



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia**

**Niveles Séricos de Progesterona en Vacas  
Indobrasil (Bos indicus) durante los Meses  
de Noviembre a Febrero en el Trópico**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
BIBLIOTECA - UNAM

**Tesis Profesional**

Para obtener el Título de  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P r e s e n t a**

**IVETTE RUBIO GUTIERREZ**



**Asesores: MVZ Carlos Galina Hidalgo  
MVZ Francisco Escobar Medina  
MVZ Ricardo Navarro Fierro**

**México, D. F.**

**1985**



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.

**NIVELES SERICOS DE PROGESTERONA EN VACAS INDOBRASIL  
( BOS INDICUS ) DURANTE LOS MESES DE NOVIEMBRE  
A FEBRERO EN EL TROPICO**

**Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
de la  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Para la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista  
por**

**Ivette Rubio Gutiérrez**

**Asesores**

**MVZ Carlos Galina Hidalgo**

**MVZ Francisco Escobar Medina**

**MVZ Ricardo Navarro Fierro**

**México, D. F.**

**1985**

**DEDICATORIA**

**A MIS PADRES**

**Dr. Horacio Rubio Palacios  
Dra. Velia Gutiérrez de Rubio**

**Con profundo cariño y admiración**

**A MIS HERMANOS**

**Velia y Horacio**

**Con cariño.**

## AGRADECIMIENTOS.

A mis asesores M.V.Z. Phd. Carlos Galina Hidalgo y M.V.Z. Ricardo Navarro Fierro, por su infinita paciencia, orientación y apoyo.

Al Personal Técnico, Administrativo y de Campo del - Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (C.I.E.E.G.T.) por su colaboración y amistad.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la -- Q.F.B. MSc. Bertha Ramírez Andrade, por su participación en el desarrollo del radioinmunoanálisis de este trabajo.

Al M.V.Z. Raymundo Martínez Peña y M.V.Z. Phd. Luis Zarco Quintero, por su valiosa ayuda.

A mis compañeros y amigos Víctor Noffal, Marco A. - Soto, Arturo Caraveo e Ignacio Román, por sus comentarios, apoyo y amistad.

A la Srita. Antonieta Carrillo Mascorro, por su desinteresada colaboración y amistad.

A Víctor Hernández Chávez, por su entusiasmo y amistad.

Y a todas las personas que contribuyeron de alguna manera a la realización de esta tesis.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	17
RESULTADOS.....	23
DISCUSION.....	28
LITERATURA CITADA.....	34
FIGURAS Y CUADROS.....	45

## RESUMEN

RUBIO GUTIERREZ IVETTE. Niveles séricos de progesterona en vacas Indobrasil (Bos indicus) durante los meses de noviembre a febrero en el trópico. (Bajo la dirección de Carlos Galina Hidalgo, Francisco Escobar Medina y Ricardo Navarro Fierro).

El presente estudio fue realizado en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, dependiendo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, localizado en el estado de Veracruz. Se realizó durante los meses de noviembre de 1983 a febrero de 1984. Se utilizaron 25 vacas Indobrasil. El experimento se dividió en 2 periodos: I) noviembre-diciembre; II) enero-febrero. En el periodo I los animales fueron palpados por vía rectal para diagnosticar cuerpo lúteo activo; 24 de las vacas presentaron dicha estructura y posteriormente fueron inyectadas con 25 mg de prostaglandina  $F_2\alpha$  ( $PGF_2\alpha$ ) por vía intramuscular y fueron inseminadas 72 horas después, quedando el 8% gestantes. En el periodo II este mismo procedimiento se llevó a cabo con los 22 animales que no quedaron gestantes del periodo I. Se tomaron muestras sanguíneas por vía caudal cada tercer día durante los cuatro meses de estudio de todos los animales. Los niveles de progesterona fueron evaluados por radioinmunoanálisis, resultando valores de 3.40 ng/ml y 1.83 ng/ml para va -

cas gestantes y no gestantes respectivamente. Los valores de progesterona fueron evaluados por análisis de varianza, encontrándose una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) desde el día 16 después de la inseminación artificial entre vacas gestantes y no gestantes. Asimismo se comparó la disminución de los niveles de progesterona después de aplicar la  $\text{PGF}_2\alpha$  en las sincronizaciones de noviembre y enero, encontrándose una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) en los niveles promedio durante los 5 días posteriores a la aplicación.

## INTRODUCCION

En los países de la zona tropical del mundo la demanda de proteínas de origen animal está constantemente en aumento debido principalmente al crecimiento poblacional. Existen en esta área con diferentes condiciones climáticas y edafológicas, alrededor de 90 países con una extensión de 51 millones de km<sup>2</sup> y una población aproximada de 1,200 millones de habitantes, que representan el 37% del total mundial. Asimismo se encuentran en esta región tropical el 40% de los bovinos y búfalos, el 30% de los ovinos y el 50% de los caprinos, sin embargo, debido a su baja productividad, contribuyen únicamente en proveer aproximadamente el 25% de las necesidades de leche y el 50% de las de carne de la población mundial (17).

Es importante considerar que el principal potencial de expansión para la producción de alimentos está ubicado en las regiones tropicales y sub-tropicales, las cuales no solamente permiten aumentar la producción vegetal, sino también constituyen el principal recurso para el mejoramiento y la expansión de la producción ganadera (17).

La eficiencia reproductiva del ganado bovino en el área tropical es baja (17), y se ve reflejado por los bajos índices reproductivos, como son: porcentaje de pariciones entre un 50% y 60%, edad a pubertad de novillas entre 2 y 3 años e intervalos entre partos de 460 días (32). Estos bajos valores de producción para el trópico, han impedido el incre

mento en la producción de carne y leche en toda América Latina (49).

Desde el punto de vista climatológico, México se puede dividir en tres grandes regiones: la región árida, la húmeda y la templada, que ocupan el 54%, 23% y 33% del territorio nacional (15).

La región tropical húmeda cuenta con una superficie de 45 millones de hectáreas de las cuales más de 11 millones son de pastizales. Abarca toda la franja que bordea el Golfo de México y se caracteriza por la precipitación pluvial, que pasa de los 1 000 mm anuales en la zona norte. En la región del Golfo de Veracruz las actividades pecuarias se desarrollan en una zona donde existe una época de lluvias claramente definida (de mayo a junio y de octubre a noviembre) a la que suceden los vientos cargados de humedad denominados "nortes" de diciembre a marzo.

En relación a las características genéticas del ganado bovino la raza predominante es el cebú, principalmente el Brahman e Indobrasil y en los predios especializados en la producción de leche, en el estado de Veracruz, se ha extendido la cruce de cebú con Pardo Suizo (15).

Diversos autores (22, 52) han sugerido que las vacas en la zona tropical húmeda presentan una tendencia a la estacionalidad reproductiva muy marcada, por lo que se deben

de considerar los factores que influyen en ésta, pudiéndose clasificar en: A. Climáticos y B. Biológicos:

A. Climáticos

1. Factores Meteorológicos

- a) Clima y cambios estacionales en fotoperíodo, temperatura, humedad y precipitación.
- b) Estado del tiempo.
- c) Microclima impuesto por el hombre.

2. Nutrición: influencia en la disponibilidad de forraje en los distintos meses del año.

B. Biológicos

- 1. Formas de vida que interactúan de manera indeseable o fatal: infecciones, endoparásitos, ectoparásitos.
- 2. Interacción con el hombre.

C. Todos aquellos factores que alteren la homeostasis del animal, lo cual va a tener repercusión en la función reproductiva de este (37).

La respuesta al fotoperíodo es producto de una necesidad derivada de la evolución. La relación entre la estación reproductiva y la longitud de la gestación es tal que permite el parto en la época del año cuando la nutrición y la temperatura son favorables para la sobrevivencia de la madre y de la cría. La domesticación ha ocasionado variación en la estacionalidad de cruzamientos (19, 29, 36, 68) y la manifes

tación o expresión de la variación dependerá de la latitud - y de otros factores ambientales como son la temperatura, la humedad y la lluvia en adición con las características genéticas (36).

El aumento de la actividad sexual ocurre durante el período en que se incrementa la longitud del día y la temperatura, y se presenta una baja de la actividad sexual que está relacionada con la disminución de éstas. La temperatura y la luz solar pueden afectar las funciones sexuales alterando el metabolismo general, ejerciendo esta última un efecto más específico sobre la actividad sexual (8).

Tucker (68) menciona que el fotoperíodo o la estación - tienen poco efecto en la secreción de gonadotropinas y en la fertilidad; sin embargo, al aumentar las horas luz se estimulan los índices de crecimiento, consumo de alimento y la producción de leche. De todas las hormonas medidas en el ganado, la prolactina es la que tiene mayor respuesta a los cambios de estación, temperatura ambiental y fotoperíodo, ya que su concentración es mayor en el verano, cuando la temperatura ambiental es alta y el fotoperíodo es más prolongado.

Por otro lado, McDonald (47) indica que la vaca doméstica no es estacional, y que parcialmente se encuentra libre - de los efectos de cambio de estación.

El ciclo estral tiene, en promedio una duración en la va

ca Bos taurus de  $21.3 \pm 3.7$  días y de  $20.2 \pm 2.3$  días en la novilla (47, 55). Christensen (18) informa que el promedio del ciclo estral en ganado Bos indicus es de  $22.0 \pm 2.6$  días y Vaca et al. (69) en México mencionan un promedio de  $20.1 \pm 1.7$  días.

Algunos autores mencionan que existen diferencias significativas en las características del ciclo estral debidas a la estación del año. Zakari et al. (76) encontraron un efecto estacional en la longitud del ciclo estral en vacas de las razas Bujani y Bokoloji, al presentar una mayor duración de los ciclos en la época seca y prelluviosa. De igual forma, Cug et al. (16) encontraron que las vacas cebú ciclan con mayor frecuencia en época de lluvias, que es cuando abunda el forraje. Sin embargo, Adeyemo et al. (4) en Nigeria, informan que no existen diferencias significativas entre razas, ni diferencias estacionales en la longitud del ciclo estral en vaquillas de las razas German Brown, Holstein-Friesian y Fulani (Bos indicus). Por otro lado, en Cuba, Fernández (23) menciona una variación de  $23.4 \pm 3.4$  días y  $23.16 \pm 2.6$  días en las épocas de lluvia y de sequía, respectivamente, en vacas Holstein, y en vacas  $F_1$  (Holstein x Cebú)  $21.12 \pm 1.4$  días en lluvia y  $21.72 \pm 1.5$  días en sequía.

La variación estacional en la longitud del ciclo es un aspecto controversial y es probablemente un reflejo de una interacción entre el animal, el observador y las condiciones

en las que han sido realizadas las observaciones (36).

La duración del estro en condiciones tropicales varía - desde 4.78 horas (8) hasta 22 horas (59), para ganado Bos indicus y de 11.36 (71) a 19.4 horas (73) para vacas Bos taurus.

Se ha observado que durante la estación seca y prelluviosa los signos de estro son poco manifiestos y tienen corta duración; por lo contrario en la época de lluvias y pre-seca, estos signos son más notables (76). Asimismo se ha encontrado, un porcentaje mayor de estros anovulatorios (8.4%) en comparación con los meses de invierno (3%) (52). Por otra parte, la ovulación sin estro detectado es más predominante durante los meses de invierno (31%) que durante el verano (22%) (36, 47).

Baker (10), menciona que la presentación del estro es mayor (50%) durante el verano y coincide cuando los animales tienen el mejor peso ( $\bar{X}$  227 kg.); esto indica que existe una correlación entre la presentación del estro y el peso del animal.

Los factores climáticos que pueden modificar la eficiencia reproductiva son temperatura, precipitación pluvial, humedad, presión y radiación (38). Mucha de la literatura concerniente a los efectos de la temperatura en el sistema reproductivo debe ser tratada con precaución, por varias razones. Primero, la temperatura y el fotoperíodo están correla -

cionados positivamente en muchas partes del mundo, y donde los estudios han sido llevados a cabo en condiciones naturales, es difícil distinguir qué proporción es debida a la temperatura o al fotoperíodo. Segundo, la temperatura modifica frecuentemente la ingestión de alimento y los cambios atribuidos a la temperatura pueden deberse realmente a la nutrición alterada. En tercer lugar en experimentos llevados a cabo en condiciones de laboratorio, los animales han sido expuestos a cambios más bruscos o mayores que los experimentados naturalmente (19, 38). A pesar de éstas limitaciones, existe evidencia de que la temperatura puede afectar la función reproductiva en el animal desde la aparición de la pubertad, concepción, calidad del semen y efectos indirectos en la producción de leche (19, 38).

Johnson (38) menciona que el ganado es básicamente tolerante al frío, lluvia, nieve, viento cuando tienen suficiente almacén de energía. Por otro lado, Young (75), informa que los animales mantenidos en condiciones adversas en invierno no consumen más alimento pero crecen más lentamente o producen menos leche por carecer de la energía disponible para los procesos productivos. Los efectos del "stress" por frío en ganado de carne parecen deberse primordialmente a la energía requerida para mantenimiento, gestación, desarrollo de la concepción y consecuentemente el peso del becerro al nacimiento. Si el nivel de alimentación es insuficiente y/o la proteína

es deficiente hay aumento en la incidencia del síndrome de debilidad del becerro al nacimiento en primavera (75).

Para definir los mecanismos endócrinos que pueden afectar la fertilidad en situaciones de temperatura elevada, se han realizado mediciones de progesterona y hormona luteinizante. La alta temperatura en el día de la inseminación, se correlaciona con concentraciones de progesterona mayores que las observadas alrededor del día en que se presentó el estro (28, 67). En apoyo a esto, Mills et al. (45) encontraron un aumento significativo en la progesterona plasmática en vaquillas expuestas a "stress" calórico continuo por tres días. La exposición crónica al calor en vacas lecheras también puede causar niveles de progesterona mayores en verano ( $7.54 \pm 0.98$  ng/ml) que en invierno ( $5.58 \pm 0.80$  ng/ml) (70), y la exposición en condiciones de laboratorio en vaquillas-Guernsey a 33°C por dos ciclos estrales, resultó en un incremento ( $P < 0.01$ ) en las concentraciones de progesterona plasmática durante la mayor parte del ciclo y parte del segundo (1). Stott et al. (65) menciona que el promedio mensual de progesterona plasmática en verano, en condiciones normales, es menor (2.8 ng/ml) que la concentración de la hormona en vacas mantenidas en condiciones con sombra (4 ng/ml) en la misma localidad. Estos resultados son confirmados en un estudio realizado por Rosenberg et al. (56), que indica que los niveles de progesterona durante el ciclo estral -

son significativamente ( $P < 0.025$ ) más bajos en el verano - (3.8  $\pm$  0.4 ng/ml) que durante el invierno (4.6  $\pm$  0.5 ng/ml) en vacas lecheras Friesian.

La longitud del ciclo estral se ve también afectada por la temperatura; este se prolonga hasta 25 días cuando la temperatura es mayor de 27°C, disminuyendo la duración, la intensidad del estro y la fertilidad (25). Los efectos del "stress" térmico sobre el estro son mediados probablemente por vía endócrina. La alta temperatura estimula el aumento en la secreción de la hormona adrenocorticotrófica (ACTH), y por lo tanto estimula un aumento de la secreción de progesterona por la glándula adrenal (28) y disminución de la secreción del pico preovulatorio de LH (44). Así el "stress" calórico, afecta el comportamiento sexual y la secreción de algunas hormonas que controlan la ovulación y el ciclo estral (68).

En la región del Golfo de México, las vaquillas de las vaquillas de las razas Indobrasil y Brahman (Bos indicus); Pardo Suizo y Charolais (Bos taurus), presentan el 40% de los partos en los meses de marzo, abril y mayo (22). Otros estudios indican que el ganado Brahman localizado en esta misma región muestran mayor fertilidad (65%) de junio a octubre y menor fertilidad de enero a mayo (35%) (22). En Texas el ganado Brahman tiene mayor ( $P < 0.005$ ) índice de concepción al primer servicio en el verano (61.4%) comparado -

con el final del otoño (32.2%) (48).

Por lo ya mencionado, se puede decir, que la fertilidad del ganado Bos indicus es alterada por la estación, presentando la máxima estacionalidad durante el período de más altas temperaturas, días más largos y disponibilidad de forraje (53).

En la hembra, en condiciones fisiológicas normales, los niveles de progesterona sérica dependen principalmente de la funcionalidad del cuerpo lúteo (5).

La producción de progesterona por el cuerpo lúteo se determina mediante el análisis del plasma de sangre periférica. Como la vida media de la progesterona en la vaca se calcula en 22 a 26 minutos, la concentración de esta hormona constituye un excelente indicador de su producción por las células luteínicas (47).

La información sobre los niveles de progesterona en la sangre periférica en los primeros cuatro días del ciclo estral varía según los autores; menos de 0.5 ng/ml (69); 0.4ng/ml (74); 0.44 ng/ml (20); y entre 0.6 - 0.8 ng/ml (62). Los valores no aumentan apreciablemente hasta el día 5 (55, 64), y a partir de éste, aumentan hasta el día 16 o 17, teniendo un valor medio de aproximadamente 5.4 ng/ml durante la fase lútea del ciclo estral (9) y alcanzan un pico máximo de 6 a 7ng/ml al final de la fase lútea (20, 30). En este momento,-

los niveles de progesterona en el animal que está ciclando comienzan a decrecer (62).

Sin embargo, se informa que en vacas Indobrasil, los niveles de progesterona aumentan a partir del quinto día (1.2 ng/ml), para alcanzar su nivel máximo entre los días noveno y décimo (2.5 - 3.1 ng/ml). Se mantienen más o menos estables hasta el día 17, para luego disminuir bruscamente (0.3 ng/ml) a partir del día 18 del ciclo estral (69).

En otro estudio, realizado en ganado Indobrasil y Pardo Suizo, durante los meses de marzo y abril, los niveles máximos de progesterona (2.2 ng/ml y 3 ng/ml, respectivamente) se alcanzaron el día 13 del ciclo estral. Moreno (46) encontró valores de  $5.29 \pm 1.41$  y  $3.68 \pm 1.46$  ng/ml para vacas Indobrasil gestantes y no gestantes, respectivamente en condiciones de clima tropical en el estado de Veracruz. Adeyemo et al. (4) mencionan valores de 3.6 y 7.6 ng/ml en los días 7 y 15 del ciclo en vaquillas Pardo Suizo, Holstein-Friesian y White Fulani. Ruiloba et al. (58) mencionan que en vacas Bos indicus los valores de progesterona no excedieron de 4 ng/ml. Agarwal et al. (5) encontraron valores promedio de 2.46 y 1.40 ng/ml en vacas gestantes y no gestantes respectivamente, encontrando que hay una diferencia significativa entre los 18 y 21 días después del servicio.

Los ovarios de las vacas Indobrasil son de menor tamaño que los de las vacas Holstein-Friesian (6, 16), y por lo-

tanto el peso del cuerpo lúteo es menor (16). Por esta razón, en la raza Brahman hay una menor producción de progesterona (33). Es necesario hacer notar, que por medio de la palpación rectal es más difícil detectar el cuerpo lúteo en ganado cebuño, debido a que sobresale poco del estroma ovárico, comparado con el ganado europeo (33, 52).

La relación entre los hallazgos a la palpación rectal y los niveles de progesterona son compatibles en un 77% en vacas lecheras Bos taurus (14). En otro estudio en vacas Holstein el 84% de los cuerpos lúteos diagnosticados por palpación rectal coinciden con la presencia de tejido luteínico activo, evidenciado por los niveles altos de progesterona circulante (72). Sin embargo, se ha observado que en vacas Indobrasil los hallazgos a la palpación rectal y los niveles de progesterona durante el ciclo estral coinciden en 71.3% (69) y 79.9% (46) de los casos.

La sincronización de estros, es una de las herramientas con la que se cuenta en la actualidad para modificar el ciclo estral (49) aumentando las posibilidades de aplicar la inseminación artificial y conseguir que las pariciones ocurran en las épocas del año más propicias (40).

Una de las formas más utilizadas para realizar la sincronización es el empleo de las prostaglandinas en vacas que tengan cuerpo lúteo funcional, identificado por medio de la palpación rectal de los ovarios (21).

Las prostaglandinas son ácidos grasos no saturados de 20 carbonos con un anillo de ciclopentano entre  $C_8$  y  $C_{12}$ . El ácido araquidónico, es el precursor de las prostaglandinas que se asocian más fuertemente con los procesos reproductivos y son principalmente las prostaglandinas  $F_2\alpha$  ( $PGF_2\alpha$ ) y la prostaglandina  $E_2$  ( $PGE_2$ ) (29, 47). La  $PGF_2\alpha$  tiene acción luteolítica, por lo que se debe aplicar entre el día 5o. al 17o. del ciclo estral (3, 39, 40, 41, 69) provocando una rápida disminución del tamaño del cuerpo lúteo y de las concentraciones séricas de progesterona ( $< 1$  ng/ml) (12, 46) entre las 24 y 48 horas después de la aplicación de la droga (3).

Se ha obtenido el 70% de respuesta en la presentación de calores con la aplicación de  $PGF_2\alpha$  en vaquillas Nellore (11); el 65.5% en hembras de raza Hereford, Charolais y Angus, con un promedio de 64 horas después de aplicado el fármaco (7); y el 63% en vacas Indobrasil a las 72 horas de su aplicación (49).

Tomando en consideración lo anteriormente mencionado se tienen las siguientes hipótesis: la prostaglandina  $F_2\alpha$  es luteolítica en el ganado cebú, identificándose este efecto por la manifestación de signos de estro y cambios en los niveles de progesterona durante el siguiente ciclo estral. Asimismo existen diferencias en los niveles de progesterona entre vacas gestantes y no gestantes.

La palpación rectal en ganado Bos indicus no es precisa para detectar la presencia de un cuerpo lúteo activo.

Los objetivos del presente estudio son:

- Estudiar el efecto luteolítico de la  $PGF_2\alpha$  en vacas Indobrasil durante los meses de noviembre a febrero.
- Analizar la variación de los niveles de progesterona séricos entre vacas gestantes y no gestantes.
- Estimar la relación de los niveles de progesterona con la presencia y magnitud del cuerpo lúteo diagnosticado por palpación rectal.
- Identificar la posible relación entre los niveles de progesterona con la condición física de las vacas durante los meses de noviembre a febrero.

## MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó en el Centro de Investigación, - Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (C.I.E.E.G.T.), - de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el municipio de Tlapacoyan, en el estado de Veracruz a 20°4' latitud-Norte y a 97°3' longitud Oeste; la altitud es de 151 metros-sobre el nivel del mar; con precipitación anual de 1743 mm - y temperatura media anual de 24°C. La clasificación climática corresponde al tipo Af(m) (e) cálido húmedo con lluvias - todo el año (26). El experimento se llevó a cabo durante los meses de noviembre a febrero.

Se utilizaron 25 vacas adultas de raza Indobrasil que - habían tenido por lo menos una cría y al momento del inicio-del trabajo se encontraban vacías y sin cría al pie. Los animales permanecieron en pastoreo, en potreros constituidos básicamente por gramas nativas (Paspalum spp y Axonopus spp).

El experimento se dividió en 2 periodos:

I. Periodo noviembre-diciembre y II. Periodo enero-febrero.

I. Periodo noviembre-diciembre. A principio del mes de noviembre, a las 25 vacas se les realizó la palpación rectal-del aparato reproductor para determinar la presencia de un - cuerpo lúteo activo. Las 24 vacas que tuvieron esta estructura fueron inyectadas con 25 mg de prostaglandina F<sub>2</sub>  $\alpha$  (Dino-

prost trometamina). Después de la aplicación, se realizó la observación de los signos de estro dos veces al día durante 72 horas, y al final de este tiempo se realizó la inseminación artificial en todas las vacas, independientemente de que hubieran o no mostrado signos de estro. Se tomaron en cuenta los cambios de comportamiento manifestados por los animales tales como intentos de monta, montas, hiperemia vulvar y turgencia uterina. Se registraron las características del cérvix al introducir el catéter de inseminación.

El diagnóstico de gestación se realizó por palpación rectal a los 45 días después de la inseminación.

A las 25 vacas se les tomó muestras sanguíneas cada tercer día durante los meses de noviembre y diciembre. Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción de la arteria o vena caudal, utilizando tubos al vacío de 10 ml sin anticoagulante, posteriormente fueron colocadas en un recipiente con hielo hasta el momento en que se centrifugaron en un tiempo no mayor de 30 minutos antes de separar el suero. Una vez obtenido el suero, las muestras fueron mantenidas en congelación hasta el momento de ser analizadas para determinar los niveles de progesterona por el método de radioinmunoanálisis descrito por Abraham (2) y modificado por Jiménez *et al.* (35).

II. Período enero-febrero. En el mes de enero, las 22 vacas que no quedaron gestantes del período anterior, fueron examinadas por palpación rectal para detectar la presencia de

un cuerpo lúteo activo; realizándose el procedimiento descrito para el período I.

Todas las vacas fueron pesadas una vez al mes, y semanalmente examinadas por vía rectal para determinar la presencia de un cuerpo lúteo.

Una vez concluidos los dos períodos del experimento (noviembre-diciembre y enero-febrero), los animales utilizados se agruparon en 2 grupos diferentes, dependiendo de su estado fisiológico reproductivo. El grupo 1 se formó con las 2 vacas que quedaron gestantes en noviembre; el grupo 2, constituido por las vacas vacías, en este grupo 18 vacas tuvieron cuerpo lúteo en noviembre y enero, 4 vacas tuvieron cuerpo lúteo en noviembre y ausencia de cuerpo lúteo en enero.

La vaca que no tuvo cuerpo lúteo en noviembre ni en enero no se consideró en el análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó de la siguiente manera (27):

Para la comparación de los niveles de progesterona entre grupos de vacas gestantes y vacías, se utilizó un análisis de varianza, con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + D_j + (GD)_{ij} + V(G)_{k(j)} + \epsilon_{ijk}$$

DONDE:

$Y_{ijk}$  : nivel de progesterona de la vaca  $k$ , del grupo  $i$ , y el día  $j$ .

$\mu$  : media general

$G_i$  : efecto del grupo  $i$  ( $i=1$ :gestantes;  $2$ :vacías).

$D_j$  : efecto del día de toma de la muestra, contando a partir de la presentación del estro o en su ausencia a partir del día del inicio del experimento ( $j=1...60$ ).

$(GD)_{ij}$  : efecto de la interacción entre el grupo y el día de toma de muestra.

$V(G)_{k(j)}$  : efecto de la vaca  $k$ ; anidada en grupo y empleada como bloque.

$\epsilon_{ijk}$  : error aleatorio

Para comparar día por día, las curvas de los niveles de progesterona promedio entre vacas gestantes y vacías se realizó una partición de la suma de cuadrados de la interacción entre grupos y día de muestreo con objeto de contrastar los promedios de "gestantes" y "vacías" en cada uno de los días y así estimar los puntos en que ambas curvas se separan significativamente.

Para la comparación de los niveles de progesterona en las sincronizaciones de noviembre y enero se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + D_j + (SD)_{ij} + V(G)_{k(j)} + \epsilon_{ijk}$$

DONDE:

$Y_{ijk}$  : nivel de progesterona de la vaca  $k$ , de la sincronización  $S$ , y el día  $j$ .

$\mu$  : media general

$S_i$  : efecto de la sincronización  $i$  ( $i=1$ : noviembre;  $2$ : enero).

$D_j$  : efecto del día de toma de la muestra, contando a partir del día de la sincronización ( $j=1..5$ ).

$(SD)_{ij}$  : efecto de la interacción entre la sincronización y el día de toma de muestra.

$V(G)_{k(j)}$  : efecto de la vaca  $k$ , empleada como bloque.

$\epsilon_{ijk}$  : error aleatorio.

Los hallazgos de cuerpo lúteo encontrados en el examen rectal del aparato reproductor, fueron relacionados con los niveles de progesterona a través de un análisis de regresión. El tamaño del cuerpo lúteo se consideró de la siguiente manera: Cl 0 = 1cm; Cl 1= 1cm; Cl 2= 2cm y Cl 3= 3cm.

Para detectar la relación entre el peso del animal con los niveles de progesterona se utilizó el siguiente modelo para análisis de covarianza:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + G_j + (MG)_{ij} + \beta (P_{ijk}) + \epsilon_{ijk}$$

## DONDE:

- $Y_{ijk}$  : nivel promedio de progesterona del mes  $i$ , de la vaca  $k$  del grupo  $j$ .
- $\mu$  : media general
- $M_i$  : efecto del mes  $i$  (  $i= 1$ :noviembre; 2: diciembre; - 3: enero; 4: febrero ).
- $G_j$  : efecto del grupo  $j$  (  $j= 1$ : gestantes; 2: vacías ).
- $(MG)_{ij}$  : efecto de la interacción entre mes y grupo.
- $\beta (P_{ijk})$  : efecto lineal del peso.
- $\beta$  : coeficiente de relación lineal
- $(P_{ijk})$  : peso vivo correspondiente
- $\epsilon_{ijk}$  : error aleatorio

Se estimó la concordancia entre los valores de progesterona y la presencia de tejido lúteo diagnosticado por palpación rectal. Se consideró que hubo coincidencia cuando se palpó un cuerpo lúteo (CL) y el nivel de progesterona correspondiente fue de 0.5 ng/ml o más. También se consideró concordancia cuando los niveles de progesterona fueron menores de 0.5 ng/ml y ausencia de cuerpo lúteo.

## RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran los valores promedio de progesterona de las vacas gestantes, siendo de 3.40 ng/ml. Se puede observar una caída de los niveles de progesterona entre el día 8 y 10 después del servicio.

En la Figura 2 se muestran los niveles séricos de progesterona de vacas vacías, que fueron sincronizadas e inseminadas en noviembre y enero. El nivel promedio durante los 4 meses estudiados fue de 1.87 ng/ml. Se puede observar que en el mes de noviembre, al aplicar la  $PGF_2\alpha$  los animales de este grupo tenían en promedio niveles de 2.74 ng/ml y descendieron considerablemente a 0.71 ng/ml a las 48 horas, y a 0.64 ng/ml a las 72 horas después de la inyección.

En la sincronización de enero se encontraron valores iniciales de progesterona de 2.38 ng/ml y después de la aplicación de la prostaglandina  $F_2\alpha$ , niveles de 1.97 ng/ml y 1.65 ng/ml a las 24 y 72 horas respectivamente.

En la Figura 3 se presentan los valores de progesterona promedio de vacas vacías, que fueron sincronizadas e inseminadas en noviembre, siendo estos valores de 1.63 ng/ml durante los cuatro meses de estudio. En la sincronización de noviembre se obtuvieron niveles promedio de 3.11 ng/ml en el momento de la inyección de la prostaglandina  $F_2\alpha$  y después de la aplicación se encontraron niveles de 0.47 ng/ml y 0.75 ng/ml a las 48 horas y 72 horas, respectivamente.

En las vacas de este grupo no se realizó la sincroniza-

ción de enero, ya que ninguna tenía cuerpo lúteo diagnosticado por palpación rectal, sin embargo, se puede observar que los animales continuaron ciclando durante los cuatro meses estudiados.

En la Figura 4 se muestran los valores séricos de progesterona de la vaca que no presentó cuerpo lúteo en los meses de noviembre, sin embargo se puede observar que se encontraba ciclando, presentando niveles promedio de 2.74 ng/ml en los cuatro meses estudiados. Esta vaca no se consideró en el análisis estadístico.

En el Cuadro 1 se puede observar que se encontró una diferencia altamente significativa en los niveles de progesterona promedio con respecto a los grupos (1:gestantes; 2:vacas), la misma diferencia se encontró en los días de muestreo, y también existió una interacción altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre grupos por día, indicando que la forma de la curva de progesterona en vacas gestantes fue distinta a la curva media de progesterona en las vacas vacías.

Los promedios de los valores de progesterona en vacas gestantes y no gestantes fueron de 3.40 ng/ml y 1.83 ng/ml respectivamente, y se muestran en la Figura 5, donde se puede apreciar que a partir del día 16 después de la inseminación artificial las curvas se separan, disminuyendo los niveles de progesterona promedio por día entre vacas gestantes

y no gestantes, encontrándose un efecto altamente significativo\*\* ( $P < 0.01$ ) en los días 1, 4, 18 al 28, 50, 56, 58, 62 y 73; un efecto significativo\* ( $P < 0.05$ ) en los días 8, 10, 16, 30, 32, 36 al 48, 60, 66, 70 y 71; y no se encontró diferencia significativa<sup>ns</sup> en los días 6, 12, 14, 34, 54, 64 y 68 después de la inseminación artificial.

En el Cuadro 2, se muestra que existe una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) en los niveles promedio de progesterona durante los 5 días siguientes a las sincronizaciones de noviembre y enero, encontrándose que los valores de progesterona después de aplicar la prostaglandina  $F_2\alpha$  en noviembre fueron menores (1.19 ng/ml) a los que se encontraron después de la aplicación de la droga en el mes de enero (1.96 ng/ml). La interacción entre la sincronización y día pos-sincronización no fue significativa, indicando que la tendencia de los niveles de progesterona fue similar en ambas sincronizaciones.

En el Cuadro 3 se muestran las características del cérvix y útero al momento de la inseminación artificial durante los meses de noviembre y enero, así como los signos de estro a las 72 horas después de la aplicación de la prostaglandina- $F_2\alpha$ . El comportamiento sexual (intentos de monta, lamer, --oler y seguir a otros animales) fue detectado en 16% de las vacas y la salida de moco por la vulva en 45% de los animales en el mes de noviembre. En enero, el comportamiento sexual -- fue detectado en 11% de los animales, y la salida de moco por

vulva en 27% de las vacas.

Se puede apreciar que en las 2 inseminaciones (noviembre y enero) existió cierto grado de dificultad para introducir el catéter de inseminación en cérvix, quedando solamente el 8% de los animales gestantes.

El porcentaje de coincidencia entre la palpación rectal del cuerpo lúteo y los niveles séricos de progesterona fue del 84% en noviembre y del 74% de enero, dando un promedio global de 79%. En el Cuadro 4 se muestra el hallazgo del cuerpo lúteo a la palpación rectal y el nivel de progesterona correspondiente. Se puede observar en el mes de noviembre; que de los 25 animales que fueron estudiados, en 21 casos hubo coincidencia entre el cuerpo lúteo y el nivel de progesterona, en 3 casos se encontró cuerpo lútero y niveles de progesterona menores de 0.5 ng/ml y en un caso se detectó ausencia de cuerpo lúteo y niveles de progesterona menores 0.5 -- ng/ml. En enero, se encontraron 17 casos con coincidencia entre el cuerpo lúteo y niveles de progesterona, 1 caso con -- presencia de cuerpo lúteo y niveles de progesterona menores de 0.5 ng/ml, 3 casos con niveles de progesterona mayores de 0.5 ng/mg y ausencia de cuerpo lúteo, y en 2 casos se detectó ausencia de cuerpo lúteo y niveles de progesterona menores de 0.5 ng/ml.

En el análisis de regresión lineal entre el tamaño del cuerpo lúteo y los niveles de progesterona, se encontró una correlación positiva ( $r=0.25$ ) altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre estas dos variables, lo que significa que al aumentar el tamaño del cuerpo lúteo, aumentan los niveles de progesterona séricos.

En el análisis de varianza de los niveles medios mensuales de progesterona durante los meses de noviembre a febrero (Cuadro 5) no se encontró variación en los niveles de progesterona durante estos meses, pero como era de esperarse si existe variación ( $P < 0.01$ ) en estos niveles dependiendo del estado reproductivo de las vacas (grupo 1: gestantes y grupo 2: vacías), observándose una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la interacción de grupo (gestantes y vacías) por los meses estudiados (noviembre y febrero). Los promedios de peso y los niveles de progesterona mensuales de las vacas gestantes y vacías se muestran en el Cuadro 6.

Se encontró una correlación significativa ( $P < 0.05$ ) entre el peso de los animales y los niveles de progesterona cuando se consideran las vacas gestantes y vacías, sin embargo no existe correlación si se consideran únicamente las vacas vacías. Por otro lado, existe correlación ( $P < 0.05$ ) entre el peso de los animales y los meses de noviembre a febrero, lo que indica que fueron disminuyendo de peso en el transcurso de este tiempo (cuadro 7).

## DISCUSION

Los resultados obtenidos en los niveles de progesterona en vacas gestantes son menores a lo observado en otros estudios (46, 58), donde se encontraron valores de 5.29 ng/ml y 4 ng/ml, respectivamente. Sin embargo Agarwal et al. mencionan valores de  $2.64 \pm 0.16$ /ml en vacas cebú gestantes, que son menores a los niveles encontrados en este trabajo.

Por otro lado, los valores de progesterona en vacas no gestantes también son menores a lo encontrado por otros autores (3, 35, 46, 53) en vacas de raza Indobrasil. En otro estudio, Agarwal (5) encontró niveles de  $1.40 \pm 0.10$  ng/ml en vacas de raza Hariana (Bos indicus), estos valores son similares a lo que se encontró en este estudio.

La diferencia entre los valores de este trabajo y los encontrados por otros autores puede deberse a varias causas; por ejemplo, en el estudio realizado por Donaldson (20), y Henricks (30) no utilizaron el método de radioinmunoensayo para medir progesterona. Además, pueden haber variaciones entre distintos laboratorios aun utilizando la misma técnica (2, 60, 69). Por otro lado, es importante considerar la época del año en que se realizó el estudio, ya que se ha mencionado que existe variación en los niveles de progesterona dependiendo de la estación del año. Adeyemo et al. (3) mencionan valores más altos durante la estación de sequía que durante la de lluvias, sin embargo Moreno (46) realizó su estudio en los meses de julio y agosto en la misma región donde-

se realizó el presente trabajo, encontrando niveles mayores de progesterona sérica. Evidencia indirecta de este fenómeno fue obtenida por Jiménez et al. (35) quienes encontraron mayores niveles de progesterona cerca de la época de verano, - en vacas Indobrasil. De igual manera Fernández et al. (23) - mencionan que existe un aumento de progesterona ( $P < 0.001$ ) en vacas Holstein y  $F_1$  durante la época de lluvia en vacas - en clima tropical. En otro estudio Roussel (57) menciona que en vacas Holstein las concentraciones plasmáticas de progesterona en la estación cálida (4.6 ng/ml) fueron significativamente mayores ( $P < 0.01$ ) que las concentraciones en la estación fría (3.4 ng/ml). No se conoce con exactitud la vía - a través de la cual un cambio en el clima puede variar la secreción de progesterona por los ovarios. Algunos autores (24, 65, 55) mencionan que un aumento en los niveles circulantes de progesterona, podría deberse a un efecto resultante de la liberación de progesterona extra ovárica como la corteza -- adrenal. Por otro lado, Lee et al. (42) indican que la corteza adrenal no es la responsable del incremento en los niveles de progesterona en ganado aclimatado al "stress" térmico. Como se puede observar existen varios trabajos sobre la determinación de niveles de progesterona en distintas épocas - del año, y con resultados que difieren unos de otros, por lo que la posibilidad de una estacionalidad relacionada a una menor producción de progesterona por el cuerpo lúteo en épocas adversas, es una hipótesis que debe ser estudiada con ma

por detalle considerando variables como son la época del año (verano, invierno), raza (Bos taurus, Bos indicus), nivel de nutrición de los animales, ya que se ha visto en algunos estudios (50, 51) que el estado nutricional de los animales es el factor que tiene más influencia en el crecimiento, edad a la pubertad y consecuentemente en la función reproductiva del ganado en áreas tropicales y subtropicales, ya que en estas áreas forrajes de baja calidad que tienen deficiencia en proteína y minerales (fósforo, magnesio, selenio) (51).

Se encontró que después de los 16 días de la inseminación artificial los niveles de progesterona en vacas no gestantes empezaron a decrecer, esto ha sido ya mencionado en otros estudios (3, 46, 54). Agarwal (5) y Shemesh (61) encontraron que los niveles de progesterona en animales no gestantes disminuyeron sobre el día 18 o 21 después del servicio, este proceso se lleva a cabo debido a la lisis del cuerpo lúteo, producido por la acción de las prostaglandinas. -- Lukaszweska et al. (43) encontraron en el día 18 después de la inseminación artificial que la concentración de estas -- sustancias en la vena uterina era más alta en vacas no gestantes. Varios autores (43, 61, 66) mencionan que en vacas gestantes el embrión produce sustancias luteotrópicas que estimulan el incremento de progesterona por el cuerpo lúteo, comenzando de manera temprana 10 días después del servicio.

Los resultados obtenidos en los niveles séricos de pro-

gesteronona después de la aplicación intramuscular de 25 mg de  $\text{PGF}_2\alpha$  en la sincronización de noviembre fueron similares a los encontrados en otros estudios (3,54, 13), sin embargo se puede observar que en la sincronización de enero, la respuesta a la prostaglandina fue menor, ya que los valores no fueron menores de 1.97 ng/ml a las 24 horas después de su aplicación. Jaster (34) menciona que en vacas Holstein existe influencia de la estación en la respuesta a las prostaglandinas, en su estudio encontró que el porcentaje de vaquillas detectada en estro en julio fue de 89% y en diciembre de 74% los niveles de progesterona en el momento de la inseminación fueron de 2.11 ng/ml en julio y 2.18 ng/ml en diciembre, este valor es semejante a lo que se obtuvo en el mes de enero en este trabajo.

En base a los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que en los meses de invierno, la respuesta a la  $\text{PGF}_2\alpha$  evaluada por la cantidad de animales en estro y la tasa de fertilidad, es menor que en los meses de verano, donde se han obtenido mejores porcentajes de fertilidad (47.7%) (46) y expresión de signos de estro (50%) en las mismas condiciones climáticas. También se establece que los niveles de progesterona no varían entre los meses de noviembre y febrero, asimismo no existe correlación entre los niveles de progesterona y peso de los animales en las vacas vacías, lo cual significa que dentro de una misma estación del año no existen --

variaciones en los niveles de progesterona sérica y peso de los animales, pero si se comparan estos resultados con los obtenidos en estudios realizados en otras estaciones del año (verano) se observa que los niveles de progesterona y peso de las vacas, varía o es diferente dependiendo de la estación del año.

El porcentaje de coincidencia entre el diagnosticado del cuerpo lúteo por palpación rectal y los niveles de progesterona es similar a lo encontrado por Vaca (71.3%) (69 y Moreno (79.9%) (46) en vacas Indobrasil, estos resultados difieren a lo encontrado en vacas Holstein (84%) (14). La diferencia entre estos resultados puede ser atribuida a que el cuerpo lúteo en ganado Bos indicus se encuentra ubicado más profundamente profundamente dentro del estroma ovárico, sobresaliendo levemente de la superficie del mismo (6). Además el cuerpo lúteo en vacas cebú es de menor tamaño que en vacas Bos taurus (6, 33), hecho que dificultó su diagnóstico por palpación rectal.

El análisis de la probable causa de la falta de coincidencia entre el diagnóstico del cuerpo lúteo por palpación rectal y los niveles de progesterona, en un porcentaje es atribuible a errores a la palpación, lo que indica la limitación que puede tener la palpación rectal como único medio de diagnóstico del estado reproductivo del animal, hecho que ha sido ya señalado por otros autores (14, 72).

La dificultad para introducir el catéter de inseminación artificial coincide con lo ya señalado por Hernández et al. (31) y Moreno (46). Hernandez et al. encontraron que en 200 animales de raza cebú y sus cruza, el 25% presentaron anomalías anatómicas en la disposición de los anillos cervicales con respecto al eje longitudinal del cérvix, lo que posiblemente al dificultar la técnica de inseminación artificial, ocasiona disminución en la fertilidad en este tipo de ganado.

Finalmente es importante señalar que la mayor parte de la información sobre la fisiología reproductiva del bovino se ha desarrollado principalmente en ganado Bos taurus (46), por lo que es necesario que se sigan investigando más aspectos sobre los factores que afectan la fertilidad en el Bos indicus, para así aprovechar su rusticidad y resistencia a las condiciones de trópico.

## LITERATURA CITADA

1. Abilay, T.A., Johnson, H.D. and Madan, M.: Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. J.Dairy Sci., - 1836-1840 (1975).
2. Abraham, G.E., Malimos, F.S. and Garza, R.: Radioinmuno-- assay of steroids. In: Handbook of Radioinmunoassay. Ed.- Abraham, G.E., Dekker, M., Inc. New York, 1977.
3. Adeyemo, O. Akpokodje, U.U. and Odili, P.L.: Control of oestrus in Bos indicus and Bos taurus heifers with PGF<sub>2</sub>α- Theriogenology 12: 255-262 (1979).
4. Adeyemo, O. and Heath, E.: Plasma progesterone concentra tion in Bos taurus and Bos indicus heifers. Theriogenology 14: 410-419 (1980).
5. Agarwal, S.P., Rahman, S.A., Laumas, K.R., Agarwal, N.K. - and Anmad, A.: Studies on steroid normones: Progesterone - concentration in the blood serum of zebu cows during --- oestrus cycle. Indian J. Anim. Sci., 47:715-719 (1977)
6. Aguilar, J.A.: Estudio comparativo de los ovarios de la va ca Cebú y Holstein. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. - vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, --- México, D.F. 1981.
7. Albores, C.H.: Pruebas de fertilidad a estro sincronizado- en ganado de carne, utilizando la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa- Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universi- dad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1978.

8. Anderson, J.: The periodicity and duration of oestrus in Zebu and grade cattle. J. Agric. Sci., 34: 57-67 (1944).
9. Ayalon, N. and Shemesh, M.: Pro-oestrus surge in plasma progesterone in the cow J. Reprod. Fert., 36: 239-243 - (1974)
10. Baker, A.A.: The pattern of oestrus behaviour in Saniwal Snorthorn heifers in South Eastern Queensland. Austr. -- Vet. J., 43: 140-147 (1967)
11. Barnabe, V.H., Mucciolo, R.G. and Barnabe, R.C.: --- Utilizacao de prostaglandine F<sub>2</sub> alfa na sincronizacao do ciclo estroale bovino. II. Inseminacoes Artificiais -- praticadas em horarios pre-determinados, com observacao de sintomas de cio. Rev. Fac. Med. Vet. y Zoot. Univ. S. Paulo, 13:367-376 (1976).
12. Betteridge, K.J.: Embryo transfer in farm animals. Mono graphy, Canada Department of Agriculture, 1977.
13. Bosu, W.TK., Doig, P.A. and Barker, C.A.V.: Pregnancy -- and Peripheral plasma progesterone levels in cows inseminated after synchronization of oestrous with prostaglandin F<sub>2</sub> α Can. Vet. J., 22: 59-61 (1981)
14. Boyd, H. and Munro, C.D.: Progesterone assays and rectal-palpation in pre-service management of dairy herd. Vet.- Rec., 104: 341-343 (1979)
15. Comisión Económica para América Latina: La industria de ganado bovino en México. Análisis y perspectivas. Fondo-

de Cultura Económica, México. 1975

16. Cuq. P., Ferney, J. et Craeynest van, P.: Le cycle genital de la femelle zebu (Bos indicus) en zone Soudano-Sahelienne du Senegal. Rev. Med. Vet., 125: 147-173 --- (1974).
17. Chicco, C. y Shultz, E.: El uso de los recursos tropicales para la alimentación de los bovinos. memorias del X Congreso Mundial de Buiatría. México, D.F. 1978 pp.605-632. Asociación Nacional de Buiatría. México (1978)
18. Christensen, D.S., Hopwood, H.L. and Wiltbank, J.N.: Levels of hormones in the serum of cycling beef cows. J. Anim. Sci., 38: 577-583 (1974)
19. Clark, J.A.L Environmental aspects of housing for animal-production. Butterworth. England. 1981.
20. Donaldson, L.E., Basset, J.M. and Thorburn, G.D.: Peripneural plasma progesterone concentration of cows during puberty, oestrus cycle, pregnancy and lactation, and the effects of undernutrition of exogenous oxytocin on progesterone concentration. J. Endocr., 48: 599-614 (1970)
21. Duarte, J.F.: Evaluación de la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa en el ganado Cebú. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, -- D.F. 1977.
22. Escobar, M.F., Fernández-Baca, S., Galina, H.C., Berruecos, V. J. y Saltiel, C.A.: Estudio del intervalo entre partos en bovinos productores de carne en una explotación del --

- altiplano y otra de la zona tropical húmeda. Veterinaria México, 13: 53-60 (1982)
23. Fernández Limia, O., Castellanos, R., González, F. y --  
Faure, R.: Niveles hormonales de vacas en el ciclo estral  
en clima tropical. 9th. Congress on Animal Reproduction -  
and A.I. Madrid, (1980).
  24. Gauthier, D.: Technique permettant d'améliorer la ferti--  
lité des femelles françaises frisonnes pie noire (FFPN) -  
en climat tropical. influence sur l'evolution de la ---  
progesterone plasmatique. Reprod. Nutr. Dévelop., 23:129-  
136 (1983).
  25. Gangwar, P.C. Branton, C. and Evans, D.L.: Reproductive -  
physiological responses of Holstein heifers to controlled  
and natural climatic conditions. J. Dairy Sci., 48: 222-  
227 (1965).
  26. García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación --  
climática de Koppen, Universidad Nacional Autónoma de Mé-  
xico. Instituto de Geografía, México, 1973
  27. Graybill, F.A.: Theory and application of the linnear --  
model. North Scentaute Duxbury, Mass, 1982 .
  28. Gwazdauskas, F.C., Thatcner, W.W. and Wilcox, C.J.: ---  
Adrenocorticotropin alteration of bovine peripheral plas-  
ma concentrations of cortisol, corticosterone, and proges-  
terone J. Dairy Sci., 55: 1165-1169 (1972).
  29. Hafez, E.S.E.: Reproduction in farm animals. 4th edition

- Lea and Febiger. Philadelphia, 1980.
30. Henricks, D.M., Dickey, J.F. and Hill, J.R.: Plasma -  
estrogen and progesterone levels in cows prior to and -  
during estrus. Endocrinology, 89: 1350-1355 (1970).
  31. Hernández, B.C., Galina, C.S., Suárez, J., Escobar, J.:  
Estudio de la presencia de cambios anatómicos del cérvix  
en ganado cebú utilizando material de rastro. Mem. Reu--  
nión de Investigación Pecuaria en México. Secretaría de-  
Agricultura y Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional  
Autónoma de México, México (1984).
  32. Holy, L.: Biología de la reproducción bovina. Ed. Cuba -  
Revolucionaria, La Habana (1971)
  33. Irvin, H.J. and Randel, R.D.: Reproductive Studies of --  
Brahman cattle. III. Comparison of weight, progesterone-  
content, histological characteristics, and 3 - hydroxy -  
steroid, dehydrogenase activity in corpora lutea of ---  
Brahman, Hereford and Brahman Hereford heifers.  
Theriogenology, 9: 417-427 (1978).
  34. Jaster, E.H., Brodie, B.O. and Lodge, J.R.: Influence of  
season on timed inseminations of dairy heifers synchroni-  
zed by prostaglandin F<sub>2</sub> α . J. Dairy Sci., 65: 1776- 1780  
(1982).
  35. Jiménez, F., Galina, C.S., Ramírez B. and Navarro-Fierro,  
R.: Comparative study of the concentrations of peripheral  
progesterone before and after PGF<sub>2</sub> α injection between -  
Bostaurus (Brown Swiss) and Bos indicus (Indobrazil) in -

- the tropics. Anim. Reprod. Sci., in Press (1984).
36. Jochle, W.: Seasonal fluctuations of reproductive functions. in zebu cattle. Int. J. Biometeor., 16: 131-144 (1972).
  37. Jochle, E., Lamond D.R.: The Effects of environment in reproduction. In: Control of reproductive functions in Domestic animals; 7, Nijhoff Publishers, London 1980.
  38. Johnson, H, D.: Environmental temperature and lactation (with special reference to cattle). Int. J. Biometeor., 9: 103-116 (1965)
  39. Kindahl, H., Lindell, J.O. and edqvist, L.E.: Release of prostaglandin  $F_2$  during the oestrus cycle. Acta Vet. Scand. supply. 77: 143-158 (1981)
  40. Landivar, C.: Pruebas de fertilidad en ganado cebú a estro natural y estro inducido con prostaglandina  $F_2$  alfa (PGF<sub>2</sub> alfa) comparando la monta directa con la inseminación artificial. Tesis de maestría. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1982.
  41. Lauderdale, J.W.: The use of prostaglandins in cattle --- Ann.Biol. Anim. Bioch. Biophys. 15: 419-425 (1975)
  42. Lee, J.A. Roussel, J.D. and Beatty, J.F.: Effect of temperature season on bovine adrenal cortisol function, blood cell profile and milk production J. Dairy Sci., 59: 104-108 (1976)
  43. Lukaszewska, J. and Hansel, W.: Corpus luteum maintenance during early pregnancy in the cow. J. Reprod. Fert., 59:

- 485-493 (1980).
44. Madan, M.L. and Johnson, H.D: Environmental heat affects on bovine luteinizing hormone J. Dairy Sci., 56: 1420 - 1423 (1973)
  45. Mills, A.C., Thatcher, W.W., Dunlap, S.E. and Vincent, - C.K.: Influence of postbreeding thermal stress on peripheral plasma progesterin concentrations in heifers. J. Dairy Sci., 66: 400-401 (1972)
  46. Moreno, F.I.: Evaluación de la respuesta a la aplicación de PGF<sub>2</sub> basada en niveles séricos de progesterona en vacas cebú. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 1984.
  47. McDonald, L.E.: Reproducción y Endocrinología veterinarias 2a. Ed., Interamericana, México, D.F., 1978
  48. Neuendorff, D.A., R.D. Radel and J. W.Lauderdale: Efficacy of lutalyse for estrous synchronization in Brahman cattle. J. Anim. Sci. 1984. Cited by: Randel, R.D.: Seasonal -- effects on female reproductive functions in the bovine -- (Indian Breeds). Theriogenology, 21: 170-185 (1984).
  - 49 Orihuela, J.A.: Conducta estral del ganado cebú. Tesis de maestría. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1982.
  50. Oyedipe, E.O., Osori, D.I.K., Akerejola, U. and Sarror, D.: Effect of level of nutrition on onset of puberty and -- conception rates of zebu heifers. Theriogenology, 18: 524

540 (1982)

51. Pfander, W.H.: Animal nutrition in the tropics-problems and solutions. J. Anim. Sci., 33: 843-849 (1971)
52. Plasse, D., Warnick, A.C. and Koger, M.: Reproductive - behaviour of Bos indicus females in a subtropical -- environment. IV Length of estrous cycle, duration of -- estrous, time of ovulation, fertilization and embryo -- survival in grade Brahman heifers. J. Anim. Sci. 30: 63-72 (1970).
53. Randel, R.D.: Seasonal effects on female reproductive -- functions in the bovine (Indian breeds). Theriogenology, 21: 170-185 (1984).
54. Renegar, R.H., Hafs, H.D., Britt, J.H. and Carruthers, - T.D.: Luteolysis, growth hormone, glucocorticoids, prolac tin and milk production in lactating dairy cows given -- prostaglandin F<sub>2</sub> α. J. Anim. Sci. 33: 532-537 (1971).
55. Robinson, T.J.: Reproduction in cattle. In: Reproduction in domestic animals. 3rd. ed., Edited by: Cole, H.H. and Cupps, P.T. Academic Press, New York, 1977
56. Rosenberg, M., Herz, Z., Davidson, M. and Folman, Y. J. Reprod. Fert., 51: 363-367 (1977)
57. Roussel, J.D., Beatty, J.F., and Lee, J.A.: Influence of season and reproductive status on peripheral plasma -- progesterone levels in the lactating bovine. Int. J. Bio-meteor., 21: 85-91 (1977).

58. Ruiloba, C., Galina, C.S., Murcia, C., Navarro-Fierro, R.
59. Rysanek, M., Alba Gómez, L.O.: Observaciones sobre la -- actividad sexual de las novillas cebú durante el período de aciclia funcional invernal y los signos más caracte-- rísticos del ciclo estral después de ese período. Ciencia Anim., 1: 3-17 (1974).
60. Schwarz, S.: Strategy and organization of intralaboratory radioimmunoassay quality control. Proceedings of a --- symposium Vienna, International Atomic Energy Agence, -- Vienna, 447-524 (1982).
61. Shemesn, M.: Progesterone ciclicity and the effect of the conceptus on plasma progesterone in cattle and sheep. -- proceedings of 9th. International Congress on Animal -- Reproduction and Artificial Insemination, Madrid, España, 1980, 11: 103-108
62. Shemesh, M., Ayalon, N. and Linder, H.R.: Early effect of conceptus on plasma progesterone level in the cow J. Re-- prod. Fert. 15: 161-164 (1968)
63. Shotton, S.M., Roy, J.H.B. and Pope, G.S.: Plasma progesterone concentrations from before puberty to after parturition in British Friesian heifers reared on high planes of nutrition and inseminated at their first oestrus. -- Anim. Prod. 27: 89-98 (1978)
64. Stabenfeldt, G.H., Ewing, L.L., and McDonald, L.E.: --- Peripneral plasma progesterone levels during the bovine

- oestrous cycle J. Reprod. Fert., 19: 433-442 (1969).
65. Stott, G.H. and Wiersma, F.: Climatic thermal stress, a cause of hormonal depression and low fertility in bovine. Int. J. Biometeor., 17: 115-122 (1973)
66. Thatcher, W.W.: Effects of season, climate and temperature on reproduction and lactation. J. Dairy Sci., 57: 360-368 (1974).
67. Thatcher, W.W., Lewis, G.S., Eley, R.M., Bazer, F.W., Fields, M.J., Williams, W.F. and Wilcox, C.J.: Contribution of the bovine conceptus to the endocrinological phenomenon existing at implantation, during gestation and around parturition. Proceedings of 9th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial insemination, Madrid, España, 1980, I : 9-22.
68. Tucker, H.A.: Seasonality in cattle. Theriogenology, 17: 53-59 (1982).
69. Vaca, L.A.: Algunas características del ciclo estral en vacas Indobrasil. Tesis de maestría. Fac. de Med.Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, - D.F. 1982.
70. Vaught, L., Monty, D.E., Foote, W.: Effect of Summer Heat Stress on Serum Luteinizing Hormone and Progesterone values in Holstein-Friesian Cows in Arizona. Am. J. - Vet. Res. 38: 1027-1030 (1977).

71. Vries, S. de., Osinga, A., and Zeinstra, J.: The oestrus period and the oestrus cycle in Friesian milking cows in Kenya, as related to heat detection problems, Proc. 7th. Int. Cong. on Anim. Reprod. and A.I. 1: 383-387 (1972).
72. Watson, E.D. and Munro, C.D.: A re-assessment of the --- technique of rectal palpation of corpora lutea in cows.- Br Vet. J. 136:555-560 (1980).
73. Westhuysen, J.M. van der: Differences in progesterone -- synchronized oestrus and ovulation in three cattle breeds. South African J. Anim. Sci. 2: 91-92 (1972)
74. Wettermann, R.P., Hafs, H.D., Edgerton, L.A. and Swanson, L V.: Estradiol and progesterone in blood serum during the bovine estrous cycle. J. Anim. Sci., 34: 1020-1024 (1972).
75. Young, B.A.: Cold stress as it affects animal production. J. Anim. Sci., 52: 154-163 (1981)
76. Zakari, A.Y., Molokwu, E.C.I. and Osori, D.I.K.: Effect of season on the oestrous cycle of cows (Bos indicus) - - indigenous to Northern Nigeria. Vet. Rec., 1: 213-215 -- (1981).

FIGURA 1

NIVELES SERICOS DE PROGESTERONA EN VACAS GESTANTES

S= Sincronización  
IA= Inseminación Artificial

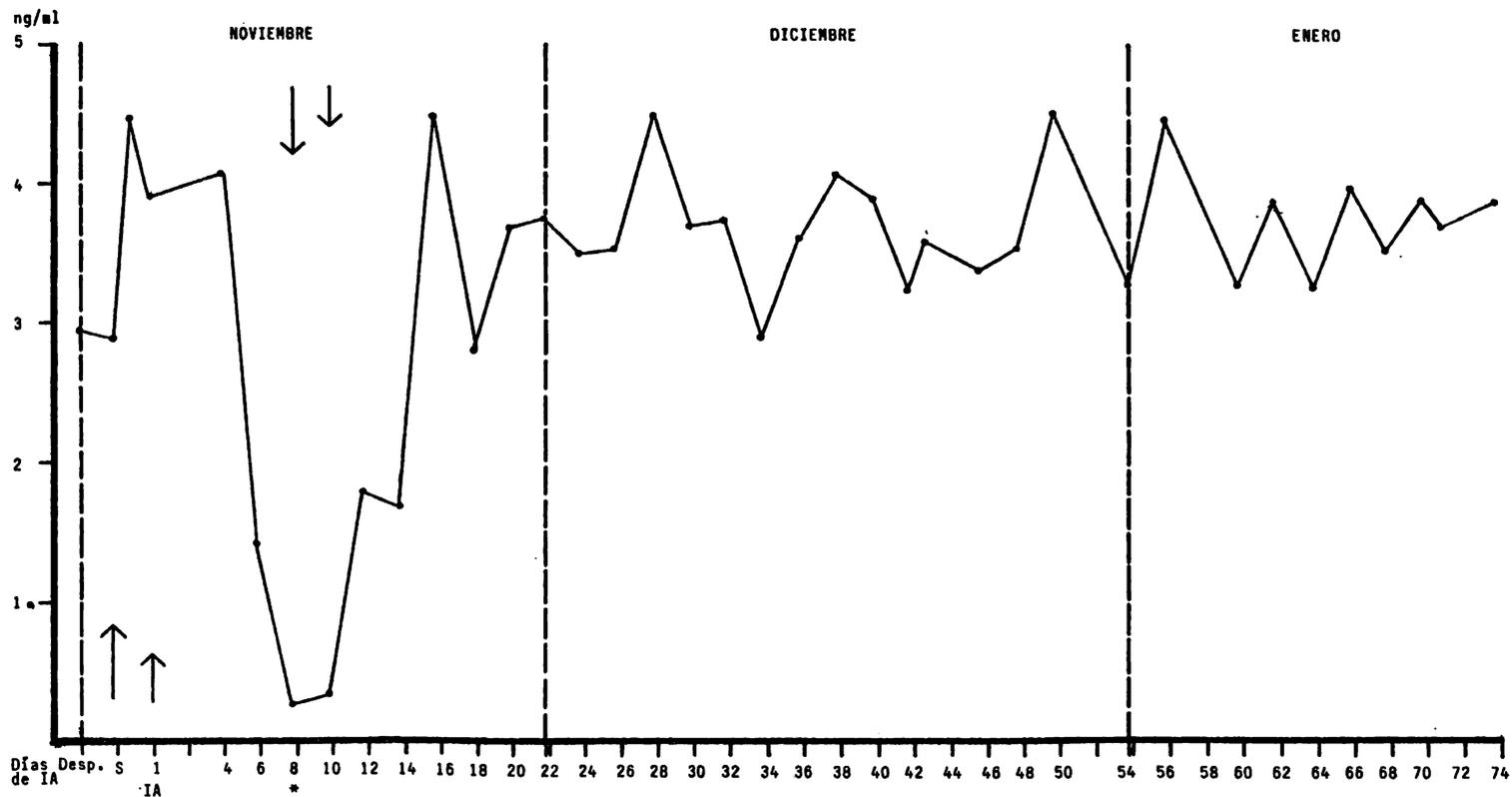


FIGURA 2

NIVELES SERICOS DE PROGESTERONA EN VACAS VACIAS

S- Sincronización  
IA- Inseminación Artificial

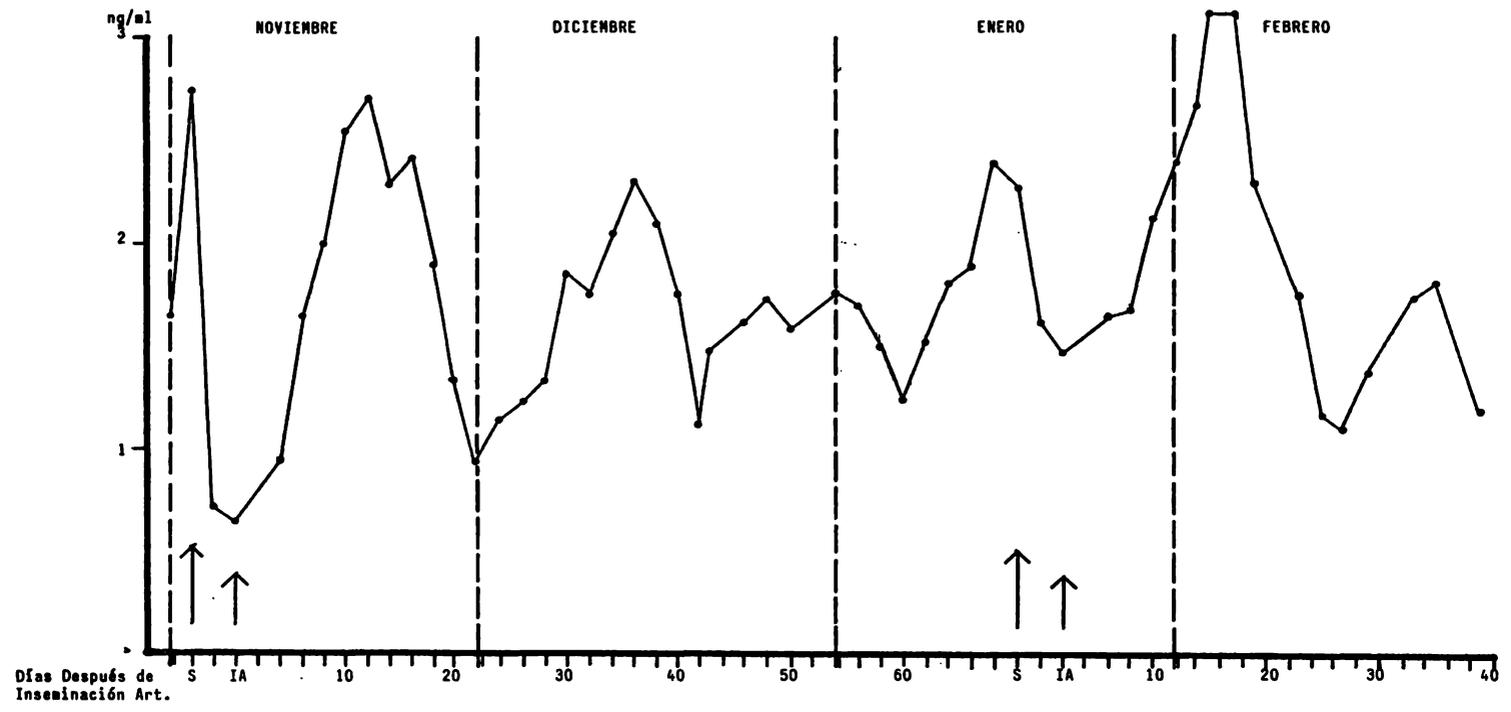


FIGURA 3

NIVELES SERICOS DE PROGESTERONA EN VACAS VACIAS

S=Sincronización  
IA=Inseminación Artificial

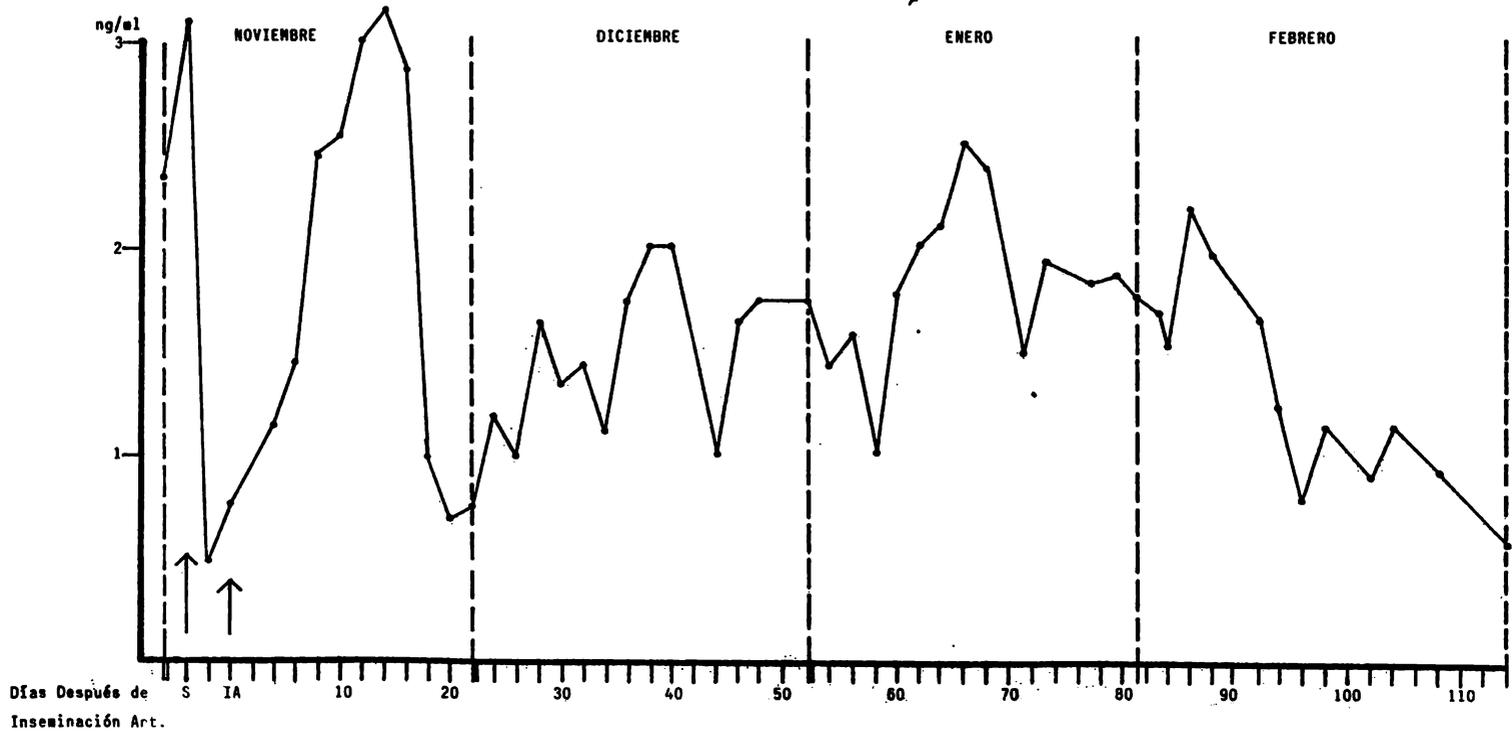


FIGURA 4

NIVELES SERICOS DE PROGESTERONA EN VACA SIN CUERPO LUTEO

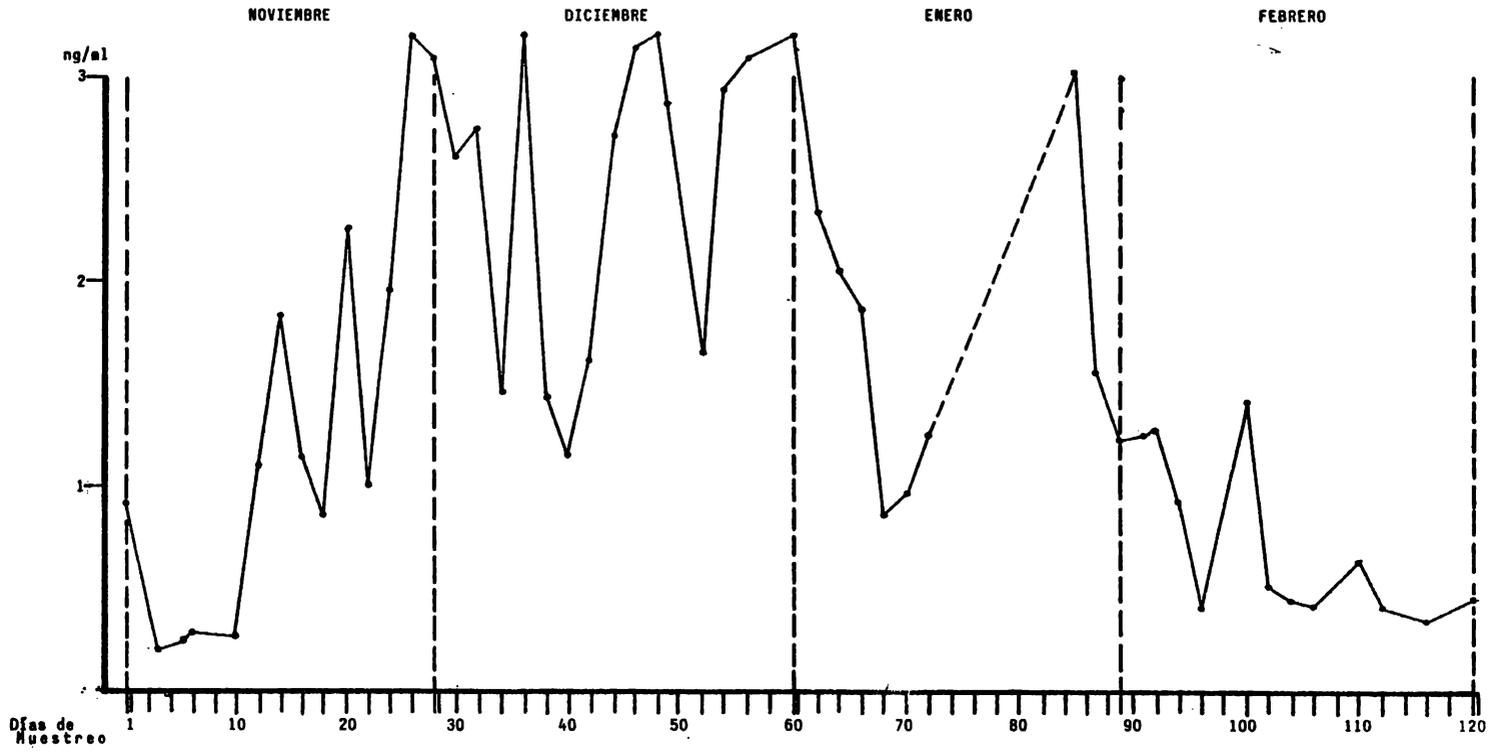
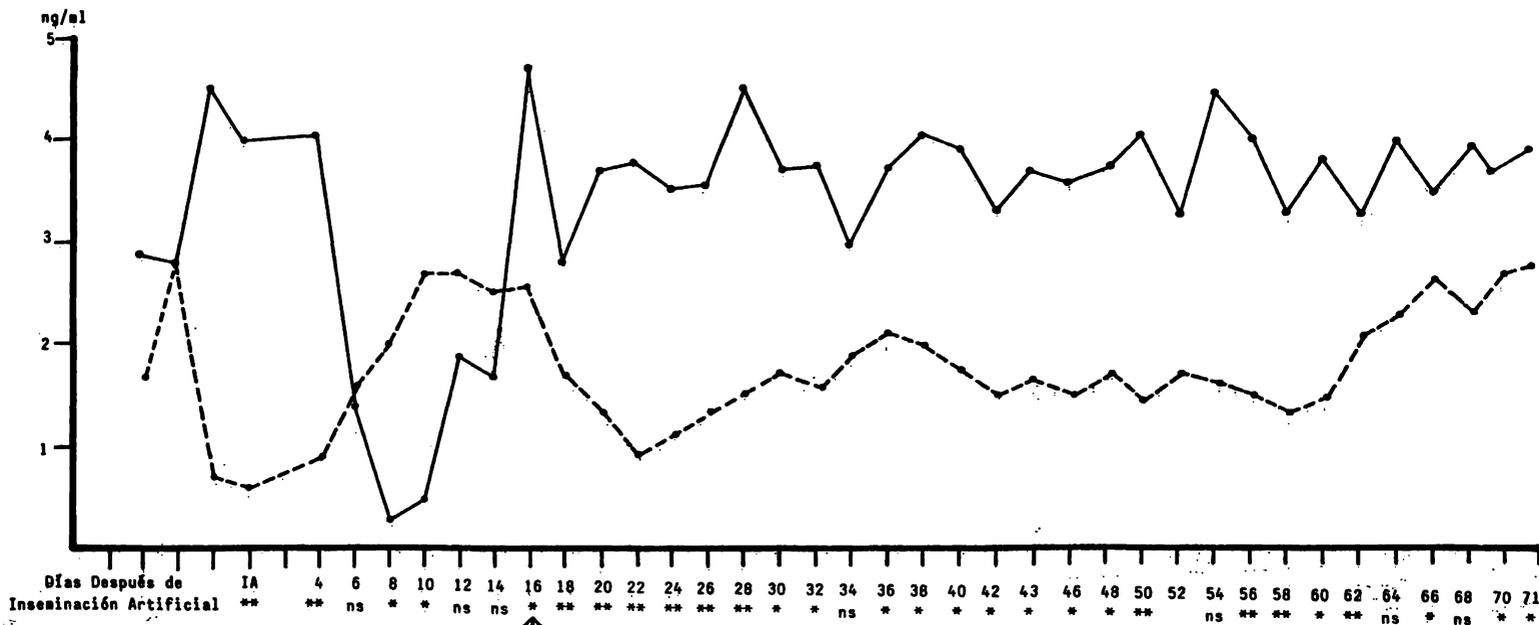


FIGURA 5

NIVELES SERICOS DE PROGESTERONA PROMEDIO EN VACAS GESTANTES Y VACIAS

VACIAS -----  
GESTANTES =====

DIFERENCIA PROMEDIO ENTRE CURVAS:  
 \*\* = Altamente Significativo (P<0.01)  
 \* = Significativo (P<0.05)  
 NS = No Significativo



CUADRO 1

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS REGISTROS DE PROGESTERONA

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
GRUPO	1	189.3	189.3	411.7**
DIA	38	199.1	5.3	11.3**
GRUPO x DIA	38	119.3	3.1	6.8**
VACA	22	126.3	5.7	----
ERROR	830	381.2	0.46	----
TOTAL	929	1606.6	----	----

\*\* Altamente Significativo ( $P < 0.01$ )

GRUPO= 1: gestantes

2: vacías

DIA= día de muestreo

CUADRO 2

ANALISIS DE VARIANZA DE LAS SINCRONIZACIONES DE  
NOVIEMBRE Y ENERO

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
SINCRONIZACION	1	25.01	25.01	28.08**
DIA POS-SINCRO- NIZACION	4	29.80	7.45	5.98**
SINCRONIZACION x DIA POS-SINCRO- NIZACION	4	6.12	1.53	1.23 <sup>ns</sup>
VACA	17	78.11	4.60	---
ERROR	150	186.82	1.25	---

\*\* Altamente Significativo (P < 0.01)

ns No Significativo (P > 0.01)

**CUADRO 3**  
**CARACTERISTICAS DEL CERVIX Y DEL UTERO AL MOMENTO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL**  
**Y SIGNOS DE ESTRO**

NOVIEMBRE					ENERO				
No Vaca	Características Cérvix	Utero	Cambio de Comport. Sexual -c	Presencia de Moco-m	Características Cérvix	Utero	Cambio de Comport. Sexual -c	Presencia de Moco -m	
01	Pasó 2-a	UT	---	---	Pasó 3-a	UT	---	m	
02	1-a c.d.	UF	---	m	2-a c.d.	UT	---	---	
03	1-a c.d.	UF	---	m	2-a	UT	c	---	
04	2-a	UT	---	m	2-a	UT	c	---	
05	No pasó fib	UF	---	---	No pasó fib		---	---	
06	1-a c.d.	UF	---	---	2-a c.d.	UT	---	m	
07	2-a	UF	---	m	3-a	UT	---	m	
08	1-a c.d.	UF	---	---	No pasó fib		---	---	
09	1-a	UT	---	m	2-a	UT	---	---	
10	2-a	UT	---	m	2-a	UT	---	m	
11	3-a	UT	---	m	3-a	UT	---	m	
12	2-a	UT	---	m	2-a	UT	---	---	
13	2-a c.d.	UT	---	m	2-a c.d.	UT	---	---	
14	1-a	UF	---	---	2-a	UT	---	---	
15	2-a	UT	---	m	2-a	UF	---	---	
16	2-a	UF	---	---	2-a	UF	---	---	
17	1-a c.d.	UF	---	---	1-a c.d.	UF	---	---	
18	1-a	UF	c	---	1-a	UF	---	---	
19	2-a	UF	---	---					
20	1-a	UF	---	---					
21	2-a	UF	---	---					
22	2-a	UF	---	---					
23	2-a	UT	c	---**					
24	2-a	UT	c	---**					
			16%	45%				11%	27%

c.d. = Cuello desviado  
 fib. = fibroso  
 UT = útero turgente  
 UF = útero flácido  
 \*\* Gestante

CUADRO 4

COINCIDENCIA ENTRE LA PALPACION RECTAL DEL CUERPO

LÚTEO Y LOS NIVELES SERICOS DE PROGES

TERONA

NOVIEMBRE				ENERO	
No. Vaca	Cuerpo Lúteo (CL)	Niveles de Progesterona (ng/ml)	Cuerpo Lúteo (CL)	Niveles de Progesterona (ng/ml)	
01	CL 1	2.70	CL 3	2.60	
02	CL 3	0.29	CL 2	1.45	
03	CL 3	0.46	CL 3	1.54	
04	CL 3	4.00	CL 3	1.59	
05	CL 3	3.88	CL 3	2.52	
06	CL 2	1.58	CL 2	2.96	
07	CL 2	2.55	CL 1	2.61	
08	CL 3	1.34	CL 2	3.10	
09	CL 3	3.00	CL 2	1.29	
10	CL 3	4.30	CL 3	3.50	
11	CL 3	4.49	CL 3	2.22	
12	CL 3	1.93	CL 1	2.67	
13	CL 3	3.06	CL 1	3.62	
14	CL 1	2.93	CL 3	3.68	
15	CL 3	3.55	CL 3	2.31	
16	CL 3	0.92	CL 1	1.26	
17	CL 3	0.42	CL 3	1.93	
18	CL 3	0.52	CL 3	0.48	
19	CL 3	3.97	---	---	3.61
20	CL 2	2.43	---	---	1.89
21	CL 1	3.61	---	---	3.81
22	CL 3	2.43	---	---	0.29
23	CL 3	2.28	Gx		Gx
24	CL 3	3.50	Gx		Gx
25	---	0.20	---		---
% COINCIDENCIA:		84%			73.9%

COINCIDENCIA PROMEDIO: 78.9 %

Gx: Vaca Gestante

CUADRO 5

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS NIVELES DE PROGEWTERONA  
DURANTE LOS MESES DE NOVIEMBRE Y FEBRERO

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
MES	3	3.771	1.257	2.51 <sup>ns</sup>
ESTADO RE-PRODUCTIVO	1	14.244	14.244	28.45**
ESTADO REPRODUCTIVO x MES	3	5.895	1.965	3.93*
PESO (Covariable)	1	1.915	1.915	3.82 <sup>ns</sup>
ERROR	87	43.544	0.501	---
TOTAL	95	69.552	---	---

\*\* Altamente Significativo (  $P < 0.01$  )

\* Significativo (  $P < 0.05$  )

<sup>ns</sup> No Significativo (  $P > 0.05$  )

MES: Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero

ESTADO REPRODUCTIVO: gestantes, vacías.

CUADRO 6

PROMEDIOS DE PESO Y NIVELES DE PROGESTERONA  
MENSUALES DE VACAS GESTANTES Y VACIAS

M E S	P E S O/ Kg.		P R O G E S T E R O N A/ ng/ml	
	GESTANTES	VACIAS	GESTANTES	VACIAS
	( $\bar{X}$ )	( $\bar{X}$ )	( $\bar{X}$ )	( $\bar{X}$ )
NOVIEMBRE	461.00	459.54	2.44	1.86
DICIEMBRE	484.00	445.18	3.68	1.56
ENERO	465.00	426.13	3.75	1.75
FEBRERO	440.00	426.18	3.37	1.90
n	2	22	2	22

n= número de vacas.

CUADRO 7

CORRELACION ENTRE EL PESO DE LOS ANIMALES Y LOS NIVELES DE  
 PROGESTERONA  
 Y  
 CORRELACION ENTRE EL PESO DE LOS ANIMALES Y LOS MESES DE  
 NOVIEMBRE A FEBRERO

CORRELACION	VACAS GESTANTES Y VACAS VACIAS.	VACAS VACIAS
PESO - PROGESTERONA	17.14*	15.68 <sup>ns</sup>
PESO - TIEMPO	- 16.24*	- 15.98*
	n = 110	n = 118

\* Significativo (  $P < 0.05$  )

<sup>ns</sup> No Significativo (  $P > 0.05$  )

TIEMPO: Meses de noviembre a febrero