

20



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DETERMINACION ULTRASONOGRAFICA DE LA DINAMICA FOLICULAR Y LA PRESENTACION DE LA CONDUCTA DE CELO EN UN HATO DE VACAS BRAHMAN (CEBU) BAJO UN PROGRAMA DE SINCRONIZACION CON SYNCHROMATE-B (SMB) EN EL TROPICO SECO MEXICANO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

ROBERTO ISIDRO VALERA

ASESORES: MVZ. PhD CARLOS CALINA HIDALGO  
ING. AGRO. PhD. AGUSTIN ORIHUELA TRUJILLO

MEXICO, D. F.

2000

277673





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## DEDICATORIA

A mi **Madre Ernestina Valera Negrete** por darme las cosas más bellas de esta vida, la base de los sentimientos y carisma que han formado mi criterio y mi forma de ser, por enseñarme a luchar y atravesar esas barreras que se formaron y formarán a lo largo de mi vida y lo más importante el amar y perdonar, aunque esto último me cueste trabajo hacerlo. Gracias por estar a mi lado y apoyarme en cada momento y demostrarme lo mucho que me amas.

A mis **Hermanos Juan, Lourdes, José Luis y Gabriel**, que en todo momento me apoyaron y han estado al tanto de mí a lo largo de mi vida, gracias por cada consejo que me dieron y a la vez por cada cosa que aprendí de ustedes, por darme su amor y comprensión cada vez que los necesite. Además por ser uno de los motivos en mi vida de los que más quiero.

A mi **Padre Bartolomé Isidro González**, aunque no estuviste cerca de mí casi toda mi vida, te agradezco el que me hayas ayudado económicamente a lo largo de esta formación académica, y el apoyo y la demostración de tu cariño cada una de las veces que pudimos estar juntos, además de la admiración que sientes por los logros que he obtenido, que es una muestra más de lo mucho que me amas.

Al **Dr. Carlos Galina Hidalgo** por haber confiado en mí, por sus consejos tanto académicos, como morales, gracias por su paciencia al demostrarme esa iniciativa, que como alguna vez me dijo le daba miedo, gracias por sus regaños que me sirvieron para darme cuenta de cuan humano soy y que a partir de mis errores crezco y maduro para poder ser mejor. Le agradezco más la amistad que me brindó además de su motivación ya que yo lo considero un amigo y una persona a la cual valoro y admira mucho por sus logros, a pesar de su mal genio que en muchas ocasiones provoqué, le agradezco por todo lo que me brindó ya que sin usted este trabajo que hoy presento no podría haber salido adelante.

Al **PMVZ Francisco Gabriel Varela Michel** gracias por ser el mejor de los amigos, por estar conmigo siempre que te necesite y por decirme mis errores los cuales en muchas veces no aceptaba y dañaban mi vida, ojalá y ya te titules, para que tal vez algún día trabajemos juntos, gracias mi buen amigo y como lo he dicho muchas veces te quiero mucho y no tengo otra manera más que diciéndolo para agradecerte por todo lo que hemos compartido y me has ayudado.

Y finalmente a mi abuela **Sara Negrete de Valera**, gracias por estar al tanto de mí, y sé que ahora donde estés, siempre me miras y pides por mí.

## AGRADECIMIENTOS

A todos mis amigos de la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**, Elizabeth Simeón, Leticia Velázquez, Elizabeth Sánchez y Lucila, Cesar Delgado, Francisco (él sobares) Velázquez, Lety, Miguel Cuevas, Malinally, Víctor Martínez, Estela, Marco Avellaneda, Ernesto Sosa (el bam-bam), Mariano, Edgar Santizo, Mario (el rojo), Maribel, Silvia, Irlanda, Estrella, Liliana Ocegüera, Lidia, Heidi, Gerardo Pérez (el bato), Erick, Ivan, Ericka (pelona), Rocío (chinos), Andrés, Alejandra, Liliana y Alvaro Zugarazo, Lidia, Felipe Cuica, Mariana y Rogelio, Claudia Marisol, Carlos, Claudia Edwards, Claudia Toledano, Jessica Rodríguez, Lucero y Miguel, Marra, Mercedes Barrios, Rocío (chio), René Morales, Vicky, Myriam Valle, Ericka Estrada, Trudy Newman y Adrián (el Wash), a todos los del **Departamento de Fisiología y Farmacología de la FMVZ** como Lilia Gutiérrez, Marisol, Carlos Lorenzana, Ivan y Dinora, Michel, Elsa y a todos los que me brindaron una amistad y me apoyaron para la realización de este trabajo gracias por conocerlos.

Al **Centro de Bachillerato Técnico agropecuario (CBTa) No. 8** por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo, así mismo al **Ing. Agrónomo Jaime Solano** por la ayuda y amistad que me brindó ya que sin él no hubiera podido realizar la parte experimental, además del **Ing. Agro. PhD Agustín Orihuela Trujillo** gracias por su comprensión y apoyo. A los integrantes de la **Coordinación de la Investigación Científica de la unidad de postgrado de la FMVZ**, Paula Cárdenas, Laura Martínez, Mónica Aguilar, Berenice Portillo, Luis Galicia, Soledad, Enrique D'alexandro, Debora, Gaby, por su ayuda tanto en la realización del experimento como ya al escribir este trabajo, gracias por su amistad y apoyo. A Federico que me ayudo incondicionalmente en el experimento. A mis **Maestros Arturo Olguín, Salvador Avila, Fernando Nuñez, Nora Aymami, Raymundo Martínez, Rosa Elena Méndez y Socorro Lara** gracias por su amistad y motivación, pero más por enseñarme a amar y sentirme orgulloso de haber elegido ser Médico Veterinario Zootecnista.

Al departamento de **Reproducción** y en especial a **Adriana Saharrea, Sandra, Enrique Pérez, Clara Murcia y Susana Rojas del Laboratorio de Endocrinología de la FMVZ** además de **Arantza y Lucy**, gracias por sus enseñanzas y su amistad.

Al **MVZ Gerardo Valdivieso** y al **Centro de Computo de la FMVZ**, gracias por su ayuda para la digitalización de las imágenes.

A la **PMVZ Silvia Abdalá**, gracias por brindarme tu casa y tu equipo de cómputo para poder entregar mi tesis, por ser antes que nada mi amiga y por ofrecerme ese cariño y amor que sin él no hubiera podido terminar este trabajo tan importante para ti y para mí.

A la **Dra. Ma. Esther Lozano Dávila** por la amistad y amor incondicional que me brindó en cada momento que necesité su ayuda, así mismo, a la señora **Blanca Dávila** y a **Cecilia Aguilar Lozano** por su amistad y apoyo.

A **Vaclav Zelenka Von Shonbach Llanas**, gracias por tu apoyo y por la oportunidad que me permitiste para trabajar contigo, y más por ser mi amigo, al igual que tu madre la señora **Loida Llanas**, tu hermano **Adolfo Zelenka** y tu abuela **Teresa Díaz** por creer y confiar en mí, por darme ese cariño que valoro tanto.

Así mismo a **Evelin y Antonio Centeno** que me apoyaron tanto en estos últimos meses, gracias por su cariño y por creer en mí. A la señora **Adelina Domínguez** que no dejó de confiar en mí, gracias por su cariño y apoyo que me dio al brindarme su casa al ayudarme para seguir adelante.

Y a todas las personas que no creyeron en mí, ya que fueron un motivo más para demostrarme que puedo ser mejor de lo que soy.

## **Gracias.**

Al amor que recibí de todos mis amigos, a las personas que me brindaron mas que una amistad y ahora no están conmigo, a esta facultad que me dio una gran profesión, que ejerceré para el progreso de mi país, que hasta que no estuve lejos de él no lo había valorado tanto. Y por ende a cada nuevo veterinario, para que surja en ellos el afán de emprender investigaciones que den nuevas alternativas para una vida mejor de nosotros los Mexicanos.

*Roberto Isidro Valera*

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
1) Resumen	1
2) Introducción	4
2.1 Variantes en la detección del celo	8
2.2 Sincronización	11
2.3 Evaluación ultrasonográfica	13
3) Objetivo	17
4) Hipótesis	17
5) Material y Métodos	18
6) Resultados	24
7) Discusión	36
8) Conclusiones	45
9) Apartado de fotos y cuadros	46
10) Bibliografía	70

## 1) Resumen

**Roberto Isidro Valera. Determinación ultrasonográfica de la dinámica folicular y la presentación de la conducta de celo en un hato de vacas Brahman (Cebú) bajo un programa de sincronización con Synchronate-B (SMB) en el trópico seco Mexicano.**

(Bajo la dirección de MVZ PhD Carlos Galina Hidalgo y Ing. Agro. PhD Agustín Orihuela Trujillo.)

Con el propósito de determinar el efecto del Synchronate-B (SMB) sobre la dinámica folicular evaluada por medio de la ultrasonografía y la presentación de la conducta sexual en un programa de sincronización, en ganado *Bos indicus* explotado en el trópico seco durante la época de secas; se utilizaron 17 vacas Brahman (Cebú) multíparas, con condición corporal entre 1.5 y 3 en una escala de 1 a 5. Al inicio el experimento se encontró que seis de los animales estaban ciclando, cuatro anéstricas y las siete restantes estaban entre el 7º y 8º de la gestación. Con las 10 hembras vacías aleatoriamente se formaron dos grupos de cinco animales A y B, el grupo A fue implantado el día cero del experimento permaneciendo este 9 días hasta su retiro, el mismo día del retiro se implantó al grupo B. Las vacas gestantes formaron el grupo testigo sin tener ningún tratamiento para buscar indicios de la conducta de imitación. Todos los animales permanecieron juntos dentro del mismo hato. Desde el día cero del experimento se realizaron evaluaciones ultrasonográficas cada dos días a los grupos A y B, a la par se tomaron muestras sanguíneas para la determinación de progesterona. Al retirar el implante al grupo A la detección de celos se realizó de manera continua a partir de 24 horas, teniendo un tiempo aproximado de observación de 100 horas, registrando la hora e individuos que participaban en la formación

del grupo sexualmente activo (GSA), donde se incluyeron a todas las vacas a las que se les retiró implante hubieran o no manifestado conducta de celo y aquellas que expresaron celo concomitante con las sincronizadas, en el caso de las vacas gestantes solo se registró si presentaron o no, conducta de celo. Formado el GSA se hicieron evaluaciones ultrasonográficas cada tres horas durante 48 horas. Esta metodología se repitió de igual manera para el grupo B.

Al analizar los resultados se observó que 2/10 de los animales con implante colocado demostró de celo, sin presentar desarrollo folicular y 3/10 tuvieron crecimiento folicular mayor a 10 mm de diámetro sin demostrar conducta de celo, detectándose días después una estructura con ecogenicidad parecida a un cuerpo lúteo (CL); al retiro del implante 6/10 de las vacas presentaron estro con folículos de hasta 15 mm de diámetro, 2/10 no mostraron conducta estral pero sí crecimiento folicular mayor a 10 mm de diámetro, 1/10 demostró conducta de celo sin crecimiento folicular y 1/10 no tuvo ninguna respuesta. Durante el experimento 4/10 vacas repitieron estro, observándose dos y hasta tres periodos de celo por vaca en un lapso menor de 12 días, 1/10 de los animales que no presentaron conducta de celo pero sí crecimiento folicular máximo de 15 mm, persistió con este diámetro por fuera del periodo intensivo de evaluación ultrasonográfica, encontrándose dos días después una estructura con características parecidas a un CL, no encontrándose a los tres días de haber sido observada. De la misma manera 5/10 de los animales que respondieron al tratamiento se les determinó que ovularon al identificarse la formación de cuerpos hemorrágicos y por ende CL que igual desaparecieron a los tres días. En todos los casos no se detectaron niveles de progesterona mayores a 1 ng/ml. El tiempo de presentación de celo y de ovulación desde el retiro del implante en el grupo A fue de  $54.8 \pm 0.39$  y  $87.8 \pm 6.71$  horas



respectivamente, y el grupo B los tiempos correspondientes fueron de  $35 \pm 0.29$  y  $87 \pm 2.65$  horas, siendo la diferencia significativa para el primer valor entre ambos grupos ( $P < 0.01$ ). Determinando que el uso del SMB no impide el crecimiento folicular, ni la presentación de la conducta de celo aún con el implante colocado, obteniéndose además que sin la expresión de la conducta sexual hay desarrollo folicular que puede llegar a ovular a efecto del implante. Además la presentación de la conducta de celo después del uso del SMB será un valor inconstante al contrario del tiempo de ovulación. Lamentablemente el grupo testigo de vacas gestantes no presentó conducta de celo. Se estima que la falta de formación de los cuerpos lúteos determinados después de los periodos de celo pudo deberse a una deficiencia en la liberación de las pulsaciones de LH.

## 2) Introducción

En los últimos años se ha incrementado el uso de la inseminación artificial en animales criados en condiciones semi-intensivas y extensivas en el trópico seco mexicano, donde se explotan razas *Bos indicus*, las cuales son las únicas que soportan las condiciones extremas de calor, humedad, parásitos externos e internos, así como épocas de secas prolongadas. Dado por estas condiciones las investigaciones, en este tipo de ganado deberían fomentarse con propósito de aumentar la producción en estas regiones del país que cuentan con escasas posibilidades de inversión.

El estado nutricional de los animales que se explotan en estas zonas es deficiente ya que la época de secas es muy prolongada (Diciembre-Junio), teniendo como alimento en mayor disposición subproductos de la industria azucarera, como son rastrojo de caña y melaza además de un pobre forraje proveniente de pastos que tienen un escaso nivel nutricional. Bishop *et al* (1) afirman que la reducción en la ingestión de nutrientes da como resultado una pérdida de peso y condición corporal, disminución de la actividad lútea y el cese de ciclos estrales. Se tienen informes que la grasa corporal regulan la secreción de las hormonas hipotalámicas e hipofisiarias que controlan la función del ovario. Si las vacas están delgadas desde antes del parto, las señales hormonales para estimular al ovario y al inicio del ciclo estral no son liberadas, en consecuencia se amplía el intervalo entre partos.

(2)

En esta zona no hay la suficiente información para que los productores empleen el forraje que pueda darse en exceso en las épocas de lluvias (Junio-Noviembre) para ensilarlo y no tener falta de alimento en la época de sequía. Sin embargo, a pesar del bajo aporte nutricional es sorprendente observar que animales en estas zonas pueden llegar a ciclar y mantener una gestación, con los bajos recursos alimenticios que existen en la época de secas.

La detección del estro en estos animales sigue siendo un obstáculo para el uso de la inseminación artificial y la transferencia de embriones. Para salvar este obstáculo se han desarrollado métodos de sincronización del estro con el fin de aumentar la eficiencia en la detección de la conducta sexual. De hecho estos animales muestran actividad receptiva de celo por poco tiempo (6-12 horas), y en el momento en que se forma el grupo sexualmente activo permite periodos concentrados de observación, acción que resulta ventajosa en hatos bajo pastoreo. (3,4)

El estro se caracteriza por el intenso deseo sexual (5,4), que se expresa cuando una hembra busca a otra presentando conductas homosexuales, tales como dejarse montar (conducta pasiva) ó montando a sus compañeras de hato (conducta activa). Todo esto aunado a la presentación de moco cervical, el cual se caracteriza por ser de color transparente, fluido y elástico y observándose mayormente al hacer palpación rectal y masaje sobre el útero. (5,4)

Las guías que se han tomado en cuenta para determinar que una hembra esta o entrará en celo son.

- La hembra que monta entrará en celo.
- La hembra que se deja montar esta en celo.

Estas guías son las que se han utilizado para la determinación del celo, pero ¿hasta dónde es cierto esto? El presente trabajo pretende determinar que no todas las vacas que presentan conducta de celo, están en un estro fisiológico, ni presentan un crecimiento folicular con folículo estrogénico capaz de estimular la conducta de celo. (6,7)

Los índices de infertilidad en el trópico de México, donde predomina el ganado Cebú están influenciados por los problemas para la detección de los signos de celo, y por esta razón la inseminación artificial en el trópico mexicano ha tenido un lento desarrollo.

Obviamente que esto es un serio obstáculo para el uso de esta tecnología; por ejemplo en un hato estudiado por Galina *et al* (8), solo el 30% de las vacas inseminadas fueron vistas en celo, además en otro estudio realizado por Lamothe *et al* (9), se encontró que al observar ganado Cebú durante 44 días sólo en el 90% de los casos de celo detectado al menos dos vacas salían en calor simultáneamente. Todo esto indica la dificultad de observar hembras en celo donde la posibilidad de tener por lo menos dos vacas presentando conducta sexual pasiva al mismo tiempo es limitada.

Cuando solo una vaca dentro del hato está próxima a la etapa receptiva del estro, intentará montar a otras que no estarán en celo, en cambio cuando dos o más vacas se aproximan a la etapa receptiva se podrá ver la formación de un grupo sexualmente activo donde mostrarán conductas homosexuales como son lamer, oler los genitales y realizar intentos de monta y montas. Al considerar el orden social dentro del hato, las hembras dominantes serán las que presenten más intentos de montas y las montas en si, al contrario, las sumisas serán las que presentarán en menor frecuencia los intentos de monta ó ausencia de ellas siendo estas las que presenten un mayor número de ocasiones en que se dejen montar, con llevando esto a identificar a solo a un número muy reducido de animales o tal vez sólo a uno del hato en celo. (10,4) Posiblemente esta sea una de las causas por las cuales el índice de detección de animales en celo sea en ocasiones tan reducido.

Aunado a lo anterior, cuando dos vacas están en celo, las montas son más frecuentes y de mayor duración en promedio, a diferencia de que hubiera solo una hembra receptiva, o sea que el número promedio de montas por vaca aumentara a lo largo del estro cuando dos o más animales son receptivos sexualmente. (11)

En las investigaciones que se han hecho sobre el orden social dentro del hato, Orihuela *et al* (10) encontraron que al menos 60% de las montas realizadas a una vaca en celo son por animales de jerarquía mayor.

## 2.1 Variantes en la detección del celo

Existen variantes que modifican la presentación del estro en la hembra, tales como la edad a la que manifiesta la pubertad, número de partos, factores del medio ambiente como son, lluvias, vientos fuertes, estrés, el estado nutricional y el orden social entre las mismas vacas, las cuales dan la pauta para la presentación del comportamiento sexual. (4,5,6,9,10)

En un estudio realizado por Medrano *et al* (3) se observó que el promedio de las respuestas al uso de la sincronización fue afectado por la época del año teniendo los animales mas dificultad de expresar el estro durante la época de lluvias. Así por ejemplo, seis de las vacas utilizadas no mostraron actividad sexual durante un periodo de lluvia fuerte. Estudios previos han mostrado que las condiciones de estrés afectan el comportamiento sexual del ganado cebú. Estos factores pueden influir en la precisión con la cual se determina la ovulación con relación al tiempo de manifestación del celo.

Uno de los factores que afectan la detección correcta de los signos de celo, es el que en ocasiones vacas gestantes pueden presentar signos evidentes de celo, como dejarse montar, hacer intentos de monta y presentar moco vulvar, por ejemplo Thomas *et al* (5) trabajaron sobre la presentación de signos de celo durante la gestación, el experimento se realizo con 35 hembras lecheras y 17 de producción de carne, ambos grupos de la especie *Bos taurus*, todas gestantes. Los autores mencionan que al medir las concentraciones de progesterona después de la inseminación, en un hato donde las inseminaciones no fueron al mismo

tiempo, el 1 a 2% de las vacas que quedaron gestantes tuvieron presentación de signos de estro durante la gestación.

En el mismo estudio realizado por Thomas *et al* (5) el 56% de los casos observados de vacas gestantes con signos de celo, se registró entre los días 121 y 240 de la gestación y el 18% en el último tercio de la gestación, además el 93% de estas conductas se presentaron en vacas múltiparas.

El tener registros de los servicios dados a hembras que presentaron conducta de celo reducen las fallas en el diagnóstico de gestación, falsas repetidoras y determinar a algunas de estas vacas como infértiles cuando no los son. (11,12)

El mecanismo de la presentación de los signos de celo durante la gestación no esta totalmente determinado, ya que en vacas vacías los cambios hormonales son los responsables de la presentación de los signos, pero no en las vacas gestantes. (5) Aragón (13) describe en un trabajo realizado con 33 vacas Holstein de las cuales 12 estaban gestantes; eligió a 11 vacas de las no gestantes con la característica de presentar cuerpo lúteo (CL) para sincronizarlas con SMB, el resto que no presento CL se les dejo sin tratamiento para que ciclaran normalmente. El fin de este experimento fue obtener la interacción que pudiera darse entre las hembras gestantes, con las sincronizadas y las que ciclaran normalmente, encontrando que solo el 16% de las gestantes manifestaron montas a otras vacas, tanto a gestantes como las vacías, siendo las hembras que estaban en el segundo tercio de la gestación, las que mostraron mayor actividad sexual.

La presentación de conducta de celo en vacas gestantes esta asociada a la conducta de imitación que se podría definir como vacas que demuestran conducta de celo sin estar en un celo fisiológico. En efecto, estudios como los realizados por Jiménez (6) quien sincronizó 35 vacas para probar la hipótesis de una posible conducta de imitación, encontró que hembras que estaban gestantes solo un 3% llegaron a interactuar con vacas sincronizadas presentando signos de celo, indicando que las vacas gestantes son capaces de imitar el celo conductualmente en una pequeña proporción.

Galina (4) indica que la placenta tiene una producción elevada de estrógenos, lo cual podrá favorecer la manifestación de los signos de celo. Aunque solo esta reportada en vacas gestantes, falta información para aclarar el comportamiento en vacas vacías que pueden presentar este tipo de conducta sin la presentación de un folículo estrogénico capaz de estimular la presencia de celo. Autores como Galina y Thomas (4,5) asumen la presentación de esta conducta de imitación, a la influencia de ferhormonas liberadas por las vacas en celo asemejando al efecto producido cuando se quiere sincronizar vacas con el efecto hembra-hembra, donde una vaca en celo ó estrogenizada hace que las demás vacas presenten conducta de celo. Wright *et al* (14) realizaron un trabajo para inducir a hembras postparto a presentar conducta de celo, utilizando el efecto hembra-hembra al juntarlas con vacas en celo y al exponerlas a moco cervical de las mismas, determinado que en el moco cervical también son liberadas ferhormonas que inducen a la presentación de la conducta de celo.



Dentro de las investigaciones en las variaciones del celo, Larson y Kiracofé (15) y McGuire *et al* (16) trabajaron con vacas ovariectomizadas con un implante subcutáneo de Synchronate-B (SMB) para inducir el estro además de la aplicación intramuscular de estrógenos, adjudicándose la aparición del estro a la influencia que existe al aplicar este tipo de progestágeno con los estrógenos.

## **2.2 Sincronización**

Recientemente, Medrano *et al* (3) a través de un modelo de sincronización escalonada (una vaca por día del experimento) con SMB, programando primero a quince hembras en la época de secas y el grupo restante de 17 en la época de lluvias, encontraron que las vacas adelantaban o atrasaban la presentación de los signos de estro en conjunto formando parejas y el promedio de la expresión de estros después de retirar el implante fue de 60% (9 animales) en la época de secas, y de 35% (6 animales) en la época de lluvias. Las hembras mostraron una respuesta del 70% de presentación de celo, con una tendencia hacia el metaestro de ser más largo en las vacas que presentaron comportamiento sexual afuera del rango de 31-57 horas después de haber sido retirado el implante. Un 40% de las vacas implantadas mostraron signos de celo fuera del rango de 31-57 horas después de remover el implante.

El mismo autor también encontró que vacas que no se han sincronizado y que se dejan junto con vacas que sí lo fueron con prostaglandinas u otro progestágeno, muestran signos de estro junto con las tratadas. Esto sugiere que algunas de las vacas que no están tratadas posiblemente se encuentren en proestro y muestren conducta de celo al mismo tiempo que las hembras farmacológicamente inducidas. Lo anterior, en contraste a lo encontrado por Porras *et al* (17), quienes al sincronizar un número elevado de hembras (n=387), con SMB, demostraron que la respuesta promedio a presentación de estro es generalmente muy compacta de  $43.9 \pm 13.2$  horas, con un intervalo de confianza de 42 a 45 horas. Esto demuestra que la composición y el tamaño de los grupos, influencia la sincronización natural del estro y la frecuencia de la actividad sexual durante el estro.

Estos hallazgos sugieren que el ganado puede estar al inicio ó al final de la fase receptiva del estro, lo que tiende a incrementar la actividad de monta por lo que en teoría existe solo una vaca en estro a la vez. Alternativamente, uno podría pensar que la sincronización entre las vacas esta dada por un posible efecto hormonal, resultado de un incremento de la actividad del estro, que puede tener relación con la respuesta a los implantes.

Recientemente, Gutiérrez *et al*; (18) especularon que vacas no sincronizadas, invariablemente mostraban conducta de celo con las sincronizadas, y sugiere la posibilidad de que estas hembras estén imitando la conducta de estro. Esto se basa en el hecho de que las vacas pudieron estar en diestro, o en el segundo o tercer día del proestro, y al estar todo el hato junto (sincronizadas y no sincronizadas), las no tratadas por efecto conductual

adelantaron o atrasaron algunos días la manifestación del celo, para mostrar conducta de celo con el grupo sincronizado.

En trabajos como el que realizó Castellanos *et al* (19) se ha observado que vacas que se sincronizaron con prostaglandinas PGF2 $\alpha$  durante períodos consecutivos formaban parejas, presentando signos de celo conjuntamente. En ese mismo estudio se encontró que al sincronizar una de las hembras, la otra podría mostrar conducta de celo a pesar de no haber sido sincronizada. McGuire *et al* (16), mencionan que aún vacas ovariectomizadas al ser sincronizadas con un progestágeno son capaces de mostrar signos de celo cuando son acompañadas por otras hembras que manifiestan actividad de monta. Estos estudios dan la pauta para estimar que se puede presentar una conducta de imitación con un efecto psicológico durante el celo, el cual no va acompañada de un desarrollo folicular, y por ende de ovulación. La detección de animales positivos a celo presentando esta conducta, afectaría el porcentaje de preñez del hato al incrementar la cantidad de hembras inseminadas que no necesariamente van a ovular.

### **2.3 Evaluación ultrasonográfica**

La aplicación de la ultrasonografía en la investigación de la reproducción y la morfología de los ovarios de los bovinos, ha sido de gran ayuda para determinar con mayor precisión el diagnóstico de gestación, la actividad ovárica y el monitoreo *in vivo* del Cuerpo Lúteo.

El principio básico de la ultrasonografía para el estudio morfológico de los ovarios, comprende tres componentes principales:

- ♣ Folículos.
- ♣ Cuerpo Lúteo.
- ♣ Estroma Ovárico.

Además una de las ventajas del uso de la ultrasonografía es que es una técnica no invasiva, que permite la evaluación del útero en el caso del diagnóstico de gestación y la evaluación del crecimiento folicular en los ovarios sin manipularlos, como es el caso de la palpación rectal, donde hay que sujetar los órganos para hacer la evaluación (20, 21, 22)

Aunque el valor de este equipo es hasta ahora elevado su uso en investigación y en producciones pecuarias que puedan adquirir el equipo tiene amplia justificación. El objetivo de un trabajo realizado por Gutiérrez *et al* (20) fue el determinar el valor predictivo y negativo del diagnóstico de la presencia del CL por palpación rectal en comparación con la detección por ultrasonido, además de obtener las concentraciones sanguíneas de Progesterona ( $P_4$ ) en el ganado Cebú para confirmar la funcionalidad del CL. En este trabajo se encontró que la mayoría de los CL detectados no concordaban con las concentraciones de  $P_4$ , llegando a la conclusión de que en un 87% de CL palpados y diagnosticados al ultrasonido (US), pueden estar presentes morfológicamente pero no tener

la funcionalidad para producir por lo menos 1 ng/ml de  $P_4$  (4) Estos datos sugieren que la vida de un CL morfológicamente es mayor a la descrita en la literatura que es de 7-9 días.  
(4)

En un trabajo realizado por Cortés *et al* (23) se hicieron evaluaciones del desarrollo folicular posterior al tratamiento hormonal utilizando SMB. En este estudio se detectó que en un grupo de 17 vacas, de las cuales ocho mostraron calor posteriormente al experimento, cinco no presentaron actividad folicular y a pesar de ello demostraron conducta de celo. Por demás interesante fue el hecho de que cuatro hembras formaron un CL. Estudios encaminados para probar que las vacas pueden mostrar conducta de celo sin una posterior ovulación han sido solo evaluados a través de la búsqueda de la formación de un CL y la medición de niveles indicativos de Progesterona ( $P_4$ ) en suero sanguíneo o leche. (5,18,23)

Hay que recordar que en el estudio de Cortés *et al* (23) las vacas no fueron evaluadas hasta cerca del periodo de ovulación y por esto no se sabe realmente desde cuando se formaron los folículos preovulatorios y que sucedió con los que no ovularon. En estudios anteriores no se ha determinado si las vacas que presentan conducta de imitación, llegan a tener desarrollo folicular y se desconoce los niveles de las hormonas propias del ciclo estral. Además, en los estudios donde se determinó la conducta de imitación en vacas gestantes, no hay reporte de la evaluación del crecimiento folicular, dado que es físicamente muy difícil palpar los ovarios en estos animales. Por lo tanto sería importante determinar que pasa con los animales que si presentan signos de celo y que no llegan a ovular, tomando

en cuenta como influye el orden social entre el hato para la manifestación del estro. Aunado al efecto que tiene la sincronización en la presentación de conductas de celo y de imitación con la detección de actividad folicular por medio de la identificación de CL por ultrasonografía y por radioinmunoanálisis (R.I.A).

### 3) Objetivo

- Determinar si las hembras que son detectadas en celo después de un estro sincronizado, además de las hembras en estro concomitante, serán capaces de ovular en las siguientes 26-30 horas de que inició el celo.
- Evaluar el desarrollo folicular de las hembras que presenten conducta de imitación y verificar si éstas son capaces de ovular.
- Evaluar la actividad folicular de las hembras con el SMB durante el tiempo que permanezca éste en el pabellón auricular.

### 4) Hipótesis

- Las vacas que se dejan montar no necesariamente están en un estro fisiológico.
- Las vacas no necesitan presentar el desarrollo de un folículo preovulatorio para la presentación de signos de estro.
- Las vacas ovulan dentro de las 26-30 horas de que empiezan los signos de celo
- Los folículos mayores a 10 mm de diámetro son preovulatorios.
- El celo conductual corresponde con un periodo de ovulación fisiológica.
- La condición corporal es un determinante en la efectividad de un programa de sincronización.

### 3) Objetivo

- Determinar si las hembras que son detectadas en celo después de un estro sincronizado, además de las hembras en estro concomitante, serán capaces de ovular en las siguientes 26-30 horas de que inició el celo.
- Evaluar el desarrollo folicular de las hembras que presenten conducta de imitación y verificar si éstas son capaces de ovular.
- Evaluar la actividad folicular de las hembras con el SMB durante el tiempo que permanezca éste en el pabellón auricular.

### 4) Hipótesis

- Las vacas que se dejan montar no necesariamente están en un estro fisiológico.
- Las vacas no necesitan presentar el desarrollo de un folículo preovulatorio para la presentación de signos de estro.
- Las vacas ovulan dentro de las 26-30 horas de que empiezan los signos de celo
- Los folículos mayores a 10 mm de diámetro son preovulatorios.
- El celo conductual corresponde con un periodo de ovulación fisiológica.
- La condición corporal es un determinante en la efectividad de un programa de sincronización.



## 5) Material y Métodos

### Localización:

El experimento se llevó a cabo en la posta bovina del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N° 8 localizado en Xoxocotla, Pte. de Ixtla en el Edo. De Morelos, México a una latitud Norte de 18° 37", Oeste 9° 19", con una altura sobre el nivel del mar de 899 metros en la región del trópico seco de Morelos con una precipitación anual en el área de 938.5 mm. Anualmente la temperatura fluctúa entre 18° y 28° C. (24) El estudio fue realizado durante la época de secas en el mes de marzo y abril.

### Animales:

Se utilizaron diecisiete hembras del grupo genético Brahman (Cebú) con condición corporal entre 1.5 y 3 (en una escala de 1 a 5), las cuales fueron evaluadas con el ultrasonido para determinar la actividad ovárica, se encontró que seis estaban ciclando normalmente, cuatro anéstricas y siete gestantes entre el séptimo y octavo mes, las vacas vacías fueron distribuidas en dos grupos aleatoriamente de cinco animales (A y B) las cuales fueron implantadas con un implante subcutáneo de Synchronate-B (SMB) en el pabellón auricular, con diferencia de nueve días entre cada grupo. Las hembras gestantes fueron el grupo testigo, con el fin de buscar si estas hembras eran capaces de interactuar con signos de celo en conjunto con las sincronizadas. Los animales estuvieron en sistema de producción semintensiva, alimentadas con rastrojo de caña de azúcar, además pastoreo a base de Zacate estrella (*Cynodon spp*) y un suplemento de pollinaza.

Desde el día cero del experimento y ya habiendo formado los grupos experimentales, se hicieron evaluaciones ultrasonográficas a todas las vacas, exceptuando las gestantes (por estar los ovarios en el fondo de la cavidad abdominal); Esto para llevar el récord de la actividad folicular de los grupos teniendo el implante puesto y no teniéndolo, estas evaluaciones se hicieron con una diferencia de dos días.

#### **Grupo A:**

Formaron este grupo, tres vacas ciclando y dos anéstricas. El día cero del experimento se les aplicó un implante subcutáneo de SMB en el pabellón auricular, posteriormente a los nueve días se les retiró dicho implante. Se esperó a que los animales presentaran el celo de las 24-48 horas de haber sido retirado el implante, por esta razón las detecciones de celo se iniciaron a las 24 horas, con dos observadores en turnos de 3 horas. La observación fue directa y se anotaba cada una de las conductas, topeteos agresivos, de interés, lamerse los genitales, flehmen, intentos de monta y montas. A partir de que se formó el grupo sexualmente activo (grupo de animales que presentan conducta de celo) donde se incluirían a todas las vacas que se les retiró implante (para buscar indicios de ovulación sin la presentación de la conducta de celo) así como aquellas que presentaran una conducta concomitante de celo ya sea activa (intentos de monta, olfateo de genitales, flehmen y presentación de moco vulvar) o pasiva (vacas que se dejaron montar y manifestaron todos o algunos de los demás signos de celo), en el caso de vacas gestantes que expresaran conducta de celo solo se determinaría que animal fue y por cuanto tiempo.

El periodo intensivo de evaluaciones ultrasonográficas comprendió 48 horas haciendo ultrasonidos al grupo sexualmente activo cada tres horas. En cada evaluación se anotaban los diferentes diámetros foliculares que se encontraban en cada ovario, para así seguir el crecimiento folicular y determinar el tamaño del folículo que llegara a ser preovulatorio, hasta detectar un cuerpo hemorrágico de este mismo y determinar el tiempo en que se dio la ovulación, desde la aparición de los signos de celo.

Las evaluaciones se hicieron con un equipo de ultrasonografía Aloka SSD500 con un transductor de 7 MHz transrectal.

La clasificación de los folículos al hacer los ultrasonidos intensivos fue de acuerdo al diámetro folicular el cual fue medido con una función del ultrasonido llamada caliper, y la clasificación fue la siguiente:

∞ Anéstrica	No tiene cuerpo lúteo (CL) aunque puede presentar crecimiento folicular.
∞ Folículos chicos	<5 mm de diámetro.
∞ Folículos medianos	6-9 mm de diámetro.
∞ Folículos grandes	10 mm de diámetro en adelante.

La determinación de folículos fue realizada basándose en la clasificación que realizó Pieterse *et al* (22) como aquellas estructuras de apariencia anecoica (negra) con una

circunferencia definida fácilmente previsible desde un tamaño de 3-4 mm con un transductor de 5 MHz (ver Foto 1).

El seguimiento del crecimiento folicular debe hacerse con un lapso mínimo de tres horas, esto para llevar la dinámica folicular y determinar el tamaño con que ovula un folículo. Al señalar que un folículo ovuló se ve la desaparición del mismo y algunas veces una ampliación del tamaño del folículo.

El Cuerpo Hemorrágico (ver Foto 2) es reconocido cuando el folículo se ve irregular, esto es que la circunferencia del folículo no está definida y tendrá una ecogenicidad anecoica en la cual en la parte central se puede apreciar parte de sangre del folículo como líneas brillantes dentro de la estructura.

Los Cuerpos Lúteos (ver Foto 3) se determinaron como aquellas estructuras elípticas o circulares cuya ecogenicidad fuera hipocoica (más oscura) con respecto al estroma ovárico, con tonos grises color rata y que puede presentar una depresión al centro que pertenece a un CL cavitario o quístico.

### **Grupo B:**

Se tomaron los mismos criterios de selección que al grupo A, este grupo se conformó (casualmente igual que el primer grupo) de tres vacas ciclando y dos anéstricas. Se les implanto con el SMB por 9 días el mismo día que se realizó el retiro del implante al grupo A. Se utilizó la misma metodología explicada en el Grupo A.

En ambos grupos se tomó en cuenta la presentación del moco vulvar, ya que cuando se introducía la sonda del ultrasonido y se hacía un pequeño masaje sobre el útero se apreció la salida de moco vaginal se presentó en muchas ocasiones con características que se explicaran en los resultados. Se utilizó también este signo como un factor determinante en la presentación de conducta de celo.

Se tomaron muestras sanguíneas por punción de la vena o arteria coccigea, a todos los animales de los tres grupos, a la par que se hacían las evaluaciones ultrasonográficas con el fin de determinar las concentraciones de Progesterona ( $P_4$ ) y la formación de CL, estas se evaluaron por medio de Radioinmunoanálisis (R.I.A) en el laboratorio de Endocrinología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. de la U.N.A.M (25).

Se practicó una prueba de tamizado donde se obtiene la sensibilidad, la cual es la capacidad para calificar como positivos a una alta proporción de casos verdaderos en el caso de diagnosticar un CL morfológicamente y al radioinmunoanálisis (R.I.A.) y

especificidad la capacidad de calificar como negativo a una alta proporción de diagnósticos donde no se encontró un cuerpo lúteo ni al US ni al R.I.A. Además de obtener los valores predictivos positivos el cual es la proporción de positivos que corresponden a casos reales, sobre el total de CL diagnosticados como positivos por la prueba y negativo mide la probabilidad de que cuando un caso identificado como negativo verdaderamente sea negativo estos arrojan la proporción de tener un acierto o un error al hacer el diagnóstico.

El experimento se evaluó estadísticamente mediante Ji cuadrada y T de Student teniendo de variables de respuesta el tiempo del retiro del implante a la presentación de celo, tiempo de ovulación en los grupos sexualmente activos en los periodos de sincronización, el diámetro folicular y la formación de CL. (26)

## 6) Resultados

### ➤ Actividad ovárica antes de la aplicación del implante de SMB

De acuerdo a los hallazgos por ultrasonido se encontró que 4/10 (40%) de las vacas estaban anéstricas (Foto 6) con presencia de folículos de 3 hasta más de 10 mm de diámetro y el resto ciclando normalmente con la presencia de cuerpo lúteo (y actividad folicular similar a las anéstricas), siendo 6/10 (60%). Solamente dos de las vacas anéstricas tenían ovarios estáticos (sin actividad folicular).

### ➤ Actividad ovárica bajo la influencia del implante de SMB

El grupo A quedó formado por las vacas uno, tres, siete, 11 y 14, estos animales fueron implantados el día cero del experimento, desde este día, como quedó explicado en la sección de material y métodos, se hizo evaluación ultrasonográfica con diferencia de dos días a todas las vacas de los grupos experimentales. Entre los dos grupos hubo 3/10 (30%) animales con crecimientos mayores a 10 mm, 6/10 (60%) entre 5-8 mm de diámetro y un 1/10 (10%) permaneció con los ovarios estáticos (ver Cuadro 1).

En este mismo grupo se encontró que solo dos de las vacas presentaron un crecimiento folicular mayor a 10 mm, (animales uno y tres) estos folículos desaparecieron, para la siguiente evaluación se les diagnosticó una estructura con la ecogenicidad parecida a un CL

aunque al hacer las comparaciones con las concentraciones de progesterona en sangre no había valores significativos de un CL funcional (Foto 4). Los CL de las tres vacas ciclando fueron involucionando conforme transcurría el tiempo de la duración del implante.

El grupo B quedó conformado por las vacas dos, cuatro, nueve, 13 y 16, siendo implantadas el día del retiro del grupo A (ver Cuadro 1), la vaca dos presentó un crecimiento folicular mayor a 10 mm de diámetro, las vacas cuatro, nueve y 13 se mantuvieron con folículos entre 5 a 8 mm de diámetro (Foto 5), mientras que la vaca 16 permaneció estática desde el inicio del experimento (Foto 6).

En el Cuadro 1 se puede apreciar como fue desarrollándose la actividad ovárica evaluada a través de ultrasonidos en los periodos definidos de cada dos días desde el día cero hasta el último del experimento, teniendo clasificados a los folículos menores de 5 mm en chicos (Fc), a los folículos de 6-9 mm de diámetro en medianos (Fm) y los mayores a 10 mm en grandes (Fg), anéstricas (A) cuando no tenían cuerpos lúteos (CL) y ninguna actividad folicular significativa, finalmente cuerpos hemorrágicos (CH). El color amarillo indica el tiempo de duración del implante y el color azul las hembras que no tuvieron implante.

En las imágenes que se describen a continuación se pueden apreciar algunos ejemplos de los diferentes hallazgos ultrasonográficos en la duración del experimento, en la Foto 6 se ve un ejemplo de una vaca anéstrica (A) la cual al momento de hacer la evaluación sus ovarios



se encontraban estáticos sin ningún crecimiento folicular significativo, en la Foto 7 un ovario con folículos chicos <5 mm (Fc) y un cuerpo lúteo, en la Foto 8 un ejemplo de folículos medianos 6-8 mm (Fm) y en la Foto 9 un folículo grande > 10 mm (Fg).

## **Comportamiento.**

### **☞ Presentación de signos de celo bajo la influencia del implante**

El comportamiento del hato se ejemplifica en el Cuadro 2. En color azul oscuro se demuestra la duración del implante, en color rosa se señalan los días en que los animales presentaron una conducta activa, denotando en color rojo las que presentaron una conducta pasiva, en color amarillo las hembras gestantes, en color verde cuando no hubo signos evidentes de celo, en color naranja se denota el día en que una de las gestantes parió la cual no tuvo ninguna interacción con el grupo, las demás hembras gestantes no manifestaron ninguna conducta en conjunto con los grupos sexualmente activos y por último en color café cuando hubo un aborto.

Solo 2/10 (20%) de los animales al tener implante presentaron conducta de celo (vacas 11 y 13).

Como se puede observar la vaca 11 mostró un celo pasivo en el día 6 teniendo interacción con las hembras 9 y 13 las cuales para este momento no tenían implante. La vaca nueve formo CL resultado del celo aunque este animal nunca se dejó montar, la vaca 11 no mostró ningún crecimiento folicular mayor a 7 mm de diámetro y la vaca 13 cuando

presento conducta pasiva de celo tampoco presentó ningún folículo mayor de 5 mm de diámetro. Estos dos animales cuando mostraron conducta pasiva de celo con el implante puesto no presentaron ningún folículo estrogénico (folículo preovulatorio o mayor de 10 mm de diámetro) que pudiera indicar la razón de la conducta (Fotos 10 y 11).

☞ **Presentación de los signos de celo después de retirar el implante de SMB en los dos grupos.**

Al retirar el implante 6/10 (60% o sea 4/5 en el grupo A y 2/5 en el grupo B) de los animales presentó conducta de celo (ver Cuadro 2). El grupo "A" demostró conducta de celo en un tiempo promedio de  $54.8 \pm 0.39^*$  (\* Desviación estándar) horas cuando se formó el grupo sexualmente activo. La vaca 13 del grupo "B" se unió al grupo sexualmente activo a pesar de portar el implante.

En el grupo B el grupo sexualmente activo se formó en un tiempo promedio de  $35 \pm 0.29^*$  (\* Desviación estándar) horas después de haberse retirado el implante, de este grupo solo manifestaron conducta de celo dos vacas (2 y 13) después de retirado el implante, y repitieron las vacas tres, 11 y 14 las dos primeras con una conducta activa y la última presentó una conducta pasiva de celo en este grupo.

Al final de los periodos de celo se encontró que 3/10 (30%) de las vacas repitió conducta de celo después de haber mostrado en el primer grupo sexualmente activo.

En el caso del grupo testigo, ninguna de las vacas gestantes presentó conducta de celo pero la vaca cinco abortó dos días antes del retiro del implante del grupo "B" (ver Cuadro 2), este animal presentó una conducta activa en conjunto con el grupo sexualmente activo pero no se incorporó al grupo ya que no se pudo evaluar puesto que los ovarios se encontraban en la cavidad abdominal. La presentación de los signos de celo después de retirar el implante tuvo una diferencia de 19.8 horas entre los dos grupos.

### ➤ Presentación de moco vulvar en los dos grupos con y sin la influencia del implante de SMB

La presentación de moco vulvar como un signo evidente de celo, se presentó en el 80% de las ocasiones en que se hicieron los ultrasonidos. En la primera parte del experimento y al evaluar el crecimiento folicular, se encontró que en 10 de las 23 ocasiones en que se observó la salida de moco no había un crecimiento folicular mayor a 10 mm de diámetro (vacas 3, 11 y 14 por ejemplo). Esta presentación de moco sin la presencia de folículos estrogénicos fue la causa de que se tomara en cuenta para este experimento.

En el Cuadro 3 se puede ver la duración del implante en el pabellón auricular y en color morado los días cuando se presentó el moco vulvar en los animales que presentaron moco en la mayoría de los casos, como aquellos concomitantes con el grupo sexualmente activo, de acuerdo con la duración del implante 4/10 (40%) de los animales presentaron moco 3 en el primer grupo y 1 en el segundo (vacas tres, 11 y 13).

○ **Comparación de la actividad folicular, presentación de conducta de celo y moco vaginal en los días de evaluación a todas las vacas bajo la influencia del implante de SMB**

En los Cuadros 4 y 5 se resume la actividad folicular, la presencia de moco y la conducta de celo de acuerdo a la duración del implante en los dos grupos experimentales, el color azul significa los días que duró el implante, las letras en color amarillo la presencia de moco, los cuadros verdes describen la actividad folicular y los rojos cuándo hubo una conducta pasiva y el color rosa denota una conducta activa.

El grupo "A" fue el más activo folicularmente ya que 2 vacas (uno y tres) fueron las que presentaron un crecimiento folicular manifiesto aunado a la presentación de moco vulvar. En este mismo grupo 2 hembras (tres y 11) tuvieron presentación de moco vulvar sin la influencia de un folículo mayor de 10 mm.

En el grupo "B" la vaca número dos fue la única que presentó un crecimiento folicular mayor de 10 mm aunque después ese folículo entró en regresión y terminó con folículos menores de cinco mm. En este grupo el único animal que presentó moco vulvar fue la vaca 13 la cual no tuvo un crecimiento folicular manifiesto. Cabe aclarar que el día que presentó moco fue cuando el grupo sexualmente activo empezó a manifestar actividad sexual.

➤ **Presentación de signos evidentes de celo y actividad folicular después de retirar el implante de SMB al grupo "A". (Periodo Intensivo)**

Los animales después de haber sido retirado el implante presentaron conducta de celo en un tiempo promedio de 54.8 horas  $\pm$  0.39\*. Solo la vaca 14 no presentó ninguna actividad. Asimismo, ninguna de las hembras gestantes presentaron actividad de celo.

Cuatro de los animales presentaron crecimiento folicular entre 10-15 mm de diámetro (uno, tres, 11 y 14) ovulando con ese diámetro solo dos vacas (3,11). La vaca 1 ovuló con un folículo de 8 mm. La actividad folicular del grupo sexualmente activo durante el periodo intensivo se demuestra en el Cuadro 6. Las zonas en color amarillo señalan a los animales a los cuales se les retiró el implante y en color azul la vaca que se unió para también formar el grupo sexualmente activo y que además llevaba implante. Las leyendas explicadas en el Cuadro 1 son pertinentes para este cuadro.

Las tres hembras que ovularon observado por ultrasonografía presentaron un tiempo promedio de conducta de celo de 54.8 horas  $\pm$  0.39\* y ovularon en promedio a las 33 horas  $\pm$  6.32\* después de haberse detectado en celo y 87.8  $\pm$  6.71\* desde el momento en que se retiró el implante. En el caso de la vaca uno, ésta ovuló a 21 horas de haberse detectado en celo, presentando un sangrado característico del metaestro. La vaca 14, al momento de cumplirse las 48 de observación continuaba con un folículo de 15 mm de diámetro.

➤ **Presentación de signos evidentes de celo y actividad folicular después de retirar el implante de SMB al grupo “B”**

El grupo sexualmente activo se formó a las  $35 \pm 0.29^*$  horas. Repitiendo conducta de celo 4/10 (40%) de las vacas (3,11, 14 y 13) a pesar de ya haber mostrado conducta de celo en el primer período el cual ocurrió siete días antes. El resto no manifestó conducta de celo. Solo 4/5 vacas sincronizadas presentaron moco vulvar (Ver cuadro 3). Todos los animales excepto la vaca 16 presentaron folículos entre 10-15 mm de diámetro antes de ovular. El Cuadro 7 contiene la actividad folicular, en color amarillo se denota a las hembras a las cuales les fue retirado el implante y en azul aquellas que repitieron celo del periodo intensivo anterior.

Las cinco hembras (dos, tres, 11, 13 y 14) que presentaron conducta de celo en un tiempo promedio de 35 Horas  $\pm 0.29^*$  y ovularon observado por ultrasonografía lo hicieron en 52 Horas  $\pm 2.36^*$  después de detectado el celo y  $87 \pm 2.65^*$  desde el retiro del implante. En el caso de la vaca cuatro, se diagnosticó por ultrasonografía que ovuló a las 39 horas sin haber presentado conducta de celo. La vaca 9 al momento de cumplirse las 48 de observación continuaba con un folículo de 15 mm de diámetro.

Al hacer un estudio comparativo, el grupo A tuvo una presentación de conducta de celo después de retirado el implante de 54.8 horas  $\pm 0.39^*$  y el grupo B de 35 horas  $\pm 0.29^*$  teniendo una diferencia de 19.8 horas. La diferencia entre ambos valores es significativa ( $P < 0.001$ ).

El grupo A presentó un tiempo de ovulación observado por ultrasonografía después de haberse formado el grupo sexualmente activo de 33 horas  $\pm$  6.32\* y el grupo B de 52 horas  $\pm$  2.36\* (\* Desviación estándar) teniendo una diferencia de 19 horas. La diferencia entre ambos valores es significativa ( $P < 0.001$ ). Hay una similitud entre los grupos en los tiempos de ovulación ya que desde el retiro del implante hasta la detección por ultrasonografía de cuerpos hemorrágicos los tiempos son casi iguales ya que el primer grupo tuvo  $87.8 \pm 6.71^*$  y el segundo grupo  $87 \pm 2.65^*$  horas.

➔ **Comparación de las concentraciones de Progesterona (P<sub>4</sub>) detectadas por medio de radioinmunoanálisis (R.I.A.) con los Cuerpos Lúteos (CL) encontrados al ultrasonido**

En los Cuadros 8 y 9 se observa la correlación entre un CL determinado por ultrasonido (US) y la concentración de progesterona antes y después de los períodos de celo. Las áreas en color amarillo indican la duración del implante en el pabellón auricular y los animales encasillados en color rojo son los que presentaron conducta de celo. Las siglas en color verde denotan cuando se encontró un cuerpo lúteo al US y no hay concentraciones mayores a 1 ng/ml en suero de Progesterona (P<sub>4</sub>), en color rojo cuando se encontró al US un CL y hay concentraciones mayores a 1 ng/ml de progesterona, el color negro cuando no se encuentra al US un CL y no hubo concentraciones mayores a 1 ng/ml de P<sub>4</sub>.

En el primer grupo sexualmente activo se puede ver que dos de las vacas que presentaron celo, tuvieron antes de este un CL y concentraciones de progesterona mayores a 1 ng/ml. Ninguno de los animales que presentaron conducta de celo pasiva formó un CL con concentraciones mayores de 1 ng/ml de  $P_4$ . Durante el periodo en que el primer grupo tenía el implante la vaca nueve ovuló sin demostrar una conducta pasiva de celo, este animal presentó celo natural sin tener ninguna estimulación farmacológica, montando a las vacas 11 y 13 el día seis del experimento, y ovuló a resultado de un folículo mayor a 10 mm, que formó un CL de 9 a 11 días de vida con concentraciones de progesterona mayores a 1 ng/ml.

En el segundo grupo sexualmente activo las dos vacas sincronizadas que presentaron conducta de celo, presentaron cuerpo lúteo y concentraciones mayores a 1 ng/ml antes del periodo de celo siendo una de ellas la vaca 13 la cual formó parte del primer grupo y que tuvo un CL detectado al US y al radioinmunoanálisis (R.I.A) desde el día cero hasta el cuarto día, desde ese mismo día solo fue diagnosticado morfológicamente hasta el día 12 del experimento (Foto 7). Después de los dos periodos de celo la vaca 14 fue el único animal que formó un CL con concentraciones de progesterona hasta el ultimo día del experimento.

El diagnóstico de CL al US pero no al R.I.A tuvo una incidencia de 30%, ya que al hacer la determinación de ovulación por determinar cuerpos hemorrágicos, después se encontraron estructuras con la ecogenicidad de un CL siendo estas mas hipocoicas con



respecto al estroma ovárico. El 6/10 (60%) de los animales presentó cuerpos lúteos y niveles mayores a 1 ng/ml en los primeros días del experimento, solo 2/10 (20%) vacas presentaron CL y niveles mayores a 1 ng/ml después de los periodos de celo, siendo este el 18% de los casos al hacer el diagnóstico. El no encontrar un CL al US ni al R.I.A fue el 51.81% al hacer los diagnósticos.

Siguiendo con las evaluaciones después del periodo intensivo se encontró que la vaca 9 ovuló por fuera del periodo intensivo ya que se encontró un Cuerpo Hemorrágico de 18 mm cinco días después del periodo intensivo y formó CL para el ultimo día del experimento, ya que morfológicamente tenía todas las características de un CL pero no concentraciones mayores de 1 ng/ml de  $P_4$ . En las vacas uno, dos tres, cuatro, 11, y 14 se empezó a detectar la formación de CL entre los días 23 y 27 del experimento, solo morfológicamente.

La sensibilidad del experimento fue del 100%, la especificidad del 63% con un valor predictivo positivo de 37.73% y negativo del 0.00%, estos datos se especifican en el Cuadro 10.

### ➤ Presentación de la conducta de celo sin crecimiento folicular propio de la conducta de celo (conducta de imitación).

Durante el experimento se presentó esta conducta en 2/10 (20%) de los animales, ya que estos animales presentaron, moco, se dejaron montar pero no tenían actividad folicular

mayor a 10 mm de diámetro teniendo por demás, que cuando la presentaron tenían implante colocado.

➤ **Presentación de crecimiento folicular sin conducta de celo.**

Se encontró que animales que fueron sincronizados (un animal por grupo o sea 2/10 de los animales que se les retiró implante), no presentaron conducta de celo pero sí un crecimiento folicular mayor a 10 mm de diámetro, no llegaron a ovular ya que persistieron con esos folículos por fuera del periodo de evaluación.

Para hacer más objetiva la revisión de los resultados obtenidos se hizo el cuadro 11, el cual tiene en resumen cada uno de los datos para hacer más fácil su descripción.

## 7) Discusión

El efecto del SMB sobre la dinámica folicular se evaluó desde el momento en que se aplicó el implante hasta su retiro, 3/10 de los animales presentaron crecimiento folicular mayor a 10 mm de diámetro durante esta fase, y 5/10 tuvieron crecimiento entre 5 y 8 mm de diámetro. Sin embargo, ninguno de estos folículos llegó a ovular, por lo que se determinó que aún con el implante de SMB en el animal, este no logra detener el crecimiento folicular.

Por otra parte, una vez retirado el implante 6/10 de los animales presentaron conducta de celo, de estos, excepto 1/10 tuvieron folículos mayores de 10 mm de diámetro, mismos que al evaluar los resultados se determinó que ovularon, pero no llegaron a ser un CL funcional por no encontrarse concentraciones mayores a 1ng/ml de  $P_4$ . Aunque también se llegó a la conclusión de que algunos de estos folículos solo se colapsaron, teniendo la ecogenicidad parecida a un CL. Al ocurrir esto, guardaron una pequeña cantidad de líquido folicular, por lo cual daban la apariencia ecogénica de un CL debido a zonas hipocoicas (oscuras) con respecto al estroma ovárico (Foto 4 y 11). Para tener la certeza de lo que pasó con estos folículos, sería interesante conocer los niveles de LH alrededor de este momento, para determinar si las pulsaciones de LH no fueron las suficientes para luteinizar los cuerpos hemorrágicos determinados por ultrasonografía y ovular en el caso de los folículos que se colapsaron.

Cortés *et al* y Rhodes *et al* (23, 27) al retirar el implante encontraron que los animales presentaban folículos preovulatorios de más de 10 mm de diámetro, y les consideraron preovulatorios porque encontraron CL entre los dos y tres días posteriores al periodo de celo. Aunque estos autores no siguieron el crecimiento folicular para determinar que los folículos observados antes de determinar CL correspondían con estos y al periodo de conducta de celo. En el presente trabajo se determinó que el folículo preovulatorio identificado después de la conducta de celo podría solo haberse colapsado y horas después aparentar un cuerpo hemorrágico (determinando así un relativo tiempo de ovulación) y dos días después tener al US la apariencia de un cuerpo lúteo. Esta determinación se logró gracias al seguimiento continuó del crecimiento folicular.

Cabe hacer notar que la pobre condición corporal que guardaban estos animales durante el experimento, pudo también ser causa de que no se formaran CL funcionales después del momento considerado como de ovulación. (1)

La precisión para el diagnóstico de un CL (morfológico) con la ayuda del US fue del 80% pero al hacer la comparación con los resultados del radioinmunoanálisis (R.I.A.), sólo un 20% de los animales formaron un CL (funcional) con niveles mayores a 1 ng/ml de progesterona después del tratamiento con SMB y 6/10 (60%) antes del tratamiento, corroborando que las estructuras diagnosticadas como CL después del tratamiento, en realidad pudieran ser sólo folículos que se colapsaron y no llegaron a luteinizarse, pero que daban una ecogenicidad parecida a un CL, o quizá fueron CL jóvenes los cuales no fueron detectados al RIA.

Pierson y Ginther (21,28) demuestran que la apariencia de un CL dependerá de la etapa de desarrollo en que sea visto. Edmonson *et al* (29) clasificaron a los CL en jóvenes (1-4 días de vida), mitad del ciclo (5-16 días de vida) y viejos (17-21 días). Un CL joven es aquel que tiene una ecogenicidad parecida al estroma ovárico siendo este brillante con respecto a los tejidos circundantes. A medida que va desarrollándose las concentraciones de progesterona van aumentando. Así, en el presente experimento se diagnosticó un CL desde 5 días antes de que hubiera concentraciones mayores a 1 ng/ml de progesterona en nivel sanguíneo (Foto 11).

Pierson *et al* (21,28,29) indican que la precisión del ultrasonido para diagnosticar un CL en vacas *Bos taurus* es del 100% entre los días 12 y 14 del ciclo estral. En un trabajo realizado por Cavestany (30), se encontró dos tipos de error al verificar la actividad ovárica por medio de ultrasonografía y concentraciones de progesterona en leche de un hato de vacas Holstein. El error 1 presentó un porcentaje de 24%. Este error fundamentalmente se debió a la presencia de un CL detectado por US pero con concentraciones de progesterona bajas, las cuales no correspondían a las concentraciones de un CL funcional. El error 2 se registró en un 8%, y se debió a que muestras de leche contenían niveles altos de progesterona, pero no estaban relacionados con la observación de un CL por US.

La mayoría de los errores de ambos tipos, se presentaron al principio o hacia el final del ciclo estral, al igual que los errores encontrados por Pieterse *et al* (22).

La apariencia ecogénica de un CL para su diagnóstico, dependerá de su aspecto ante el US y su edad. En el presente trabajo, se encontraron 3 animales de estructuras con la misma ecogenicidad de un CL pero con concentraciones menores a 1 ng/ml de progesterona. Esto pudiera deberse a que la prevalencia del CL estructural es mayor que la del CL funcional, y de ahí la importancia de la edad de esta estructura, y de la falta de concordancia que se puede encontrar al principio y final del ciclo entre los hallazgos morfológicos y endocrinos Gutiérrez *et al* (20).

La sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo para detectar un CL por ultrasonido en este trabajo fue del 100%, 63%, 38% y 0% respectivamente. Otros autores (Pieterse *et al* (22)) han obtenido resultados en la sensibilidad para detectar CL del 64.3%, con un valor predictivo positivo del 67.9%. La sensibilidad puede variar dependiendo de la etapa de desarrollo del CL, en la mitad de su periodo de desarrollo la sensibilidad es del 80.6% y el valor predictivo positivo de 85.3%. Así mismo Gutiérrez *et al* (20) encontraron una sensibilidad y especificidad del 92.7%, y un valor predictivo positivo del 84.6% y negativo del 96.1%.

Estos datos como los encontrados en el presente trabajo apoyan que puede haber dificultades al momento de hacer la descripción de un CL ya que pueden estar presentes por mucho tiempo aún cuando ya no produzcan progesterona o quizá estén junto a otro CL en maduración. De la misma manera Ribadu *et al* (31) atribuyen los errores en la determinación del CL a que en los dos o tres días previos al estro, el CL tiene el mismo diámetro que en la mitad del ciclo, pero es funcionalmente inactivo. Por lo tanto existe

también la posibilidad de la presencia de quistes luteínicos, los cuales pueden liberar progesterona y confundirse en algunas ocasiones con folículos de diversos tamaños. (21)

Por otra parte, tampoco se puede asegurar que con el US se puede precisar la determinación de la etapa del ciclo estral por la identificación de folículos de diferentes diámetros, ya que al tener las vacas entre dos y cuatro ondas foliculares durante el ciclo (Lucy *et al* (32)), los folículos de diámetro superior a 10 mm no son exclusivos de la etapa de estro sino que se pueden encontrar a lo largo del ciclo.

De los resultados del presente trabajo se puede establecer que la capacidad para diagnosticar un CL fue buena, encontrándose dificultades al inicio del ciclo con aquellas estructuras que mostraron ecogenidad semejante a un CL, mismas que marcaron los errores al momento de establecer la ovulación.

## Conducta

### ➤ Presentación de conducta de imitación y respuesta del SMB en la presentación de conducta de celo.

Un 2/10 (20%) de los animales expresaron conducta de celo aún bajo la influencia del SMB. Otros investigadores ya han encontrado este mismo efecto (Lamothe *et al* y Medrano *et al* (9,3)). Sin embargo, en el presente experimento pudo observarse que este tipo de vacas se dejaron montar y tuvieron salida de moco vulvar, más no presentaron crecimientos

foliculares mayores de 5 mm de diámetro, y además nunca montaron a aquellos animales con los que interactuaron sexualmente.

También se observó que las vacas que montaron a las anteriores, en general mostraron únicamente comportamiento activo (realizaban la monta), y nunca fueron montados (al menos en esta fase del experimento), aunque al US se observó que tenían folículos mayores a 10 mm de diámetro, presentaron moco vulvar, y dos días después se les determinó la presencia de un CL. Aunque después del retiro del implante 2/10 (20%) de los animales no manifestaron conducta de celo pero si presentaron crecimientos foliculares de mas de 10 mm de diámetro el cual algunos autores lo llaman estro silencioso o sin signos de estro. (4)

Es importante considerar que los animales que no recibieron montas, en condiciones de campo no hubiera sido posible el detectarles en celo bajo el criterio de dejarse montar, aunado a que aquellas que sí hubieran podido detectarse en calor, no hubieran podido quedar gestantes, debido a que traían el implante puesto.

Lo anterior puede arrojar luz en algunas de las causas de los pobres resultados de fertilidad que se obtienen con este tipo de tratamientos Richards *et al* (33).

Posiblemente existan factores tanto fisiológicos como conductuales que puedan explicar este tipo de comportamientos. Sin embargo, desde el punto de vista endocrino, los niveles de estrógeno aparentemente no tienen efecto en el comportamiento sexual (Jeziński (34)). Por otra parte, desde el punto de vista social, Orihuela, Galina y Gutiérrez (9,10,18)



encontraron que las vacas dominantes (dentro del orden social) montaban a un mayor número de vacas de menor jerarquía dificultando el detectarlas en calor, porque éstas en la mayoría de los casos no se dejaban montar por vacas de menor jerarquía. Además, factores del tipo de facilitación social podrían también estar involucrados en lo referente al tamaño del grupo sexualmente activo y a la participación en éste con animales que no están en estro (Galina *et al* (8)).

Por lo anterior, al hacer la detección de celos es importante el considerar tanto a los animales que montan como a los que se dejan montar, ya que como se vio en este experimento las vacas que montan y no son evaluadas ni a la palpación rectal ni al US pasarán desapercibidas y no podrán ser servidas.

Los animales que presentaron crecimiento folicular mayor a 10 mm y que no llegaron a ovular se sugiere que presentaron conducta de imitación aunado tal vez a una pobre liberación en las pulsaciones de LH. No se puede asegurar que todos los animales presenten conducta de imitación, pero solo queda recomendar que al momento de inseminar un animal el cual fue visto en celo, se palpen los ovarios para corroborar que hay un crecimiento folicular propio de una conducta de celo.

La presentación de conducta de celo en el grupo A y B fue a las 54.8 y 35 horas después de retirado el implante, respectivamente, mientras que la ovulación se presentó a las  $33 \pm 6.32$  y  $52 \pm 2.36$  horas luego del inicio del celo. Esta última se determinó después de seguir el desarrollo folicular, en el momento en que este perdió sus características y presentaba las

de un cuerpo hemorrágico.

En el primer grupo, ambos parámetros (el intervalo a celo y a ovulación) concuerdan con lo encontrado en la literatura (Galina y Arthur (11); Orihuela *et al* (10); Porras *et al* (17)). Sin embargo, en el segundo grupo el intervalo entre el retiro del implante y el estro se presenta más rápido, pero el intervalo entre el inicio del celo y la ovulación tarda más tiempo. No obstante, cabe señalar que al considerar el intervalo entre el retiro del implante y la ovulación, los tiempos son iguales en ambos grupos. Lo anterior indica que el tiempo entre el retiro del implante y el momento de ovulación, es una característica más constante, mientras que la expresión de celo puede verse afectada más fácilmente.

Los animales que repitieron conducta de celo (con intervalos de menos de una semana) después del primer periodo intensivo no corresponden al tiempo de duración del ciclo estral el cual está determinado en la literatura como de 14-28 días (Plasse *et al* (35)). Así mismo, los animales que ovularon sin la estimulación del SMB (antes de aplicarlo), mostraron conducta de celo nuevamente en menos de ocho días. Esto parece ser una característica de la vaca Cebú, ya que previamente otros investigadores han encontrado el mismo efecto. Vaca *et al* y Gutiérrez *et al* (36,18), encontraron que las vacas pueden manipular la duración de su ciclo estral para salvar condiciones ambientales no favorables o estar a la par con las parejas que forman dentro del hato.

Lamentablemente ninguno de las vacas gestantes presentó conducta de celo, aunque con estos resultados no se puede asegurar que las hembras gestantes *Bos indicus* no

puedan presentar una conducta concomitante con vacas en un periodo de estro verdadero, seria importante que en experimentos posteriores se reportara la incidencia de esta conducta para enriquecer mas sobre el tema y determinar las diferencias entre lo ya documentado en *Bos taurus*. (5, 6)

### ➤ **Presentación de moco vulvar**

El moco vulvar como otro de los elementos de la presentación de celo se observó en 8/10 (80%) de los animales. Del 100% de presentaciones un 61% fue sin la influencia de un folículo mayor a 10 mm de diámetro. Esto puede deberse a un efecto del SMB. McGuire *et al* (16) encontraron que al aplicar SMB a vacas ovariectomizadas estas presentaron conducta de celo y moco vulvar. Por otra parte, es importante considerar la influencia que puede tener el moco cervical de animales en estro en sus compañeras. Por ejemplo, Wrigth *et al* (14) asociaron con el moco, la presencia de ferhormonas que pueden inducir a otras vacas para que monten. En la literatura existe evidencia de que el moco del tracto genital de la vaca contiene ferhormonas que inducen respuestas fisiológicas y conductuales en otros animales.

Nishimura *et al* (37) demostraron que vacas en diestro a quienes se les había aplicado en la vagina su propio moco estral casi siempre eran montadas por sus compañeras de hato. Sin embargo vaquillas a las que se les aplicaba el moco de otras hembras, no eran montadas. Esto sugiere que el moco vaginal contiene no sólo ferhormonas relativas al estado fisiológico, también características distintivas individuales.

## 8) CONCLUSIONES

- La falta de concordancia entre los hallazgos de ultrasonido y RIA se encontraron luego del seguimiento continuo del crecimiento folicular (US), por la formación de una estructura ecogénica que desapareció dos a tres días después de la ovulación y no llegó a producir altos niveles de progesterona.
- El tratamiento de SMB no inhibe el crecimiento folicular, mismo que puede llegar hasta más de 10 mm durante la fase de progestágenos.
- El tiempo entre el retiro del implante y la presentación de celo varió entre grupos, mientras que el tiempo a la ovulación permaneció constante.
- Existen animales (20%) que muestran comportamiento estral sin respaldo fisiológico (foliculos > 10mm). De la misma manera existen animales (20%) que no muestran comportamiento estral pero sí crecimiento folicular (> 10mm).
- Existen animales que no pueden detectarse en celo bajo el criterio exclusivo de dejarse montar. Así como otros que se dejan montar y no están en celo.
- La pobre condición corporal pudo ser un factor en la falta de formación de CL después de la ovulación.

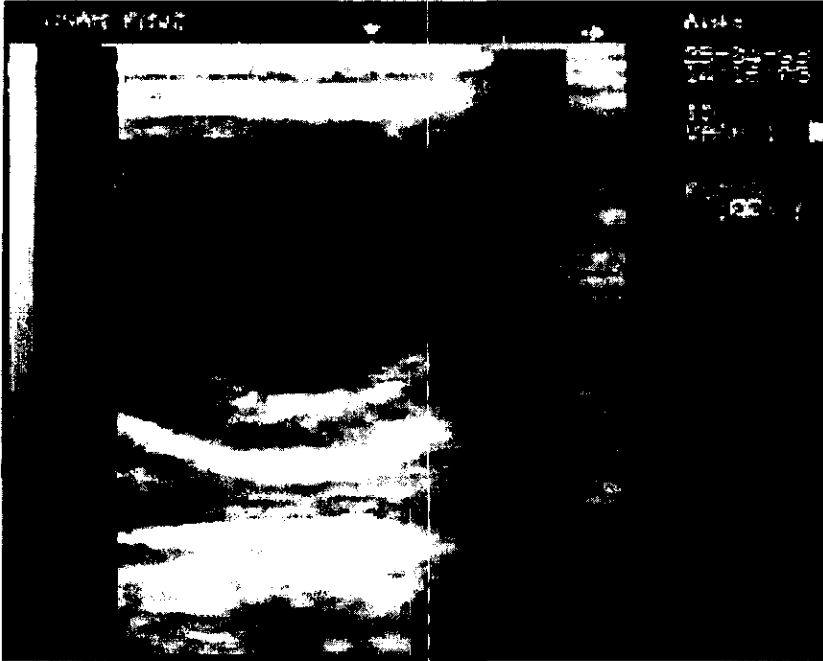
## 9) Apartado de Fotos y Cuadros

Foto 1. Foliculos.



Se puede apreciar la ecogenicidad anecoica (negra) de las estructuras circulares las cuales están dentro del ovario, este se delimita por una línea circular mas hipericoica (más brillante) alrededor de los dos foliculos de 5 y de un foliculo aproximadamente de 10 mm de diámetro al centro.

Foto 2. Cuerpo Hemorrágico.



Después de la ovulación el folículo pierde casi en su totalidad su circunferencia y en los bordes, se ve como van creciendo las tecas las cuales se van luteinizando teniendo esa tonalidad grisácea que conforme vaya madurando formaran completamente un cuerpo lúteo.

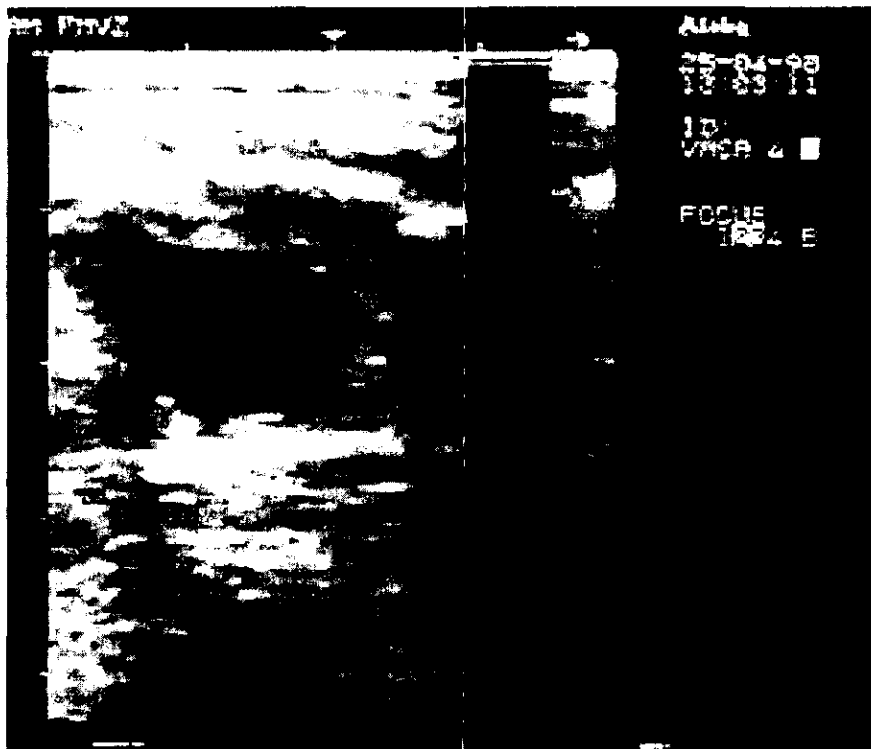
Al centro de la imagen se puede apreciar algunas líneas mas hipericoicas (con respecto a las zonas oscuras del cuerpo hemorrágico) las cuales son restos de sangre con tejido del ovario que sigue en el centro de la estructura.

Foto 3. Cuerpo Lúteo.



Se encuentra en la parte superior del ovario una estructura con una tonalidad hipocóica (más oscura) con respecto al estroma ovárico aparentando un color grisáceo rata, el CL tiene al centro una depresión la cual se conoce como característica de un CL cavitario. El diámetro del CL es de 20 mm. Debajo de este se puede apreciar tres folículos de entre 5-7 mm de diámetro.

Foto 4. Estructura con la ecogenicidad parecida a un CL.



Al delimitar el ovario se puede ver dentro una estructura semicircular la cual presenta una tonalidad hipocóica con respecto al estroma ovárico, este tipo estructura apareció después de los periodos intensivos en las vacas que se les diagnosticó un cuerpo hemorrágico determinándolo como un CL, pero al hacer la comparación con radioinmunoanálisis y verificar los videos se determino que no lo fueron.

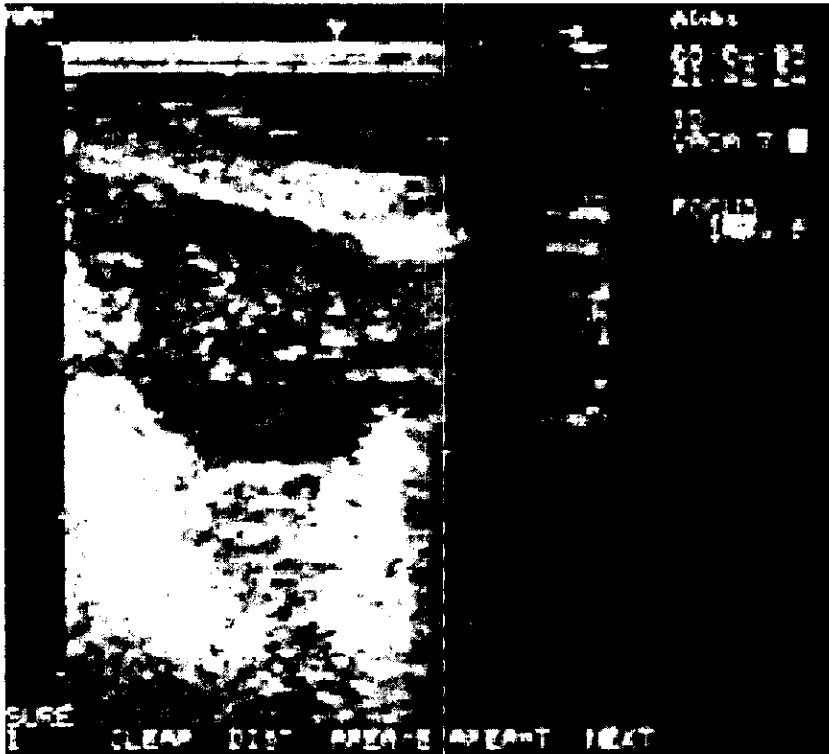


Foto 5. Foliculos de 5-8 m de diámetro.



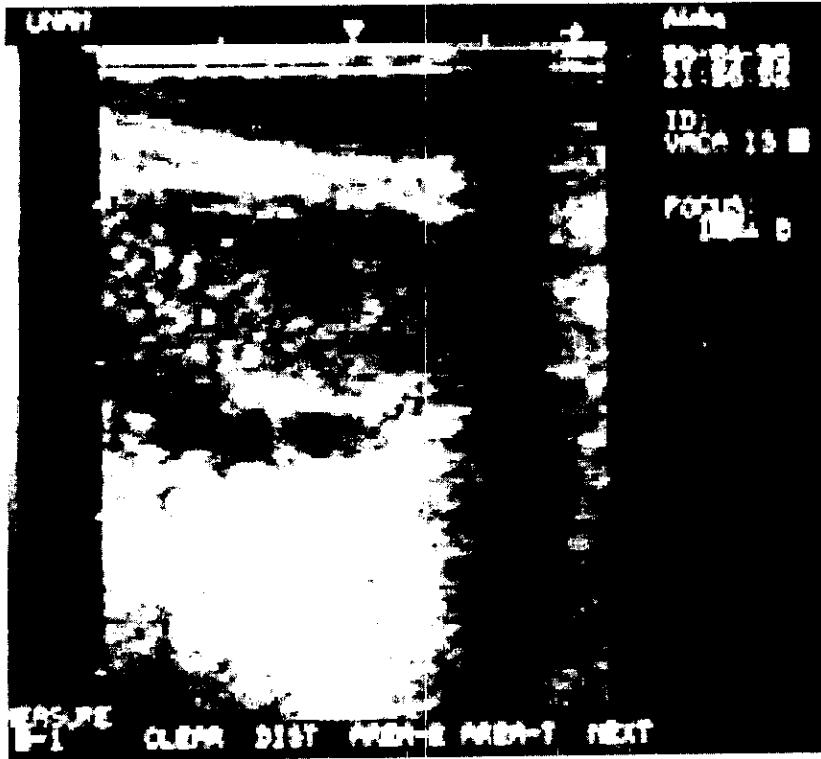
Dentro del ovario el crecimiento folicular está sujeto a cambios constantemente concomitante a cualquier etapa del ciclo estral, como en este caso donde en un mismo ovario se pueden encontrar varios foliculos del mismo o diferente tamaño. Del mismo modo al ver esta imagen no se puede determinar la etapa del ciclo estral solo por el crecimiento folicular.

Foto 6. Ovario estático



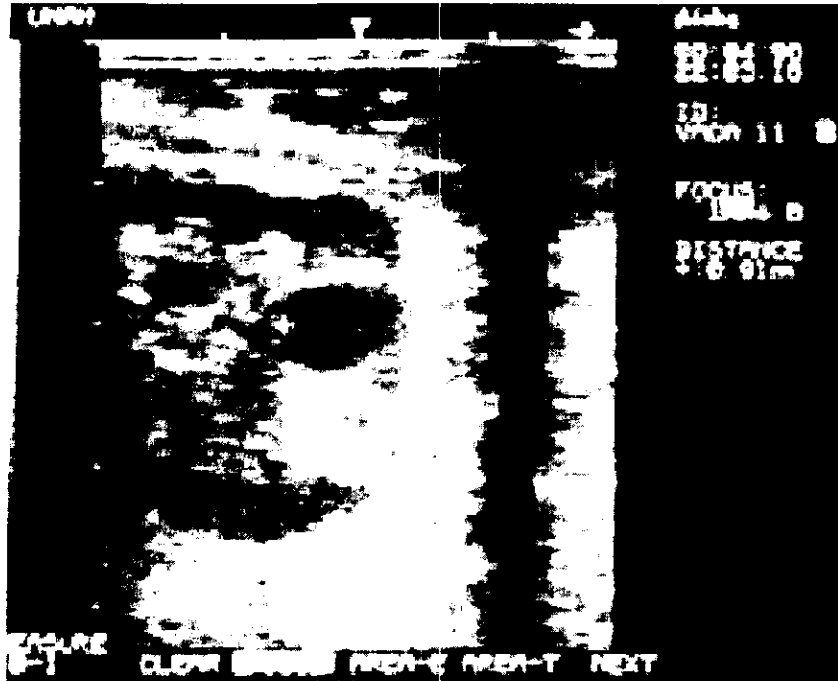
El ovario que esta al centro de la imagen, en la totalidad del estroma ovárico no hay foliculos mayores a los 3 mm de diámetro. Este es un ejemplo del tipo de ovario que presentaban las vacas con peor condición corporal.

Foto 7. Ovario con folículos de 5 mm de diámetro y un CL.



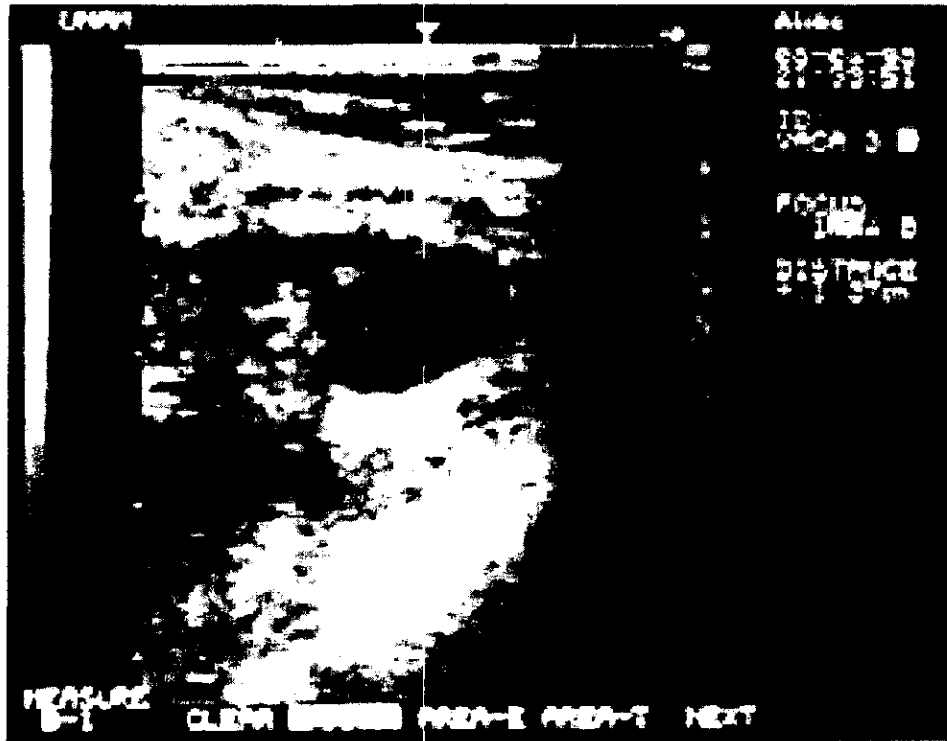
El cuerpo lúteo difícilmente se puede apreciar se encuentra en la parte superior derecha del ovario, se puede delimitar por una pequeña línea que ve en la parte izquierda de la cavidad del CL el cual se podría confundir con un folículo. Así se podían apreciar las estructuras descritas en la Foto 4 que a los 2 o 3 días después del período intensivo desaparecían.

Foto 8. Folículo de 9 mm de diámetro



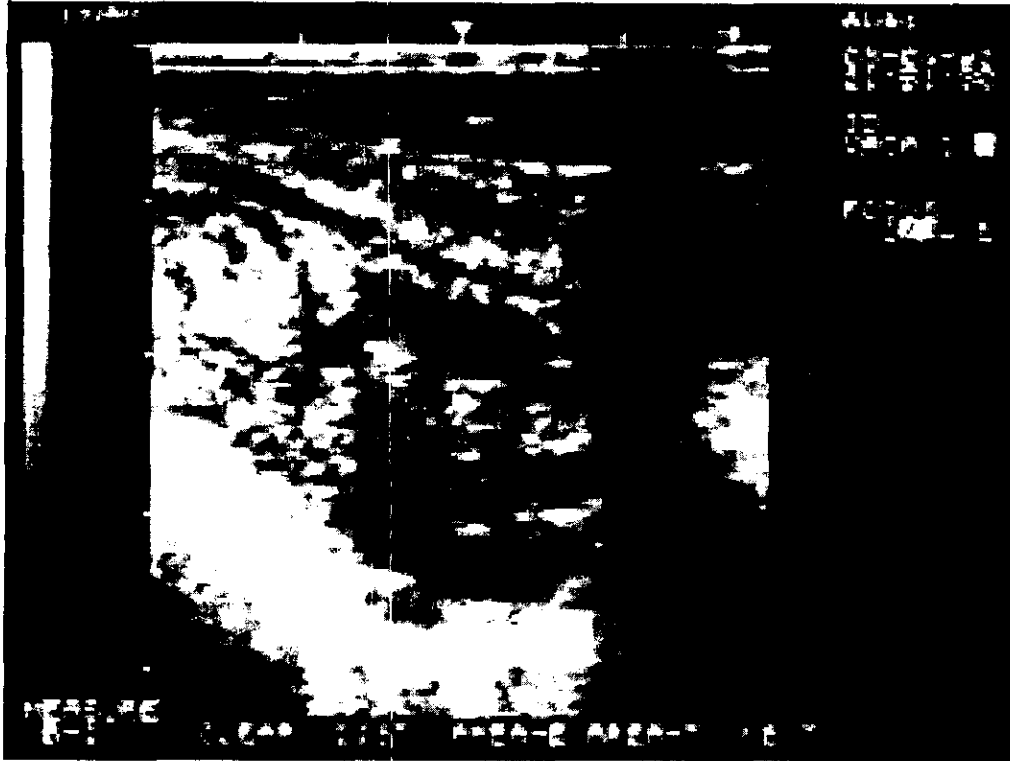
La medición de los folículos se realizó con el caliper del ultrasonido. Este es un claro ejemplo de cómo se utilizó esta función para tener mayor exactitud en folículos que parecían tener un diámetro mayor de 10 mm. Se pueden distinguir además 4 folículos entre 3-5 mm

Foto 9. Folículo preovulatorio de 14 mm de diámetro



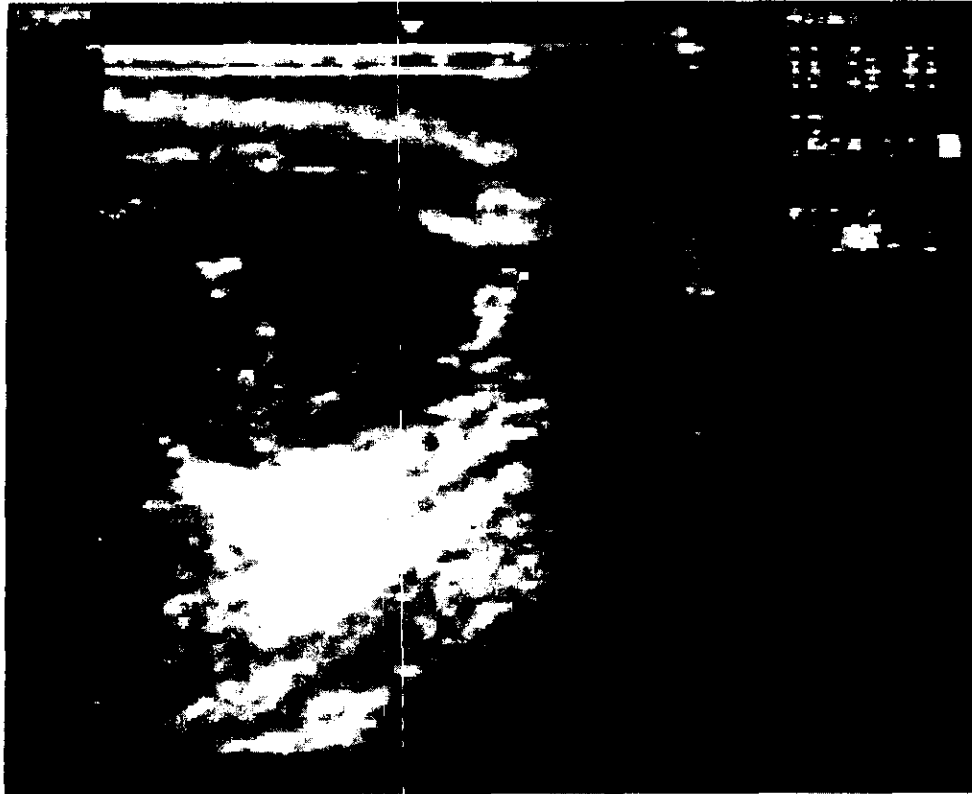
Este es un ejemplo de los mayores diámetros encontrados durante el experimento en los animales que formaron los grupos sexualmente activos.

Foto 10. Vaca 11.



Al momento de presentar la conducta pasiva de celo con las vacas 9 y 13, los ovarios de esta hembra tenían esta apariencia, no había crecimiento folicular indicativo de celo.

Foto 11. Vaca 13



Esta vaca presentó una conducta pasiva de celo en conjunto con el primer grupo sexualmente activo, además que su cuerpo lúteo fue detectado desde el día cero del experimento hasta el día 12, desde el día 4 solo fue detectado morfológicamente por ultrasonido. Además de no presentar crecimiento folicular propio de conducta de celo.

**Cuadro 1.** Toda la actividad durante el experimento está resumida en estos cuadros, se puede apreciar los diferentes hallazgos ultrasonográficos a lo largo del experimento, tanto como sin la influencia del implante.

Días de evaluación Ultrasonográfica a todas las vacas.

		0	2	4	6	8	10	12
Días	CLFcFg	CLFcFm	CLFc	FcFg	Fc			
	FcFm	FcFg	CLFc	CLFc	CLFc			
	A	Fc	Fc	Fc	Fc			
	CL	CLFc	CLFc	CLFc	CLFc			
	CLFc	CL	CL	CLFc	CLFc			
						CLFcFm	CLFcFg	CLFc
						CLFc	CLFc	Fc
						CHFc	CLFc	CLFc
						CLFc	CLFc	CLFc
						A	A	A

Animales sin sincronizar

Animales sincronizados

Días de evaluación Ultrasonográfica a todas las vacas.

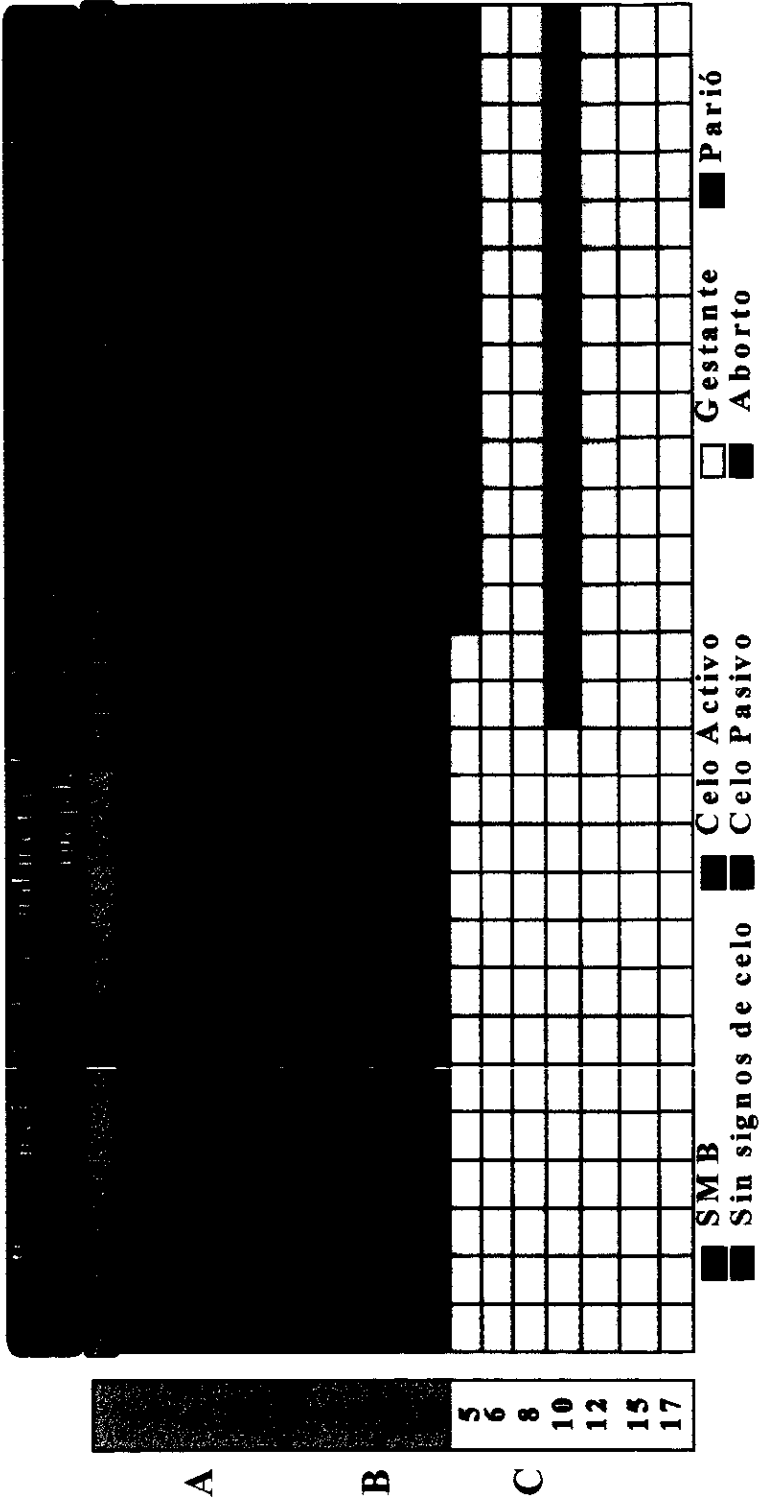
		15	18	21	23	25	27
Días							
		Fc					
		Fc					
		CLFc					
		CLFc					
		A					

Animales sin sincronizar

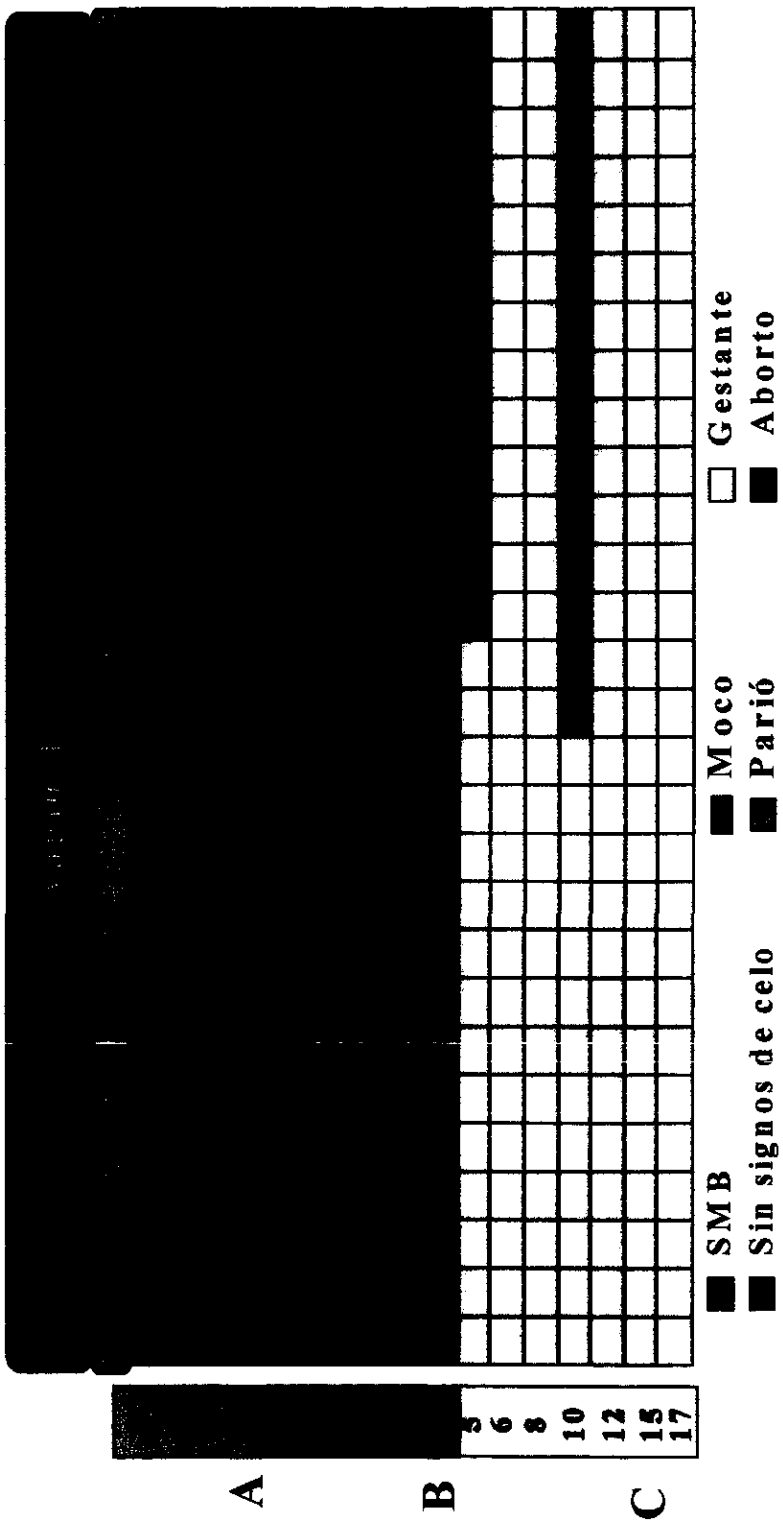
Animales sincronizados



**Cuadro 2. Presentación de la conducta de celo.**



**Cuadro 3.** Presentación de moco vulvar durante el experimento.



**Cuadro 4. Resumen de actividad folicular, presentación de signos de celo y moco con la duración del implante en el grupo A**

Actividad folicular en comparación con la duración del implante.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	[Redacted]			[Redacted]					
	CLFePg		CLFePm		CLFe		FePg		Fe
3	[Redacted]			[Redacted]					
	FePm		FePg		CLFe		CLFe		CLFe
7	[Redacted]			[Redacted]					
	A		Fe		Fe		Fe		Fe
11	[Redacted]			[Redacted]					
	EL		CLFe		CLFe		CLFe		CLFe
14	[Redacted]			[Redacted]					
	CLFe		CL		CL		CLFe		CLFe

**Cuadro 5.** Resumen de actividad folicular, presentación de signos de celo y moco con la duración del implante en el grupo B.

Actividad folicular en comparación con la duración del implante.

	9	10	12	13	14	15	16
2	[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]
	CLFcfm		CLFcfg		CLFc		CLFc
4	[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]
	CLFc		CLFc		CLFc		CLFc
9	[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]
	CHFc		CLFc		CLFc		CLFc
13	[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]
	CHCLFc		CHCLFc		CLFc		CHCLFc
16	[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]		[Barra negra]
	A		A		A		A

adro 6.

Cuadro 6. Actividad folicular d  
 cada tres horas en un período de  
 para así determinar los folículos  
 cuerpo hemorrágico.

Vaca Día 10      Día 11

	11:00 PM	02:00 AM
1	Fc	Fc
3	FcFg	FcFg
7	Fc	Fc
11	Fc	FcFm
14	FcFg	FcFm
13		

Vaca

	11:00 PM	02:00 PM
1	FcCH	FcCH
3	FcFmFg	FcFg
7	Fc	Fc
11	FcFm	FcFm
14	FcFmFg	FmFg
13		

**adro 7.** Actividad folicular en el segundo grupo sexualmente activo, las eficiencias del primer grupo sexualmente activo son pertinentes para este dro.

Vaca Día 18

## 2º Intensivo

Día 19

2	FcFm	FcFg	FcFm	FcFmFg	FcFm	FcFmFg	FcFm
4	FcFm	FcFm	FcFm	FcFm	FcFm	FcFm	FcFm
9	CLFc	CLFc	CLFc	CLFc	CLFc	CLFc	CLFc
13	FcFm	FcFm	FcFm	FcFm	FcFm	FcFm	FcFmFg
16	Fc	Fc	A	A	A	A	A
3							
11							
14							

Grupo sincronizado

Animales Bioestimulados

Vaca Día 19

## 2º Intensivo

2	FcFm	FcFmFg	FcFmFg	FcFmFg	FcFg	FcFm	
4	FcFm	FcFg	FcFm	FcFg	FcFmFg	FcFmCH	FcFmCH
9	CLFc	CLFc	CLFcFm	CLFcFm	CLFcFm	CLFcFg	CLFcFmCH
13	FcFmFg	FcFg	FcFm	FcFm	FcFg	FcFm	FcFg
16	A	Fc	A	A	A	A	A
3							
11							
14							

Grupo sincronizado

Animales Bioestimulados

**Cuadro 8.** Determinación de Cuerpos Lúteos (CL) por Ultrasonografía (US) y Progesterona (P<sub>4</sub>) por medio de radioinmunoanálisis (R.I.A (ng/ml de P<sub>4</sub>)) en el primer grupo sexualmente activo.

**Determinación de Cuerpos Lúteos por ultrasonografía y Progesterona, antes y después de haber formado el 1<sup>er</sup> grupo sexualmente activo.**

Días	Antes					Estro		Después						
	0	2	4	6	8	10	12	18						
	US	ng/ml	US	ng/ml	US	ng/ml	US	ng/ml	US	ng/ml				
1	Si	0.22	Si	0.50	Si	0.00	No	0.08	No	0.04			No	0.00
3	No	0.27	No	0.00	Si	0.00	Si	0.00	Si	0.00			No	0.00
11	Si	2.96	Si	2.42	Si	0.43	Si	0.09	Si	0.00			No	0.00
14	Si	4.85	Si	0.78	Si	0.19	Si	0.04	Si	0.00	No	0.03	No	0.00
13	Si	3.50	Si	2.35	Si	0.38	Si	0.21	Si	0.00			No	0.00
2	Si	5.86	Si	4.51	Si	3.52								
4	No	0.56	Si	3.88	Si	2.71								
9	Si	4.17	Si	3.52	No	0.13								

Vacas

**Cuadro 9.** Determinación de CL por Ultrasonografía y Progesterona por medio de R.I.A en el segundo grupo sexualmente activo.

**Determinación de Cuerpos Lúteos por ultrasonografía y Progesterona, antes y después de haber formado el 2º grupo sexualmente activo.**

Días	Antes				Celo		Después									
	6	8	10	12	18	23	25	27								
	US	ng/ml	US	ng/ml	US	ng/ml	US	ng/ml	US	ng/ml						
<b>3</b>	Si	0.00	Si	0.00	No	0.01	No	0.00	■	No	0.00	No	0.00	Si	0.00	
<b>11</b>	Si	0.09	Si	0.00	No	0.05	No	0.00	■	No	0.00	No	0.00	Si	0.00	
<b>14</b>	Si	0.04	Si	0.00	No	0.03	No	0.00	■	Si	0.00	Si	0.14	Si	1.09	
<b>2</b>	Si	1.62	Si	0.04	Si	0.00	Si	0.00	■	Si	0.00	Si	0.00	Si	0.30	
<b>4</b>	Si	1.90	Si	3.07	Si	3.13	Si	0.50	No	0.00	No	0.00	No	0.13	Si	0.41
<b>9</b>	No	0.14	No	0.63	Si	1.49	Si	1.65	Si	1.15	No	0.03	No	0.00	Si	0.00
<b>13</b>	Si	0.21	Si	0.00	Si	0.55	Si	0.21	■	No	0.00	No	0.00	No	0.013	



**Cuadro 10.** Sensibilidad, Especificidad, valor predictivo positivo y negativo.

		R.I.A.			
		+	-		
Ultrasonido	+	20 <sub>a</sub>	33 <sub>b</sub>	=	53
	-	0 <sub>c</sub>	57 <sub>d</sub>	=	57
		20	90	=	110

Sensibilidad

$$a/a+c \quad 20/20= 100.00\%$$

Especificidad

$$d/b+d \quad 57/90= 63.00\%$$

Valor predictivo (+) Vp<sup>+</sup>

$$a/a+b \quad 20/53= 37.73\%$$

Valor predictivo (-) Vp<sup>-</sup>

$$c/c+d \quad 0/57= 0.00\%$$

**Cuadro 11.** Resumen de los resultados.

Animales que presentaron crecimiento folicular mayor a 10 mm de diámetro con el implante puesto.	3
Animales que presentaron moco vulvar con el implante puesto.	4
Animales que demostraron conducta de celo resultado de la sincronización.	6
Animales que demostraron conducta de celo concomitante con los sincronizados.	4
Tiempo de presentación de conducta de celo del primer grupo sexualmente activo (GSA).	54.8 hrs ± 0.39
Tiempo de determinación de ovulación del primer GSA.	87.8 hrs ± 6.71
Tiempo de presentación de celo en el segundo GSA.	35 hrs ± 0.29
Tiempo de presentación de ovulación en el segundo GSA.	87 hrs ± 2.65
Número de animales que se diagnóstico que ovularon en el primer GSA	3
Número de animales que se diagnóstico que ovularon en el segundo GSA	5
Número de animales que mostraron conducta de celo en mas de una ocasión.	4
Número de animales que tuvieron crecimiento folicular indicativo de celo sin demostrar conducta de sexual.	2

**ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## 10) BIBLIOGRAFIA

1. Bishop DK, Wettemann RP, Spicer LJ. Body energy reserves influences the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *J. Anim. Sci.* 1994; 72(10): 2703-2708.
2. Richards MW, Wettemann RP, Shoeneman HM. Nutritional anestrus in beef cows: body weight change, body condition luteinizing hormone in serum and ovarian activity. *J. Anim. Sci.* 1989; 67(6): 1520-1526.
3. Medrano EA, Hernández O, Lamothe C, Galina CS. Evidence of asynchrony in the onset of estrous signs in Zebu cattle following Synchronate-B treatment. *Res. Vet. Sci.* 1996; 60: 51-54.
4. Galina CS. Reproducción de los animales domésticos. Edit. Limusa. México 1996.
5. Thomas I, Dobson H. Oestrus during pregnancy in the cow. *Vet. Rec.* 1989; 124 (15):387-390.
6. Jiménez R. Posible conducta de imitación (Alelometría) en la manifestación de celo en hembras *Bos indicus* sometidas al estímulo de vacas en celo, post-sincronización con progestágenos. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina Veterinaria de Heredia, Costa Rica, Heredia Costa Rica 1997.
7. Hurnik F. Sexual behavior of female domestic mammals. In: E.O. Price (Guest Editor), *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice-Farm. Animal behavior.* 1987; 3: 423-461.

8. Galina CS, Orihuela A, Rubio I. Behavioural trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 1996; 42: 465-470.
9. Lamothe C, Montiel F, Fredriksson G, Galina CS. Reproductive performance of Zebu cattle in Mexico. Influence of season and social interaction on the timing of expressed oestrus. *Trop. Agric. (Trinidad)* 1995; 72: 319-323.
10. Orihuela A, Galina CS, Duchateau A. Efficacy of estrus detection and fertility following synchronization with PGF2a or Synchronate-B in zebu cattle. *Theriogenology.* 1989; 32: 745.
11. Galina CS, Arthur GH. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrous cycles. *Anim. Breed. Abstr.* 1990; 58: 698-707.
12. Orihuela A, Galina CS, Duchateau A. Behavioral patterns of Zebu bulls toward cows previously synchronized with prostaglandin F2a. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1988; 21: 267-276.
13. Aragón CH. Actividad sexual de vacas Holstein gestantes hacia hembras sincronizadas con un progestágeno. *Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.* 1993.
14. Wright IA, Rhind SM, Smith AJ, Whyte TK. Female-female influences on the duration of the postpartum anoestrous period in beef cows. *Anim. Prod.* 1994; 59: 49-59.
15. Larson LR, Kiracofe GH. Estrus after treatment with Synchronate-B, in ovariectomized heifers is dependent on the injected estradiol valerate. *Theriogenology.* 1995; 44: 177-187.

16. McGuire WJ, Larson RL, Kiracofe GH. Synchronate-B induces estrus in ovariectomized cows and heifers. *Theriogenology*. 1990; 34: 33-37.
17. Porras A, Galina CS, Zarco LA, Control del estro en ganado *Bos indicus* en condiciones tropicales, efecto de la utilización del Norgesteomet combinado con estrógenos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 1993; 1: 175-185.
18. Gutierrez C, Galina CS, Rubio I. The influence of the social structure of a Zebu herd on the manifestation of signs of oestrus. *World Rev. Anim. Prod.* 1993; 28: 57-70.
19. Castellanos F, Galina CS, Orihuela JA, Navarro-Fierro R, Mondragón R. Estrous expression in dairy cows and heifers (*Bos taurus*) following repeated PGF2a injection and choice of selecting a mounting partner. *App. Anim. Behav. Sci.* 1997; 51:29-37.
20. Gutiérrez AC, Zarco L, Galina CS, Rubio I, Basurto H. Predictive value of palpation per rectum for detection of corpora lutea in zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. *Theriogenology*. 1996;46:471-479.
21. Pierson RA, Ginther OJ, Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology*. 1984; 21: 495.
22. Pieterse MC, Taverne MAM, Kruip ThAM, Willemse AH. Detection of corpora lutea and follicles in the cow: a comparison between transvaginal ultrasonography and rectal palpation. *Vet. Rec.* 1990;126: 495.

23. Cortés R, Orihuela A, Galina CS. Effect of sexual partners on the oestrous behaviour response in zebu cattle (*Bos indicus*) following synchronization with a progestagen (Synchromate-B). *Australasian J. Anim. Sci.* 1999; 4. Vol. 12: 515-519.
24. Garcia E. Modificación al sistema de clasificación climática de Köepen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 1973.
25. Pulido A, Zarco L, Galina CS, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood samples from Gyr cattle: Effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology.* 1991; 35: 965-975.
26. Johnson R. Estadística elemental. 2ª Edición. Editorial Trillas. México 1990.
27. Rhodes FM, De'ath G, Entwistle KW. Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in brahman heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 1995; 38:265-277.
28. Pierson RA, Ginther OJ. Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers. *Theriogenology* 1987;28 No. 6:929-936.
29. Edmonson AJ, Fissore RA, Pashen RL, Bondurant RH. The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. I. Normal and pathological ovarian structures. *Anim. Reprod. Sci.* 1986; 12: 157-165.

30. Cavestany D. Efecto de la eficiencia y precisión de la detección de estro en el manejo reproductivo de vacas holstein en condiciones de pastoreo. Tesis de doctorado. UNAM. México 1999.
31. Ribadu AY, Ward WR, Dobson H. Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet. Rec.* 1994; 135: 452-457.
32. Lucy MC, Savio JD, Badinga L, de la Sota RL, Thatcher WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Anim. Sci.* 1992; 70: 3615-3626.
33. Richards MW, Geisert RD, Rice LE, Buchanan DS, Castiee JW. Influence of Synchronate-B and breed composition on the estrous response and pregnancy rate in spring and fall breed Brahman crossbred beef cows. 1988; 29: 951-960.
34. Jeziersky T. The effects of superovulation hormone treatments on the frequency of estrous behaviours in cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1993; 36: 81-86
35. Plasse D, Warnick AC, Koger M. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in subtropical environment. IV Length of estrous cycle, duration of estrus, time to ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *J. Anim. Sci.* 1970; 30: 60-69.
36. Vaca LA, Galina CS, Fernández-Baca S, Escobar FJ, Ramírez B. Estrous cycles, estrus and ovulation of the Zebu in the Mexican humid tropics. *Vet. Rec.* 1979; 117: 434-437.

37. Nishimura K, Utsumi K, Okano T, Iritani A. Separation of mounting inducing pheromones of vaginal mucus from estrual heifers. *J. Anim. Sci.* 1991; 69: 3343-3347.