (grupo 4)

EVALUACION DE GESTACION:

El porcentaje de gestación se tomó a primer servicio en las vacas que se encontraban en anestro para los distintos grupos, y se analizó estadísticamente al total del grupo después de dos servicios respectivamente, teniendo un mayor porcentaje de gestación los grupos donde se incrementó la dosis del progestágeno ($p < 0.05$) (cuadro 11).

CUADRO 11. NUMERO Y PORCENTAJE DE GESTACIONES POR TRATAMIENTO

Grupo:	Clasificación	N° de vacas:	Gest. 1er. Serv.:	Gest. 2do. Serv.:	Vacias ciclando:	Transición:	Vacias anestro:
Control (1)	Anestro	18	1(5.5%) ^a	0	1	5	11
	Transición	4	3	0	0	1	0
	Ciclando	6	1	0	5	0	0
	Total (17.8%)^a	28	5 (17.85%)^a	0 (0.0%)^a	6	6	11
1 SMB (2)	Anestro	22	2(9.09%) ^b	6	1	3	10
	Transición	1	0	0	1	0	0
	Ciclando	5	0	3	2	0	0
	Total (39.2%)^b	28	2 (7.14%)^b	9 (36.0%)^b	4	3	10
1.5 SMB (3)	Anestro	19	5(26.31%) ^b	3	1	4	6
	Transición	4	0	2	2	0	0
	Ciclando	4	4	0	0	0	0
	Total (51.8%)^b	27	9 (33.33%)^b	5 (27.7%)^b	3	4	6
2 SMB (4)	Anestro	16	9(56.25%) ^c	3	0	0	4
	Transición	4	2	2	0	0	0
	Ciclando	7	3	2	2	0	0
	Total (77.7%)^c	27	14(51.85%)^c	7 (53.8%)^c	2	0	4
TOTAL	77 (43.36%)^c	110	30 (27.27%)^c	21 (26.25%)^c	15	13	31

Valores con la misma literal entre líneas de la misma columnas para los grupos que expresan los porcentajes de gestación a primer o o segundo servicio del total de las vacas en anestro para cada grupo, y el total del grupo sin tomar en cuenta su estado reproductivo, no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Gráfico 10. Porcentaje de gestaciones de las vacas en anestro después de dos servicios.

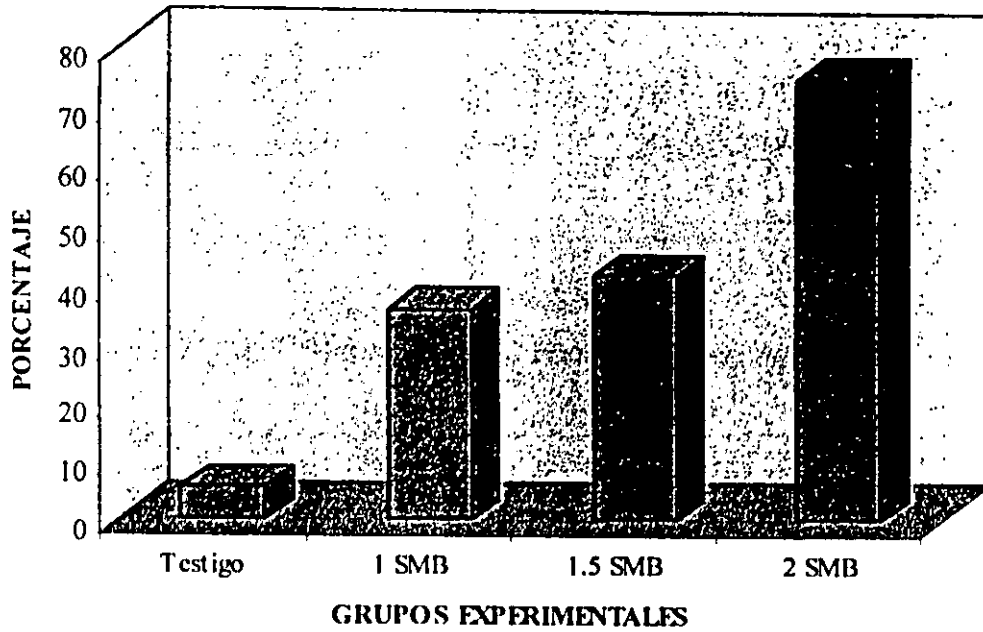
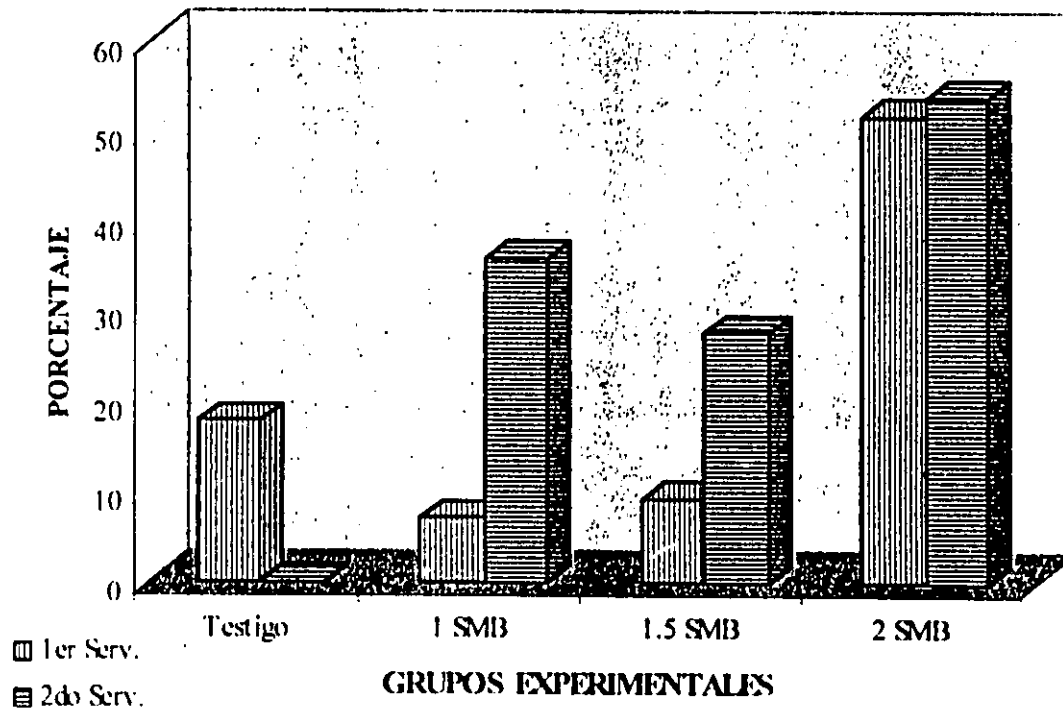


Gráfico 11. Porcentaje de gestaciones de las vacas tratadas con SMB sin tomar en cuenta su estado reproductivo después de dos servicios.



DISTRIBUCION DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS UTILIZADAS PARA DETERMINACION DE LA PROGESTERONA.

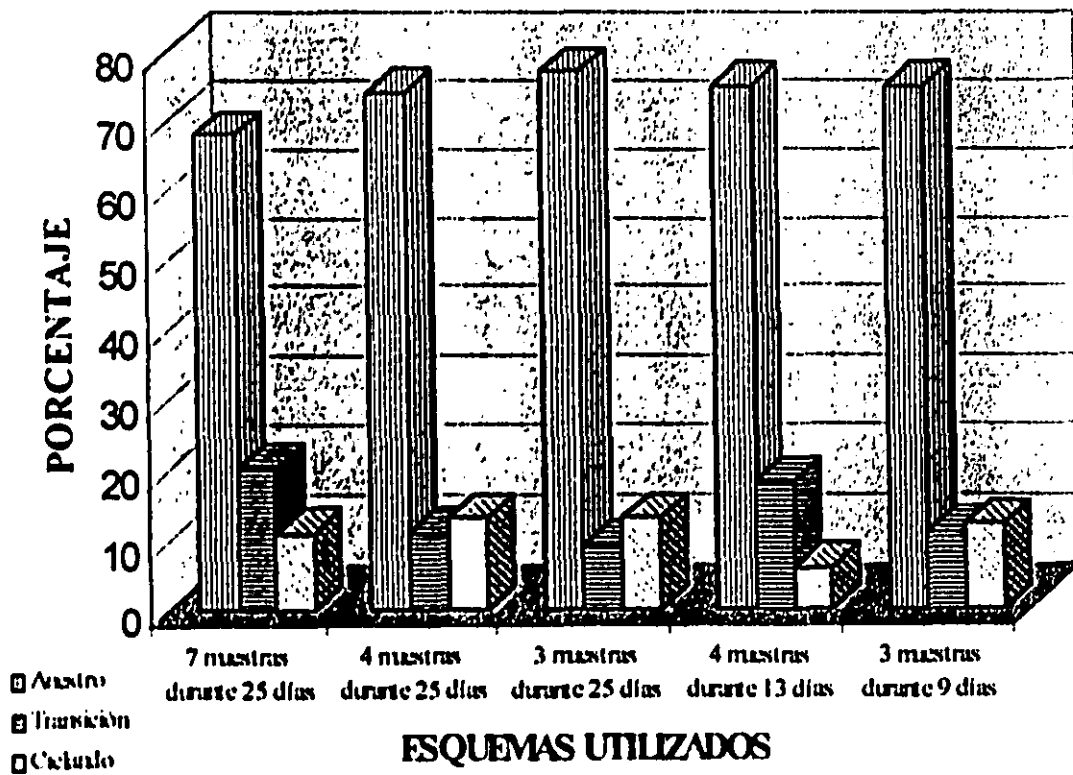
Con el fin de determinar las concentraciones de progesterona, a todos los animales se les colectó una muestra de leche 2 veces por semana durante 25 días, desde la selección hasta el inicio del tratamiento, Tomando en cuenta esto, se realizó un análisis estadístico con el objeto de determinar que proporción de vacas se hubiera encontrado cuando se reducía el número de muestras y el número de días; cuando se tomaron 7 muestras se encontraba más precisión para su estado reproductivo, si los animales se encontraban en anestro, ciclando o en transición que cuando se utilizaban 4 ó 3 muestras y también cuando se reducía el número de días de 25 a 13 ó 9 días; no se encontró diferencia estadísticamente significativa si se hubieran usado 4 ó 3 muestras comparadas con 7 muestras para los grupos de anestro y transición ($p > 0.05$) y no se encontró en 4 contra 3 muestras cuando se tomaron durante 25 días ($p > 0.05$); se encontró diferencia para las que se encontraban ciclando cuando se usaron 3 muestras sin reducción de días y las de transición de 4 muestras con reducción de 13 días ($p < 0.05$) (Cuadro 12).

CUADRO 12. PORCENTAJE DE VACAS EN ANESTRO, TRANSICION Y CICLANDO DE ACUERDO CON LA TOMA DE MUESTRA.

Estado Reproductivo	7 muestras durante 25 días	4 muestras durante 25 días	3 muestras durante 25 días	4 muestras durante 13 días	3 muestras durante 9 días
Anestro	68.10% ^a	74.5% ^a	77.2% ^a	75.45% ^a	75.45% ^a
Transición	11.8% ^a	13.60% ^a	13.60% ^a	6.36% ^b	12.72% ^a
Ciclando	20.00% ^a	11.80% ^a	9.00% ^b	18.18% ^a	11.81% ^a

Valores con la misma literal entre columnas de la misma hilera, no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$)

Gráfico 11. Porcentaje de respuesta obtenida de acuerdo con los esquemas utilizados



VII. DISCUSION

De los resultados obtenidos en el comportamiento reproductivo dentro de los distintos municipios analizados, se encontró que hay diferencias entre ellos, pero no se puede tomar muy en cuenta porque aunque las condiciones de manejo, nutrición y climatológicas de cada entidad son diferentes (Moro *et al.*, 1994; Anta *et al.*, 1989-a), los resultados obtenidos no evalúan las condiciones de cada entidad ya que fueron pocas las observaciones y se realizaron durante el transcurso de un año; para tal fin se hicieron los grupos de tal manera que fueran lo más uniforme posible dentro de cada uno de los municipios para minimizar el efecto de la explotación ganadera o rancho.

De acuerdo con los resultados de las palpaciones efectuadas se tiene que la sensibilidad y especificidad de una prueba diagnóstica son características intrínsecas de un examen dado, esto cambia cuando el método es modificado por sí mismo, o cuando las características del evento son evaluadas en tal forma que llegan a ser más fáciles o más difícil detectar (Galen, 1979). En este estudio, la sensibilidad y especificidad de la palpación rectal para detectar la presencia de un cuerpo lúteo fueron similares en los dos exámenes (antes de la selección y del tratamiento), esto indica que la probabilidad de detectar un cuerpo lúteo no es diferente, pero el presente estudio también demuestra los hallazgos a la palpación rectal no coinciden con la determinación de las concentraciones de progesterona, esto quizás sea debido a la presencia de cuerpos lúteos morfológicos que no producen cantidades significativas de progesterona. Por tal motivo es más fácil

detectar a una vaca en anestro a la palpación que una vaca que se encuentra ciclando (Gutiérrez *et al.*, 1996).

El presente trabajo evaluó la actividad ovárica de las vacas por radioinmunoensayo para determinar si estaban en anestro o ciclando cuando el tratamiento era iniciado, además se encontraron algunas vacas que presentaban elevaciones esporádicas de progesterona, se piensa que antes de que una vaca empiece a iniciar sus ciclos estrales normales después de haber parido comienza con una etapa de transición o de ciclos estrales cortos como lo es también observado en la vaca dedicada a la producción de carne que amamanta (Odde *et al.*, 1981) Asimismo, este mismo comportamiento se ha encontrado en vaquillas prepúberes (Gutiérrez *et al.*, 1994). Por lo cual podemos decir que algunas vacas en anestro presentan un período de transición caracterizado por elevaciones esporádicas de progesterona y una acumulación de folículos pequeños que indica una aceleración en el reclutamiento de folículos ya que alguno de ellos está destinado a convertirse en folículo dominante (Gutiérrez *et al.*, 1994).

Se obtuvo un alto porcentaje de vacas que presentaron un cuerpo lúteo funcional 10 días posinseminación en los grupos donde se incrementó la dosis del progestágeno (grupos 3 y 4). Trabajos previos en vacas tratadas con bajas dosis de progesterona que imitan a una fase luteal deficiente, están asociados con una fertilidad baja (Quiroz *et al.*, 1996), se piensa que la secreción de los pulsos de LH fue incrementada al igual que el desarrollo folicular, el tratamiento con grandes dosis de progesterona reduce la secreción de LH (Roberson *et al.*, 1989; Bergfeld *et*

al., 1996) y estradiol circulante (Kojima *et al.*, 1992) de vacas que se encuentran ciclando. Sería benéfico realizar experimentos con el propósito de analizar lo que está ocurriendo realmente con la frecuencia de pulsos y concentraciones de LH y estradiol en las vacas que se encuentran en anestro que se les ha administrado grandes dosis de progestágenos, al igual que evaluar su dinámica folicular antes y durante el tratamiento.

También el presente trabajo evaluó la condición corporal antes de iniciar el tratamiento, teniendo dos grupos; uno de alta (buena) y otro de baja (mala) condición corporal (C.C.); sin tomar en cuenta los grupos experimentales, el lote de vacas que tiene alta condición corporal tiene una mejor respuesta, que las que tiene una baja C.C. La condición corporal tiene influencia sobre el comportamiento reproductivo y la tasa de gestación; vacas delgadas tienen intervalos posparto más largos (Randel, 1990; Makarechian and Arthur, 1990) y por tal motivo no responden al momento de finalizado el tratamiento, resultando en una tasa de gestación más baja (Wettemann, 1994). Además, las condiciones de alimentación en el trópico son diferentes, y las escalas de clasificación existentes para animales de climas templados se utilizan indistintamente para evaluar la condición corporal de los bovinos en el trópico y los resultados son comparables. Así mismo, investigaciones preliminares han señalado que una excesiva condición corporal (4 puntos o más en escala de 1 a 5) ó inadecuada (< 2 puntos en escala de 1 a 5) al parto reduce los índices de fertilidad subsecuente. De igual manera, la pérdida y también la ganancia de un punto en la condición corporal, después del parto afecta

significativamente la fertilidad en las vacas que tenían buena condición corporal, previo a este evento, afectándose también la salud general del animal (Dominguez, 1996).

Trabajos previos en los cuales el valerato de estradiol se ha utilizado como sincronizador de estros en las vacas en anestro para que inicien su actividad estral, al parecer está presente los 9 días del tratamiento (McGuire *et al.*, 1990), y se prolonga después del retiro de los implantes, esto podría ser la razón por la que se presentan estros falsos o anovulatorios como ocurrió en el presente trabajo. La incidencia de estros sin ovulación esta muy bien documentada, se han reportado irregularidades en la manifestación de conducta estral, después del uso de norgestomet más estradiol, en combinación con suero de yegua preñada (PMSG) en ganado cruzado de *Bos indicus* x *Bos taurus* (McGowan *et al.*, 1992).

Estudios previos que han evaluado la eficiencia en el porcentaje de animales que muestran signos de estro tratados con valerato de estradiol y norgestomet, se encuentran en un rango de un 77 a un 100% (Beal *et al.*, 1984; Odde, 1990) con una fertilidad variable debido a que no todos son ovulatorios (McDougall *et al.*, 1992). La presencia de estros en los grupos donde se incrementó la dosis de progestágenos (grupos 3 y 4) fue diferente con respecto al tradicional (Grupo 2) y también se encontró diferencia para la formación de cuerpos lúteos en el grupo de 2 implantes con respecto a los demás. El autor piensa que se deba a un estímulo en el cambio de la frecuencia de pulsos de LH y la liberación de una oleada de la misma que induzca la ovulación, resultando en mejoría de la fertilidad como

ocurre en vacas que se encuentran ciclando (Odde, 1990; Fanning *et al.*, 1992; Bergfeld *et al.*, 1996)

Como consecuencia, en las vacas tratadas con un implante de norgestomet (6 mg) se desarrollan folículos persistentes y al aumentarse la dosis a 1½ y 2 implantes resulta en la regresión de estos folículos persistentes (Savio *et al.*, 1993). El desarrollo de estos folículos persistentes en vacas en anestro quizás sea el resultado de grandes frecuencias de liberación de pulsos de LH, lo contrario al incrementarse las dosis de norgestomet que suprime las frecuencias de pulsos de LH en vacas ciclando (Sánchez *et al.*, 1995) y 17β- estradiol (Roberson *et al.*, 1989).

En este trabajo los porcentajes de ciclicidad y gestaciones más elevados fueron en los grupos 3 (1½ Implante) y 4 (2 Implantes.); esto se puede confrontar con resultados anteriores en donde se ha reportado que tratamientos con 6 mg de norgestomet para la sincronización de estros (en vacas en anestro) aumentan la secreción de 17β- estradiol comparado con los bajos niveles que se presentan en vacas con cuerpo lúteo (Kojima *et al.*, 1992).

Por lo tanto al incrementar la dosis de norgestomet desde el inicio del tratamiento (grupo 4) ó a mitad del mismo (grupo 3) sobre el régimen de Syncromate-B puede dar como resultado altas tasas de preñez en comparación con vacas que reciben dosis bajas de norgestomet (Odde, 1990, Fanning *et al.*, 1992). Los porcentajes de respuesta para los grupos 1 y 2 en este trabajo fueron similares a los reportados por Porras y Galina (1993), Menéndez y Robles (1977) al utilizar 1 implante de norgestomet (6 mg) y valerato de estradiol los cuales obtuvieron entre 20 y 30% de

gestaciones, resultados similares a los obtenidos por Quiroz y Ordaz (1996) los cuales utilizaron la mitad de un implante (SMB y Crestar) con la aplicación de PMSG. Resultados más elevados fueron obtenidos por Briones *et al.* (1996) y por Anderson *et al.* (1982), cuando combinaron el tratamiento de norgestomet con GnRH y obtuvieron entre 40 y 65% de gestaciones, otra combinación que obtuvo resultados similares fue la reportada por Piotrowski (1994) el cual utilizó PGF₂ α y norgestomet. Los grupos en los cuales se les incrementó la dosis del progestágeno podrían ser parcialmente comparados con trabajos previos utilizando un incremento en las dosis de progesterona natural PRID (artefacto intravaginal de liberación de progesterona, por sus siglas en inglés) que fueron realizados en vacas ciclando (Wehrman *et al.*, 1993) obteniéndose un porcentaje de gestaciones de un 76.8% cuando se administraron 2 PRIDS contra un 53.3% con un solo PRID. Con el esquema que se utilizó para determinar la proporción de animales que se encontraban ciclando, en transición y en anestro antes del tratamiento, no se encontró diferencia en reducir el número de muestras. Esto posiblemente sea debido a que al analizar las muestras se encontraron con vacas que presentaron ciclos estrales cortos. Cuando se usaron solo cuatro muestras todavía se podía determinar el número de animales ciclando sin diferencia, pero al reducirse a tres muestras durante los 25 días que duró la selección, si se encontró diferencia. Como habíamos mencionado anteriormente, hay vacas que antes de iniciar con un ciclo estral regular posiblemente inicien con ciclos estrales cortos ó elevaciones esporádicas de progesterona (Gutiérrez *et al.*, 1994).

VIII. CONCLUSIONES

1. La utilización de dos implantes de 6 mg de norgestomet y una solución inyectable de 2 ml que contiene 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet, es más eficaz en la resolución del anestro posparto de vacas de doble propósito, que la utilización de un solo implante y la solución inyectable, debido a que se incrementan los porcentajes de gestación a primer servicio.
2. El incremento en dosis del progestágeno resulta mas eficaz cuando las vacas se encuentran en una etapa de transición y ciclando en posparto que tengan una buena condición corporal que cuando se encuentran en anestro posparto y una baja condición corporal.
3. El porcentaje de gestación tanto a primer servicio como a segundo de las vacas en anestro, es más alto en el tratamiento de 2 implantes que en el tratamiento de un implante.
4. Aunque la aplicación de dos implantes significa elevar el costo del tratamiento, esto se vuelve redituable al incrementarse las tasas de inducción a la ciclicidad, el porcentaje de gestaciones y la reducción de dosis de semen por concepción, ya que un número alto de animales queda gestantes desde el primer servicio.
5. La utilización de un esquema de muestreo que utilice 4 ó 3 muestras de leche para analizarlas por radioinmunoensayo reduce los costos de laboratorio y se optimiza más el material y el tiempo.

X. LITERATURA CITADA

1. Adams, G.P. Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle. Implications for synchronization & superstimulation. *Theriogenology*. 40: 19-24. 1994.
2. Anderson, G.W., Babonis, G.D., Riesen, J.W., and Woody, C.O. Control of estrus and pregnancy in dairy heifers treated with Syncro-Mate-B. *Theriogenology*. 17: 623-633. 1982.
3. Aluja, A. and McDowell, R.E. Decision making by livestock/crop small holders in the state of Veracruz, Mexico. Cornell International Agriculture Mimeograph, Cornell University, Ithaca, New York. 1984.
4. Anta, E., Rivera, J.A., Galina, C., Porrás, A., y Zarco, L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos II. Parámetros Reproductivos. *Veterinaria México*. 20: 11-18. (1989-a).
5. Anta, E., Rivera, J.A., Galina, C., Porrás, A., y Zarco, L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos III. Factores que la afectan. *Veterinaria México*. 20: 19-25. (1989-b).
6. Bastidas, P., Troconiz, J., Verde, O., and, Silva, O. Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. *Theriogenology*. 21: 289-294. 1984.
7. Beal, W.E., Good, G.A., and Peterson, L.A. Estrous synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with Syncro-Mate-B or norgestomet and alfaprostol. *Theriogenology*. 22: 59-66. 1984.
8. Beck, T.W., Smith, V.G., Seguin, B.E. and Convey, E.M. Bovine serum LH, GH and prolactin following chronic implantation of steroids and subsequent ovariectomy. *Journal of Animal Science*. 42: 461-466. 1976.

9. Bergfeld, E.G.M., Kojima, F.N., Cupp, A.S., Wehrman, M.E., Peters, K.E., Mariscal, V., Sanchez, T., and Kinder, J.E. Changing dose of progesterone results in sudden changes in frequency of luteinizing hormone pulses and secretion of 17 β -estradiol in bovine females. *Biology of Reproduction*. 54: 546-553. 1996.
10. Bishop, D.K. and Wettemann, R.P. Pulsatile infusion of gonadotropin-releasing hormone initiates luteal activity in nutritionally anestrous beef cows. *Journal of Animal Science*. 71:2714. 1993.
11. Bluntzer, J.S., Beverly, J.R., Harms, P.G., Fleeger, J.L., and Forrest, D.W. Effects of once daily suckling on return to estrus and pregnancy in postpartum primiparous brahman cows. *Animal Breeding Abstracts*. 124, 1989.
12. Bo, G.A., Adams, G.P., Gaccia, M., Martinez, M., Pierson, R.A., and Mapletoft, R.J. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Animal Reproduction Science*. 39: 193-204. 1995.
13. Briones, J.C., y González, S. Efecto del norgestomet y valerato de estradiol, en diferentes dosis sobre la respuesta a sincronización de celos y porcentaje de gestación en el ganado bovino bajo condiciones tropicales. *Tesis de licenciatura, FMV., Universidad Veracruzana*. 1996.
14. Choudary, J.B., Gier, H.T. and Marion, G.B. Cyclic changes in bovine vesicular follicles. *Journal of Animal Science*. 27: 468-471. 1968.
15. Crowe, M.A., Goulding, D., Baguisi, A., Boland, M.P., and Roche, J.F. Induced ovulation of the first *postpartum* dominant follicle in beef suckler cows using a GnRH analogue. *Journal of Reproduction and Fertility*. 99: 551-555. 1993.
16. Cupp, A.S., Kojima, A.F., Roberson, M.S., Stumpf, T.T., Wolfe, M.W., Werth, L.A., Kittkok, R.J., Grotjan, H.E. and Kinder, J.E. Increasing concentrations of 17 β -estradiol have differential effects on secretion of luteinizing hormone and

- follicle-stimulating hormone and amounts of messenger ribonucleic acid for gonadotropin subunits during the follicular phase of the bovine estrous cycle. *Biology of Reproduction*.52:2109-2118. 1995
- 17.Custer, E.E., Berardinelli, J.G., Short, R.E., Wehrman, M. and Adai, R. Postpartum interval to estrus and patterns of LH and progesterone in first-calf suckled beef cows exposed to mature bulls. *Journal of Animal Science*. 68: 1370-1377. 1990.
- 18.Domínguez, M.B. Factores que afectan el reinicio de la actividad ovárica posparto en ganado bovino. *Monografía, FMVZ., Universidad Veracruzana*. 1996.
- 19.Donaldson L.E. and Hansel, W. Cystic corpora lutea and normal and cystic graffian follicles. *Australian Veterinary Journal*. 44: 304-310. 1968.
- 20.Fanning, M.D., Spitzer, J.C., Burns, G.L., and Plyler B.B. Luteal function and reproductive response in suckled beef cows after metestrus administration of a norgestomet implant and injection of estradiol valerate with various dosage of injectable norgestomet. *Journal of Animal Science*.70: 1352-1356. 1992
- 21.Fortune, J.E. Bovine theca and granulosa cells interact to promote androgen production. *Biology of Reproduction*. 35: 292-299. 1986.
- 22.Galen S.R. New math in the lab. Predictive value theory. *Diagn. Med*. 31-39. 1979
- 23.Galina, C.S. and Arthur, G.H. Review of cattle reproduction in the tropics, 2. Parturition and Calving Intervals. *Animal Breeding Abstracts*. 57: 679-686 1989-a.
- 24.Galina, C.S. and Arthur, G.H. Review of cattle reproduction in the tropics, 3. Puerperium. *Animal Breeding Abstracts*. 57: 899-910. 1989-b.

25. Galina, C.S. and Arthur, G.H. Review of cattle reproduction in the tropics, 4. Oestrous cycles. *Animal Breeding Abstracts*. 58 697-707 1990.
26. Gill J.L. Design and analysis of experiments in the Animal and Medical Sciences. *The Iowa State University press /Ames, Iowa, U.S.A.* 1978.
27. Ginther, O.J., Kastelic, J.P., and Knopf, L. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Animal Reproduction Sciences*. 20: 187-200. 1986.
28. Gutiérrez, C. Zarco, L., Galina, S., Rubio I, and Basurto, H. Predictive value of palpation per rectum for detection of the CL in Zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. *Theriogenology*. 46:471-479. 1996
29. Gutierrez, C., Galina, C., Zarco, L., and Rubio, I. Patterns of follicular growth during prepuberal anoestrus and transition from anoestrus to oestrous cycles in *Bos indicus* heifers. *Advances in Agricultural Research*. 3: 001-011. 1994.
30. Hopkins, S.M. Bovine Anestrous. Current Therapy in Theriogenology D.A. Morrow (Editor). *W.B. Saunders Company, Philadelphia*. 247-250. 1980
31. Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), *Los municipios de Veracruz*. Vol: 20. 1988
32. Ireland, J.J. Coulson, P.B. and Murphree, R.L. Follicular development in four stages of the estrous cycle of beef cattle. *Journal of Animal Science*. 49: 1261-1269. 1979.
33. Ireland, J.J. and Roche, J.F. Hypotheses regarding development of dominant follicles during a bovine estrous cycle. In Roche y D.O. Callaghan (Editors). Follicular growth and ovulation rate in farm animals. *Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht*. Pp. 1-18. 1987.

34. Jolly, P.D., McDougall, S., Fitzpatrick, L.A., Macmillan, K.Z., and Entwistle, K.W. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*. 49: 477-492. 1995.
35. Jolly, P.D., Mc Sweeney, C.S., Schlink, A.C., Houston, E.M., and Entwistle, K.W. Reducing post-partum anoestrous interval in first-calf *Bos Indicus* crossbred beef heifers III. Effect of nutrition on responses to weaning and associated variation in metabolic hormone levels. *Australian Journal of Agricultural Research*. 47: 927-942. 1996.
36. Kojima, N., Stumpf, T.T., Cupp, A.S., Werth, L.A., Roberson, M.S., Wolfe, M.W., Kittok, R.J., and Kinder, J.E. Exogenous progesterone and progestins as used in estrous synchrony regimens do not mimic the corpus luteum in regulation luteinizing hormone in 17β -estradiol in circulation of cows. *Biology of Reproduction* 47: 1009-1017. 1992.
37. Laflamme, L.F., and Connor, M.L. Effect of postpartum nutrition and cow body condition at parturition on subsequent performance of beef cattle. *Canadian Journal of Animal Sciences*. 72: 843-851. 1992.
38. Lamothe Z. C., Comunicación personal *Laboratorio de Radioinmunoensayo FMVZ. Universidad Veracruzana*. 1998.
39. Lucy, M.C., Thatcher, W.W. and Macmillan, K.L. Ultrasonic identification of follicular populations and return to estrus in early postpartum dairy cattle given intravaginal progesterone for 15 days. *Theriogenology* 34 :325-333. 1990.
40. Lucy, M.C., Savio, J.D., Badinga, L., De La Sota, R.L., and Thatcher, W.W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal of Animal Science*. 70: 3615. 1992.

41. Makerechian, M., and Arthur P.F. Effects of body condition and temporary calf removal on reproductive performance of range cows. *Theriogenology*. 34: 435-443. 1990.
42. Matton, P., Adalakoun, V., Coutre, Y., and Dufour, J.J. Growth and replacement of the bovine ovarian follicles during the estrus cycle. *Journal of Animal Science*. 72:843-851. 1992.
43. McDougall, S., Burke, C.R., Macmillan, K.L., Williamson, N.B. The effect of pretreatment with progesterone on the oestrous response to estradiol-17 β benzoate in the post-partum dairy cow. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 52:157-160. 1992
44. McDougall, S., Burke, C.R., Macmillan, K.L., and Williamson, N.B. Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. *Research in Veterinary Science*. 58: 212-216. 1995.
45. McGuire, W.J., Larson, R.L. and Kiracofe, G.H.. Synchronate-B induces estrus in ovarieyomized cows and heifers. *Theriogenology*. 34: 33 - 37. 1990
46. McGowan, M.R.; Carroll, C.L. and Davies, F.J. Fixed time insemination of *Bos indicus* heifers following the use of sychromate-B (SMB) to synchronize estrus *Theriogenology* 37: 1293-1298. 1992
47. Mead, R., Curnow, R.N. and Hasted, A.M. Statistical methods in agriculture and experimental biology. *Second Edition Chapman & Hall* 1993.
48. Menéndez, T.M., and Robles, B.C. Sincronización del estro en vacas cebú con y sin suplemento de melaza más urea. *Tecnica Pecuaria México*. 39:15. 1977.
49. Moor, R.M., Gier, H.T. and Mairon, G.B. Cyclic changes in bovine vesicular follicles. *Journal of Animal Science*. 27: 468-471. 1968.

- 50.Moor, R.M., Kruij, Tham., and Green, D. Intraovarian control of folliculogenesis: Limits to Superovulation? *Theriogenology* 21:103-116. 1984.
- 51.Moro, J., Castañeda, O.G., Ruiz, F. y Román, H. Aplicación de un sistema de registro de la producción en ganaderías de doble propósito. *VII Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del estado de Veracruz*. Veracruz, México. 1994.
- 52.Murphy, M.G., Boland, M.P., and Roche, J.F. Pattern of follicular growth resumption of ovarian activity in postpartum beef suckler cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 90: 523-533. 1990.
- 53.Navarro Fierro, R. Introducción a la Bioestadística. Análisis de Variables Binarias. *Ed Mc Graw Hill*.1988
- 54.Odde, K.G. A review of synchronization of estrous in postpartum cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 817-830. 1990.
- 55.Odde, K.G., Ward, H.S., Kiracofe, G.H. McKee, R.M., and Kittok, R.J. Short estrous cycles and associated serum progesterone levels in beef cows. *Theriogenology*. 14: 105-113. 1981.
- 56.Pierson, R.A., and Ginther, O.J. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology*. 21:495-505. 1984.
- 57.Piotrowski, J.R. Estrous synchronization comparisons by product and method. *Agriculture Practice*. 15:29-33. 1994.
- 58.Porras, A., y Galina, C. Control del estro en ganado *Bos indicus* en condiciones tropicales: Efecto de la utilización del norgestomet combinado con estrógenos. *Archivos latinoamericanos de producción animal*; 2: 175-185.1993.

59. Quiroz, A.R., y Ordaz, C.A. Comparación de dos tipos de implantes de norgestomet para indicar y sincronizar estros en ganado bovino. *Tesis de licenciatura, FMVZ. Universidad Veracruzana*. 1996.
60. Rahe, C.H., Owens, R.E., Fleeger, J.L., Newton, H.J., and Harms, P.G. Pattern of plasma luteinizing hormone in the cyclic cow: Dependence upon the period of the cycle. *Endocrinology*. 107: 498-503. 1980.
61. Rajakoski, R. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special refernce to seasonal cyclical and left-right variations. *Acta Endocrinologica (Kbh) (Supplement) 52: 7-67*. 1960.
62. Ramírez Iglesia, L., Soto Balloso, E., González Stangnaro, C., Soto Castillo, G., and Rincón Urdaneta, E. Factors affecting postpartum ovarian activity in crossbred primiparous tropical heifers. *Theriogenology*. 38: 449-460. 1992.
63. Randel, R.D., Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first calf Brahman x Herford heifers. *Journal of Animal Science*. 53: 755-760. 1981.
64. Randel, R.D., Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 853-862. 1990.
65. Richards, M.W., Wettemann, R.P. and Schoenemann, H.M. Nutritional anestrus in beef cows: Body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. *Journal of Animal Science*. 67:1520. 1989.
66. Roberson, M.S., Wolfe, M.W., Stumpf, T.T., Kittok, R.J., and Kinder, J.E. Luteinizing hormone secretion and corpus luteum function in cows receiving two levels of progesterone. *Biology of Reproduction*. 41: 997-1003. 1989.
67. Roberts, S.J. Veterinary Obstetrics and Genital Diseases. *Theriogenology*. Published by the author. Woodstock, Vermont. 1986.

68. Roche, J.F., Crowe, M.A. and Boland, M.P. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Animal Reproduction Science*. 28:371-378. 1992
69. Sánchez, T., Wehrman, M.E., Kojima, N., Cupp, A.S., Bergfeld, E.G., Peters, E.K., Mariscal, V., Kittok, R.J., and Kinder, J.E. Dosage of the synthetic progestins, norgestomet, influences luteinizing hormone pulse frequency and endogenous secretion of 17 β -estradiol in heifers. *Biology of Reproduction*. 52: 464-469. 1995.
70. Savio, J.D., Keenan, L., Boland, M.P. and Roche, J.F. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*. 83: 663-670. 1988.
71. Savio, J.D., Boland, M.P., Hynes, N., and Roche, J.F. Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. *Journals of Reproduction and Fertility*. 88: 569-579. 1990.
72. Savio, J.D., Thatcher, W.W., Morris, G.R., Entwistle, K., Drost, M., and Mattiacci, M.R. Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 98: 77-84. 1993.
73. SAS/STAT guide for personal computers, Version 6.03 SAS Institute Inc. Cary North Carolina. USA. 1991
74. Schallenberger, E. Gonadotrophins and ovarian steroids in cattle. III Pulsatile changes of gonadotrophins concentrations in the jugular vein postpartum. *Acta Endocrinologica*. 109: 37-43. 1985
75. Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli and Custer, E.E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 799-816. 1990.

76. Sirois, J. and Fortune, J.E. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biology of Reproduction*. 39: 308-317. 1988.
77. Sirois, J. and Fortune, J.E. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: A model for studying ovarian follicular dominance. *Endocrinology* 127: 916. 1990.
78. Smith, M.F., Lishman, A.W., Lewis, G.S., Harms, P.G., Ellersieck, M.R., Inskip, E.K., Wiltbank, N.J., and Amoss, M.S. Pituitary and ovarian responses to gonadotropin releasing hormone, calf removal and progestogen in anestrous beef cows. *Journal of Animal Science*. 57: 418-426. 1983.
79. Srikandakumar, A., Ingraham, R.H., Ellsworth, M., Archibald, L.T., Liao, A. and Godke, R.A. Comparison of solid-phase, no extraction radioimmunoassay for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenology*. 26: 779. 1986.
80. Stumpf, T.T., Wolfe, M.W., Day, M.L., Stotts, J.A., Wolfe, P.L., Kittok, R.J., and Kinder, J.E. Effect of 17β -estradiol on the preovulatory surge of LH in the bovine female. *Theriogenology*. 36: 201-207. 1991.
81. Stumpf, T.T., Roberson, M.S., Wolfe, M.W., Hamernik, D.L., Kittok, R.J., and Kinder, J.E. Progesterone, 17β -estradiol and opioids/neuropeptides modulate pattern of LH in circulation of the cow. *Biology of Reproduction*. 49: 1096-1102. 1993.
82. Taylor, C., Rajamahendran, R. and Walton, S.J. Ovarian follicular dynamics and plasma luteinizing hormone concentrations in norgestomet-treated heifers. *Animal Reproduction Science*. 32: 173-184. 1993.

83. Tegegne, A., Entwistle, K.W., and Mukasa-Mugerwa, E. Effects of supplementary feeding and suckling intensity on postpartum reproductive performance on Small East African Zebu cows. *Theriogenology*. 38: 97-103. 1992.
84. Vizcarra, J.A., Wettemann, W.P., Lusby, K.S., Selk, G.E., and Yelich, J.V. Body condition score is a precise tool to evaluate beef cows. *Animal Sciences Research Report*. 201-205: 1995
85. Wehrman, M.E., Roberson, M.S., Cupp, A.S., Kojima, F.N., Stumpf, T.T., Werth, L.A., Wolfe, M.W., Kittok, R.J. and Kinder, J.E. Increasing exogenous progesterone during synchronization of estrus decreases endogenous 17 β -estradiol and increases conception in cows. *Biology of Reproduction*. 49: 214-220. 1993.
86. Wettemann, R.P. Precalving nutrition/Birth weight interaction and rebreeding efficiency. *Animal Science Research Report*. Oklahoma State University. 1994.
87. Williams, G.L. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *Journal of Animal Science*. 68: 831-852. 1990.
88. Williams, G.L. and Griffith, M.K. Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*. 49:473-475. 1995.
89. Wiltbank, J.N., Rowden, W.W., Ingalls, J.E., and Zimmerman, D.R., Influence of postpartum energy level on reproductive phenomenon of mature hereford cows. *Journal of Animal Science*. 23:1049-1053. 1964.
90. Ying, S-Y. Inhibins, activins and follistatins: gonadal proteins modulating the secretion of follicle stimulating hormone. *Endocrine Reviews*. 9:267-292. 1988.