

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

Y ZOOTECNIA

UTILIZACIÓN DE LA HORMONA ECG, PARA MEJORAR EL  
REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSPARTO EN VACAS DE  
TIPO *Bos indicus*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**Mónica Alamilla Rodríguez**

Asesores:

MVZ PhD. Ivette Rubio Gutiérrez

MVZ PhD. Carlos S. Galina Hidalgo.

México, D. F. 2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## DEDICATORIA

A mis padres:

Por haberme llevado de la mano por este camino, siempre teniendo un consejo, una palabra de aliento, para no claudicar. Sin ustedes no estaría realizando este sueño que hoy se hace tangible. Agradezco a ustedes el esfuerzo y sacrificio que pusieron para que yo pudiera tener una formación educativa, además de esos valores inculcados (tenacidad y perseverancia) gracias a lo cual estoy hoy culminando mis estudios de licenciatura. Pero sobretodo quiero decirle que agradezco por todo el amor que me han dado en estos 25 años y aprovecho estas líneas para decirles que es reciproco.

A Mauricio:

Hermanito querido...

Por todos esos momentos de diversión y risas que pasamos juntos, se que en ocasiones discutimos, es porque me importas y quiero lo mejor para ti, aunque sé que no siempre tengo la razón, pero los hermanos crecemos y aprendemos juntos. Siempre pedí a mis padres un hermano y quiero que sepas que me dieron el mejor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Doctor Carlos Galina por haberme dado la oportunidad de trabajar con el, por los consejos y conocimientos proporcionados en este tiempo.

A la Doctora Ivette Rubio por haberme ayudado a la realización de mi tesis, por la hospitalidad durante mi estancia en el CEIEGT, por enseñarme a trabajar en equipo en el campo. Pero sobre todo por su paciencia

Al Ingeniero José Luis Pablos y a la Doctora Guadalupe Guzmán por todo su apoyo, paciencia y consejos durante la realización de esta investigación.

A los miembros del jurado por las aportaciones dadas para enriquecer el contenido de mi tesis.

A todos los Doctores y Doctoras de la Facultad de Medicina Veterinaria que fueron parte fundamental de mi formación como Médico Veterinaria Zootecnista, por todo lo que me enseñaron.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme las herramientas necesarias para realizar mis estudios.

A mi amiga Mariana Bobadilla por su apoyo incondicional, por todos los consejos y experiencias compartidas durante la carrera.

A Omar Naranjo por estar a mi lado durante mi carrera y siempre. Por ser mi amigo, compañero y cómplice. Te amo chapa.

# CONTENIDO

	Página
RESUMEN .....	1-2
INTRODUCCIÓN.....	3-12
MATERIAL Y METODOS.....	13-16
RESULTADOS.....	17-19
DISCUSIÓN.....	20-24
REFERENCIAS.....	25-33
FIGURAS.....	34-38
CUADROS.....	39-41

## RESUMEN

Mónica Alamilla Rodríguez. Utilización de la hormona eCG, para mejorar el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas de tipo *Bos indicus* (bajo la dirección de MVZ PhD. Ivette Rubio Gutiérrez y MVZ PhD. Carlos S. Galina Hidalgo)

El objetivo fue evaluar el efecto de la administración 500 UI de (eCG) sobre la dinámica folicular y la tasa de preñez, en vacas Cebú con cría. Se utilizaron 34 animales divididos en dos grupos: el grupo experimental (n=28) y el testigo (n=6), insertándoles CIDR que permaneció *in situ* por 9 días. Se tomaron muestras sanguíneas: 18 y 10 días antes de la inserción, al momento de la inserción, 2 días después del retiro del CIDR, 8, 12, 15 y 19 días después de la IATF. De acuerdo a la concentración de progesterona los animales fueron subdivididos en ciclando y anéstricos, formándose así 4 grupos, el experimental ciclando, el experimental anéstricas (EA), el testigo ciclando (TC) y el testigo anéstricas (TA). Al momento del retiro se le administró al grupo experimental 500 UI de eCG, todos los animales recibieron una dosis de 25 mg de PGF2 $\alpha$ . Se inseminaron a las 56 horas del retiro del CIDR, seguido de la administración de 100  $\mu$ g de GnRH. El grupo experimental presentó folículos > 9mm de diámetro antes del tratamiento, post tratamiento mostró variaciones en esta categoría: el grupo EC (17/28) tuvo un incremento del 5%; en el grupo EA (11/28) el incremento fue del 3 %, mientras que el grupo TC (4/6) no presentó folículos >9mm pre-tratamiento, pero post tratamiento el 50% de las vacas presentaron folículos de ese tamaño, mientras que el 50 % del grupo TA (2/6) presentaron folículos >9mm antes y después del tratamiento. Para los grupos EC, EA, TC y TA la proporción de gestaciones fue de 0.53, 0.18, 0.25 y 0 respectivamente. En conclusión los tratamientos con eCG al momento de

(2)

retirar el CIDR tiene la tendencia a incrementar el porcentaje de ovulación en vacas *Bos indicus* posparto, debido a que los niveles de progesterona dos días después de retirar el dispositivo fueron menores a 1ng/ml en todos los animales, además que promueve el crecimiento folicular. Sin embargo debido al tamaño de la muestra no es posible concluir que este tratamiento sea ventajoso sobre el grupo testigo, también será necesario que la muestra de hembras seleccionadas sea un poco más homogénea para poder concluir el posible efecto benéfico del tratamiento.

(3)

**UTILIZACIÓN DE LA HORMONA ECG, PARA MEJORAR EL  
REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSPARTO EN VACAS  
DE TIPO *Bos indicus***

**Mónica Alamilla Rodríguez**

**INTRODUCCIÓN:**

La rusticidad del ganado *Bos indicus* a ambientes tropicales ha permitido su distribución alrededor del mundo (1). Uno de los principales objetivos en la producción de bovinos de carne es lograr que una vaca pueda producir una cría por año (2). No obstante las vacas *Bos indicus* presentan periodos prolongados de anestro posparto, lo cual alarga el intervalo parto-concepción y afecta negativamente el desempeño reproductivo (3). Éste se ve influido por tres factores: la nutrición, el amamantamiento y la época del año (4,5)

La nutrición deficiente es una de las mayores causas de disminución de la fertilidad en el ganado *Bos indicus* pastando en áreas tropicales. Esto se debe a que los animales tienen una ingesta insuficiente de proteína y energía lo cual afecta el comportamiento reproductivo (1) .Las vacas después del parto sufren un estado energéticamente negativo que repercute sobre la secreción de gonadotropinas sobre todo de LH (6,7)

Para determinar el estado energético es de utilidad estimar la condición corporal (CC), la misma, está correlacionada con el desarrollo folicular temprano posparto. (3) Las vacas *Bos indicus* con buena CC (3 en escala del 1 al 5) presentan normalmente ondas de crecimiento folicular una semana

(4)

después del parto y el desarrollo de un folículo maduro capaz de ovular. Las vacas con pobre condición corporal (menor a tres) ovulan hasta los 55 días posparto (8). Evidentemente, la falta de nutrientes antes y después del parto provoca desnutrición y mala CC en el animal, lo que amplía notablemente el intervalo parto concepción, debido a la influencia negativa que tiene la privación de energía en el hipotálamo lo que impide la liberación de GnRH (9, 5). Por lo anterior, es recomendable la alimentación con suplementos energéticos y proteicos para proveer al animal con una fuente extra de alimentación. De tal modo, cuando los animales dejan de perder CC, el balance energético y proteico se equilibra y la secreción de GnRH se establece normalmente (10), (11). Por otro lado, el amamantamiento incrementa el anestro posparto debido al efecto negativo en la secreción de LH, el cual afecta la maduración y la ovulación del folículo dominante (9). A medida que continúa el anestro, el efecto negativo del amamantamiento se vuelve menos intenso y las vacas eventualmente ovulan y comienzan a ciclar.

Para disminuir el efecto del amamantamiento sobre la ciclicidad, existen varios métodos como es el amamantamiento restringido o la separación del ternero, con este sistema se incrementa la frecuencia de pulsos de LH, estimula el crecimiento folicular y la ovulación en vacas con más de 30 días posparto (3). Las técnicas más comunes para reducir el efecto de succión son: 1) destete precoz que consiste en restringir la lactancia 48 a 72 horas de nacida de la cría, 2) destete temporal por 48 a 72 horas a partir de los 30 días posparto, 3) destete temprano a los tres o cinco meses de edad del becerro, y 4) reducir la frecuencia del amamantamiento permitiendo este solo una o dos veces por día (1). Estos métodos permiten el reinicio de la actividad ovárica en un periodo

(5)

menor de tiempo en comparación con las vacas en anestro lactacional no separadas de sus crías; para que así las vacas al ser inseminadas queden gestantes y puedan cumplir objetivo de tener una cría por año. Sin embargo, tienen las desventajas de incrementar la mano de obra, los costos y la tasa de crecimiento del becerro. Además, las vacas presentan ciclos cortos después de la ovulación inducida por el destete (12).

Por último, la época del año en que paren las vacas influye en el inicio de la actividad ovárica posparto, ya que las vacas *Bos indicus* en el trópico que paren en la época seca, presentan actividad lútea más tardía (115 días) que las que parieron en la época de transición lluvia-sequía (98 días) (13). Esto se debe a que en la época de secas existe una menor disponibilidad de pastos y su calidad disminuye considerablemente, llegando a ser crítico el aporte de nutrientes para cubrir los requerimientos del animal. Éstas deficiencias nutricionales afectan negativamente la función hormonal y la reanudación de la actividad cíclica posparto (14, 15, 16).

Con el fin de mejorar la eficiencia reproductiva del ganado es conveniente cuantificar en qué grado se ve afectado por la nutrición, especialmente cuando existen grandes fluctuaciones en la cantidad y calidad del forraje durante diferentes épocas del año, para poder proveer adecuadamente a los animales de energía alimentaría (17, 18). Por lo cual, se debe incorporar a la dieta de los animales suplementos alimenticios durante los períodos de escasez de pastos nativos (19).

Además los factores expuestos, existen otros a considerar de menor importancia como la variación genética individual, el estrés, las enfermedades y trastornos en el parto (3).

## **Tratamientos**

Debido a la problemática que enfrentan las vacas *Bos indicus* en el trópico para retornar a la ciclicidad después del parto se han implementado diversos tratamientos hormonales y de manejo para reducir el período posparto entre los cuales podemos citar a los tratamientos con GnRH, Prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) estrógenos, progestágenos solos, con hCG o eCG, los cuales pueden ir acompañados de destete temporal.

### **GnRH**

Los pulsos de GnRH endógeno antes de la ovulación ocasionan el aumento gradual de la frecuencia de pulsos de LH (1pulso/h). Por tal motivo al aplicar GnRH exógeno en vacas ciclando induce la producción de la hormona. Numerosos investigadores (20, 21 22) han inducido la ovulación en vacas posparto mediante la administración exógena de GnRH (12), produciendo un incremento de LH y la ovulación. Si la GnRH se aplica alrededor de 21 a 31 días posparto en vacas de carne causa la formación de un cuerpo lúteo en el 75% de las vacas aciclicas, aunque este CL es de vida corta en comparación con un CL formado espontáneamente. Por lo tanto, la administración de GnRH tiene esta importante limitante en la terapia de la vaca posparto (3).

### **PGF2 $\alpha$**

La PGF2 $\alpha$  y sus análogos son los agentes farmacológicos más utilizados para la sincronización del ganado bovino (23) debido a que causan la regresión del cuerpo lúteo (CL) maduro, sin embargo el estadio del folículo dominante al momento de su aplicación produce una variación del celo y su ovulación (2-7 días) (24). Por ello, es probable que sea necesario la detección de celos para

alcanzar una elevada tasa de gestación (25). La aplicación de PGF2 $\alpha$  es efectiva cuando hay una gran proporción de animales ciclando, pero cuando hay hembras en anestro hay bajos índices de sincronización y tasa de gestación (26).

### **Estrógenos**

Se ha utilizado estradiol exógeno-17 $\beta$  (Benzoato de estradiol -EB-) para sincronizar la onda folicular e inducir la ovulación (12). La aplicación de estrógenos provoca la atresia de los folículos existentes, impidiendo así, la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad (27). Aunque debe considerarse que la administración de EB durante el tratamiento no aumenta el índice de ovulación y gestación (28), promoviendo el inicio de una nueva oleada folicular a los 4 días de su administración, asegurando de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable (27).

El cipionato de estradiol (ECP), es el único con licencia para usarse en ganado bovino. Se sugiere que se utilice en dosis reducidas donde puede ser útil para la sincronización del estro. Sin embargo, presenta el inconveniente de tener una vida prolongada y es mucho menos eficaz que EB el cual ha sido retirado del mercado (29).

### **Progestágenos**

Los tratamientos comúnmente utilizados son: inyecciones diarias de progesterona, aditivo para piensos-MGA, implantes auriculares (Norgestomet), y los dispositivos intravaginales como el PRID (liberador de progesterona intravaginal) y el CIDR (control interno de liberación de drogas) que contiene 1.9 g de progesterona natural (30). Estos últimos deben mantenerse *in situ*

(8)

durante 5-10 días (4), para liberar de manera constante y relativamente uniforme la progesterona ( $P_4$ ), manteniendo las concentraciones plasmáticas adecuadas de esta hormona 6 horas después de colocado el progestágeno. Al retirarlo, los niveles de  $P_4$  bajan drásticamente, por lo que hay un aumento en la frecuencia de pulsos de LH lo que promueve el crecimiento folicular, posteriormente un grupo de folículos es reclutado y continúan creciendo hasta que un folículo se desarrolla más rápido que el resto (folículo dominante) suprimiendo el crecimiento de los subordinados e impidiendo el reclutamiento de un nuevo grupo de estructuras foliculares (31). A su vez, el efecto de la LH inducida por el progestágeno, impide la atresia del folículo dominante (17). Este tratamiento permite el crecimiento y la maduración del folículo dominante capaz de ovular, incluso en animales anéstricos (32). Por lo tanto, la ovulación precedida del tratamiento con  $P_4$  conduce a la actividad normal del CL (12), es decir, impide la formación de un CL de vida corta y permite el mantenimiento de la gestación (4, 33, 34).

### **Progestágenos con hCG**

El uso de progestágenos antes del tratamiento con hCG, prolonga la vida útil del CL, incrementa la ovulación del folículo mantenido por el progestágeno, pero reduce el nivel funcional del CL. Por lo que el uso del hCG con progestágenos no aumenta la tasa de preñez. El uso de un progestágeno con hCG produce un CL de vida corta resultado de la ovulación de un folículo pequeño (12).

### **Tratamientos con $P_4$ y eCG**

En vacas postparto sobre todo en aquellas con una alta incidencia de anestros se ha utilizado la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) esta es una

(9)

glicoproteína (4) de efecto similar a la FSH en la vaca (35) que estimula el crecimiento folicular (3). La administración de 400 UI eCG en vacas *Bos indicus* (en condiciones de anestro posparto) al momento de extracción del dispositivo con P4, mejora los porcentajes de preñez, siendo este efecto más evidente en casos donde la condición anéstrica es más pronunciada. La tasa de preñez es más alta en vacas con folículos medianos o pequeños, tratadas con eCG que en las no tratadas (4).

Cuando se utiliza eCG junto con P4 y EB en protocolos de IATF en vacas en buena condición corporal, el porcentaje de preñez no se incrementa con respecto a los grupos que no recibieron la eCG. Esto se debe a que las vacas no necesitan del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular por encontrarse en buena condición corporal y por lo tanto la adición de eCG solo tiene resultados positivos en vacas en una condición corporal comprometida, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin un CL) al inicio del tratamiento. El tratamiento con eCG incrementa las concentraciones plasmáticas de P4 y el porcentaje de preñez a la IATF en vacas con cría en anestro posparto. Por lo tanto, el tratamiento con eCG puede ser una herramienta importante para aumentar la tasa de concepción en la IATF, ya que disminuye el período posparto y mejora la eficiencia reproductiva. La condición corporal tiene una influencia en los resultados de preñez con la IATF ya que en vacas que no mejoran su CC durante el servicio, las tasas de preñez difícilmente superan el 35%. Inclusive, con el tratamiento basado en eCG no mejora la tasa de preñez en las vacas cíclicas, pero sí lo hace en las vacas en anestro (24).

### **Tratamientos con P4, eCG y destete temporal**

El destete temporal y la aplicación de eCG pueden mejorar aún más la eficiencia reproductiva de las vacas cebú. La utilización de un destete temporario y el uso de la eCG, en combinación con P4 y estradiol, son herramientas muy valiosas para mejorar la preñez en vacas *Bos indicus* con cría. (34).

### **Protocolos de sincronización**

Dadas las particularidades de los tratamientos antes descritos se han implementado protocolos de sincronización con base en GnRH o progestágenos, con el objeto de reiniciar la actividad ovárica posparto.

Los protocolos de sincronización de la ovulación utilizando GnRH se han popularizado con el nombre de Ovsynch. Este método consiste en la administración de un análogo de la GnRH (para sincronizar el desarrollo folicular), seguido de una inyección de PGF2 $\alpha$  6 o 7 días después (para inducir la luteólisis) y una inyección de GnRH 36 a 48 horas después de la PGF2  $\alpha$  (para sincronizar la ovulación). La IATF 15 a 24 horas después de la segunda aplicación de GnRH ha resultado en una fertilidad aceptable en vacas *Bos indicus* con cría, los resultados han sido muy variables, sobre todo debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro.

El protocolo de sincronización de celos utilizando progestágenos más utilizado emplea dispositivos con P<sub>4</sub>, estradiol, PGF2 $\alpha$  y eCG (7). Éste consiste en administrar 2 mg de benzoato de estradiol (EB) por vía intramuscular (IM) junto con la inserción de un dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> (CIDR) el día 0 del tratamiento, en el día 7 u 8 se extrae el dispositivo (27). Una vez retirado el

CIDR se administra PGF2 $\alpha$  vía IM para asegurar la lisis del CL que pudiera estar presente, además de 500 UI de eCG para estimular el crecimiento folicular (3,4). Veinticuatro horas después, se administran 1 o 2 miligramos de EB para inducir el celo en un mayor número de animales. Este tratamiento induce la atresia de los folículos en crecimiento, de esta manera, produce el desarrollo de una nueva onda folicular (36), permitiendo el crecimiento y la maduración del folículo dominante capaz de ovular inclusive en animales anéstricos (32).

### **Inseminación artificial**

La inseminación artificial (IA) que es una biotecnología usada para optimizar la eficiencia reproductiva (37), reducir la incidencia de enfermedades de transmisión sexual (38) y facilitar el movimiento de material genético de buena calidad entre rebaños y entre países. La detección de estros en ganado *Bos indicus* genera una problemática (39) debido a que una alta proporción de animales no manifiestan celo, sobre todo en vacas posparto (36). Por tal motivo se implemento el uso de IA sin necesidad de detectar celos conocida como inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) el cual es un método útil para aumentar de forma significativa el número de animales inseminados. Tiene la ventaja de implementarse en vacas con cría a pie (< 60 días pos parto). (40,26). Para realizar esta técnica se utilizan protocolos establecidos para sincronizar la ovulación, como se describió anteriormente (41).

## **OBJETIVOS:**

- Evaluar si la administración de eCG incrementa el porcentaje de ovulación en vacas *Bos indicus* posparto.
- Evaluar la relación entre el tamaño folicular con el estado reproductivo de los animales.
- Determinar si la administración de eCG incrementa el tamaño folicular.

## **HIPOTESIS:**

- La administración de 500 UI de gonadotropina corionica equina (eCG) al momento de retirar un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR) aumentará la tasa de concepción a la IATF, disminuirá el periodo posparto y mejorará la eficiencia reproductiva.
- Los animales que se encuentren ciclando mostrarán mejor porcentaje de gestación en comparación con las vacas anéstricas.

## **MATERIAL Y METODOS**

### ***Localización***

El estudio se realizó en el módulo de producción de vaquillas F1, Rancho “La Soledad”, el cual pertenece al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se encuentra en el Km 3.5 de la carretera Martínez de la Torre- Novara, Municipio de Atzalán, Veracruz. La estación se encuentra ubicada a 19°50’ latitud Norte y 97°1’ longitud Oeste, con una altitud de 150 msnm., tiene un clima clasificado como Af (m) w” (e) caliente y húmedo con lluvias todo el año, la precipitación pluvial media anual es de 1743 mm y la temperatura promedio anual es de 24° (42).

### ***Lote de animales***

Se utilizaron 34 vacas *Bos indicus* adultas, con un tiempo posparto entre 55 y 162 días, con una edad promedio de 9 años con 3 partos y una condición corporal media de 2.3, de acuerdo a la escala de 1 a 5 (donde: 1= vaca emaciada y 5 =vaca obesa) (43).

### **Formación de grupos**

Se dividieron a los 34 animales de forma aleatoria en dos grupos: el grupo experimental integrado por 28 animales y el testigo con seis vacas.

De acuerdo a la concentración de progesterona en las dos primeras muestras sanguíneas (-18 y -10) los animales del grupo experimental y testigo fueron

subdivididos en: ciclando (animales que retornaron a la actividad ovárica) cuando sus niveles de progesterona fueron  $>1\text{ng/ml}$  (<sup>iError! Marcador no definido.</sup>). y anéstricos cuando los valores de progesterona fueron  $<1\text{ng/ml}$  (44).

### ***Muestreo de sangre***

Se obtuvieron muestras sanguíneas por punción de la vena coccígea considerando el día 0 como el de la inserción de un implante intravaginal liberador de progesterona (Eazy-breed CIDR™, 1.9g de progesterona natural en silicona, Pfizer®, México).

El objetivo de las muestras fue el siguiente:

- Los días -18 y -10 para evaluar si los animales estaban ciclando.
- El día 0 para determinar la concentración de progesterona al momento de la inserción del CIDR.
- El día 11 (2 días después del retiro del CIDR) para verificar si las vacas tenían niveles indicativos de progesterona baja (menores a 1 ng/ml).
- El día 19 y 23 (8 y 12 días después de la IATF) para evaluar si las vacas ovularon durante el período experimental.
- El día 26 (15 días después de la IATF) se tomó una tercera muestra en la fase lútea para verificar que las vacas tenían un CL.
- El día 30 (19 días después de la IATF) para establecer si las vacas tenían niveles de progesterona indicativos de una posible gestación.

Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 1,500 rpm durante 10 minutos con el fin de obtener suero y medir la concentración de progesterona en plasma. Estas

muestras fueron analizadas por medio de Radioinmunoanálisis en fase sólida con el Kit Coat-A-Count. (45).

Las hembras con concentraciones de progesterona superiores a 1ng/ml indicaron la presencia de actividad ovárica y se consideró por tal motivo que tenían niveles altos de progesterona y los niveles menores a 1ng/ml fueron considerados como bajos. Con la finalidad de facilitar la interpretación de los resultados los valores de progesterona en todas las vacas fueron promediados en cada fecha experimental.

### ***Sincronización y tratamiento***

El dispositivo liberador de progesterona (CIDR) permaneció *in situ* por 9 días. Al momento del retiro del implante se les administró intramuscularmente 500 UI de gonadotropina coriónica equina eCG (Folligon Pfizer®, México). Los animales testigo no recibieron eCG. El mismo día de la inyección de eCG todos los animales recibieron una dosis de 25 mg de Dinoprost trometamina que es una prostaglandina F2 $\alpha$  natural (Lutalyse Pfizer®, México), vía intramuscular.

### ***Inseminación artificial:***

Los animales fueron inseminados a tiempo fijo (IATF) a las 56 horas del retiro del CIDR, con una dosis de semen congelado (46), seguido de la administración de 100  $\mu$ g de acetato de Fertirelin por vaca (ovalyse Pfizer®, México) que es un factor liberador de gonadotropinas (GnRH).

### ***Ultrasonografía***

Las observaciones ultrasonográficas fueron hechas por medio de un equipo Aloka modelo SSD-210XII con transductor de 7.5 MHz transrectal con la finalidad de observar el desarrollo folicular de los animales. Todas las vacas fueron evaluadas

el día 9 (retiro del CIDR) y el día 11 (IATF) para determinar el diámetro folicular que presentaron antes y después del tratamiento.

Los folículos de los animales se clasificaron en 4 categorías <3, 3-6, 7-9 >9mm. Del mismo modo se comparó entre la categoría de diámetro folicular que presento cada una de las vacas antes del tratamiento con la categoría que tuvieron después del tratamiento.

### ***Análisis estadístico***

Para determinar el efecto sobre las variables tamaño máximo y mínimo de folículos en la observación US correspondiente a los días 9-11 se utilizó la técnica del análisis de la varianza con desigual número de repeticiones correspondiente a un modelo con un criterio de clasificación, para cuatro tratamientos. El nivel de significancia fue de 0.05 (47).

A fin de demostrar el efecto del tratamiento en los animales ciclando y anéstricos, se uso la prueba no paramétrica de Kruskal y Wallis, con un nivel de significancia de 0.05 (47).

Con el objeto de comparar la distribución de los folículos agrupados en las 4 categorías consideradas en cada uno de los cuatro grupos generados, se utilizo la prueba de homogeneidad de hileras que se basa en el estadístico Ji cuadrada de Pearson (47).

### ***Gestación***

Los animales cuyas muestras de sangre al día 30 postratamiento presentaron concentraciones superiores a 5 ng/ml de progesterona se consideraron como gestantes. (47, 48, 49).

## **RESULTADOS:**

### **Conformación grupos:**

Se encontró en la medición de los niveles de progesterona de las muestras tomadas 18 y 10 días antes del tratamiento que en el grupo experimental 61% (17/28) estaban ciclando y el 39% (11/28) estaban anéstricas. En el grupo testigo el 67% (4/6) estaban ciclando y el 33% (2/6) en anestro. (figura1).

### ***Muestreo de sangre:***

En la figura número 2 se muestra la media de la concentración de progesterona que tuvieron las vacas de cada grupo antes, durante y después del tratamiento.

En el muestreo tomado 18 días antes de la inserción del CIDR, en el grupo experimental ciclando se encontró que las vacas presentaron niveles de progesterona en promedio de 3.17 ng/ml, las vacas del grupo experimental anéstricas presentaron niveles de progesterona de 0.23ng/ml, el grupo testigo ciclando presento niveles de progesterona de 4.56ng/ml y el grupo testigo anéstricas presentaron niveles de progesterona de 0.04ng/ml. A los 10 días antes de la inserción del CIDR, en el grupo experimental ciclando se encontró que las vacas presentaron niveles de progesterona de 2.56ng/ml y las vacas del grupo experimental anéstricas presentaron niveles de progesterona de 0.34ng/ml. En el caso de los grupos testigo los niveles correspondientes a este segundo muestreo fueron de 3.39ng/ml y de 0.02ng/ml respectivamente.

Para el día 0 en el grupo experimental ciclando se encontró que las vacas presentaron de 3.59 ng/ml, las vacas del grupo experimental anéstricas presentaron 0.25 ng/ml de progesterona. El grupo testigo ciclando fue de 5.48ng/ml y el grupo testigo anéstricas de 0.08ng/ml.

En el muestreo tomado el día 11 todos los grupos tuvieron niveles bajos de progesterona, la media para el grupo experimental ciclando fue de 0.33ng/ml, para el grupo experimental anéstricas 0.19ng/ml, en el grupo testigo ciclando 0.21ng/ml y en el grupo testigo anéstricas 0.46ng/ml. Para el día 19 todos los grupos tuvieron niveles altos de progesterona en el grupo experimental ciclando 4.45ng/ml, el grupo experimental anéstricas 4.15ng/ml, el grupo testigo ciclando 3.68ng/ml y el grupo testigo anéstricas 3.48ng/ml. Hacia el día 23 todos los grupos tuvieron niveles altos de progesterona el grupo experimental ciclando 6.52ng/ml, el grupo experimental anéstricas 7.70ng/ml, el grupo testigo ciclando 6.28ng/ml y el grupo testigo anéstricas 3.64ng/ml. Finalmente, el muestreo tomado el día 26, todos los grupos tuvieron niveles altos de progesterona el grupo experimental ciclando 4.74/ml, el grupo experimental anéstricas 4.78ng/ml, el grupo testigo ciclando 4.69ng/ml y el grupo testigo anéstricas 3.04ng/ml.

#### ***Ultrasonografía:***

Se observó que las vacas ciclando tuvieron folículos > 9 mm de diámetro antes de la administración del tratamiento y se presentó un incremento en esta categoría del 5% después del tratamiento (Figura 3), como podrá observarse en la figura 4 ocurrió de forma similar en las vacas anéstricas donde el incremento de folículos de 9mm fue del 3 %. En el grupo testigo se encontró que las vacas ciclando no presentaron folículos >9mm de diámetro pre-tratamiento, pero después del tratamiento el 50% de las vacas presentaron folículos de este tamaño (Figura 5). Como se muestra en la figura 6 el 50 % de las vacas anéstricas que no fueron tratadas con eCG presentaron folículos de

7 a 9mm, el resto de los animales presentaron folículos > 9mm antes y después del tratamiento.

Al comparar la categoría del diámetro de los folículos (<3, 3-6, 7-9 >9mm) antes del tratamiento con la categoría a la que pasaron los folículos después del tratamiento (<3, 3-6, 7-9 >9mm ) se encontró que los folículos tienen un aumento de 1 ó 2 categorías de diámetro folicular en todas las categorías, excepto en los folículos >9mm que se mantuvieron en la misma categoría o redujeron su tamaño lo cual indicó su regresión (Figuras 7, 8, 9 y 10).

### ***Tamaño de folículos***

Para la variable tamaño máximo de folículos no se encontraron diferencias significativas en el efecto de la aplicación del tratamiento experimental y su testigo en los animales ciclando y anéstricos (Cuadro 1y 3), situación similar se presenta para la variable tamaño mínimo de folículos (Cuadro 2 y 4). Tal como se evidencia en las figuras 11 y 12. Al comparar la distribución de los folículos en las 4 categorías no se encontraron diferencias significativas.

### ***Gestación:***

En la figura 13 se observa la proporción de animales que quedaron gestantes en cada grupo. En el grupo experimental el 0.53 de las vacas ciclando quedó gestante (9/17), el 0.47 no (8/17); el 0.18 de las vacas anéstricas resultó gestante (2/11), el 0.82 se mantuvieron vacíos (9/11). Mientras que en el grupo testigo de las vacas ciclando el 0.25 (1/4) quedó gestante, el 0.75 permanecieron vacías (3/4) las vacas anéstricas de este grupo no quedaron gestantes (2/2) lo que corresponde al 1.0.

**DISCUSIÓN:**

Los resultados obtenidos tanto en el grupo experimental ciclando (EC) como en el grupo testigo ciclando (TC) tuvieron un promedio superior a 1 ng/ml, en los 3 primeros muestreos sanguíneos. Estos resultados indicaron que los animales muestreados tenían un cuerpo lúteo funcional (50). Torres (51) encontró que las muestras de suero para el día cero, (momento de colocación del implante) tienen en promedio 4.50ng/ml de progesterona (P<sub>4</sub>).

Los valores obtenidos en las vacas anéstricas posparto entre 55 y 162 días, concuerdan con lo encontrado en un estudio, en el cual se determinó que los niveles de P<sub>4</sub> en sangre fueron menores a 1ng/ml en todas las vacas hasta la décimo segunda semana posparto (52, 53).

En el muestreo tomado el día 11 (2 días después del retiro del CIDR) todos los grupos tuvieron niveles menores a 1ng/ml de P<sub>4</sub>, lo que concuerda con lo estipulado en otras investigaciones, donde independiente del programa de sincronización, utilizando prostaglandina (PGF<sub>2</sub>α) o CIDR, seguido de la administración de 500 UI de eCG (gonadotrofina coriónica equina) por vía intramuscular, las concentraciones plasmáticas de P<sub>4</sub> fueron menores a 1 ng/ml en las 24h siguientes al tratamiento, indicando que la luteólisis fue rápida y completa (54,51). Bó (18) estableció que la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles menores a 1 ng/ml que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de estradiol que provocan, por un lado, el celo e inducen finalmente el pico preovulatorio de LH que es seguido por la ovulación.

Los días 19 y 26 del tratamiento (8 y 15 días después de la IATF) en todos los grupos el promedio de niveles de  $P_4$  fue superior a 1 ng/ml como lo mencionado en la literatura, donde tras la ovulación, se produce un incremento de los niveles de progesterona a consecuencia de la formación de un cuerpo lúteo (55). Este incremento induce la maduración del endometrio y acelera el crecimiento y desarrollo del embrión; por lo que la inducción al celo y la ovulación mediante un implante de progesterona, asegura niveles altos de ésta hormona en el ciclo que precede a la inseminación artificial (28). De igual manera otros autores afirman que los animales cuyos ovarios presentaron cuerpos lúteos, mostraron un promedio de progesterona en sangre de 3.1ng/ml, mientras que los ovarios lisos mostraron un promedio de 0.5ng/ml (30, 56, 57). Todo lo anterior tiende a demostrar que niveles superiores a 1 ng/ml son indicativos de la presencia de un CL funcional y que la concentración de progesterona dependerá de la sensibilidad del método y la manera como la muestra fue procesada (45).

En el muestreo tomado el día 23 (12 post inseminación) existe una diferencia en la concentración de la progesterona entre grupos, ya que las vacas anéstricas tratadas con eCG presentan niveles superiores a las no tratadas; lo que concuerda con lo descrito por Maraña (58) encontró que las vacas anéstricas tratadas con eCG tenían mayores niveles de  $P_4$  en el Día 12 postinseminación. De esta forma se puede plantear que el tratamiento con eCG en vacas anéstricas, a través de su efecto luteinizante, estimula al folículo dominante ovulatorio y el desarrollo subsiguiente del CL lo que ocasiona mayores niveles plasmáticos de  $P_4$ .

Aunque no se encontraron diferencias significativas al comparar la distribución de los folículos en las categorías establecidas, las vacas ciclando tuvieron folículos mayores a 9 mm antes del tratamiento y después de su administración se incrementó en 5%, en el grupo testigo ciclando, no se encontraron estructuras ováricas de este tamaño antes del tratamiento, después de administrado el 50% presentó folículos mayores a 9mm. Esto concuerda con lo descrito en otros estudios, donde al evaluar a 12 vacas ciclando tratadas con eCG, se observó que 10 de estas (83%) mostraron evidencias de un crecimiento folicular progresivo, que condujo en 8 de ellas al desarrollo de un folículo ovulatorio (FO), con exhibición de signos de celo. El FO se evidenció con un diámetro inicial de 9.9mm, alcanzando un diámetro final de 11.7mm. Las dos vacas restantes carecieron de un crecimiento folicular secuencial y no mostraron signos de celo durante los 7 días posteriores al retiro del implante (59). En otras investigaciones se encontró que los diámetros foliculares de las vacas Brahman miden entre 9.0 y 10.6mm (60, 61). Estos valores tienden a ser menores que los observados en vacas *Bos taurus* tanto en producción de carne (19.1mm) (62), como en producción de leche (20.9mm). Esta diferencia pudiera ser atribuida a una característica genética de la especie *Bos indicus*, que tiende a predominar en animales mestizos en los que está presente el componente cebú (63).

Bo (2007) encontró que aunque no hubo efecto significativo del tratamiento, la tasa de crecimiento del folículo ovulatorio fue mayor en vacas tratadas con eCG que en los no tratados con eCG (ECG, 11.1 vs no ECG, 10.1mm) (64).

En el grupo de los animales anéstricos tratados la mayoría presentaron folículos > 9mm antes y después del tratamiento; mientras que en el grupo CA

el 50 % presentaron folículos de 7 a 9mm, el resto de los animales presentaron folículos > 9mm antes y después del tratamiento. Esto se puede comparar con los resultados obtenidos por Díaz (28) donde las vacas del grupo que recibió eCG en el día 8 tuvieron un folículo preovulatorio 1mm mayor que las que no recibieron eCG. La razón por la cual el crecimiento final del folículo ovulatorio no se ha evidenciado en un tamaño significativamente mayor en el momento de la ovulación, puede deberse a que las vacas que recibieron eCG tenían un folículo dominante de menor tamaño que las no tratadas con eCG, Sá Filho (65) y otros colaboradores encontraron un mayor crecimiento diario del folículo dominante desde el tratamiento con eCG a la ovulación.

En el presente estudio la tasa de gestación fue superior en los grupos tratados con eCG (EC 53% y EA 18%) que en los no tratados (TC 25 % y TA 0%). Haciendo énfasis en los grupos de vacas anéstricas donde observamos mejores resultados en las vacas EA que en las TA. Lo que concuerda con los resultados obtenidos por Díaz, (28) donde el grupo de animales anéstricos tratados con eCG obtuvieron un porcentaje de concepción mayor (40.8%) al obtenido por el grupo no tratado (32.6%). Esto coincide con lo descrito en otra investigación donde se concluyó que la aplicación de eCG al momento de retirado el dispositivo intravaginal de P4 resulta en mayores porcentajes de preñez; consiguiendo el 50% de animales gestantes tratados con eCG y 36% en animales no tratados (59). En otro estudio los porcentajes de preñez en vacas con cría tratadas con eCG en el día 6 u 8 del tratamiento con el dispositivo intravaginal de progesterona fueron 66,1% y 61,4% respectivamente, mientras que en el grupo testigo la tasa de gestación fue de 46,5%(66), comparable a otros estudios (64 , 67).

Por lo tanto se puede concluir que la administración de 500 UI de gonadotropina corionica equina (eCG) al momento de retirar un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR) tiene la tendencia a incrementar el porcentaje de ovulación en vacas *Bos indicus* posparto, debido a que los niveles de progesterona dos días después de retirar el dispositivo fueron menores a 1ng/ml en todos los animales, además que promueve el crecimiento folicular. Sin embargo debido al tamaño de la muestra no es posible concluir que este tratamiento sea ventajoso sobre el grupo testigo, también será necesario que la muestra de hembras seleccionadas sea un poco más homogénea para poder concluir el posible efecto benéfico del tratamiento.

**REFERENCIAS:**

1. Galina C. S., Arthur G. H. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. 1989; *Animal Breeding Abstracts* 57: 899-910
2. Gilf A., Russo A., Agüero A. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. *InVet* 2006; 8:1-22.
3. Yavas Y, Walton JS. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*. 2000; 54: 25-55.
4. Smith, O.B., Akinbamijo. O.O. Micronutrients and reproduction in Farm animals. *Anim Reprod Sci*. 2000; 60-61:549-560.
5. Jolly P.D., Mc Dougall S., Fitzpatrick L. A. Macmillan K.L., Entwistle K.W. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J. Reprod. Fert. Suppl*. 1995; 49:477-492.
6. Bossis I, Wettermann. R. P., Wently S.D., Vizcarra J.A., Spicer L. J., Diskin M. G. Nutritionally induced anovulation in beef Heifers: Ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J. Anim. Sci*. 1999; 77:1536-1546.
7. Rhodes F. M., Entwistle K.W., Zinder J. E. Changes in ovarian function and gonadotrophin secretion preceding the onset of nutritionally induced anoestrus in *Bos indicus* heifers ---biology of reproduction. 1996; 55: 1437-1443.
8. Sinclair K. D., Revilla R., Roche J. F., Quintans G., Sanz A., Mackey D.R., Dissin M. G. Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 postpartum in suckling beef cows. *J. Anim. Sci*; 2002; 75: 115-126.

9. Williams GL., Gazal OS, Guzman Vega GA., Stanko RL. Mechanism regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod Sci.*1996; 42: 289-297.
10. Lucy M. C., Savio J. D., Badinga L., De la Sota R. L., Thatcher W.W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Anim. Sci.*;1992; 70:6615-3626.
11. Poppi D.P., McLennan S.R. Protein and energy Utilization by ruminants at pasture *J. Anim. Sci.*;1995; 73: 278-290.
12. Yavas Y, Walton J.S., Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows. *Theriogenology* 2000; 54: 1-23
13. Gutiérrez-Añez J.C., Palomares-Naveda R., Aranguren-Méndez J.A., González-Fernández R., Portillo-Martínez G., Soto-Belloso E. Efecto de los días posparto, predominio racial, número de partos y época del año sobre la respuesta reproductiva de vacas mestizas en anestro tratadas con un progestágeno intravaginal más eCG y PGF2a. *Rev. Cient. FCV - LUZ. XVI* (5): 544-555. 2006.
14. Domínguez C. Algunas limitaciones reproductivas de las vacas. González-SC, Soto BE editors. *The lung:Córdoba. Raben Press, 2005:448-452.*
15. Domínguez, C., Martínez, N., y Colmenares, Omar. Características reproductivas de rebaños bovinos doble propósito en los llanos centrales de Venezuela. *Zootecnia Trop.* 2004, .22: 33-146.
16. Arana D. C., Echevarria C. L, y Segura C. J. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Rev. investig. vet. Perú, jul./dic 2006;17:108-113.*

17. Wiltbank J.N., Rowden W.W., Ingalls J.E., Zimmerman D.R. Influence of post-partum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *J. Anim. Sci.* 1964;23:1049–1053
18. Dunn, T.G., Ingalls, J.E., Zimmerman, D.R. and Wiltbank, J.N. Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by pre- and post-calving energy intake. *J. Anim. Sci.* 1969;29:719–726
19. Kanuya NL, Matiko MK, Nkya R., Bittegeko SBP., Mgasas MN, Reksen O, Ropstad E. Seasonal changes in nutritional status and reproductive performance of Zebu cows kept under a traditional agropastoral system in Tanzania. *Trop. Anim. Health Prod.* 2006; 38: 511-519.
20. Carter M. L., Dierschke D.J., Rutledge J.J., Hauser E.R. Effect of gonadotropin-releasing hormone and calf removal on pituitary-ovarian function and reproductive performance in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 1980; 51: 903-910.
21. Irvin H.J., Zaied A.A., Day B.N., Garverick H.A. GnRH induced LH release in suckled beef COWS. I. The effects of days postpartum and estradiol-17 $\beta$  concentrations on the release of LH following administration of GnRH. *Theriogenology* 1981; 15:443-448.
22. Kesler D.J., Troxel T.R., Hixon D.L. Effect of days postpartum and exogenous GnRH on reproductive hormone and ovarian changes in postpartum suckled beef cows. *Theriogenology* 1980; 13:287-296.
23. Odde K.G. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.* 1990 68 817-830.
24. Bó, G.A., Baruselli, P.S., Moreno, D., Cutaia, L., Caccia, M., Tribulo, R., Tribulo, H., Mapletoft, R.J. 2002. The control of follicular wave development

- for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology*; 57:53-72
25. Kastelic J. P., Ginther O. J. Factors affecting the origin of the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. *Anim Reprod.Sci.* 1991; 26:13-24.
26. Cutaia L. Sitio Argentino de producción animal, Inseminación Artificial a tiempo fijo (IATF): Una herramienta para el mejoramiento genético. Argentina (Córdoba) Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Universidad Católica de Córdoba. 2006.
27. Bó, GA., Adams, GP., Pierson, RA., Mapletoft, RJ. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology*; 1995; 43:31-40
28. Diaz, G.S., Galina, C.S., Basurto, C.H. et al. Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Arch. med. vet.*, 2002; 34:283-286.
29. Colazo Marcos Germán; Kastelic John Patrick; Mapletoft Reuben John. Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology*2003;60(5):855-65.
30. Perea, FP., De Ondiz, AD., Palomares RA., Hernández HJ., González R., Soto ER. Control of postpartum anestrous with an intravaginal progesterone device plus eCG or calf removal for 120 h in suckled crossbred cows managed in a pasture-based system. *Anim Reprod Sci.* 2008; 106 298–310.
31. Espinosa VL, Méndez VJ, Arechiga FC. Interciencia Crecimiento Folicular ovarico en animales domesticos: ina revisión. *Revista de Ciencia y tecnología de América.Venezuela.* 2007; 32: 93-99.

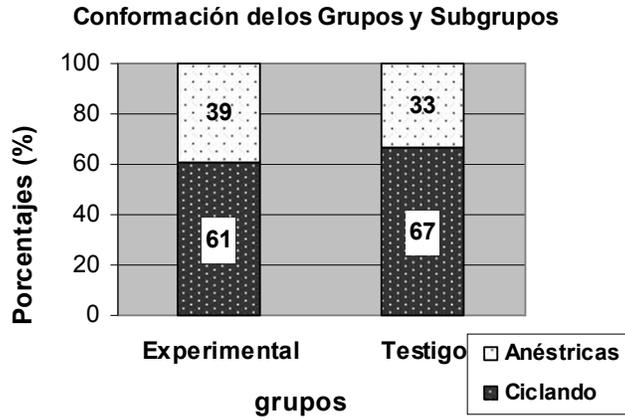
32. Rhodes F.M., Burke C.R., Clark B.A., Day M.L., Macmillan K.L., 2002. Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrus cows and cows which have resumed oestrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 69, 139–150.
33. Wiltbank M.C., Gumen A., Sartori R.,. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*. 2002; 57, 21–52.
34. Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bó GA. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anoestrous beef cattle in tropical climates. *Anim. Reprod. Sci.* 2004; 81-82: 479-486.
35. Murphy BD, Marinuk D. Equine Chorionic Gonadotropin. *Endocrine Reviews* 1991; 12:27-44.
36. Bó GA., Baruselli PS., Martinez MF. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod Sci.* 2003; 78 307–326.
37. Bó GA, Baruselli PS. Programas de Inseminación Artificial a tiempo fijo en el Ganado bovino. Memorias de XI congreso Venezolano de producción e industria Animal; 2002 Octubre 22 -26; Trujillo (Valera) Bolivia. Argentina (Córdoba) Brazil (São Paulo): Instituto de producción animal Córdoba (IRAC), Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Católica de Córdoba. y Departamento de Reprodução Animal.
38. Peters, AR. Ball PJH. Reproducción de ganado vacuno. Acribia. Zaragoza, España. 1991.
39. Orihuela A. Some factors affecting the behavioural manifestations of oestrus in cattle: a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2000;70: 1-16
40. Stegnera JE, Badera JF, Kojimaa FN, Ellersieckb MR, Smitha MF, Pattersona D.J, Fixed-time artificial insemination of postpartum beef cows at

- 72 or 80 h after treatment with the MGA1 Select protocol *Theriogenology*, 2004; 6: 1299–1305.
41. Bó G.A., Cutaia L., Tríbulo R. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos de carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. *Rev. Taurus*. 2002; 15: 17-32.
42. García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF., México
43. Edmonson, A.J.; Lean, I.J.; Weaver, L.D.; Farver, T. y Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein Dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
44. Stahringer, R.C. El manejo del amamantamiento y su efecto sobre la eficiencia reproductiva en rodeos bovinos de cría. Resultados en el Noreste Argentino *Taurus*. 2003; 18:21-33
45. Pulido A., Zarco L., Galina C.S., 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.
46. Peeler I.D., Nebel R.L. Pearson R.E., Swecker W.S., Garcia A. Pregnancy Rates After Timed AI of Heifers Following Removal of intravaginal Progesterone Inserts. *J Dairy Sci.* 2004;87:2868-2873
47. Daniel W. *Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud*. México: Grupo Noriega Editores, 1993.
48. Willard, S., S. Gandy, S. Bowers, K. Graves, A. Elias y C. Whisnant. 2003. The effects of GnRH administration postinsemination on serum

- concentrations of progesterone and pregnancy rates in dairy cattle exposed to mild summer heat stress. *Theriogenology* 59 (8):1799-1810.
49. Aisen, EG. 2004. Reproducción ovina y caprina. En: Preparación de las hembras. Detección y control del estro y la ovulación. Figueiredo V. (ed). Inter-Médica, S.A.I.C.I., Buenos Aires, Argentina.
50. Soto HC., González BH., Rossi M., Godoy S., Bello A. Evaluación de la actividad ovárica de bovinos explotados en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical* 1999; 17 (1):3-171.
51. Torres RA. Determinación de la concentración de Progesterona sérica en vaquillas tratadas con implante de Progesterona (Cuemate (Pfizer)) para sincronización de celo (tesis de licenciatura). Chile (Temuco): Univ. Católica de Temuco, 2004.
52. Tegegne, A., Entwistle, KW., Mucasa-Mugerwa, E. Effects of supplementary feeding and suckling intensity on postpartum reproductive performance on Small East –African Cebú cows. *Theriogenology* 1992; 38(1):97-107.
53. Esperón AE. Efecto de la transferencia de tecnología y su impacto en la reproducción en el sistema de producción bovina de doble propósito en el oriente de colima (tesis de doctorado). Colima (Colima) México: Univ. de Colima, 2000.
54. Uribe-Velásquez LF, Obab, E., y Souzac, MIL. Población folicular y concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en ovejas sometidas a diferentes protocolos de sincronización. *arch med vet.* 2008; 40:83-88.
55. Gutiérrez A.C., Zarco L., Galina C.S, Rubio I., Basurto H. Predictive value of palpation per rectum for detection of the CL in Zebu cattle as evaluated by

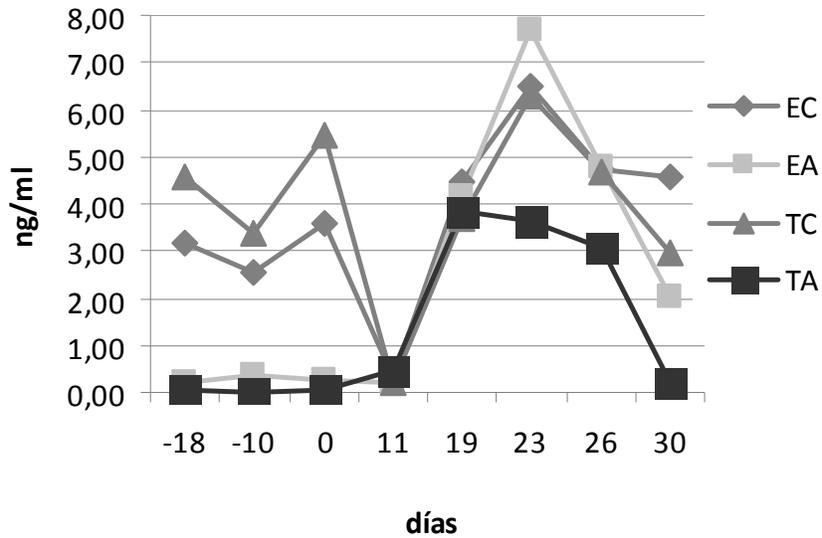
- progesterone concentrations and ultrasonography. *Theriogenology*. 1996; 46:471-479.
56. Vaca L.A., Galina S., Fernandez-Baca, Escobar J., Ramirez B. Progesterone levels and relationship with the diagnosis is of a corpus Luteum by rectal. *Theriogenology*. 1983; 20:67-76.
57. Moreno L., Cutaia, R. Tríbulo, M. Caccia, I. Videla D., Aba MA., Bó GA. Efecto de la Adición de una Dosis de eCG en Tratamientos de Sincronización de la Ovulación con DIV-B y Estradiol en Receptoras de Embriones. 4° Simposio Internacional de Reproducción Animal; junio 22- 24 Córdoba (Huerta Grande) Argentina: Univ. Católica de Cordoba. 2001:267.
58. Maraña D. Estrategias de destete temporario y tratamientos con eCG en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con dispositivos con progesterona en vacas cruzas cebú con cría (tesis de maestría). Córdoba Argentina: Univ. Nacional de Córdoba, 2007
59. Cutaia L. De Ondiz SA., Perea GF., Cruz R., Arámbulo, G., Portillo M., y Soto BE. Evaluación ultrasonográfica del crecimiento del folículo ovulatorio en vacas anéstricas mestizas Cebú post-tratamiento con Norgestomet y eCG. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2002. 10(1): 20-23
60. Zeitoun MM., Rodríguez HF., Rental RD. Effect of season on ovarian follicular dynamics in Brahman cows. *Theriogenology* 1996;45:1577-1581.
61. Rhodes, FM., Fitzpatrick LA., Entwistle KW. Death. G. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. *J Reprod Fertil.* 1995;104:41-49

62. Murphy, MG., Boland, MP., Roche, JF. Pattern of follicular growth resumption of ovarian activity in post-partum beef suckled cows. *J Reprod Fertil.* 1990; 90: 523-533
63. Rajamahendran., Taylor., RC. Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone profiles. *Anim. Reprod. Sci.* 1990; 22:171–180.
64. Bó G.A., Cutaia, L., Peres, LC., Pincinato, D., Maraña D., Baruselli, PS. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. In: *Reproduction in Domestic Ruminants VI*, Juengel JL, Murray JF and Smith MF editors, Nottingham University Press, 2007:223-236.
65. Sá Filho M.F., Reis E.L., Viel Jr. J.O., Nichi M., Madureira E.H. y Baruselli P.S. Dinámica folicular de vacas Nelore lactantes en anestro tratadas con progestágeno, eCG y GnRH. *Acta Scientiae Veterinariae* 2004; 32: 235.
66. Cutaia L., Moreno D., Chesta P., Bó, GA. “Efecto de la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) en distintos momentos del tratamiento con dispositivos con progesterona en vacas con cría en pobre condición corporal”. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal; 2003 junio 27-29; Córdoba (Huerta Grande) Argentina: Univ. Católica de Córdoba. 2001:267. Perea, GF., Soto, BE., Ramírez, IL., González, FR., Goicochea, LJ., De Ondiz, SA. Tratamiento del anestro postparto con progesterona intravaginal mas eCG en vacas mestizas tropicales. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIII, N° 1, 38-44, 2003.*

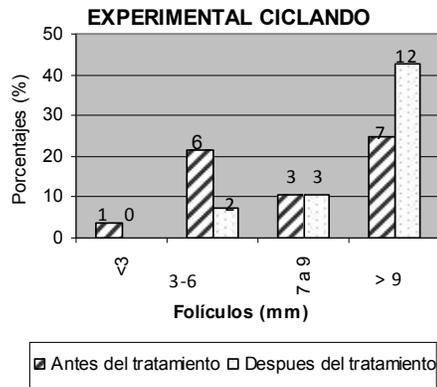


**Figura 1.** Porcentaje de las vacas en los cuatro grupos (experimental ciclando, experimental anéstricas, testigo ciclando, testigo anéstricas)

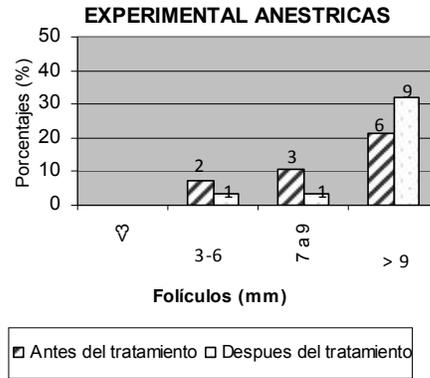
## Niveles de P4



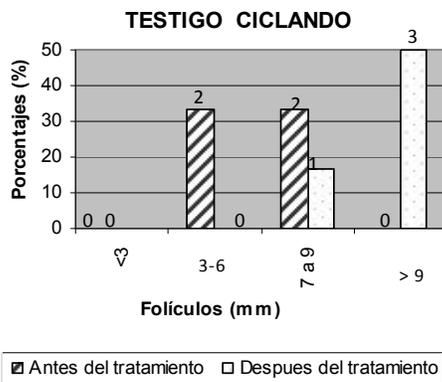
**Figura 2.** Promedios de los niveles de P4 en cada grupo donde EC es el grupo experimental ciclando, EA es el grupo experimental anéstricas, TC testigo ciclando y TA testigo anéstricas.



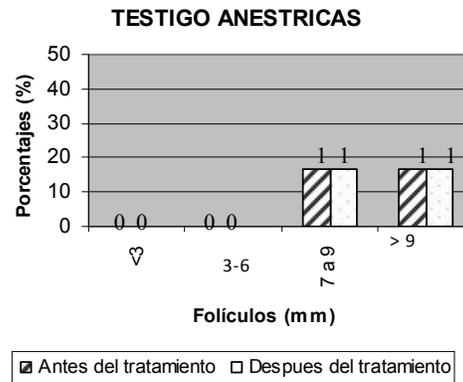
**Figura 3.** Porcentajes del grupo experimental vacas ciclando en 4 categorías de diámetros de los folículos encontrados por ultrasonografía antes y después del tratamiento



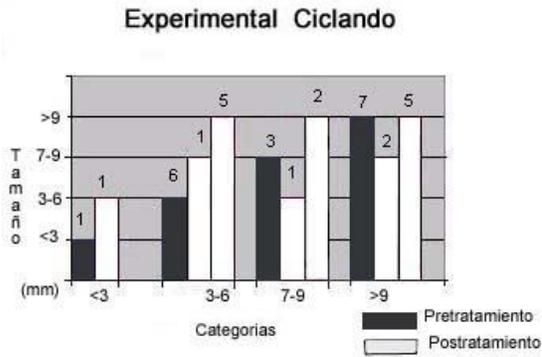
**Figura 4.** Porcentajes del grupo experimental anéstricas en 4 categorías de diámetros de los folículos encontrados por ultrasonografía antes y después del tratamiento



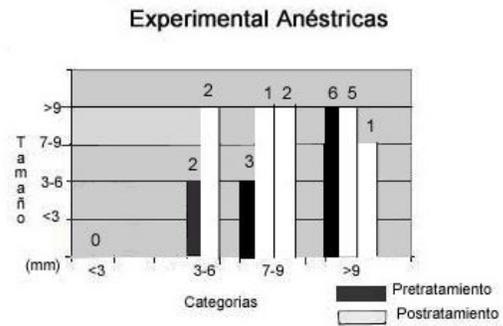
**Figura 5.** Porcentajes del grupo testigo vacas ciclando en 4 categorías de diámetros de los folículos encontrados por ultrasonografía antes y después del tratamiento



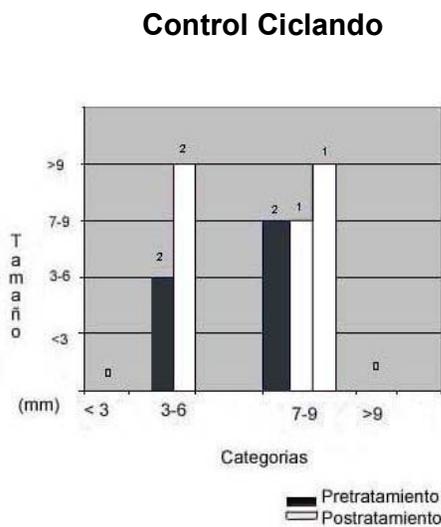
**Figura 6.** Porcentajes del grupo testigo vacas anéstricas en 4 categorías de diámetros de los folículos encontrados por ultrasonografía antes y después del tratamiento



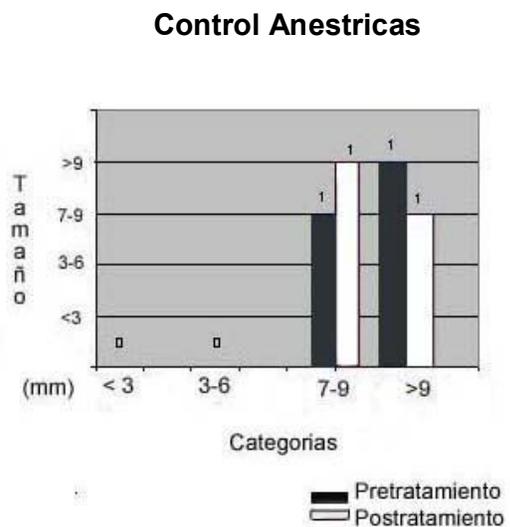
**Figura 7.** Cambio de categoría del Diámetro folicular postratamiento en el grupo experimental ciclando.



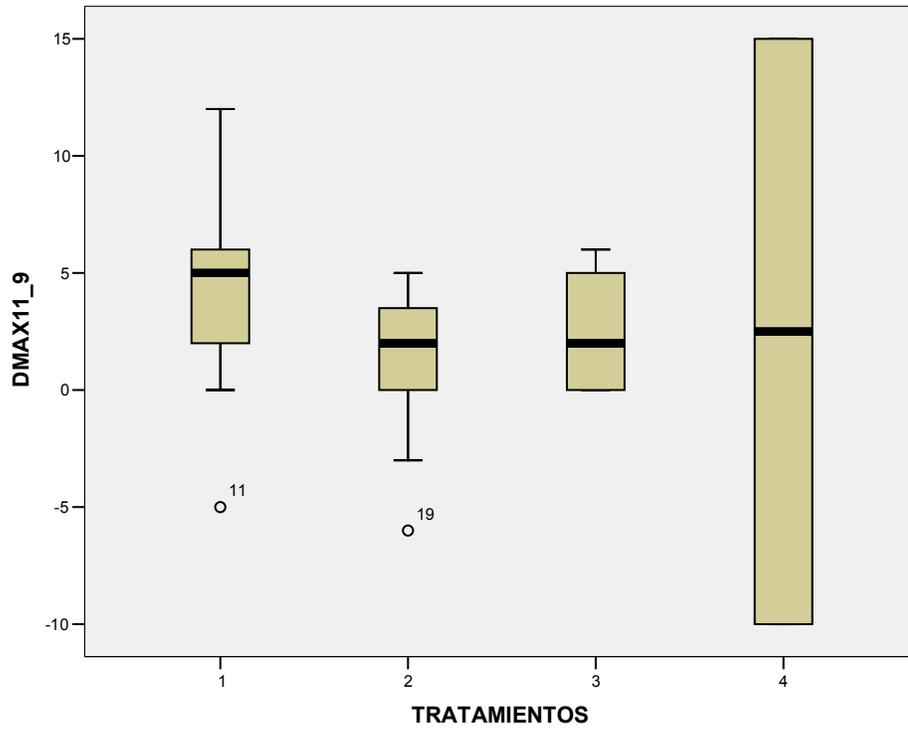
**Figura 8.** Cambio de categoría del diámetro folicular postratamiento en el grupo experimental anéstricas.



**Figura 9.** Cambio de categoría del del diámetro folicular postratamiento en el grupo testigo ciclando.



**Figura 10.** Cambio de categoría del diámetro folicular postratamiento en el grupo testigo anéstricas.



**Figura11.** Gráfica de cajas de la variable tamaño máximo de folículos

(38)

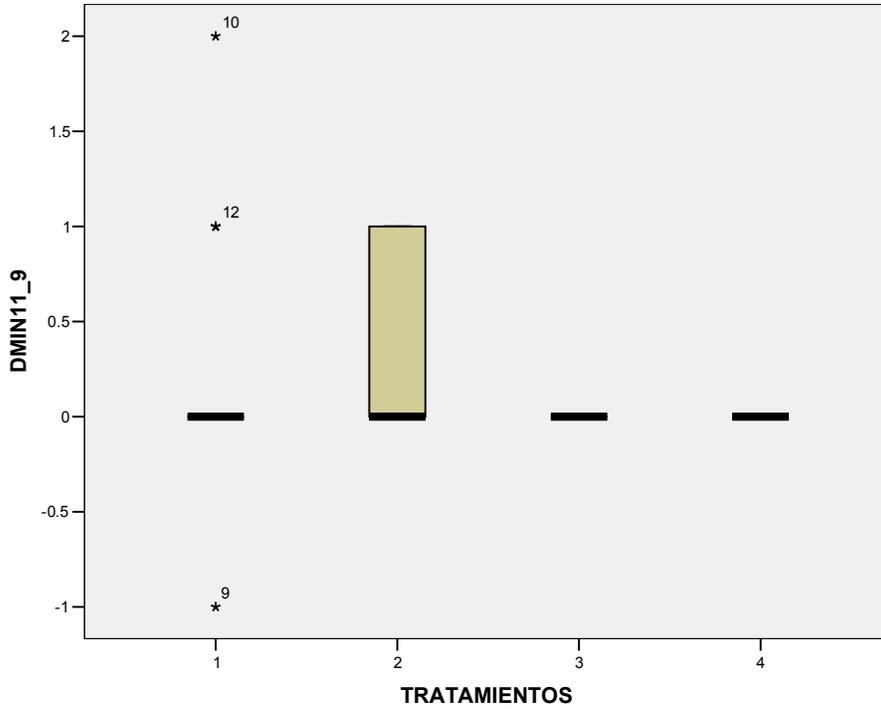


Figura12. Gráfica de cajas de la variable tamaño mínimo de folículos

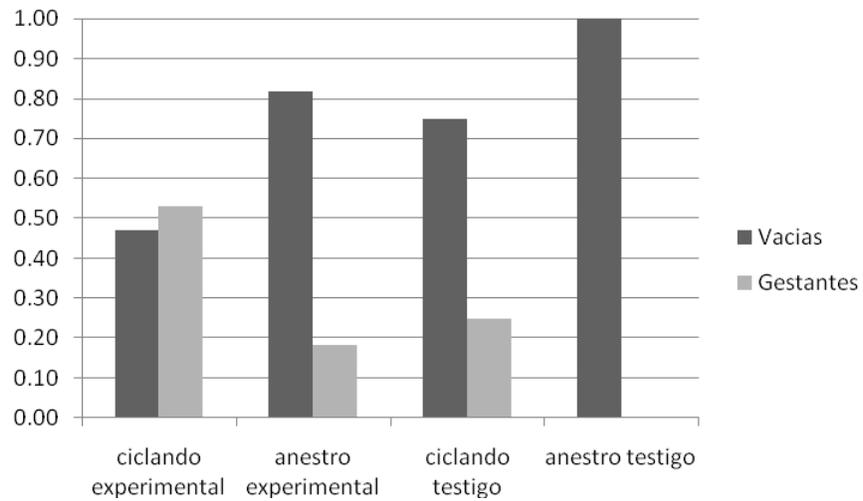


Figura 13. Proporción de vacas gestantes y vacias en cada grupo

Cuadro 1

**Análisis de la varianza para la variable tamaño mínimo de folículos al día 11**

		Suma de cuadrados	Desviación estándar	Media de cuadrados	Frecuencia	Significancia
DMIN11_9  (Diámetro mínimo de folículos días 9-11)	Entre grupos	.513	3	.171	.535	.662
	Dentro de los grupos	9.604	30	.320		
	Total	10.118	33			

**Cuadro 2****Análisis de la varianza para la variable tamaño máximo de folículos al día 11**

		Suma de cuadrados	Desviación estándar	Media de cuadrados	Frecuencia	Significancia
DMAX11_9  (Diámetro mínimo de folículos días 9-11)	Entre grupos	68.083	3	22.694	.935	.436
	Dentro de los grupos	727.799	30	24.260		
	Total	795.882	33			

**Cuadro 3**

**Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la variable tamaño mínimo de folículos al día 11. Donde el 1: Es el grupo experimental ciclando, 2: Es el grupo experimental anéstricas, 3: Es el grupo testigo ciclando, 4: Es el grupo testigo anéstricas.**

	TRATAMIENTOS	N	Rango Medio
DMIN11_9	1	17	17.24
	2	11	19.82
	3	4	14.00
	4	2	14.00
	Total	34	
Chi-Cuadrada			2.271
Desviación estándar			3
Significancia			.518

**Estadísticas de prueba (a, b)**

a Prueba Kruskal Wallis

b Agrupación de variables: TRATAMIENTOS

**Cuadro 4**

**Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la variable tamaño máximo de folículos al día 11. Donde el 1: Es el grupo experimental ciclando, 2: Es el grupo experimental anéstricas, 3: Es el grupo testigo ciclando, 4: Es el grupo testigo anéstricas.**

	TRATAMIENTOS	N	Rango Medio
DMAX11_9	1	17	20.76
	2	11	13.18
	3	4	15.50
	4	2	17.50
	Total	34	
Chi-Cuadrada			4.089
Desviación estándar			3
Significancia			.252

**Estadísticas de prueba (a, b)**

a Prueba Kruskal Wallis

b Agrupación de variables: TRATAMIENTOS