



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión
en Ganadería Tropical

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BENZOATO DE
ESTRADIOL SOBRE LOS FOLÍCULOS DOMINANTES
EN UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN CON
NORGESTOMET Y GONADOTROPINA CORIONICA
EQUINA EN VACAS F1 HOLSTEIN X BRAHMAN
EN EL TRÓPICO.**

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:

Orlando Lara Barranco

Asesores:

**MPA Adriana Saharrea Medina
Dr. Joel Hernández Cerón
Dr. Carlos G. Gutiérrez Aguilar**



México, D.F.

2002

I

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

IGNACIO LARA Y BACILISA BARRANCO POR LA CONFIANZA Y EL APOYO INCONDICIONAL QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO.

A MI HERMANO:

IGNACIO LARA B. POR SER MI AMIGO Y COMPAÑERO DE TODA LA VIDA.

A MIS SOBRINOS:

CRISTIAN H, BERNABE S Y DAVID S, POR PERMITIRME COMPARTIR SU INFANCIA CON ELLOS.

A LA PERSONA QUE ME APOYADO SIEMPRE Y HA ESTADO A MI LADO A PESAR DE LA DISTANCIA PARA ALENTARME EN TODO. GRACIAS INÚTIL.
"HOY ES EL FUTURO".

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, Y AL EQUIPO REPRESENTATIVO DE FÚTBOL DE LA MISMA, DONDE SE APRENDE LA RESPONSABILIDAD Y EL ORGULLO DE VESTIR LOS COLORES AZUL Y ORO.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES:

A MIS COMPAÑEROS QUE HICIERON MI ESTANCIA EN EL "CLARÍN" MUCHO MÁS AGRADABLE: LOS MALQUERIDOS: GABRIELA V, EMILIANO H, ANITA R, IVAN "YAKO", ROLANDO O, CARLOS S, ALBERTO G, RAFAEL, PORFIRIO, ADRIANA R, XOCHITL C, JULIETA, MARIA FERNANDA M, XITLIP.

AGRADECIMIENTOS:

AL PERSONAL ACADÉMICO Y ADMINISTRATIVO DEL CEIEGT-FMVZ-UNAM POR EL APOYO BRINDADO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AL MVZ RAMÓN PÁEZ POR SU COLABORACIÓN EN LA FASE DE CAMPO DEL PRESENTE TRABAJO.

A LOS "SKATOS" DE MARTÍNEZ DE LA TORRE (SERGIO, MIGUEL, MIGUEL A "CHILANGO", ARMANDO, "ZANGANO", NOLASCO, FERNANDO, ABRAHAM, JOAO) Y A SUS RESPECTIVAS FAMILIAS, QUIENES ME ADOPTARON COMO UNO MÁS.

A MIS ASESORES: MVZ MPA ADRIANA SAHARREA M, DR. CARLOS G. GUTIÉRREZ A, DR. JOEL HERNÁNDEZ C.

A LOS MIEMBROS DEL JURADO: MVZ HECTOR BSURTO CAMBEROS, MVZ ANTONIO PORRAS ALMERAYA, MVZ FERNANDO LIVAS CALDERON, MVZ LETICIA ARANTZATZU LASSALA IRUESTE, MVZ ADRIANA SAHARREA MEDINA POR PONER TODO SU ESFUERZO E INTERÉS CON EL FIN DE MEJORAR LA CALIDAD DEL PRESENTE.

DIOS:

MIS PADRES PAGARON POR TODO ESTO, ASÍ QUE DIOS, GRACIAS POR NADA.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
Índice de cuadros y anexos.....	V
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	14
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVOS.....	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIONES.....	27
LITERATURA CITADA.....	28
CUADROS.....	35
ANEXOS.....	37

CUADRO

Página

1. Porcentajes de recambio folicular, manifestación de signos de estro y gestación, para las vacas testigo y tratadas con benzoato de estradiol en un programa de sincronización con norgestomet y eCG..... 35
2. Características del folículo dominante presente el día de la sincronización (primer folículo dominante) y del folículo dominante que surge a partir del recambio folicular (segundo folículo dominante) y de la manifestación de signos de estro de los animales tratados y no tratados con benzoato de estradiol en un programa de sincronización con norgestomet y eCG..... 36

ANEXOS

1. Dinámica folicular de las vacas que no presentaron recambio folicular... 37
2. Dinámica folicular de las vacas que presentaron recambio folicular después de la aplicación de 1mg de benzoato de estradiol..... 38

RESUMEN

Se evaluó el efecto del benzoato de estradiol (BE) sobre el recambio de folículos dominantes en un programa de sincronización con norgestomet. Se utilizaron 50 vacas F1 (HolsteinxBrahman) amamantando, con 70 días posparto. Todas las vacas recibieron un implante de 3 mg de norgestomet, el cual permaneció *in situ* durante 9 días. El día de la inserción del implante (día 0) todos los animales presentaban un folículo dominante (FD) mayor o igual a 10mm de diámetro. A los animales que además presentaron un cuerpo lúteo, se les aplicó 25 mg de PGF₂ α . En el grupo tratado (n=19) las vacas recibieron 1mg de BE por vía intramuscular en el día 1. En el grupo testigo (n=25) se administró SSF en lugar de BE. El seguimiento de la dinámica folicular se realizó en los días : 0,2,3,5,7 y 9, y se consideró que un animal presentó recambio folicular cuando se observó la regresión del folículo dominante y el surgimiento de folículos subordinados. A ambos grupos se les inyectaron 500 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) en el día 9. Después del retiro del implante, las vacas fueron observadas para la detección de signos de estro durante 72 h en forma continua. Doce horas después de la detección del estro los animales fueron inseminados. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonografía en el día 40. El 84.2% de las vacas tratadas con BE presentaron recambio folicular mientras que sólo 24.0% lo hizo en el grupo testigo ($p<0.01$). Dentro de los animales que presentaron recambio folicular, se observó una disminución en el diámetro del folículo dominante a los 3.8 ± 0.45 y 5.3 ± 0.76 días después de la aplicación del implante (día 0), en los grupos tratado y testigo respectivamente ($p>0.05$). El tratamiento con benzoato de estradiol retrasó el reclutamiento del nuevo folículo dominante, presentándose a los 4.1 ± 0.54 días comparativamente con el grupo testigo, donde se dio desde el día 1.6 ± 0.84 ($p<0.05$). No se observaron diferencias en la proporción de

animales en estro ni en el tiempo de presentación del mismo (68.4% y 38.5 ± 2.50 h vs 88% y 47.3 ± 6.69 h grupo tratado y testigo respectivamente ($p > 0.05$)). Sin embargo, se observó una mayor sincronización del celo en las vacas del grupo tratado, lo que se evidencia por una menor varianza de los datos ($p < 0.05$). El porcentaje de gestación fue similar en los animales tratados y testigo (36.8% y el 52.0% respectivamente) ($p > 0.05$). Se concluye que la inyección de 1 mg de BE un día después de la aplicación de un implante de norgestomet provoca recambio del folículo dominante, lo que se refleja en una compactación en el tiempo de manifestación de signos de estro de los animales.

INTRODUCCIÓN

En México alrededor de un 25% del territorio esta compuesto por áreas tropicales (1). Estas regiones proveen un ecosistema que impone un reto para la crianza del ganado, ya que tiene que sobrevivir en condiciones ambientales extremas, exponiéndose a numerosos riesgos de salud y a inadecuados niveles de nutrición. El ganado *Bos indicus* evolucionó en las regiones tropicales, por esta razón, la crianza de este ganado es la más comúnmente encontrada. Sin embargo, a pesar del alto nivel de adaptación, este tipo de ganado se caracteriza generalmente por tener un pobre rendimiento reproductivo (2).

Varios factores afectan el comportamiento reproductivo en la ganadería tropical: la época del año en la que nace el animal, la edad de la madre, la época en que son establecidos los programas de reproducción, la condición corporal en la que se encuentran las hembras previo a la reproducción y la calidad y disponibilidad de forraje durante las distintas épocas del año (2;3).

La ganadería en los trópicos esta sustentada principalmente en el uso de recursos forrajeros (4). Una limitante que presentan los forrajes tropicales, además de su bajo contenido de proteína cruda y energía disponible, es su alto contenido de humedad, lo cual provoca una tasa rápida de paso de los alimentos a través del tracto gastrointestinal, disminuyendo la eficiencia de su digestibilidad (5,6).

La deficiencia nutricional resultante tiene como consecuencia que, el intervalo entre partos se alarga, ya que se inhibe la secreción de GnRH en el eje hipotálamo - hipofisiario bloqueando así el desarrollo folicular (7). La condición corporal de la vaca influye también en la duración del anestro lactacional (8,9).

Con el objeto de mejorar los recursos y obtener una cría por animal cada año, se busca obtener un rápido reinicio de la actividad ovárica post-parto. Para ello, aunado

a los métodos de control de la lactancia (amamantamiento restringido, destete temporal, destete precoz), se utilizan tratamientos hormonales que inducen la ovulación y la sincronización de estros (7). Estos tienen además la ventaja de permitir la calendarización de manejo y otras actividades requeridas en el hato, tales como el establecimiento de empadres estacionales (que agrupan los partos, facilitando así la supervisión de los mismos, el cuidado de las crías), el establecimiento de épocas favorables de mercado, la detección de celos y la inseminación artificial (10).

La sincronización del estro en un grupo de animales puede llevarse a cabo mediante dos métodos: El primero consiste en inducir la regresión del cuerpo lúteo por medio de estrógenos o de la prostaglandina ($PGF_{2\alpha}$) o sus análogos, para que los animales entren en la fase folicular al mismo tiempo. El segundo consiste en la inhibición de la ovulación mediante una fase lútea artificial, de modo que al eliminar el bloqueo farmacológico después de un periodo de tratamiento, todos los animales entren en celo al mismo tiempo, lo cual se logra aplicando progesterona o sus análogos sintéticos (progestágenos) (11). Sin embargo, el porcentaje de fertilidad después de utilizar tratamientos de inducción y/o sincronización es menor al obtenido en los celos naturales. En estudios realizados por Santos y col. 1979 (12), y Basurto y col. 1998 (13) se obtuvo el 44.1% y el 42.8% de fertilidad respectivamente, sincronizando el estro de vacas con norgestomet y eCG. Así mismo Porras y Galina informaron en 1991(14) un porcentaje de fertilidad a primer servicio de 30 a 53% usando $PGF_{2\alpha}$ en ganado Cebú.

Desde el punto de vista hormonal el proceso de desarrollo folicular comprende dos etapas: la primera es la basal, que puede llevarse a cabo en ausencia de gonadotropinas, interviniendo factores parácrinos y autócrinos en el ovario. La segunda es la etapa tónica, la cual depende del aporte de gonadotropinas (15).

En la etapa tónica, los folículos son dependientes de FSH en un principio, para luego establecerse una interacción de factores ovario-pituitario-hipotalámicos y factores parácrinos que controlan la selección y dominancia folicular (16,17). Más tarde se tornan dependientes de la LH (18). Esta etapa consta de tres procesos casi simultáneos, definidos como reclutamiento, selección y dominancia (15).

En los bovinos una oleada folicular involucra el desarrollo contemporáneo de 5 a 6 de folículos (19) de entre 4 a 5 mm de diámetro (fase de reclutamiento) (20,21,22). Posteriormente se lleva a cabo la selección y crecimiento del folículo dominante que a través de la producción de sustancias esteroideas y no esteroideas (estradiol, inhibina, activina y foliculostatina), y otros productos de secreción (promotores de crecimiento o factores inhibitorios), bloquea el desarrollo de los folículos subordinados y el reclutamiento de una nueva oleada folicular (dominancia) (20,21,23,24,25). La inhibina y/o estradiol producidos por el folículo dominante producen retroalimentación negativa sobre el eje hipotálamo-pituitario disminuyendo la secreción de FSH y por consecuencia bloqueándose el desarrollo de los folículos pequeños dependientes de FSH (24). Se ha observado que la inhibina contenida en el fluido folicular aumenta cuando el folículo está en crecimiento, y disminuye antes de la ovulación o en asociación con la atresia folicular (25).

Durante el ciclo estral de los bovinos se presentan de 2 a 3 oleadas de desarrollo folicular (20, 24,26,27,28,29). Se ha observado que la primera (anovulatoria) se presenta entre el día 0 y el día 3 del ciclo después de la ovulación, donde aparece un folículo que se convertirá en dominante pero no llegará a ovular (20,22,30). Este folículo presenta una fase de crecimiento lineal que dura aproximadamente 6 días, permaneciendo del mismo tamaño alrededor de 6 días más (fase estática), para finalmente sufrir regresión (fase de regresión). Durante esta primera oleada la

concentración de progesterona producida por el cuerpo lúteo es elevada, favoreciéndose la retroalimentación negativa del hipotálamo hacia la secreción de gonadotropinas (20). La segunda oleada ya sea ovulatoria o anovulatoria, se presenta entre los días 9 y 12 del ciclo (20,22), y cuando se presenta una tercera oleada (ovulatoria), esta se presenta entre el día 16 y 17 (28,29). Debido a que la maduración final del folículo dominante ya sea de la segunda o tercera oleadas tiene lugar durante la luteólisis, la concentración de progesterona disminuye, eliminándose su acción sobre el hipotálamo. Los estrógenos foliculares producen ahora retroalimentación positiva sobre el hipotálamo logrando así el aumento en la secreción de LH para permitir la maduración final y la ovulación del folículo (18).

Se ha observado que la regresión del folículo dominante anovulatorio de la primera o segunda oleadas, según sea el caso, comienza aproximadamente 3 días después del surgimiento de la oleada ovulatoria. Por consiguiente, el mecanismo que provoca la regresión de los folículos subordinados de la oleada ovulatoria podría ser el mismo que causa la regresión de la etapa estática del folículo dominante de las oleadas anovulatorias (22,27).

Las oleadas foliculares son moduladas tanto por FSH como por estradiol (23). Adams y sus colaboradores 1992 (30) sugieren que el incremento en las concentraciones de FSH son las responsables tanto del surgimiento de la oleada folicular, como de la dominancia folicular. El estradiol por otra parte inhibe el surgimiento de la oleada folicular a través de la supresión de FSH. El surgimiento de la oleada folicular puede ocurrir en la presencia de altas concentraciones de estrógenos cuando las concentraciones de FSH se han recobrado del efecto supresor inicial (23).

En los programas de sincronización con progestágenos se ha observado que los animales que no presentan cuerpo lúteo el día del inicio del tratamiento desarrollan y

conservan los folículos dominantes presentes al inicio de la sincronización durante todo el tratamiento, produciendo persistencia folicular (25,31,32). Esto es debido a la incapacidad de los progestágenos (norgestomet y acetato de melengestrol) para modular la secreción de LH (33), ya que las concentraciones sanguíneas que alcanzan (≤ 2 mg/ml), no suprimen eficientemente la frecuencia de los pulsos de dicha hormona (32). En estas condiciones de alta estimulación con LH el folículo dominante no sufre atresia, resultando en la persistencia del mismo (34). Kojima y col. en 1995 (32) y Yelich y col. en 1997 (34), demostraron que la aplicación de acetato de melengestrol durante 10 y 14 días respectivamente a una dosis de 0.5mg/animal, da como resultado el incremento en la concentración de estrógenos en las vacas que no presentan cuerpo lúteo, lo cual se relaciona con el aumento en las pulsaciones de LH, y la formación de folículos persistentes. De igual forma, se han realizado estudios en los que se utiliza el dispositivo de control interno liberador de progesterona (CIDR) por 9 (33) y 12 días (26), norgestomet durante 7 días o el dispositivo intravaginal liberador de progesterona (PRID) durante 7 días (31) en ausencia de un cuerpo lúteo, obteniéndose porcentajes de presentación de persistencia folicular de 66%, 100%, 80% y 89% respectivamente, reduciendo la fertilidad en el ganado. Al respecto Mihm y col. 1994 (35) en un programa de sincronización con norgestomet por 12 días en presencia de un folículo dominante persistente y ausencia de un cuerpo lúteo determinaron que el porcentaje de gestación fue de 23%, mientras que Smith y Stevenson en 1995 (31) con animales bajo las mismas circunstancias donde el tratamiento duró 7 días se obtuvo una fertilidad del 26.7%.

Como puede observarse, la fertilidad con los tratamientos de sincronización no solo se ve afectada por la presencia del folículo dominante persistente, sino también por el tiempo en que esta se ejerce. Mihm y colaboradores en 1994 (35) demostraron

la relación entre la duración de la dominancia del folículo ovulatorio y la subsecuente fertilidad. Ellos informaron mayores porcentajes de fertilidad (77%) cuando el período de la dominancia se restringió de 1 a 4 días, en tanto que períodos de dominancia mayores a 10 días se asociaron con menores índices de fertilidad (23%) en novillonas tratadas con implantes de norgestomet.

Actualmente se busca que los métodos de sincronización, además de controlar la longitud de la fase lutea, también controlen el desarrollo folicular, eliminando los folículos dominantes (que pudieran volverse persistentes) y provocando el reclutamiento de un nuevo folículo ovulatorio (36).

Con este objetivo, la mayoría de las investigaciones se han enfocado a la remoción o supresión del efecto del folículo dominante persistente (física u hormonalmente), para permitir el surgimiento de una nueva oleada folicular a un tiempo específico después del tratamiento. La extirpación física tiene un efecto directo, ya que se pierde la supresión del folículo dominante sobre el surgimiento de una nueva oleada. Por otro lado, los tratamientos hormonales actúan causando luteinización o atresia de los folículos presentes a la hora del tratamiento (20). La utilización de factores de liberación de gonadotropinas (GnRH) previo a la sincronización de estros con prostaglandinas (37), y de gonadotropina coriónica humana (hCG) (38) se han utilizado con la finalidad de provocar la luteinización u ovulación del folículo dominante. En estudios realizados por Wolfenson y colaboradores en 1994 (39) se demostró que la aplicación de GnRH análogo (8 μ g) el día 12 del ciclo provoca una disminución en el número de folículos mayores a 10mm, de 1.3 el día 12 a 0.4 el día 14. De igual forma, se ha demostrado que la aplicación de 100 μ g de GnRH durante una etapa al azar del ciclo estral con la posterior aplicación de 35mg de PGF α 7 días después, seguido por una segunda aplicación de 100 μ g de GnRH provoca el

surgimiento de una nueva oleada en el 100% de las vacas y el 75% de las novillonas (40).

Sirois y Fortune en 1990 (24), evaluaron el efecto de la aplicación de 1 y 2 CIDR durante 14 días, observando que a dosis bajas de progesterona (1 CIDR) el folículo ovulatorio surgió alrededor del día 3 después de la aplicación del mismo, a diferencia de cuando se aplicaron 2 CIDR, donde éste surgió alrededor del día 9, permitiendo la ovulación de un ovocito más joven. Por su parte Cavalieri y sus colaboradores en 1998 (26), demostraron que se puede reducir la duración de la dominancia folicular mediante la aplicación de 100mg de progesterona el mismo día de la inserción del CIDR en un programa de sincronización de 9 días, lográndose reducir los días de dominancia de 10.32 a 3.94.

La utilización de progestágenos y/o estradiol junto con el implante de progestágenos esta encaminada así mismo a provocar la atresia del folículo dominante persistente (20). Se realizó un estudio para determinar la dosis óptima de Benzoato de estradiol para provocar la ovulación en vacas previamente sincronizadas con CIDR por 7 días y 25mg de PGF α al momento del retiro del CIDR. El Benzoato de estradiol se aplicó 30 h después del retiro del CIDR vía subcutánea a dosis de 0.25, 0.5, ó 1mg por vaca. Los resultados demuestran que la aplicación del Benzoato de estradiol a dosis de 1mg provoca que el 100% de los animales muestren signos de estro dentro de las 120h siguientes al retiro de la progesterona, mientras que para los animales tratados con 0.25 y 0.5mg fue de 55 y 64% respectivamente. De igual forma, el porcentaje de animales gestantes fue mayor para los tratados con 1mg, que para los tratados con 0.25 o 0.5mg, obteniéndose el 67, 23 y 21% de gestaciones respectivamente (41). Así mismo, se ha observado que el Benzoato de estradiol a dosis de 10mg aplicado el día de la inserción del CIDR en un programa de sincronización de 5 días de

duración, provocó que los folículos dominantes se volvieran atrésicos y fueran reemplazados por un nuevo folículo dominante que emergió 4 días posterior a la aplicación del estradiol (42).

La aplicación de 5mg de 17- β estradiol a animales ciclando los días 0, 3, 6 ó 9 después de la inserción de un implante con 6mg de norgestomet, provocó el surgimiento de una nueva oleada folicular 4.3 días después de ser administrado, independientemente del día (18,43). En vacas que se encontraban en anestro lactacional que fueron tratados con un CIDR (día 0) mas la aplicación de 17- β estradiol (día 1), la aparición de la siguiente oleada ocurrió 3.1 días después (44). La aplicación de 5mg/animal de valerato de estradiol en el día 11 en un programa de sincronización con una duración de 14 días en el que se utilizaron acetato de melengestrol (MGA) y prostaglandinas aplicadas los días 6 y 8 del tratamiento, logró provocar que el 71.42% de los animales con persistencia folicular tuvieran recambio folicular, en contraste con solo un 17.6% de los animales testigo (32). Sin embargo, los estudios en los cuales se ha evaluado el benzoato de estradiol para provocar un recambio folicular en ganado bajo condiciones tropicales son escasos, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de esta hormona en el recambio de los folículos dominantes en esquemas de sincronización del estro con norgestomet y eCG.

JUSTIFICACION

Los programas de sincronización de estros con progestágenos requieren de mayor investigación con el objeto de mejorar la tasa de fertilidad por medio del control simultáneo de la vida del cuerpo lúteo y de la oleada folicular.

HIPOTESIS

La aplicación de 1 mg de benzoato de estradiol por vía intramuscular 24 horas después de la inserción de un implante con 3mg de norgestomet durante 9 días, provocará la atresia del folículo dominante y recambio folicular en vacas F1.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar si el benzoato de estradiol aplicado un día después de la inserción de un implante de norgestomet para sincronización del estro induce atresia del folículo dominante, y provoca un recambio folicular, obteniéndose un folículo joven al momento de la ovulación, en vacas F1 (Holstein x Cebú), sincronizadas con norgestomet.

Objetivos específicos

- Hacer un seguimiento ultrasonográfico de la evolución del folículo dominante presente al inicio del tratamiento de sincronización, determinando el día de regresión u ovulación. En caso de presentarse recambio folicular, describir las características del folículo dominante de la nueva oleada desde su surgimiento hasta la ovulación, considerando: el día en el que surge, el día en el que se establece como dominante, su tasa de crecimiento y el diámetro preovulatorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el "Módulo de Producción de Doble Propósito", del Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se encuentra ubicado en el km. 5.5 de la carretera federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan en el Municipio de Tlapacoyan en el Estado de Veracruz. El CEIEGT se encuentra a 20°4' latitud norte y 97°3' longitud oeste y a una altura de 151 metros sobre el nivel del mar. La clasificación del clima corresponde al tipo Af (m) (w) (e), con un promedio anual de temperatura de 23.4°C y una precipitación pluvial de 1840mm (45).

El experimento se realizó durante los meses de julio a septiembre. Se utilizaron 50 vacas F1 (Holstein x Brahman) multiparas con 70 días postparto y una edad y peso promedio de 3.8 años y 424.67kg respectivamente, bajo un sistema de amamantamiento restringido y ordeño una vez al día.

Los animales permanecieron en pastoreo de "alta densidad", utilizando praderas conformadas con pastos nativos (*Paspalum spp* y *Axonopus spp*) y estrella de Santo Domingo (*Cynodon plectostachyus*). Además, recibieron un suplemento de 400g de harina de carne, 1 kg. de concentrado con el 16% de proteína cruda y 3.2 mcal de energía metabolizable y 1.5 kg de melaza por animal.

Al inicio del tratamiento de sincronización (día 0), todas las vacas presentaron un folículo dominante mayor o igual a 10mm de diámetro, y se dividieron aleatoriamente en dos grupos. En ambos grupos se aplicó un implante con 3mg de norgestomet (CRESTAR®) por vía subcutánea en la superficie externa de la oreja (día 0), que permaneció in situ durante 9 días. A los animales que presentaron cuerpo lúteo, se les aplicó 25mg de PGF α (Lutalyse®) el día de la

colocación del implante.

En el día 1, el grupo testigo (n=25) recibió además 2 ml de solución salina fisiológica por vía intramuscular, y el grupo tratado (n=19) 1 mg de Benzoato de Estradiol (2ml) (CIDIROL®) por la misma vía.

El seguimiento de la dinámica folicular se realizó en los días : 0,2,3,5,7 y 9 del ciclo por medio de ultrasonografía transrectal con un monitor ALOKA 500 y un transductor de 7.5 Mhz. Una vez retirado el implante, se realizó ultrasonografía diariamente hasta la aparición de signos de estro. Se consideró que un animal presentó recambio folicular cuando se observó la regresión del foliculo dominante y el surgimiento de foliculos subordinados. El inicio de la regresión folicular se determinó como el día en que el foliculo dominante comenzó la disminución de su diámetro respecto al tamaño inicial. El surgimiento del nuevo foliculo dominante se consideró como el primer día en que apareció en el mapeo ultrasonográfico, por medio de una revisión retrospectiva del mismo. El crecimiento total del foliculo se calculó restando al diámetro del foliculo preovulatorio al diámetro establecido el día de su surgimiento.

Al retirar el implante, se aplicó una inyección intramuscular de 500UI de eCG (Folligon ® 500) a todos los animales de ambos grupos, y se realizó un destete temporal (72 h). A partir de ese momento, las vacas fueron observadas de forma continua por 72 h, para determinar el momento del inicio del celo, introduciéndose un macho con desviación de pene.

Las vacas detectadas en celo fueron inseminadas artificialmente 12 h después de detectado el inicio del celo y el diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonografía en el día 40. El porcentaje de animales con recambio folicular, el porcentaje animales que manifestaron estro y el porcentaje de animales gestantes en cada grupo se comparó por medio de una prueba de χ^2 . La diferencia de medias del día que

el folículo dominante sufrió atresia, el día que surgió el folículo subordinado que se transformó en dominante, la tasa de crecimiento del nuevo folículo dominante, el crecimiento total desde que midió 5mm hasta antes de la ovulación, y el diámetro del folículo preovulatorio, así como las horas a presentación de estro, se determinó por medio de una prueba de "T" de student (46).

RESULTADOS

La sincronización con un implante de norgestomet en ausencia de un cuerpo lúteo, provocó que un alto porcentaje de las vacas desarrollaran folículos persistentes en el grupo testigo (14/25) (Anexo 1). La aplicación del benzoato de estradiol un día después de colocado el implante de norgestomet facilitó que se presentara recambio folicular (Anexo 2), obteniéndose un porcentaje mayor en los animales del grupo tratado (84.2% ; 16/19), en comparación con el grupo testigo (24.0% ; 6/25) (Cuadro 1), existiendo diferencia altamente significativa ($p < 0.01$).

Dentro de los animales que presentaron recambio folicular, el folículo dominante de los animales tratados comenzó a reducir su diámetro 3.8 ± 0.45 días después de la aplicación del implante (día 0), en contraste con 5.3 ± 0.76 días en el grupo testigo ($p > 0.05$) (Cuadro 2). Sin embargo, el tratamiento con benzoato de estradiol retrasa el reclutamiento del nuevo folículo dominante, ya que este se presentó a los 4.1 ± 0.54 días, comparativamente con el grupo testigo donde pudo observarse desde el día 1.6 ± 0.84 ($p < 0.05$) (Cuadro 2).

El segundo folículo dominante presentó un crecimiento promedio de 1.0 ± 0.07 mm/día en las vacas tratadas y de 1.0 ± 0.10 mm/día en las testigo, no habiendo diferencia entre grupos ($p > 0.05$) (Cuadro 2). De igual forma, no existieron diferencias en el promedio del crecimiento total del segundo folículo dominante en el grupo tratado (8.9 ± 3.7 mm) o testigo (6.8 ± 2.9 mm) (Cuadro 2), ni en el diámetro del folículo preovulatorio 15.2 ± 3.9 mm vs 15.7 ± 2.9 mm (grupo tratado y testigo respectivamente) ($p > 0.05$) (Cuadro 2).

En el grupo tratado, el 68.4% de los animales manifestaron signos de estro contra 88% en el grupo testigo (Cuadro 1), no habiendo diferencia significativa

($p > 0.05$).

El promedio de las horas que transcurrieron desde el retiro del implante hasta la manifestación de signos de estro, fue de 38.5 ± 2.5 para el grupo tratado no difiriendo ($p > 0.05$) del grupo testigo en el que fue de 47.3 ± 6.69 (Cuadro 3). Sin embargo, al analizar la dispersión en la presentación de celos, se encontró que las vacas que recibieron el estradiol presentaron signos de estro de una manera mas compacta que las vacas del grupo testigo ($p < 0.01$) (Cuadro 3).

El 36.8% y el 52.0% de los animales tratados y testigo respectivamente se diagnosticaron gestantes, no existiendo diferencia entre ellos ($p > 0.05$) (Cuadro 1).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que el tratamiento con benzoato de estradiol (1mg) induce el recambio folicular en un alto porcentaje de las vacas sincronizadas con un implante de norgestomet y promueve la ovulación de un folículo de reciente reclutamiento. Similares resultados fueron obtenidos por Yelich y col. 1997 (32) quienes después de sincronizar estros con 0.5mg/día de acetato de melengestrol (MGA) (día 0) durante 14 días, en combinación con dos aplicaciones de 25mg de PGF $^{2\alpha}$ los días 6 y 8, y 5mg de valerato de estradiol en el día 11, en vacas especializadas en producción de carne, obtuvieron que el 71.42% de los animales tratados con valerato de estradiol presentaron recambio folicular, contra un 17.64% en los no tratados. De igual forma Bo y col. 1994 (43), mediante la aplicación de syncromate B (SMB) (día 0) durante 6 días en novillonas productoras de carne y la aplicación de un tratamiento de 5mg de 17- β estradiol el día 1 o el día 3, obtuvieron un porcentaje de recambio folicular de 77% y 83% respectivamente.

El recambio folicular se presenta debido a que el estradiol exógeno suprime el crecimiento del folículo dominante (32,43) y no permite su ovulación (32). Tal efecto es más consistente cuando se combina con un progestágeno (43). El mecanismo por el cual el estradiol exógeno induce la atresia folicular no está muy claro, sin embargo se piensa que el efecto está mediado a través de la supresión de gonadotropinas (43,18,23) ya que el estradiol exógeno tiene un efecto negativo sobre el eje hipotálamo - pituitario (47) disminuyéndose el número de las pulsaciones de LH (48,49). Se ha propuesto que la utilización de un progestágeno en combinación con estradiol exógeno es suficiente para suprimir tanto la FSH como la LH, lo que provoca de

forma eficiente la regresión del folículo dominante a diferencia de la aplicación de

estradiol solo (43).

En el presente trabajo no hubo diferencias en el día del inicio de la regresión del folículo dominante presente al inicio de la sincronización entre el grupo tratado y el testigo. Esto difiere con lo reportado por Bo y col. 1994 (43), quienes encontraron que la aplicación de 5mg de 17β estradiol el día 1, bajo un programa de sincronización con syncromate B por 9 días, acelera la regresión del folículo dominante, presentándose en promedio a los 3.9 días después de la inserción del implante, comparado con 9.7 días para el grupo testigo.

El surgimiento del segundo folículo dominante de la nueva oleada folicular se presentó de forma más temprana en los animales testigo en comparación con los animales tratados con benzoato de estradiol. A su vez, no hubo diferencia en la tasa de crecimiento que presentó dicho folículo por día. Resultados similares fueron encontrados por Rivera y col. en 1997 (44), quienes observaron que el surgimiento de la nueva oleada folicular se presentó a los 4.1 días en vacas en anestro tratadas con 5mg de 17β estradiol, mientras que en las testigo se presentó en el día 2.8 en promedio. La tasa de crecimiento fue de $1.10 \pm 0.04\text{mm}$ y $1.00 \pm 0.04\text{mm}$, para los animales tratados y testigo respectivamente. De igual forma, Yaakub y col. en 1998 (23) determinaron que la aplicación de 5mg de benzoato de estradiol el día 0 ó el día 1.5, bajo un programa de sincronización con CIDR (1.9 gr. P4) durante 9 días, retrasó el surgimiento de la nueva oleada folicular en 4.2 y 3.0 días respectivamente, mientras que en el grupo testigo se presentó en el día 2.4. De tal forma, se ha encontrado que por lo general la aplicación de estradiol exógeno en programas de sincronización con progestágenos (44,23), retrasa el surgimiento de la siguiente oleada folicular y por consecuencia el surgimiento del folículo que ejercerá la dominancia, debido a una disminución en las concentraciones de FSH, aplazando el desarrollo de una nueva

oleada folicular (18,23). Sin embargo, otros investigadores (43) han encontrado el efecto contrario, presentándose la regresión en los días 5.6 y 7.7 para las vacas tratadas y testigo respectivamente.

En el presente ensayo se determinó que no existió diferencia en el porcentaje de los animales que manifestaron signos de estro, que para el grupo tratado fue del 68.4% y para el testigo de 88.0%. Esto es similar con lo que Murray y col 1998 (50), obtuvieron en novillonas Brahman sincronizadas con norgestomet por 17 días, donde se observaron un 70% y 90% de celos para los animales tratados o no con 10mg de 17- β estradiol el día 10 del tratamiento. Por otra parte, el tiempo que transcurrió desde el retiro del progestágeno a la manifestación de signos de estro, no difirió en los animales tratados y testigo. Esto es similar a los resultados de Murray y col. 1998 (50), quienes informaron que en novillonas Brahman sincronizadas con norgestomet durante 17 días, el estro se presentó a las fue de 45.4 ± 4.3 hr para el grupo tratado con 10mg de 17- β estradiol (día 10) y de 44.7 ± 8.9 hr para el grupo testigo. Sin embargo, en el presente estudio la presentación de calores se dio en forma más compacta en los animales tratados lo que presenta ventajas practicas en el manejo del ganado. Esta menor dispersión de los signos de estro puede deberse a que al existir un folículo recién reclutado, se producen mayores cantidades de estradiol, el cual tiene la capacidad de aumentar la amplitud de los pulsos de LH que a su vez, facilitan el crecimiento del folículo que promueve los signos de estro, de la misma forma en que lo haría el estradiol exógeno (51).

En el presente estudio no existieron diferencias en el diámetro del folículo preovulatorio entre animales tratados y no tratados. Igualmente, Rivera y col. 1998 (44) no encontraron diferencia en el diámetro del folículo ovulatorio (11.5 ± 0.48 mm vs 12.1 ± 0.44 mm) en vacas productoras de carne tratadas con 5mg de 17- β -estradiol el

día 1 en un programa de sincronización con CIDR por 8 días. Sin embargo, Anderson y Day 1994 (52) observaron que el diámetro del folículo preovulatorio en los animales tratados con 200mg de progesterona el día 9, fue de $16.5 \pm 0.6\text{mm}$ contra $22.5 \pm 2.4\text{mm}$ en el grupo testigo, en novillonas productoras de carne sincronizadas con MGA por 11 días. Estas diferencias entre los trabajos mencionados pueden deberse al progestágeno utilizado en el tratamiento, o a la hormona utilizada para provocar recambio folicular (estradiol o progesterona).

En trabajos previos Anderson y Day 1994 (52), y Savio y col. 1993 (53), han demostrado que las concentraciones de estradiol se ven incrementadas cuando el folículo dominante presenta un diámetro mayor a 15mm y donde el periodo de dominancia se ve alargado. De tal forma, se ha propuesto que una de las causas asociadas a una reducción en la fertilidad en los programas de sincronización con progestágenos se debe a que este incremento en las concentraciones de estradiol puede afectar el transporte de los gametos (54), alterar la velocidad de segmentación del embrión (55), y/o interrumpir la morfología del epitelio uterino, alterando las condiciones ambientales para el desarrollo embrionario (56,57).

El porcentaje de fertilidad en los animales tratados con benzoato de estradiol (36.8%) fue similar al encontrado en los animales no tratados (52.0%). De forma similar, Yelich y col. 1997 (32) obtuvieron que el porcentaje de gestación fue de 36.4% para la vacas tratadas y del 48.5% para los animales no tratados con 5mg de 17β estradiol el día 11, en un programa de sincronización con acetato de melengestrol (MGA) durante 14 días. Sin embargo, Anderson y Day 1994 (52) obtuvieron un mayor porcentaje de gestación en animales que presentaban un folículo mas joven al momento de la ovulación (50.0%), a diferencia del obtenido en animales que ovularon un folículo dominante persistente (16.7%), en novillonas sincronizadas con MGA por 11 días y

donde se provocó la regresión del folículo dominante mediante la aplicación de 200mg de progesterona el día 9. De igual forma, Savio y col. 1993 (53), obtuvieron un mayor porcentaje de preñez en novillonas Holstein que presentaban un folículo más joven al momento de la ovulación, a diferencia de las que ovularon un folículo con una dominancia mayor a diez días, siendo este de 64.8% y 37.1% respectivamente. Se ha observado que cuando el periodo de dominancia se encuentra por debajo de los seis días de duración, los porcentajes de fertilidad son mejores, que cuando dicha duración es excedida (35).

Al observar el porcentaje de gestación obtenido en el presente ensayo, puede notarse que a pesar de no existir diferencia, hay una disparidad en el porcentaje de animales gestantes del grupo tratado con el grupo testigo, por lo que podría pensarse que el tamaño de la muestra afectó la sensibilidad de la prueba para detectar diferencias. Por lo tanto, los resultados deberán ser considerados en reserva y merecen investigación futura.

CONCLUSIONES

- La aplicación de 1 mg de benzoato de estradiol produjo la regresión del folículo dominante, permitiendo el surgimiento de una nueva oleada folicular.

- El tratamiento con estradiol compacta el tiempo de manifestación de signos de estro en los animales, reduciendo la dispersión del grupo.

LITERATURA CITADA

1. CIEEGT. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Fac. Med. Vet. y Zoot. UNAM. Mtz. de la Torre, Ver., 1984.
2. Galina CS, Navarro FR. Genotype and environment interactions in cattle in the tropics. III Curso Internacional de Reproducción Bovina. México. 1991: 19-25.
3. Galina CS, Arthur GH. Review of cattle reproduction in the tropics (Part 3. Puerperium). Anim. Breed. Abs. 1989; 57: 899-910.
4. Villa Godoy A, González DJJ. Factores técnicos que limitan la productividad del ganado de doble propósito en los trópicos. Memorias de la 3ra Reunión Anual del INIFAP del Estado de Veracruz. INIFAP-SARH. 1990: 229-237.
5. Bath DL, Dickinson FN, Tucker HA, Appleman RD. Ganado lechero: principios, prácticas, problemas y beneficios. 2ª ed. Interamericana – McGraw Hill. México, 1985.
6. Church DC, Pond WG. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa. México, 1987.
7. Baca FJN, Pérez GE, Galina HCS. Comportamiento reproductivo de vacas Bos taurus x Bos indicus bajo programas de inseminación artificial a estro sincronizado y natural en condiciones de trópico seco de Costa Rica. Vet. Méx. 1998; 29: 67-73.
8. Galina HC. Esquemas prácticos de manejo reproductivo en ganadería de carne. En: Mejoramiento Animal Reproducción Bovinos. UNAM. 1999.
9. Fallas MR, Zarco QL, Galina HC, Basurto CH. Efecto del amamantamiento sobre la actividad ovárica posparto en vacas F1 (Holstein x Indobrasil) en dos tipos de pastos. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. UNAM-SARH. 1987: 348-349.

10. Bearden JH, Fuquay J. Reproducción animal aplicada. Manual Moderno. México, 1982.
11. Hunter RH. Fisiología y teconología de la reproducción de la hembra de los animales domésticos. Acribia. España, 1997.
12. Santos de los VS, González PE, Ruiz DR. Efecto del destete precoz y de implantes del progestágeno SC21009 en la inducción del estro en vacas cruzadas de Cebú en malas condiciones físicas. Téc. Pec. Méx. 1979 ; 36 : 21-27.
13. Basurto CH. Experiencias sobre el uso de hormonas para la sincronización del estro en bovinos del trópico mexicano. Memorias del Curso de Farmacología y su Aplicación en la Clínica Bovina. México, D.F. 1998. 77-94.
14. Porras AA, Galina HC. Utilización de prostaglandina F² α y sus análogos para la manipulación del ciclo estral bovino. Vet Méx. XXII. 1991 ;4 : 401-405.
15. Driancourt MA. Follicular dynamics in sheep and cattle. Theriogenology. 1991; 35: 55-79.
16. Driancourt MA, Fry Rc, Clarke IJ, Cahill LP. Follicular growth and regression during the 8 days after hypophysectomy in sheep. J. Reprod. Fert. 1987; 79: 635-641.
17. Fortune JE, Sirois J, Turzillo AM, Lavior M. Follicle selection in domestic ruminants. J. Reprod. Fert. 1991; 43: 187-198.
18. Bo GA, Adams GP, Caccia M, Martinez M, Pierson RA, Mapletoft RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progesterone and estradiol in cattle. Anim. Reprod. Sci. 1995; 39: 193-204.
19. Gutiérrez AC. Comparación de la foliculogenesis y ciclos estrales de novillonas cebú y cebú-holstein durante los meses de marzo a junio en el trópico húmedo

- de México. Tesis de Maestría. México, D.F. México. Universidad Nacional Autónoma de México. 1992.
20. Bo GA, Adams GP, Pierson RA Mapletoft RJ. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenol.* 1995 ; 43 :31-40.
 21. Ko JCH, Kastelic JP, Del Campo MR, Ginther OJ. Effects of a dominant follicle on ovarian follicular dynamics during the oestrus cycle in heifers. *J. Reprod. Fert.* 1991; 91: 511-519.
 22. Sunderland SJ, Crowe MA, Boland MP, Roche JF, Ireland JJ. Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrus cycle of heifers. *J. Reprod. Fert.* 1994; 101: 547-555.
 23. Yaakub H, Duffy P, O'Callaghan D, Boland MP. Effect of timing of oestradiol benzoate injection relative to gonadotropin treatment on superovulatory response, and on embryo yield and quality in beef heifers. 1998; 52: 191-204.
 24. Siroios J, Fortune JE. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: a model for studying ovarian follicular dominance. *Endocrinology.* 1990; 127: 916-924.
 25. Savio J, Thatcher WW, Badinga L, de la Sota RL, Wolfenson D. Regulation of dominant follicle turnover during the Oestrus cycle in cows. *J. Reprod. Fert.* 1993; 97:197-203.
 26. Cavalieri 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.
 27. Ghinter OJ, Kastelic JP, Knopf L. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 1989; 20: 187-200.

28. Sirois J, Fortune JE. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real time ultrasonography. *Biol. Reprod.* 1988; 39: 308-309.
29. Ginther OJ, Knopf L, Kastelic JP. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod. Fert.* 1989; 87: 223-230.
30. Adams GP, Matteri RL, Kastelic JP, Ko JCH, Ginther OJ. Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J. Reprod. Fertil.* 1992; 94: 177-188.
31. Smith MW, Stevenson JS. Fate of the dominant follicle, embryonal survival, and prostaglandin F₂ α and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *J. Anim. Sci.* 1995 ; 73 : 3743-3751.
32. Yelich JV, Geisert RD, Schmitt RAM, Morgan GL, McCann JP. Persistence of the dominant follicle durin melengestrol acetate administration and its regression by exogenous estrogen treatment in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 1997; 75: 745-754.
33. Lugo LS, Hernández CJ, López LL. Función del cuerpo lúteo formado a partir de la ovulación de un folículo dominante persistente, en vaquillas Holstein tratadas con un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR-B), en ausencia de un cuerpo lúteo. *Vet. Méx.* 1999 ; 30 : 95-98.
34. Kojima FN, Chenault JR, Wehrman ME, Bergfeld EG, Cupp AS, Werth LA. Melengestrol acetate at greater doses than typically used for estrous synchrony in bovine females does not mimic endogenous progesterone in reagation of secretion of luteinizing hormone and 17 β -estradiol. *Biol. Reprod.* 1995 ; 52 : 455-463.

35. Mihm M, Baguisi A, Boland MP, Roche JF. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fertil.* 1994; 102: 123-130.
36. Zarco QL, Hernández CJ. Sincronización de estros en bovinos utilizando progestágenos: Factores que influyen en la presentación del estro y fertilidad. *Memorias del Séptimo Curso Internacional de Reproducción Bovina. Academia de investigación en biología de la reproducción, México.* 1997 : 279-284.
37. Twagiramungu H, Gullbault LA, Dufour JJ. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 1995; 73: 3141-3151.
38. Rajamahendran R, Sianangama PC. Effect of human chorionic gonadotropin (hCG) on dominant follicles in cows: Accessory corpus luteum formation, progesterone production and pregnancy rates. *J. Reprod. Fert.* 1992 ; 95 :577-584.
39. Wolfenson D, Thatcher WW, Savio JD, Badinga L, Lucy MC. The effect of a GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronization of estrus in lactating cyclic dairy cows. *Theriogenology.* 1994; 42: 633-644.
40. Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂ α y GnRH. *Theriogenoly.* 1995; 44: 915-923.
41. Lammoglia MA, Short RE, Bellows SE, Bellows RA, MacNeil MD, Hafs HD. Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripubertal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F₂ α . *J. Anim. Sci* 1998; 76: 1662 – 16670.
42. Burke C R, Boland M P, Macmillan K L. Ovarian responses to progesterone

- and oestradiol benzoate administered intravaginally during dioestrus in cattle. Anim. Reprod.Sci. 1999 ; 55(1) : 23-33.
43. Bo GA, Adams GP, Pierson RA, Tribulo HE, Caccia M, Mapletoft RJ. Follicular wave dynamics after estradiol-17 β treatment of heifers with or without a progestogen implant. Theriogenology. 1994; 41: 1555-1569.
44. Rivera GM, Goñi CG, Chaves MA, Ferrero SB, Bo GA. Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. Theriogenol. 1997: 49; 1365-1375.
45. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Boletín Informativo del Servicio Meteorológico Nacional Dirección General de Geografía y Meteorología de la SARH. 1985.
46. Steel DGR, Torrie HJ. Bioestadística : Principios y Procedimientos. McGrawHill. México, 1988.
47. Englehart H, Walton JS, Miller RB, Kng GJ. Estradiol induced blockade of ovulation in the cow: Effect of luteinizing hormone release and follicular fluid steroids. Biol. Reprod. 1989; 40: 1287.
48. Rajamahendran R, Manikkam M. Effects of exogenous steroid hormones on the dominant follicle maintained by a Norgestomet implant in heifers. Can. J. Anim. Sci. 1994: 74; 457-464.
49. Prince CA, Webb R. Steroid control of gonadotropin secretion and ovarian function in heifers. Endocrinology. 1988; 2222-2231.
50. Murray AJ, Cavalieri J, D'Occhio MJ, Whyte TR, Maclellan LJ, Fitzpatrick LA. Treatment with progesterone and 17 β -oestradiol to induce emergence of a newly-recruited dominant ovulatory follicle during oestrus synchronisation with long-term use of norgestomet in Brahman heifers. Anim. Reprod. Sci. 1998, 50.

11-26.

51. Díaz GS. Efecto de la progesterona natural con y sin estradiol, sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. Tesis de Maestría. México, D.F. México. Universidad Nacional Autónoma de México. 2000.
52. Anderson LH, Day ML. Acute progesterone administration regresses persistent dominant follicle and improves fertility of cattle in which estrus was synchronized with melengestrol acetate. *J. Anim. Sci.* 1994; 72: 2955-2961.
53. Savio JD, Thatcher WW, Morris GR, Entwistle K, Drost M, Mattiacci MR. Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. *J. Reprod Fertil.* 1993; 98: 77-84.
54. Reed RD, Rich TD. Influence of MGA on cow fertility. *J. Anim. Sci.* 1972; 35: 389-397.
55. Ahmad N, Schrick FN, Butcher RL, Inskepp K. Effect of persistent follicles on early embryonic losses in beef cows. *Biol. Reprod.* 1995; 52: 1129-1135.
56. Wordinger RJ, Dickey JF, Hill JR. Histological and histochemical changes in bovine endometrium following treatment with a progestin. *J. Dairy Sci.* 1971; 54: 1872-1875.
57. Wordinger RJ, Dickey JF, Hill JR. Influence of a progestogen on the histology and carbohydrate histochemistry of the bovine cervical mucosa. *J. Anim. Sci.* 1972; 35: 830-835.

CUADRO 1

Porcentajes de recambio folicular, manifestación de signos de estro y gestación, para las vacas testigo y tratadas con benzoato de estradiol en un programa de sincronización con norgestomet y eCG.

	Benzoato de Estradiol 1mg (n=19)	Testigo (n=25)
% con Recambio Folicular	84.2a	24.0b
% de Gestación	36.8a	52.0a
% con Signos de Estro	68.4a	88.0a

diferentes literales entre columnas son estadísticamente significativas ($P < 0.01$)

CUADRO 2

Características del folículo dominante presente el día de la sincronización (primer folículo dominante) y del folículo dominante que surge a partir del recambio folicular (segundo folículo dominante) de los animales tratados y no tratados con benzoato de estradiol en un programa de sincronización con norgestomet y eCG.

	Benzoato de Estradiol 1mg (n=19) (Promedio ± EE)	Testigo (n=25) (Promedio ± EE)
<u>Primer folículo dominante</u>		
Inicio de la regresión (día)	3.8 ± 0.45a	5.3 ± 0.76a
<u>Segundo folículo dominante</u>		
Surgimiento (día)	4.1 ± 0.54a	1.6 ± 0.84b
Crecimiento por día (mm)	1.0 ± 0.07a	1.0 ± 0.10a
Crecimiento total (mm)	8.9 ± 0.88a	6.8 ± 0.58a
Diámetro del folículo preovulatorio (mm)	15.2 ± 1.09a	15.7 ± 0.61a

diferentes literales entre columnas son significativas (P < 0.05)
EE (error estándar)

CUADRO 3

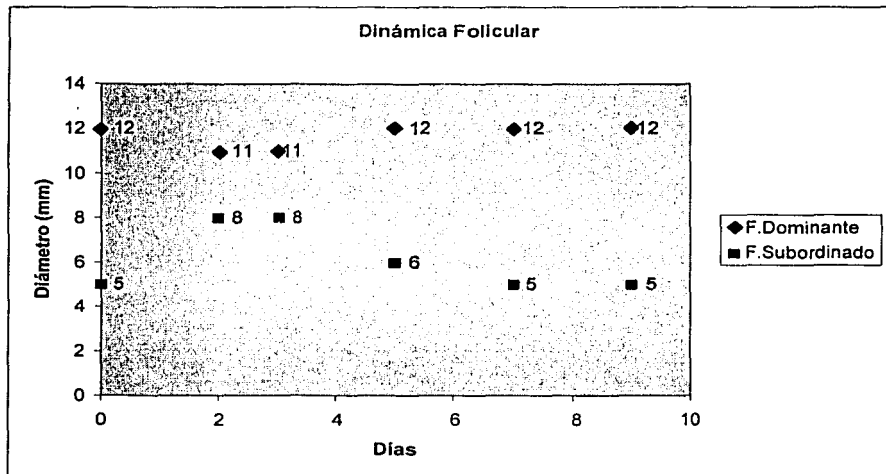
Horas a la manifestación de signos de estro.

	Benzoato de Estradiol 1mg (n=19) (Promedio ± EE)	Testigo (n=25) (Promedio ± EE)
Manifestación de signos de estro a partir del retiro del implante (h)	38.5 ± 2.50a	47.3 ± 6.69a
Varianza de la manifestación de signos de estro	81.76a	941.75b

diferentes literales entre columnas son significativas ($P < 0.05$)
EE (error estándar)

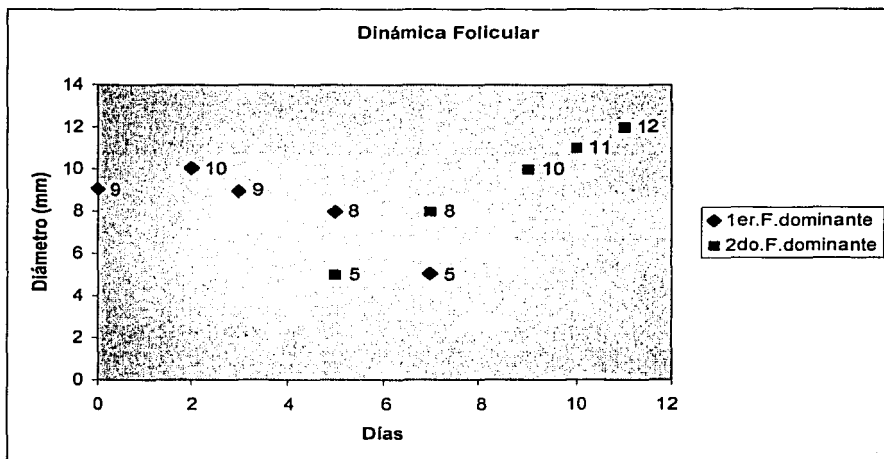
ANEXO 1

DINÁMICA FOLICULAR DE LAS VACAS QUE NO PRESENTARON RECAMBIO FOLICULAR.



ANEXO 2

DINÁMICA FOLICULAR DE LAS VACAS QUE PRESENTARON RECAMBIO FOLICULAR DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE 1mg. DE BENZOATO DE ESTRADIOL.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN