

1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y EXTENSION
EN GANADERIA TROPICAL**

**EFFECTO DE LA APLICACION DE NORGESTOMET EN DIFERENTES
ETAPAS DEL CICLO ESTRAL SOBRE LA VIDA MEDIA DEL CUERPO
LUTEO EN NOVILLONAS CEBU GYR EN PASTOREO EN EL TROPICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA :

NURIA ISABEL ACEVEDO ROJAS

ASESOR: MVZ. MPA. HECTOR BASURTO CAMBEROS



MEXICO, D. F.

2000

280247



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.

A Dios, porque nunca me ha dejado sola.

A mi Familia Javier A, Irene R, Ariadna A y Jani A, porque siempre hemos vivido como lo que somos, una inquebrantable unidad de amor y comprensión.

AGRADECIMIENTOS

A mi papá, por ser mi más preciado tesoro, fiel amigo y consejero.

A mi mamá, por demostrar más de una vez lo auténtico de su cariño y fortaleza.

A mis hermanas por todo las alegrías y confidencias compartidas.

A mi abuelos que están en el cielo (Isabel G, Natividad A y Agripino R).

A mi abuelita Lore G, que me enseñó el amor por el campo y sus criaturas.

A mis tías y tíos (Noemí R, Judith S, Roberto R, Juan Carlos R e Isaias H) por su cariño desinteresado.

A mis padrinos (Guillermo Q, Manuel G y José R) por todas sus buenas y útiles palabras.

A mis verdaderas amigas (Monica A, Yerenni T y Gaby L), gracias por escucharme y hacerme sonreír.

A Oscar R, por todo lo que es.

A mis amigos auténticos: Rafael M y Julio O por todos los momentos, Mario G por las interminables carcajadas y Edgar G por ser mi mejor confidente. Sé que nuestra amistad es para toda la vida.

A mi asesor y amigo MPA. Héctor Basurto, por enseñarme la luz más de una vez en todo lo que implica la palabra vida.

Al IAZ. Jesús Jarillo por todos las chalupas, estadísticos e increíbles momentos.

Al MVZ. Miguel Alonso, MVZ. Pedro Cano y DCV. Joel Hernández por haber compartido sus conocimientos en el buen desarrollo y finalización de esta Tesis.

A todo el personal y compañeros del "Clarín", en especial a Bernardo Sánchez, Epigmenio Castillo, Cristino Cruz, Adriana Saharrea y Germán Muñóz.

Al Sistema de investigación del Golfo de México (SIGOLFO) que brindó el apoyo económico para el proyecto "EFECTO COMBINADO DE LA EDAD AL DESTETE DEL BECERRO Y SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO SOBRE EL ANESTRO POSPARTO Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN VACAS BRAHMAN EN AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO EN EL TROPICO HÚMEDO DE MÉXICO" (Clave: 97-01-015) del cual esta tesis es parte.

CONTENIDO

CAPITULO	PAGINA
LISTA DE CUADROS.....	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCION.....	3
III. HIPOTESIS.....	7
IV. OBJETIVO GENERAL.....	8
V. MATERIAL Y METODOS.....	9
5.1 Localización.....	9
5.2 Animales y diseño experimental.....	9
5.3 Observación de la respuesta al estro postratamiento.....	10
5.4 Perfil de progesterona.....	10
5.5 Manejo alimenticio.....	11
5.6 Parámetros evaluados.....	11
5.7 Análisis estadístico.....	12
VI. RESULTADOS.....	13
VII. DISCUSION.....	15
VIII. CONCLUSIONES.....	20
IX. LITERATURA CITADA.....	21
X. CUADROS.....	26
XI. FIGURAS.....	29
XII. ANEXOS.....	30

LISTA DE CUADROS

Cuadro

- 1 Porcentaje de estros manifiestos y silenciosos detectados por observación y niveles séricos de progesterona en el estro sincronizado
- 2 Porcentaje de novillonas que entraron en calor después del estro sincronizado
- 3 Efecto del día del tratamiento sobre el pico máximo de progesterona (días)
- 4 Efecto del día del tratamiento sobre la concentración máxima (pico) de progesterona (ng/ml)
- 5 Efecto del día del tratamiento sobre la vida media del cuerpo lúteo (días)
- 6 Efecto del día del tratamiento respecto a la duración del ciclo (días)

LISTA DE FIGURAS

Figura

- 1 Promedio de la concentración de progesterona durante el ciclo sincronizado (1) y el natural subsiguiente (2), en el día 0 (T1), 5 (T2), 10 (T3) y 15 (T4).

I. RESUMEN

Nuria Isabel Acevedo Rojas: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NORGESTOMET EN DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO ESTRAL SOBRE LA VIDA MEDIA DEL CUERPO LÚTEO EN NOVILLONAS CEBÚ GYR EN PASTOREO EN EL TRÓPICO (Bajo la asesoría de: MVZ. MPA. Héctor Basurto Camberos).

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la aplicación de Norgestomet al 0 (día del estro), 5, 10 y 15 días del ciclo estral sobre la duración del cuerpo lúteo (CL) del ciclo siguiente. Se utilizaron 16 novillonas Cebú Gyr (*Bos indicus*) ciclando y previamente sincronizadas con un implante de 5 mg de Norgestomet por vía subcutánea, más 3 mg de Norgestomet y 5 mg de valerato de estradiol por vía intramuscular (Crestar, Intervet). Al presentarse el estro sincronizado, se dividieron al azar en cuatro grupos: Grupo 1 (n = 5) se aplicó el implante de Norgestomet el día 0; el Grupo 2 (n = 4), en el día 5, el Grupo 3 (n = 4) en el día 10 y el Grupo 4 (n = 4), en el día 15 del ciclo estral. En todos los casos el implante se retiró 9 días después y se detectaron los estros durante 100 h continuas; posteriormente, tres veces al día, hasta 25 días después de retirado el implante. Se obtuvieron muestras de sangre 2 veces por semana para la determinación de la concentración de progesterona (P4) plasmática (ng/ml) por radioinmunoanálisis de fase sólida. Se consideró la presencia de un cuerpo lúteo activo cuando los niveles de P4 permanecen por arriba de 1 ng/ml; cuando la concentración de P4 disminuyó de 1 ng/ml se estableció como terminada la función lútea de ese ciclo, aunado a la evidencia clínica del estro, con lo cual se determinó la vida media del cuerpo lúteo en días (VMCL). Hubo efecto significativo ($P < 0.03$) del día del ciclo en que se aplicó el progestágeno sobre la VMCL del ciclo subsiguiente; fue menor en el Grupo 1 (11.2 ± 1.3 días) y mayor en el Grupo 4 (18.2 ± 1.5 días), resultados intermedios se encontraron en los grupos 2 y 3 (13.2 ± 1.5 y

15.3±1.7 días). También, hubo efecto altamente significativo ($P<0.01$) sobre el tiempo al que se alcanzó el pico de progesterona (PP4, días); 10.6±0.9, 11.3±1.2, 16.5±1 y 20.25±1 días, para los grupos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Asimismo, la duración del ciclo estral (DC, días) siguiente fue significativamente ($P<0.01$) menor en el Grupo 1 (15.8±0.8 días) y mayor en el Grupo 4 (26.7±0.9 días), los grupos 2 y 3 mostraron resultados intermedios. El día del ciclo estral en que se aplicó el progestágeno no tuvo efecto significativo ($P>0.05$) sobre la concentración de progesterona cuando se alcanza el pico del ciclo estral siguiente. Se concluye que tanto la vida media del cuerpo lúteo, como el tiempo al que se alcanza el pico de progesterona y la duración del ciclo estral, son más prolongados a medida que avanza el tiempo del ciclo estral previo al que se aplica el progestágeno. La importancia clínica de estos resultados sugieren una variación en la fertilidad cuando se aplica el servicio después de un estro sincronizado, lo cual puede ser objeto de estudios posteriores más detallados.

II. INTRODUCCION

La ganadería bovina en las regiones tropicales está constituida principalmente por razas cebuinas (*Bos indicus*), que se caracterizan por su capacidad de adaptación fisiológica al clima y enfermedades tropicales. La importancia del ganado Cebú radica en su utilización como base para el cruzamiento con razas *Bos taurus* especializadas en la producción de leche o carne, las cuales han mostrado poca o nula adaptabilidad a las condiciones cálido húmedas, por lo que los índices productivos son muy bajos para ser rentables. Por estas razones, el cruzamiento obedece a la necesidad de obtener un híbrido con la resistencia del cebú y el potencial productivo del bovino europeo (1).

A pesar de que los bovinos Cebú aprovechan los forrajes en pastoreo directo para su alimentación hay una subutilización de éstos, lo que conlleva a una baja productividad: los machos alcanzan el peso de mercado (450 kg) a los tres o más años y las hembras llegan al peso (320-350 kg) para la primera preñez a una edad avanzada (>20 meses); así como largos periodos entre partos (500 días) (2). Estos índices repercuten negativamente sobre la economía de las empresas lecheras y cárnicas de las zonas tropicales (3). Aunado a eso, la persistencia de prácticas tradicionales en el manejo de los bovinos y los esquemas extensivos de pastoreo son los aspectos que inciden sobre esta situación (4). Se ha demostrado un incremento substancial en la productividad del ganado Cebú cuando se somete a un programa integral de manejo (5).

En la ganadería tropical se ha experimentado con el empleo de algunos compuestos hormonales para la sincronización del estro, con la finalidad de mejorar la eficacia reproductiva (2). Sin embargo, los resultados no han sido satisfactorios, ya que la tasa de preñez al primer servicio posttratamiento es baja (2,5,6,7,8,9). Las fallas en la fertilidad del servicio en estros sincronizados pueden atribuirse a estros anovulatorios, ovocitos degenerados, trastornos en el transporte de gametos o a la etapa del ciclo estral en la que se aplica el tratamiento hormonal

(6,8,9,10). Se ha dificultado que las concentraciones plasmáticas del progestágeno utilizado para la sincronización del estro son insuficientes para modular la secreción de hormona luteinizante (LH) y por ende, el desarrollo folicular (8,9,10,11,12); además, la síntesis de hormonas esteroideas en los folículos se modifica al producir mayor concentración de estradiol (9,12), que provoca una maduración prematura del ovocito (9,13).

En un ciclo estral normal los pulsos preovulatorios de LH desencadenan la ovulación, con aumento en la irrigación; iniciándose la formación y desarrollo del cuerpo lúteo (CL) (14,15,16). Cuando disminuye la irrigación ovárica se inicia la regresión luteal por acción estrogénica de las siguientes ondas foliculares. La fase lútea abarca del día 5 al 18 del ciclo estral aproximadamente, tiempo en el que el CL secreta progesterona (P4) para mantener una concentración mayor a 1 ng/ml de sangre (17). La máxima concentración de P4 en la sangre ocurre entre los días 8 y 10 del ciclo estral, en concordancia con el mayor desarrollo del CL (2). La ovulación se lleva a cabo en promedio 30 h después del pico preovulatorio de LH. Después de la ovulación, las células de la teca interna y de la granulosa migran y se distribuyen en la cavidad que previamente fue ocupada por el folículo ovulatorio (cuerpo hemorrágico). Por otra parte, las células de la teca interna se multiplican y diferencian en células lúteas chicas, mientras que las células de la granulosa solamente se hipertrofian. En el día dos postovulación, las concentraciones de P4 en sangre comienzan a incrementarse, alcanzando concentraciones mayores a 1 ng/ml en el quinto día (18,19,20).

Cuando se desarrollan CL de vida corta, la máxima concentración de P4 es transitoria y rara vez llega a más de 1ng/ml. Probablemente la regresión prematura del CL se lleva a cabo entre 5 y 6 días después de la ovulación (8,10); sin embargo, el CL solo es susceptible a la prostaglandina F2 alfa (PGF2 α) a partir del día 8 del ciclo; tal susceptibilidad aumenta al avanzar el ciclo estral (21).

En las vacas que presentan CL de vida corta la fertilidad es menor debido a que producen

menos de 1 ng de P4 durante 10 días o menos, aunado a la pronta regresión del CL, interfiriendo con la implantación embrionaria, causando la reabsorción embrionaria en pocos días después. Por el contrario, las vacas con CL de vida normal presentan elevadas concentraciones de P4 y tienen mayor fertilidad (14,22). También, estos fenómenos se han observado durante las etapas de transición del anestro a la actividad cíclica, al inicio de la pubertad, o bien después del parto, con una variabilidad en la duración funcional del cuerpo lúteo (9).

Por otro lado, hay evidencias de que el uso de progesterona y progestágenos para la sincronización del estro pueden provocar efectos contrarios. Por ejemplo, cuando se administra progesterona o progestágenos en los días 7 a 9 del ciclo, el cuerpo lúteo es susceptible a la PGF2 α y en consecuencia se impide la actividad lútea (23). En hembras que tienen CL y son tratadas con Norgestomet tienen menor concentración de estradiol y mayor tasa de preñez (3,19). Por el contrario, vacas sin CL que son tratadas con Norgestomet durante los días 9 a 14 del ciclo, tienen CL de menor tamaño y menores concentraciones de progesterona, en comparación con las vacas sin tratamiento o aquellas tratadas con Norgestomet que desarrollaron CL funcional (3,17,23).

La administración de progestágenos a dosis comerciales para la sincronización del estro en ausencia del CL puede causar un periodo prolongado de crecimiento de folículos ováricos dominantes, incrementar la secreción pulsátil de LH, aumentar las concentraciones periféricas de estradiol y una reducción en la fertilidad del estro sincronizado. Esa reducción en fertilidad ha sido atribuida al desarrollo anormal del ovocito y a un aumento en la muerte embrionaria temprana (24).

En el ganado cebú en el trópico se ha observado una adecuada respuesta al tratamiento de sincronización del estro con Norgestomet en cuanto a la manifestación del estro (5,7); sin embargo, la fertilidad del estro sincronizado es muy baja (<45%) comparada con la del estro

natural (50-70%) (5).

Por lo anteriormente expuesto, resulta importante que se estudie si la baja fertilidad a primer servicio después de la sincronización del estro con progestágenos, se debe a la formación de cuerpos lúteos de vida corta, de tal manera que puedan realizarse esquemas prácticos de sincronización del estro en temporadas cortas de empaque y acortar el periodo improductivo en novillonas cebú al inicio de la pubertad.

III. HIPOTESIS

La sincronización del estro con progestágenos en etapas tardías del ciclo estral, inducirá la formación de cuerpos lúteos normales en el subsecuente ciclo estral, mientras que la aplicación en fases tempranas formará cuerpo lúteo de vida corta.

IV. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del tratamiento con Norgestomet a los 0 (día del estro), 5, 10 y 15 días del ciclo estral sobre la vida media del CL, tiempo al pico de progesterona y duración del ciclo estral subsecuente.

V. MATERIAL Y METODOS

5.1 Localización

El presente trabajo se realizó de Junio a Agosto de 1999 en el Módulo de Producción de Vaquillas F1 "La Soledad" del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El módulo está ubicado en el km 3.5 del camino vecinal Martínez de la Torre - Novara, Municipio de Atzacán, Veracruz, México, a 19°50' de Latitud Norte y 97°1' de Longitud Oeste y una altitud de 150 msnm. La región presenta un clima clasificado como Af(m)(e), cálido húmedo, con una temperatura media anual de 23.4°C, y una precipitación pluvial de 1743 mm/año.

5.2 Animales y diseño experimental

Se utilizaron 18 novillonas Cebú Gyr (*Bos indicus*) de 27 meses y 350 kg de edad y peso, respectivamente. Al inicio del trabajo las novillonas estaban ciclando, lo cual se comprobó por la presencia de cuerpo lúteo (CL) en la ultrasonografía de tiempo real y determinación de niveles séricos de progesterona (P4).

A todas las novillonas se les aplicó un implante de silicón que contenía 5 mg de Norgestomet (17 α acetoxo - 11 β methyl - 19 - nor - pregn - 4 - ene - 3,20 dione) (Crestar; Intervet), por vía subcutánea (SC) en la base de la oreja; al mismo tiempo, se administró 2 ml de una suspensión oleosa con 3 mg de Norgestomet y 5 mg de valerato de estradiol por vía intramuscular (IM). El implante se retiró 9 días después; a partir de entonces fueron observadas para la manifestación del estro durante 100 h continuas.

Posteriormente, se continuó con la observación de las novillonas para la detección del estro en tres periodos al día de: 06:00-07:00, 12:00-13:00 y 18:00-19:00 h, hasta que retomaron a estro. Al presentarse el estro sincronizado, se dividieron al azar en cuatro grupos: Grupo 1 (n=5) se aplicó el implante de Norgestomet el día 0; el Grupo 2 (n=4), en el día 5, el Grupo 3 (n=4) en el

día 10 y el Grupo 4 (n=4), en el día 15 del ciclo estral. En todos los casos el implante se retiró 9 días después, de acuerdo a como se describe a continuación:

Distribución de novillonas para la aplicación del Norgestomet de acuerdo con la etapa del ciclo estral.

Grupo	n	Etapa del ciclo estral	Día del ciclo en que se implantaron
1	5	Estro	0 (celo)
2	4	Metaestro / Diestro temprano	5
3	4	Diestro medio	10
4	4	Diestro tardío	15

5.3 Observación de la Respuesta al Estro Postratamiento.

Para determinar el tiempo de respuesta al estro, se observaron todas la novillonas durante 100 h continuas; posteriormente, la observación se llevó a cabo en tres periodos al día: 06:00-07:00, 12:00-13:00 y 18:00-19:00 h, hasta 25 días después de retirado el implante. Se consideró que una novillonas se encontraba en estro cuando permitió ser montada por el toro marcador, o por otra de las compañeras de grupo

5.4 Perfil de Progesterona.

Se obtuvieron muestras de sangre por punción de la vena coccígea, con aguja calibre 21 y tubos vacutainer sin anticoagulante, para determinar la concentración de progesterona en el plasma por radioinmunoanálisis en fase sólida (23). Las muestras de sangre se colectaron desde el inicio del experimento, a intervalos de 3 días, hasta la presentación del celo siguiente, fueron centrifugadas a 2000 rpm para la separación del plasma, el cual se mantuvo en congelación hasta su envío al Laboratorio de Endocrinología del Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

La vida media del cuerpo lúteo, se estimó de acuerdo con la siguiente clasificación (15):

- Cuerpos Lúteos de vida normal fueron aquellos en donde la concentración de progesterona fue mayor a 1 ng/ml de plasma por más de 10 días.
- Cuerpos Lúteos de vida corta fueron aquellos en donde la concentración de progesterona en el plasma fue menor a 1 ng/ml por menos de 10 días

5.5 Manejo Alimenticio.

Las novillonas del estudio se manejaron como un solo grupo, separado del resto del hato, en potreros de 2.7 Ha, bajo un esquema de pastoreo de "alta densidad"; se mantuvo una carga animal máxima de 1.5 UA/Ha, a fin de asegurar un consumo de materia seca (MS) de 9 a 12 kg por animal/día.

La composición de la pradera fue una mezcla de 85 % gramas nativas (*Axonopus spp* y *Paspalum virgatum*), 5% Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y el resto por maleza; además, tuvieron sombra, agua y sales minerales a libre acceso.

5.6 Parámetros evaluados

Variable independiente

- Tratamiento con Norgestomet a 0, 5, 10 y 15 días del ciclo estral.

Variables dependientes.

- Tiempo de presentación del estro inducido, de acuerdo con la etapa del ciclo en que se aplicó el tratamiento.
- Longitud del ciclo estral en cada tratamiento, después de retirado el implante en el ciclo sincronizado y en el subsecuente.
- Número de novillonas que presentaron estro en ≤ 36 horas y de 36 a 120 horas después de retirado el implante.
- Perfil de progesterona en la sangre en cada grupo de tratamiento.
- Determinación del tiempo al que se alcanzó el pico de progesterona después de retirado

el implante.

5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con 4 tratamientos; siendo éstos: la etapa del ciclo estral donde se administró el progestágeno, y las repeticiones el número de animales por grupo.

Se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + E_{ij}$$

donde...

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general

T_{ij} = Tratamiento de Norgestomet (0, 5, 10 y 15 días del ciclo estral)

E_{ij} = Error aleatorio (25).

Debido a que el número de novillonas por tratamiento fue diferente, se utilizó la suma de cuadrados tipo III.

En los casos que el análisis de varianza fue significativo a una alfa de 0.05, se hicieron las comparaciones entre medias de tratamientos por medio de la prueba de Tuckey.

El procesamiento estadístico de la información que se recabó, se efectuó en un computador personal, usando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) en su versión 6.02.

Las medias, desviaciones estándar y coeficientes de varianza se obtuvieron con el procedimiento PROC MEANS. Los análisis de varianza y los de regresión lineal múltiple se realizaron con el procedimiento PROC GLM. Las medias ajustadas o de cuadrados mínimos y sus errores estándar se obtuvieron con la opción LSMEANS.

VI. RESULTADOS

En el presente estudio el 50% de las novillonas presentaron estros silenciosos (Cuadro 1). Se encontró que sólo el 6.25% de las novillonas entraron en calor entre 24 y 36 horas después de retirado el implante; mientras que, entre 36 y 120 horas entraron en celo el 50% de las novillonas; el 43.75% de las novillonas presentaron celo entre 120 y 146 horas después de retirado el implante de Norgestomet.

En el Grupo 3 (T3) el 100% (4/4) presentó estro; el Grupo 4 (T4) el 75% (3/4); Grupo 2 (T2) el 50% (2/4); mientras que el Grupo 1 (T1) solo el 20% (1/4) presentó estro (Cuadro 2).

El análisis de varianzas mostró que el tratamiento tuvo efecto altamente significativo ($P < 0.01$) sobre el tiempo al que se alcanzó el pico de progesterona (PP4, días) (Anexo 1). La máxima concentración de progesterona en el ciclo estral siguiente, se alcanzó significativamente ($P < 0.05$) en menor tiempo en los Grupos 1 y 2 (10.6 ± 0.9 , 11.3 ± 1.2 días, respectivamente); mientras que ese pico se alcanzó hasta los 16.5 ± 1 y 20.25 ± 1 días, en los grupos 3 y 4, respectivamente (Figura 1) (Cuadro 3).

Por el contrario, el día del ciclo estral en que se aplicó el progestágeno no tuvo efecto estadísticamente significativo ($P > 0.05$) sobre la concentración de progesterona obtenida cuando se alcanzó el pico en el ciclo estral siguiente (Anexo 1). La concentración máxima de progesterona para los Grupos 1, 2, 3 y 4 fue de 6.3 ± 1.38 , 5.8 ± 1.0 , 6.5 ± 1.2 y 6.9 ± 1.0 ng/ml, respectivamente, las cuales no difirieron significativamente ($P > 0.05$) entre sí (Cuadros 4).

El día de aplicación del Norgestomet tuvo efecto altamente significativo ($P < 0.03$) sobre la vida media del cuerpo lúteo (VMCL) del ciclo estral subsiguiente (Anexo 1). Esta fue significativamente de menor duración en el Grupo 1 (11.2 ± 1.3 días) y mayor en el Grupo 4 (18.2 ± 1.5 días); mientras que los Grupos 2 y 3 tuvieron una VMCL intermedia de 13.2 ± 1.5 y 15.3 ± 1.7 días, respectivamente (Cuadro 5).

Estos resultados son muy similares a los encontrados durante el ciclo estral previo, cuando se

administró el tratamiento hormonal, ya que la VMCL fue menor para el Grupo 1 (11.2 ± 1.77 días) y significativamente ($P < 0.05$) mayor para el Grupo 4 (22.25 ± 1.9 días); igualmente resultados intermedios mostraron los Grupos 2 y 3, entre los que la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$).

La duración del ciclo estral (DC), después de retirado el implante de Norgestomet fue significativamente ($P < 0.01$) menor (Anexo 1) en el Grupo 1 (15.8 ± 0.8 días) y mayor en el Grupo 4 (26.7 ± 0.9 días); los grupos 2 y 3 mostraron resultados intermedios (19.8 ± 0.8 y 21.6 ± 0.9), entre los cuales la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$) (Cuadro 6). De manera similar ocurrió en la duración del ciclo previo, cuando se aplicó el tratamiento con el progestágeno en diferentes días. La duración del ciclo sincronizado fue significativamente ($P < 0.01$) menor (Anexo 2) en el Grupo 1 (15.20 ± 0.87 días) que en el Grupo 4 (25.25 ± 0.9 días); mientras que se encontraron longitudes del ciclo estral intermedios en los Grupos 2 (18.50 ± 0.9) y 3 (22.87 ± 1.1 días).

Una de las novillonas del estudio, perteneciente al Grupo 3, se excluyó del análisis estadístico debido a que se diagnosticó la presencia de un CL persistente desde que se retiró el implante de Norgestomet hasta que finalizó el experimento.

VII. DISCUSIÓN

La fase lútea se considera como la continuación fisiológica de la maduración folicular, por lo tanto, las características funcionales del cuerpo lúteo (CL) son consecuencia de las condiciones en que se desarrolló el folículo ovulatorio (26).

Tiempo de presentación del estro

Se ha observado que las vacas tratadas con progestágenos sin CL, manifiestan en menor tiempo la conducta de estro en comparación con las vacas que se tratan con un CL funcional (24,26,27). En el presente estudio, el período para la presentación del estro natural después de retirado el implante, fue menor en las novillonas del Grupo 1, (sin CL), que retomaron a estro en 15.2 ± 0.87 días; mientras que las novillonas del Grupo 4, presencia de CL funcional, lo hicieron hasta 25.25 ± 0.97 días después (Cuadro 1,2 y 6).

Perfil de P4 (pico de P4) días y ng/ml

El pico de progesterona (PP4) se presentó más rápidamente durante el ciclo estral natural en las novillonas que fueron sincronizadas previamente en la etapa temprana del ciclo, tanto en el Grupo 1 (10.6 ± 0.9 días), como en el Grupo 2 (11.33 ± 1.18 días), en comparación con el tiempo que tardaron las novillonas tratadas en etapas tardías del ciclo estral, tanto en el Grupo 3 (16.5 ± 1.04 días), como en el Grupo 4 (20.25 ± 1.04 días). Resultados similares fueron encontrados en el estro sincronizado, cuando se aplicó el progestágeno; durante ese ciclo, en las novillonas de los Grupos 1 y 2 el pico de progesterona se alcanzó a los 10.6 ± 0.93 y 10.75 ± 1.04 días, respectivamente, en comparación con las novillonas de los Grupos 3 y 4, en donde el pico de progesterona se alcanzó a los 16.0 ± 1.2 y 18.00 ± 1.04 días, respectivamente (Cuadro 3).

En ciclos extraes que presentan dos ondas u oleadas foliculares, el inicio de la segunda onda folicular se tarda mayor tiempo (12 días) en comparación con los ciclos que presentan tres oleadas de desarrollo folicular (9 días) (26). Asimismo, en los ciclos con dos oleadas foliculares,

la luteólisis ocurre antes (día 16.5 del ciclo), comparado con los ciclos de tres ondas foliculares (día 19). Es probable que la producción incrementada de estradiol de un folículo dominante que desarrolla de la segunda onda folicular, puede iniciar la regresión lútea tardía en el ciclo estral (28). También, cuando se administra el progestágeno, el folículo dominante puede persistir durante el periodo de tratamiento, a lo que se le ha nombrado "folículo dominante persistente"; al retirarse la fuente exógena del progestágeno, frecuentemente ese folículo es el que ovula (9,26).

El día del ciclo estral previo en que se aplicó el progestágeno no tuvo efecto significativo ($P>0.05$) sobre la concentración máxima (pico) de progesterona del ciclo estral siguiente (Cuadros 4). Este hallazgo puede fundamentarse en las observaciones de que los folículos desarrollados durante el tratamiento con progestágenos, producen menor cantidad de estradiol y también, muestran menor concentración de receptores para LH, en consecuencia, menor producción de progesterona (26,27).

Caracterización del CL (P4) VMCL

Cuando se administra un progestágeno antes de la formación del CL, el folículo ovulatorio será probablemente un folículo inmaduro que sufrirá una regresión prematura (26). La liberación prematura de $\text{PGF}_{2\alpha}$ puede ser mediada por una baja concentración de receptores para P4, una concentración más alta para oxitocina, o ambas, en el endometrio (29). Esto sigue con la lógica de que la aplicación de Norgestomet favorece la formación de un solo folículo dominante con concentraciones más altas de estradiol (23,30,31).

En el presente estudio, el tratamiento con Norgestomet en el día 0 del ciclo estral previo, disminuyó la vida media del cuerpo lúteo (VMCL) del siguiente ciclo acortándolo (11.20 ± 1.4 días); sin embargo, los datos obtenidos fueron insuficientes para definir la formación de cuerpos lúteos de vida corta. En vacas a las que se les aplicó un progestágeno en ausencia de CL, tuvieron mayor concentración de estradiol en circulación sanguínea, durante el periodo de

tratamiento; además, tuvieron mayor incidencia de fases lúteas subnormales con desarrollo folicular preovulatorio inadecuado, estímulo luteotrópico disminuido y liberación prematura y/o sensibilidad incrementada a oxitocina (27,31,32), durante el ciclo estral subsecuente (27,32).

En el Grupo 2 (progestágeno aplicado en el día 5) la VMCL del ciclo subsiguiente es de duración normal (13.25 ± 1.5 días), pudiéndose deber a que tienen una concentración significativamente menor de receptores para oxitocina entre los días 3 y 5 después de la ovulación. Lo anterior evita la luteólisis prematura y por ende, la VMCL es normal; esto mismo ocurrió con el Grupo 3 (progestágeno aplicado en el día 10), en donde el retiro del Norgestomet coincidió temporalmente con la luteólisis natural y, en consecuencia, la VMCL subsiguiente fue normal (15.3 ± 1.74 días). Estos resultados podrían explicarse con base en que en el endometrio, la progesterona inhibe la formación de receptores para estradiol, pero después de 10 a 12 días de exposición a progesterona, los receptores para esta hormona desaparecen, lo que permite la síntesis para receptores de estradiol. Posteriormente el estradiol estimula en el endometrio la formación de receptores para oxitocina, y así la oxitocina producida por el cuerpo lúteo inicia la secreción pulsátil de $PGF2\alpha$ en el endometrio (26).

La progesterona administrada en el día 10 del ciclo disminuye los niveles de LH en el plasma (33).

En el Grupo 4 la VMCL fue más prolongada (18.25 ± 1.5 días), en comparación con los demás tratamientos, lo cual pudiera deberse a la presensibilización del progestágeno en el ciclo anterior, que aunado a la presentación de 3 ondas foliculares, impidió que la luteólisis dentro del tiempo normal; también, se encontró que el cuerpo lúteo del ciclo sincronizado tuvo mayor duración (22.25 ± 1.9 días), en forma similar al del ciclo subsiguiente (Cuadro 5) (34).

Longitud del ciclo (estro-estro)

Se observó que al aplicar el progestágeno en un ciclo previo, la duración del ciclo (DC2) subsiguiente también se afectó, coincidiendo que si la longitud del ciclo sincronizado (DC) fue

de corta duración (15.20 ± 0.87), la longitud del ciclo natural subsiguiente también fue menor de lo normal (15.80 ± 0.76); por el contrario, si la duración del ciclo sincronizado fue largo (25.25 ± 0.97), la DC2 (26.75 ± 0.85) también lo fue. Estos resultados discrepan de lo reportado por Sánchez (27), quien sostiene que la aplicación de un progestágeno en un ciclo previo, no afecta la duración del ciclo estral subsiguiente.

Las concentraciones subnormales de P4 (características de una fase lútea subnormal), alteran el patrón de secreción de LH y la actividad ovárica aparente (27); también, se ha informado de un aumento en la secreción de estrógenos, incremento en el diámetro folicular y mayor vida media del cuerpo lúteo (23,27,31) durante las fases lúteas y folicular del ciclo estral (27). Esto explica el porque la administración del progestágeno durante el metaestro y la primer mitad del diestro, produce ciclos estrales de corta duración, en donde se evidencian 1 o 2 ondas foliculares, o bien, con un intervalo interestro de 17 días (35). Las concentraciones séricas de oxitocina, son más altas en vacas de ciclos cortos menores de 17 días (36).

En los Grupos 2 y 3 (progestágeno aplicado en los días 5 y 10), el ciclo natural siguiente fue de duración normal (19.75 ± 0.85 y 21.63 ± 0.98 días, respectivamente). También, la duración del ciclo estral en donde se aplicó el progestágeno fue similar (18.50 ± 0.97 y 22.67 ± 1.12 días, respectivamente). La administración de progesterona en la fase lútea temprana, provoca un incremento acelerado en la producción de progesterona después de la ovulación; lo cual demuestra la habilidad de la progesterona para controlar el tiempo de la luteólisis, sin alterar la duración del ciclo estral (37).

En el Grupo 4 (progestágeno aplicado en el día 15), la duración del ciclo natural siguiente fue más largo de lo normal (26.75 ± 0.85 días); estos resultados coinciden con los informados por Kang-HyunGu (34), quien reportó ciclos largos de 28.3 ± 0.5 días al aplicar el progestágeno en la fase tardía del ciclo estral previo, lo cual se puede atribuir a que los animales presentan 3 ondas foliculares. En el presente estudio, la aplicación del Norgestomet en el Grupo 4, pudo haber

causado una extensión en la fase dominante del folículo ovulatorio seleccionado en la tercer onda folicular y por consiguiente alargó la duración del ciclo estral (Cuadro 6) (Figura 1).

VIII. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio indican que la fase lútea es una continuación de la maduración folicular, por lo tanto las características funcionales del CL son consecuencia de las condiciones en que se desarrolló el folículo ovulatorio. Al administrar un progestágeno en etapas tempranas del ciclo estral (día 0 del estro) tanto la vida media del cuerpo lúteo, como el pico de progesterona y la duración del ciclo se acortan; mientras que, cuando se aplica el progestágeno en el día 5 (metaestro o diestro temprano) y 10 (diestro medio) la vida media del CL, el tiempo para alcanzar el pico de progesterona en el plasma y la duración del ciclo muestran una duración normal. Al administrar el progestágeno en el día 15 (diestro tardío), esos mismos parámetros se prolongan, tanto en el ciclo sincronizado, como en el ciclo natural subsiguiente. Estos resultados indican que la aplicación del Norgestomet si afecta el ciclo estral subsiguiente dependiendo del día en que se aplique el tratamiento hormonal. Sin embargo, con los resultados del presente estudio, no fue posible concluir que la administración de Norgestomet en etapas tempranas del ciclo estral previo, pueda inducir la formación de cuerpos lúteos de vida corta.

La importancia clínica de estos resultados sugiere una variación en la fertilidad cuando se aplica el servicio después de un estro sincronizado, lo cual puede ser objeto de estudios posteriores más detallados.

IX. LITERATURA CITADA

1. Acosta R, Rovuna F, Marín B, Basurto CH, Ochoa RF, Aluja A, Livas C, Ocaña E, Wagner G. Production and reproduction in dual purpose Holstein-Zebu crosses in a hot humid environment. *Journal of Dairy Science* 1997;80 (suppl.1):232.
2. Basurto CH. Sistema integral de producción de vaquillas F1 Holstein * Cebú. *Memorias del Curso de Avances en Ganadería de doble propósito en el trópico; 1999 septiembre 8-10; Tuxpam, Veracruz, México. CEIEGT,FMVZ,UNAM,1999:62-70.*
3. Wheeler WJG. Estrous cycle synchronization. In: Youngquist RS, editor. *Current therapy in large animal theriogenology. United States of America; W.B.Saunders Company, 1997:290-294.*
4. Basurto CH. Manejo del pastoreo de alta densidad con vacas Cebú para la producción de vaquillas F1 (Holstein * Cebú). *Memorias del curso-taller de Pastoreo de alta densidad con bovinos y ovinos; 1995 septiembre 28-30; Martínez de la Torre, Veracruz, México. CEIEGT,FMVZ,UNAM,1995:24-26.*
5. Basurto CH, Alonso DMA y González GS. Eficiencia reproductiva de vacas Cebú en amamantamiento restringido, tratadas con Norgestomet y PMSG en empadre estacional en el trópico húmedo. *Memorias del XXIII Congreso Nacional de Buiatría;1999 agosto 18-21;Aguascalientes (Aguascalientes) México. México (DF):Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC,1999:139.*
6. Hunter,RHF. Fertility in Cattle. Basic reasons why late insemination must be avoided. *Animal Breeding.*1985:83-87.
7. Landivar C, Galina CS, Duchateau A, Navarro FR. Fertility trial in zebu cattle after a natural or controlled estrus trial in zebu cattle after a natural or controlled estrus with Prostaglandine F2 α , comparing natural mating with Artificial Insemination. *Theriogenology.*1985:421-429.

8. Brink JT, Kiracofe GH. Effect of estrous cycle stage at syncro-mate B treatment on conception and time to estrous in cattle. *Theriogenology*. 1998;29:513-518.
9. Lugo S, Hernández J, López L. Persistencia de folículos dominantes y función del cuerpo lúteo formado a partir de la ovulación de estos folículos en vaquillas holstein tratadas con un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR-B) en ausencia de un cuerpo lúteo. IXI Congreso Nacional de Buiatría 1996. Memorias. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en Bovinos, A.C. Acapulco, Guerrero. 20 al 25 de Julio de 1998.
10. López HA. El uso del control del amamantamiento para la resolución del anestro postparto en vacas Cebú-Gyr bajo las condiciones del trópico húmedo. (tesis de licenciatura). Veracruz (Veracruz) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana, 1987.
11. Savio JD, Thatcher WW, Morris GR, Entwistle, Drost M, Mattiacci MR. Effects of induction of low plasma progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1993;98:77-84
12. Smith MW, Svenson JS. Fate of the dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates in dairy cattle treated with prostaglandin F2 alpha and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *Journal Animal Science*. 1995;73: 3743-3751
13. Revah I, Butler WR. Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1996;106:39-47
14. Smith MF, McIntush EW, Smith GW. Mechanisms associated with corpus luteum development. *Journal Animal Science* 1994;72:7 1857-72 .
15. O'Shaughnessy PJ. The control of the development of the corpus luteum and its maintenance in cattle. *Tierarztl Prax Supply*. 1989;4:7-11.
16. Meidan R, Girsh E. Role of endothelial cells in the steroidogenic activity of the bovine

- corpus luteum. *Seminar Reproduction Endocrinology* 1997;15:4 371-82.
17. Channing CP, Schaerf FW, Anderson LD, Tsafiri A. Ovarian follicular and luteal physiology. *International Review of Physiology* 1980;22:117-201.
 18. Del Vecchio RP. The role of steroidogenic and nonsteroidogenic luteal cell interactions in regulating progesterone production. *Seminar Reproduction Endocrinology* 1997;15:4 409-20
 19. Hansel W, Dowd JP. Hammond memorial lecture. New concepts of the control of corpus luteum function. *Journal of Reproduction and Fertility* 1986;78:2 755-68
 20. Hernández, C.J. *Mejoramiento Animal. Reproducción. UNAM. FMVZ. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. Ciclo estral de la hembra bovina. Capítulo III. Pp 23-32. 1ª edición. 1999.*
 21. Tsaï SJ, Wiltbank MC. Prostaglandin F₂α regulates distinct physiological changes in early and mid-cycle bovine corpora lutea. *Biology Reproduction* 1998;58(2):346-52
 22. M. Yusoff Dawood. Corpus luteal insufficiency. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology* 1994;6:121-127.
 23. Burns PD, Spitzer JC, Bridges WC Jr, Henricks DM, Plyler BB. Effects of metestrous administration of a Norgestomet implant and injection of Norgestomet and estradiol valerate on luteinizing hormone release and development and function of corpora lutea in suckled beef cows. *Journal Animal Science* 1993;71(4):983-8
 24. Cavalleri J, Coleman C, Kinder JE, Fitzpatrick LA. Comparison of three methods of acute administration of progesterone on ovarian follicular development and the timing and synchrony of ovulation in *Bos indicus* heifers. *Theriogenology* 1998; 49: 1331-1343.
 25. Navarro-Fierro R. *Introducción a la Bioestadística: Análisis de Variables Binarias. México, D.F.; McGraw-Hill, 1987.*
 26. Hernández, C.J. *Cuerpos lúteos de vida corta en la vaca: desarrollo; causas y efecto*

- sobre la fertilidad. Séptimo Curso Internacional de Reproducción Bovina. Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C. Centro Médico Nacional "Siglo XXI", México, D.F. 19 al 22 de mayo de 1997; 271-277.
27. Sánchez-Torres ET. Efecto de la concentración de progesterona en la pulsatilidad de hormona luteinizante en bovinos. Programa de Ganadería. Memorias del Colegio de Postgraduados. Séptimo Curso Internacional de Reproducción Bovina. Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C. Centro Médico Nacional "Siglo XXI", México, D.F. 19 al 22 de mayo de 1997:101-108.
28. Salfen BE, Cresswell JR, Xu ZE, Bao B, Garverick HA. Effects of the presence of a dominant follicle and exogenous estradiol on the duration of the luteal phase of the bovine oestrus cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1999; 115, 15-21
29. Zollers-WG Jr., Garverick HA, Smith MF, Moffat RJ, Salfen BE, Youngquist RS. Concentrations of P4 and oxytocin receptors in endometrium of postpartum cows expected to have a short or normal oestrus cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1993; 97:2, 329-337.
30. García – Winder M, Lewis PE, Townsend EC, Inskeep EK. Effects of norgestomet on follicular development in postpartum Beef cows. *Journal Animal Science*. 1987; 64, 1099–1109.
31. Garverick HA, Parfet JR, Lee CN, Copelin JP, Youngquist, RS, Smith MF. Relationship of pre- and postovulatory gonadotropin concentrations to subnormal luteal function in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 1988; 66,101-111.
32. Fike KE, Day ML, Inskeep EK, Kinder JE, Lewis PE, Short RE, Hafs HD. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anoestrus when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *Journal of Animal Science*. 1997; 75 (8), 2009 - 2015.

33. Murray A.J, Cavalleri J, D'Occhio M.J, Whyte T.R, Maclellan L.J, Fitzpatrick L.A. Treatment with progesterone and 17 beta-oestradiol to induce emergence of a newly-recruited dominant ovulatory follicle during oestrus synchronization with long-term use of Norgestomet in Brahman heifers. *Animal Reproduction Science*. 1998;50(1-2),11-26.
34. Kang H, Nakao T, Nakada K, Maryoshi M, Kang H. Effect of CIDR treatment at day 16 of estrous cycle on follicular growth in dairy heifers with two or three follicular waves. *Journal of reproduction and development*. 1999; 45(1), 57-63.
35. Lynch P.R, MacMillan K.L, Taufa V.K .Treating cattle with progesterone as well as a GnRH analogue affects Oestrus cycle length and fertility. *Animal Reproduction Science*. 1999; 56, 189-200.
36. Peter A.T, Bosu W.K, Liptrap, R.M and Cummings, E. Temporal changes in serum prostaglandin F2 α and oxytocin in dairy cows with short luteal phases after the first postpartum ovulation. *Theriogenology*. 1989;32,277-284.
37. Mann G.E, Lamming G.E, Payne J.H. Role of early luteal phase progesterone in control of the timing of the luteolytic signal in cows.. *Journal of reproduction and fertility*. 1998; 113,47-51.

X. CUADROS**Cuadro 1**

Porcentaje de estros manifiestos y silenciosos detectados por observación y niveles séricos de progesterona en el estro sincronizado

Grupo	n	% Estros Manifiestos	% Estros Silenciosos
1	5	60%	40%
2	4	50%	50%
3	3	33%	66%
4	4	50%	50%

Cuadro 2

Porcentaje de novillonas que entraron en calor después del estro sincronizado

GRUPO	n	24 - 36 hs	36 - 120 hs	120 - 146 hs
1	5	-	20%	100%
2	4	-	50%	100%
3	3	-	100%	-
4	4	25%	75%	100%
TOTAL	16	6%	50%	44%

Cuadro 3**Efecto del día del tratamiento sobre el pico máximo de progesterona (días)**

GRUPO	n	SINCRONIZADO	NATURAL
1	5	10.60 ± 0.93 ^a	10.60 ± 0.93 ^a
2	4	10.75 ± 1.04 ^a	11.33 ± 1.18 ^a
3	3	16.00 ± 1.20 ^b	16.50 ± 1.04 ^b
4	4	18.00 ± 1.04 ^b	20.25 ± 1.04 ^b

Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Cuadro 4

Efecto del día del tratamiento sobre la concentración máxima (pico) de progesterona (ng/ml).

GRUPO	n	SINCRONIZADO	NATURAL
1	5	6.34 ± 1.38 ^a	6.34 ± 0.90 ^a
2	4	4.85 ± 1.54 ^a	5.80 ± 1.00 ^a
3	3	5.43 ± 1.78 ^a	6.53 ± 1.16 ^a
4	4	6.64 ± 1.54 ^a	6.93 ± 1.00 ^a

Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$) iguales indican que no hay diferencia estadística ($p > 0.05$).

Cuadro 5**Efecto del día del tratamiento sobre la vida media del cuerpo lúteo (días)**

Grupo	n	SINCRONIZADO	NATURAL
1	5	11.20 ± 1.77 ^a	11.20 ± 1.35 ^a
2	4	12.25 ± 1.97 ^a	13.25 ± 1.51 ^a
3	3	11.33 ± 2.28 ^a	15.33 ± 1.74 ^{ab}
4	4	22.25 ± 1.97 ^b	18.25 ± 1.51 ^b

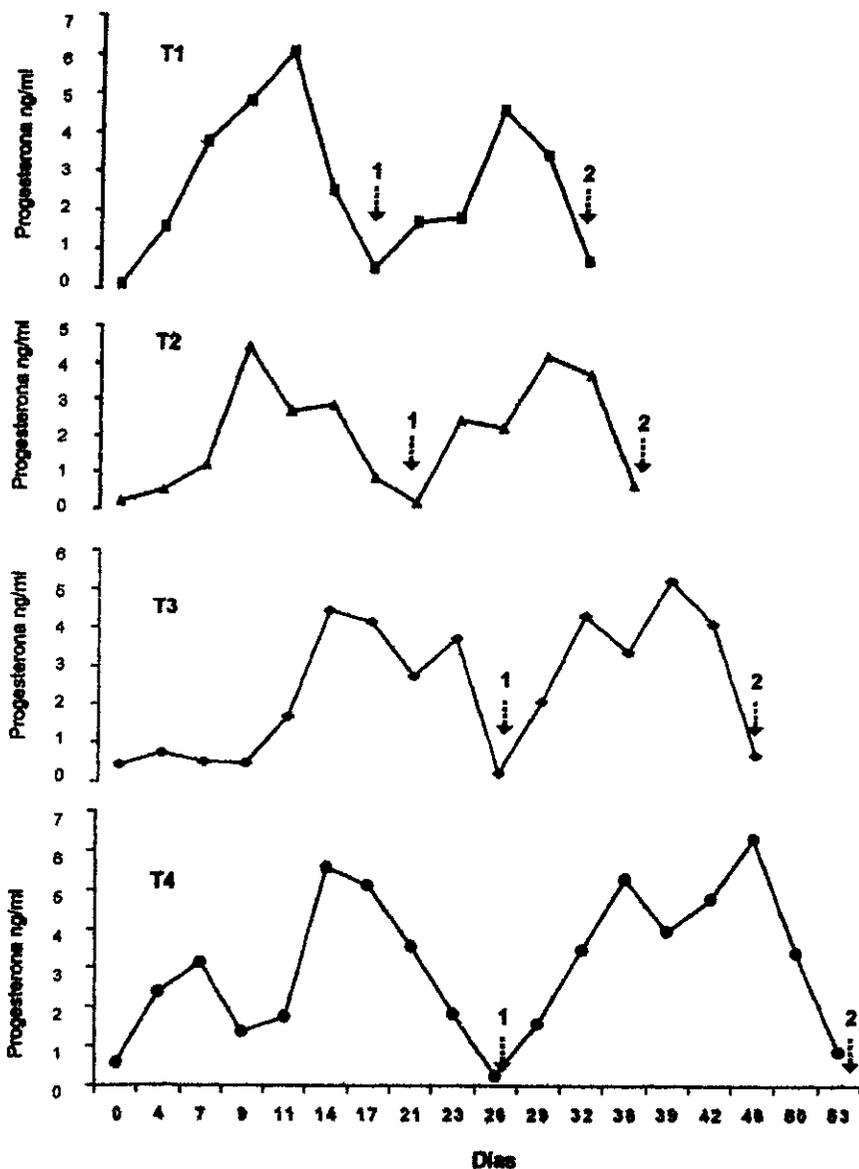
Literales diferentes indican diferencia estadística (p<0.05)

Cuadro 6**Efecto del día del tratamiento respecto a la duración del ciclo (días)**

Grupo	n	SINCRONIZADO	NATURAL
1	5	15.20 ± 0.87 ^a	15.80 ± 0.76 ^a
2	4	18.50 ± 0.97 ^b	19.75 ± 0.85 ^b
3	3	22.67 ± 1.12 ^c	21.63 ± 0.98 ^b
4	4	25.25 ± 0.97 ^c	26.75 ± 0.85 ^c

Literales iguales indican que no hay diferencia estadística (p>0.05).

XI. FIGURAS



ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Figura 1. Promedio de la concentración de progesterona durante el ciclo sincronizado (1) y el natural subsecuente (2), en el día 0 (T1), 5 (T2), 10 (T3) y 15 (T4).

XII. ANEXOS

Anexo 1

Análisis de varianza para la variables de respuesta: Vida media del cuerpo lúteo (VMCL, días); Presentación del celo después del retiro del implante (CELO, días); Duración del ciclo (DCS, días); Pico de progesterona (PP4, ng/ml); Días para obtener la máxima concentración de progesterona (PP4D)

FUENTES DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS TIPO III			
		VMCL	DCS	PP4	PP4D
Tratamiento	3	114.68**	85.24**	2.73 NS	57.35**
Error	12	15.58	3.77	9.45	4.33

El efecto del tratamiento que fue altamente significativo ($P \leq 0.01$) sobre VMCL y DCS, significativo ($P \leq 0.05$) sobre PP4D, y no significativo ($P > 0.05$) sobre PP4.

Anexo 2

Análisis de varianza para la variables de respuesta del estro subsiguiente al sincronizado: Vida media del cuerpo lúteo (VMCL2, días); Duración del ciclo postratamiento (DC2, días); Pico de progesterona (PP4, ng/ml); Días para obtener el pico de progesterona (DPP4, días)

FUENTES DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS TIPO III			
		VMCL2	DC2	PP4	DPP4
Tratamiento	3	39.34*	90.23**	84.71**	2.53NS
Error	12	9.08	2.91	4.30	4.02
Coefficiente de Variación		21.15	8.28	14.18	32.30

NS = Es no significativo ($P > 0.05$); * = Es significativo ($P \leq 0.05$); ** = Es altamente significativo ($P \leq 0.01$).

El efecto del tratamiento fue altamente significativo ($P \leq 0.01$) sobre DC2 y PP4, significativo ($P \leq 0.05$) sobre VMCL2, y no significativo ($P > 0.05$) sobre DPP4.