

## 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

Effect of natural progesterone with and without estradiol benzoate on the onset signs of oestrus, ovulation and pregnancy in *Bos indicus* cattle raised under mexican tropical conditions

G.S., DIAZ<sup>1</sup>, MVZ, MPA., C.S., GALINA<sup>1</sup> MVZ, PhD., C.H., BASURTO<sup>2</sup> MVZ, MPA., G.P., OCHOA<sup>3</sup>, MVZ, PhD.

<sup>1</sup>Departamento de Reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,

Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, D.F. CP. 04510

<sup>2</sup>Area de Reproducción, Centro de Investigación Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>3</sup>Departamento de Genética y Estadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

### SUMMARY

The effect of a intravaginal device containing 1.9 g of progesterone and one capsule of 10 mg of estradiol benzoate (EB) (CIDR-B) was evaluated in *Bos indicus* cattle. Upon withdrawal, calculations regarding estrous rate, ovulation and pregnancy were considered. 122 *Bos indicus* cows (experiment 1) and 30 heifers (experiment 2) were used and randomly divided in three groups: Group ST: 20 cows and 10 heifers without treatment, group CIDR-B-E: 51 cows and 10 heifers with the device withdrawal at 10 or 13 days respectively (CIDR-B+E:). Finally, 51 cows and 10 heifers with the device withdrawal at 10 or 13 days respectively plus an injection 24 hours late of 1 or 2 mg of EB for cows and heifers respectively.

The animals were observed for oestrus detection during 96 hours continuously after CIDR-B removal. Afterwards, starting at day 17 the animals were observed twice daily for one hour each period until 90 days. The cows that showed oestrus between 0 to 47 days were artificially inseminated and open cows in oestrus between 48 to 90 days post CIDR-B withdrawal were placed with a bull. Blood samples were collected for progesterone evaluation to confirm ovulation and ovarian activity. Pregnancy diagnosis was carried out via rectal palpation and ultrasonography. Discrete variables were analysed using the exact Fisher test. Continuous variables were analysed by Student t test, and reproductive parameters in the cows were related to oestrus, ovulation and pregnancy through a CATMOD SAS general lineal model.

In both experiments the group CIDR-B+E showed a high rate of oestrus 92.2 and 90.0% for cows and heifers respectively and was different ( $p < 0.05$ ) to CIDR-B-E (60.8 and 50.0%) and ST (35.0 and 0.0%). In relation to ovulation, no significant difference was found between groups ( $p > 0.05$ ). However, CIDR-B-E showed better rates 51.6 and 60.0% than ST group 28.6 and 30.0% and CIDR-B+E group 36.2 and 30.0%. Global pregnancy during 90 days was 25.4% in experiment 1 and 56.7 in experiment 2 ( $p < 0.05$ ). However, pregnancies obtained during the 0-5 days of CIDR-B withdrawal and the next four oestrus cycles were not significantly different in the three groups ( $p > 0.05$ ). Nonetheless, 83.8% and 82.3% of the pregnancies concur in the first five days after withdrawal and the next two cycles.

Therefore it can be concluded that the oestradiol injection induced the presence of high number of animals in oestrus, but the ovulation rate and pregnancy rate was not improved. However, others factors influenced the results such as nutrition and suckling.

*Palabras claves:* Progesterona natural, benzoato de estradiol, presentación de celo.

*Key words:* Natural progesterone, oestradiol benzoate, oestrus presentation.

## INTRODUCCION

A pesar de que el trópico mexicano tiene un gran potencial para el desarrollo pecuario (Román, 1981), los parámetros productivos y reproductivos observados indican que los recursos disponibles no se aprovechan eficientemente (Anta y col., 1989). En estas zonas predomina la explotación del ganado *Bos indicus* que presenta como principales limitantes la dificultad para la detección del estro (Galina y Arthur, 1990), y que la mayoría de las vacas reinician la actividad ovárica posparto aproximadamente a los 100 días, hechos que dificultan la obtención de una cría por año (Anta y col., 1989).

Para disminuir esta problemática se ha empleado la sincronización del estro, cuyo principal objetivo es el inducir y agrupar la manifestación del celo en un período de tiempo preestablecido de corta duración, obteniéndose ventajas como optimizar el uso de la inseminación artificial y transferencia de embriones, programar épocas de empadre e inducir la actividad ovárica precoz en novillas y en vacas con anestro posparto prolongado (Basurto, 1997).

En la actualidad, los principales métodos de sincronización son retrasar la presentación del estro por medio de progesterona ( $P_4$ ) o progestágenos sintéticos, los cuales imitan la función del cuerpo lúteo, o acelerar el inicio del estro causando la regresión prematura del cuerpo lúteo utilizando agentes luteolíticos como la Prostaglandina F<sub>2</sub> (PGF<sub>2</sub>) o sus análogos (Peters, 1986).

Sin embargo, los dos métodos presentan algunas desventajas como la variabilidad en el inicio de los signos de estro, que en el caso de utilizarse progesterona se debe a una variación en la tasa de desarrollo folicular cuando los niveles hormonales declinan al retirarse el tratamiento y cuando se opta por emplear PGF<sub>2</sub> la sincronía depende de la etapa del ciclo al momento de provocarse la luteólisis (Macmillan y Peterson, 1993; King y col., 1982). Además, en el caso de la progesterona se ha documentado que cuando el tratamiento se aplica en un estado

avanzado del ciclo estral puede producirse la persistencia del folículo dominante (Beal y col., 1988).

A pesar de los inconvenientes encontrados, el uso de la progesterona constituye una opción muy utilizada y dentro de estos tratamientos, los dispositivos de control interno liberadores de drogas de administración intravaginal (CIDR-B), que contienen 1.9 g de progesterona y una cápsula con 10 mg de benzoato de estradiol (BE), presentan una serie de ventajas como son un 99% de retención en períodos de 4 a 12 días, fácil aplicación y retiro que disminuyen el manejo del ganado. Además, como contienen progesterona natural pueden medirse en sangre o leche los niveles hormonales que se alcanzan después de su colocación (Macmillan y Peterson, 1993).

El CIDR-B, se ha evaluado para sincronizar e inducir el estro en vacas con anestro posparto prolongado (Macmillan y col., 1995). También, se ha utilizado incluyendo dosis bajas de estradiol a las 24 ó 48 horas posteriores al retiro del dispositivo, tratando de disminuir la variación en el inicio del estro. Asimismo, ha facilitado la detección de un mayor número de vacas en celo ya que éste es más evidente (Hanlon y col., 1996).

En estos estudios, los resultados han sido satisfactorios. Sin embargo, principalmente se han utilizado animales *Bos taurus* con una condición corporal óptima, por lo que considerando que una buena nutrición es relevante para el éxito de los tratamientos hormonales, puede asumirse que en estos trabajos existieron mayores probabilidades de obtener una buena respuesta (Roche y Mihn, 1997).

El CIDR-B es un producto de uso reciente en México, en donde la mayor parte del ganado productor de carne y doble propósito se encuentra en las zonas tropicales, que se caracterizan porque la alimentación se basa en el consumo de forrajes, cuya producción y contenido nutricional varían de acuerdo a las condiciones climáticas (Cuenca, 1998). Por lo tanto, es importante realizar evaluaciones utilizando el CIDR-B para inducir y sincronizar el estro en animales *Bos indicus* criados en las condiciones del trópico mexicano.

MATERIAL Y METODOS

*Ubicación.* El estudio se llevó a cabo en el Rancho “La Soledad”, perteneciente 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. Ubicado en el Km 3.5 de la carretera Martínez de la Torre-Novara, Municipio de Atzalán, Veracruz. El clima de la zona es caliente húmedo con lluvias todo el año, la precipitación pluvial de 1743 mm anuales y la temperatura promedio de 24°. Encontrándose localizado a 19° 50’ de latitud norte y 97° 1’ de longitud oeste y 150 msnm (García, 1988).

*Animales experimentales.* Se utilizaron 122 vacas Brahman (*Bos indicus*) y 30 novillas; 19 Brahman y 11 Beefmaster (*Bos taurus x Bos indicus*). Las novillas tenían una edad y peso promedio de 15 meses y 305±32.4 Kg. Además, durante el estudio, tuvieron una ganancia diaria de peso de 1.17 Kg. En la palpación rectal, y de acuerdo a las mediciones de progesterona, se

determinó que el 87% de ellas se encontraban en anestro. Por otra parte, las vacas tuvieron la presencia del becerro y se clasificaron de acuerdo al estado ovárico, días posparto, intervalo entre partos, número de parto, condición corporal (escala 1 a 5) (Edmonson y col., 1989) y ganancia o pérdida de peso durante el estudio. Por otro lado, se encontró, de acuerdo a la palpación rectal que el 86.1% de las vacas se encontraban en anestro al comenzar el programa reproductivo y que 93.1% tenían una condición corporal menor a 2.5 puntos. Asimismo, en el momento de la sincronización se encontraban perdiendo peso de acuerdo a las mediciones que se hacen rutinariamente en la explotación (figura 1).

*Grupos experimentales.* Los animales utilizados fueron asignados aleatoriamente a uno de los siguientes grupos:

GRUPO ST: 20 vacas y 10 novillas sin tratamiento (3 Beefmaster).

GRUPO CIDR-B-E: 51 vacas y 10 novillas (4 Beefmaster) a las que se les colocó durante 10 y 13 días respectivamente, por vía vaginal,

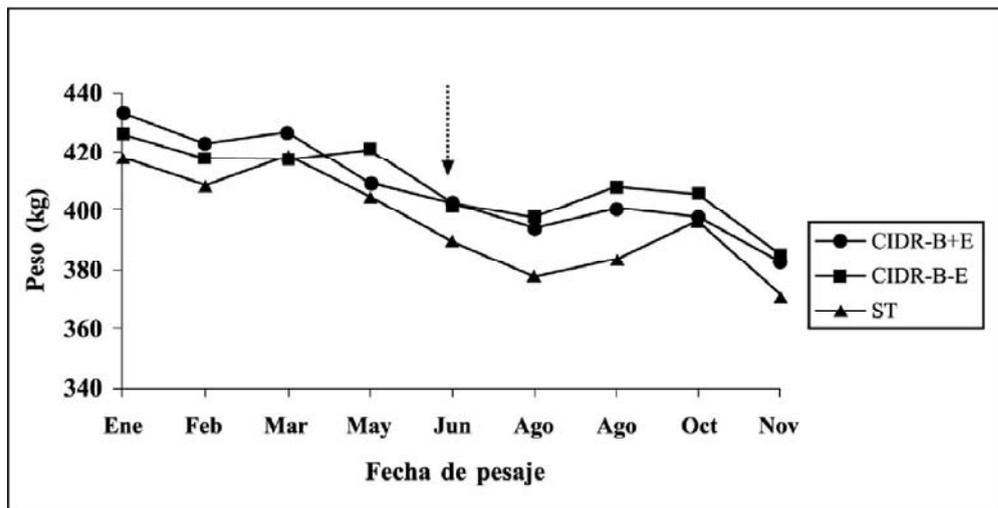


FIGURA 1. Peso de las vacas de los grupos sin tratamiento (ST), CIDR-B sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B - E) y CIDR-B con inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B + E). La flecha indica el momento de la sincronización.

Weight of the cows in the groups with out treatment (ST) CIDR-B without estradiol benzoate (CIDR-B-E) and CIDR-B with estradiol benzoate (CIDR-B+E). Arrow indicates the moment of synchronization.

un dispositivo de control interno liberador de drogas CIDR-B, que contiene 1.9 g de  $P_4$  y va acompañado de una cápsula de 10 mg de BE que se coloca junto con el dispositivo.

**GRUPO CIDR-B+E:** 51 vacas y 10 novillas (4 Beefmaster) a las que se les colocó durante 10 y 13 días respectivamente, por vía vaginal, un dispositivo de control interno liberador de drogas CIDR-B, que contiene 1.9 g de  $P_4$  y va acompañado de una cápsula de 10 mg de BE que se coloca junto con el dispositivo. A este grupo se le aplicó, además, 1 mg a las vacas y 2 mg a las novillas, de benzoato de estradiol intramuscular, a las 24 horas de retirarse el CIDR-B.

A las 12 horas del retiro del tratamiento los animales se observaron durante 96 horas continuas para detectar la conducta de celo. Asimismo, con esta finalidad se colocó un torete con el pene desviado. Los que presentaron conducta estral se inseminaron cuando permitieron ser montados por otra vaca o por el torete detector, utilizando semen congelado de toros de la raza Holstein de calidad probada. A lo largo del experimento se consideró un período de 90 días de servicios, divididos en cinco etapas tomando como punto de referencia el retiro del dispositivo: Etapa 1, 0 a 5 días; etapa 2, 6 a 26; etapa 3, 27 a 47; etapa 4, 48 a 68; etapa 5, 69 a 90. Durante las tres primeras etapas se utilizó inseminación artificial y en las restantes monta natural.

Para corroborar la ovulación, entre los 7 a 10 días posteriores al primer servicio, se obtuvo una muestra sanguínea por punción en la vena coccígea en las vacas que presentaron celo y en todas las novillas. Para obtener el suero sanguíneo, las muestras se centrifugaron durante 10 minutos a 2000 rpm y se analizaron por el método de radioinmunoensayo en fase sólida para determinar los niveles de progesterona, en el Laboratorio de Endocrinología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los

animales que tuvieron concentraciones de progesterona mayores a 1 ng/ml se consideró que iniciaron la ciclicidad u ovularon.

El diagnóstico de gestación se hizo por palpación rectal y ultrasonografía a los 40 días de la inseminación artificial o la monta, en las vacas que no retornaron a estro, utilizando un equipo de tiempo real Tokio Keiki LS-1000 con transductor lineal, siguiendo la técnica descrita por Reeves y col., (1984). Además, se realizaron observaciones para detectar retornos a estro de los 17 a 24 días posteriores al servicio.

*Análisis estadístico.* Las variables presentación de celo, ovulación y gestación se analizaron mediante la prueba exacta de Fisher. Además para relacionar estas mismas variables con las condiciones previas de las vacas se utilizó un modelo lineal logarítmico que se encuentra incluido en el Proc Catmod del paquete estadístico SAS (SAS, 1994). El número de horas del retiro del CIDR-B a la presentación de celo entre las novillas de los grupos CIDR-B+E y CIDR-B-E, a través de la prueba de T de Student para comparar dos medias con varianzas iguales (Zar, 1996).

## RESULTADOS

*Vacas.* Con respecto a la presentación de celo (cuadro 1), pudo observarse que en el grupo CIDR-B+E únicamente 4 animales no mostraron conducta estral, por lo que fue diferente ( $p < 0.05$ ) a los grupos ST y al CIDR-B-E, siendo la diferencia mayor con respecto al grupo ST, en el cual la respuesta fue únicamente de 35%. En cuanto a la ovulación, se encontró que el 57.7% de las vacas a las que se les aplicó el CIDR-B y que manifestaron celo ovularon, independientemente si el CIDR-B iba acompañado o no de la inyección de benzoato de estradiol. En el caso del grupo ST, este porcentaje fue de 28.6%, de acuerdo a las concentraciones séricas de progesterona encontradas. Es interesante resaltar que independientemente de los tratamientos, se detectó en celo al 70% de las hembras, sin embargo sólo ovuló un 41.2%.

Al analizarse las gestaciones (cuadro 2) pudo verse que del total obtenido, un 77.4% (24/31)

**CUADRO 1. Celos y ovulación en las vacas de los grupos sin tratamiento (ST), CIDR-B sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B - E) y CIDR-B con inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B + E). Estrus and ovulation in the cows without treatment (ST) CIDR-B without estradiol benzoate injection (CIDR-B-E) and CIDR-B with estradiol benzoate injection (CIDR-b+E).**

RESPUESTA	GRUPOS							
	ST n= 20		CIDR-B - E n=51		CIDR-B + E n=51		TOTAL n=122	
CELO*	7/20	(35.0) <sup>a</sup>	31/51	(60.8) <sup>a</sup>	47/51	(92.2) <sup>b</sup>	85/122	(69.7)
OVULACION**	2/7	(28.6) <sup>a</sup>	16/31	(51.6) <sup>a</sup>	17/47	(36.2) <sup>a</sup>	35/85	(41.2)

<sup>a, b</sup> Los valores en la línea con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ).

\*Las vacas que no mostraron celo no se muestrearon para determinación de progesterona.

\*\*Se consideró como ovulación niveles de progesterona sérica  $> 1$  ng/ml.

Los valores entre paréntesis representan porcentajes.

**CUADRO 2. Gestación en las vacas de los grupos sin tratamiento (ST), CIDR-B sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B - E) y CIDR-B con inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B + E). Pregnancy results in cows without treatment (ST) CIDR-B without estradiol benzoate injection (CIDR-B-E) and CIDR-B with estradiol benzoate injection (CIDR-B+E).**

GESTACION (días)	GRUPOS							
	ST n= 20		CIDR-B - E n=51		CIDR-B + E n=51		TOTAL	
0 – 5	1/20	(5.0)	6/51	(11.8)	6/51	(11.8)	13/122	(10.6)
6 – 26	3/19	(15.8)	6/45	(13.3)	2/45	(4.4)	11/109	(10.1)
27 – 47	0/16	(0.0)	1/39	(2.6)	1/43	(2.3)	2/98	(2.0)
48 – 68	1/16	(6.2)	1/38	(2.6)	2/42	(4.8)	4/96	(4.2)
69 – 90	0/15	(0.0)	0/37	(0.0)	1/40	(2.5)	1/92	(1.1)
<b>Acumulada</b>	5/20	(25.0)	14/51	(27.5)	12/51	(23.5)	31/122	(25.4)

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos en ninguno de los niveles ( $p > 0.05$ ).

Los valores entre paréntesis representan porcentajes.

se agrupó en los 0 a 26 días posteriores al retiro del CIDR-B y sólo un 22.6% (7/31) en los tres períodos restantes. La gestación total, incluyendo a los tres grupos, fue únicamente de 25.4%. Además, en cuanto a la gestación acumulada, como en cada uno de los períodos, no existió diferencia estadística significativa entre los grupos ( $p > 0.05$ ).

Así, considerando el bajo porcentaje de gestación total, se relacionaron las condiciones

reproductivas previas de las vacas, con el porcentaje de celo, ovulación y gestación, no encontrándose diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) cuando los animales se agruparon por estado ovárico, días postparto, intervalo entre partos y número de parto, sin embargo, existió un efecto significativo de la condición corporal sobre el porcentaje de gestación ( $p < 0.05$ ).

Finalmente, al hacerse una evaluación del empadre, a los 90 días de iniciado, se encontró

que de las hembras utilizadas un 65.5% (80/122) no presentaba actividad ovárica y que el 9.0% (11/122) se encontraban vacías, pero habían reiniciado la actividad reproductiva.

*Novillas.* Con respecto a la presentación de celos y ovulaciones (cuadro 3), en el grupo ST, ninguna novilla mostró celo durante los 6 días posteriores al retiro del CIDR-B, en los animales tratados, sin embargo, el 30% (3/10) ovuló de acuerdo a los niveles de P4 encontrados. En el grupo CIDR-B-E, el 60% (6/10) ovuló y solamente el 50% estuvo en celo, y en contraste en el grupo CIDR-B+E, el 90% (9/10) mostró celo y solamente ovuló el 30%. En forma global se observó que un 46.7% (14/30) presentó estro y el 40.0% (12/30) ovuló.

Por otra parte, en los grupos tratados las hembras del grupo CIDR-B-E presentaron celos a las 38 horas en promedio, 10 horas antes, en relación a las del grupo CIDR-B+E. Además, el error estándar e intervalo de confianza indicaron que en el grupo CIDR-B+E la respuesta fue más compacta ( $38 \pm 3.3$  vs  $48 \pm 1.9$  Hrs). Intervalo de confianza al 95% CIDR-B-E (47:41;29:26) CIDR-B+E (53:14;43:48).

Con respecto al número de gestaciones (cuadro 4) pudo observarse que un 82.3% de las hembras gestantes, en los tres grupos, las estuvieron durante los primeros 5 días de retirado el CIDR-B y los 2 siguientes ciclos estrales. Por otro lado, al analizarlas por grupo, se encontró

que en el grupo CIDR-B-E un 43% (3/7) de las gestaciones ocurrieron en el primer período (0 a 5 días); en el grupo CIDR-B+E el 100% (4/4) de las gestaciones sucedieron durante los tres primeros períodos, y en el grupo ST un 83% (5/6) se produjo a los 5 días de retirado el CIDR-B en los grupos tratados y en los dos siguientes ciclos estrales. Además, a pesar de no haber diferencias estadísticas significativas, en cuanto al número de animales gestantes entre los grupos tratados y el testigo, en el grupo CIDR-B+E sólo un 40.0% (4/10) de las novillas presentó gestación.

En cuanto al estado ovárico después del tratamiento, se encontró que el 47% (14/26) permaneció en anestro. Sin embargo, al considerar el número de novillas que iniciaron la ciclicidad, resaltó que un 92% (11/12) perteneció a los grupos tratados con CIDR-B.

## DISCUSION

El aplicar una dosis adicional de benzoato de estradiol (BE), al terminar el tratamiento con progesterona, incrementó el número de animales que mostraron conducta estral y permitieron la monta. En otros trabajos los resultados son similares, así MacDougall y col. (1992), utilizando 600 µg de BE aplicados a las 48 horas de retirar un CIDR-B reportaron un 81% de animales en celo. También Macmillan y col. (1994) encontraron en vacas lecheras con anestro

**CUADRO 3. Celos y ovulación en las novillas de los grupos sin tratamiento (ST), CIDR-B sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B - E) y CIDR-B con inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B + E). Estrus and ovulation in the heifers without treatment (ST) CIDR-B without estradiol benzoate injection (CIDR-B-E) and CIDR-B with estradiol benzoate injection (CIDR-B+E).**

RESPUESTA	GRUPOS						
	ST n= 10		CIDR-B - E n=10		CIDR-B + E n=10		TOTAL
CELO	0/10	(0.0) <sup>a</sup>	5/10	(50.0) <sup>b</sup>	9/10	(90.0) <sup>b</sup>	14/30 (46.7)
OVULACION*	3/10	(30.0) <sup>a</sup>	6/10	(60.0) <sup>a</sup>	3/10	(30.0) <sup>a</sup>	12/30 (40.0)

<sup>a, b</sup> Los valores en la línea con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ).

\* Se consideró ovulación, niveles de progesterona mayores a 1 ng/ml.

Los valores entre paréntesis representan porcentajes.

**CUADRO 4. GESTACION EN LAS NOVILLAS DE LOS GRUPOS sin tratamiento (ST), CIDR-B sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B - E) y CIDR-B con inyección de benzoato de estradiol (CIDR-B + E).**

**Pregnancy results in heifers without treatment (ST) CIDR-B without estradiol benzoate injection (CIDR-B-E) and CIDR-B with estradiol benzoate injection (CIDR-B+E).**

GESTACION días	GRUPOS						
	ST n= 10		CIDR-B - E n=10		CIDR-B + E n=10		TOTAL
0 – 5	0/10	(0.0)	3/10	(30.0)	1/10	(10.0)	4/30 (13.4)
6 – 26	3/10	(30.0)	1/7	(14.3)	2/9	(22.2)	6/26 (23.1)
27 – 47	2/7	(28.7)	1/6	(16.7)	1/7	(14.3)	4/20 (20.0)
48 – 68	0/5	(0.0)	1/5	(20.0)	0/6	(0.0)	1/16 (6.2)
69 – 90	1/5	(20.0)	1/4	(25.0)	0/6	(0.0)	2/15 (13.3)
<b>Acumulada</b>	<b>6/10</b>	<b>(60.0)</b>	<b>7/10</b>	<b>(70.0)</b>	<b>4/10</b>	<b>(40.0)</b>	<b>17/30 (56.7)</b>

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos en ninguno de los niveles ( $p > 0.05$ ). Los valores entre paréntesis representan porcentajes.

posparto, que un 91% presentó estro en un lapso menor a las 120 horas. De igual forma, Hanlon y col. (1996), Johnson y col. (1997) y Lammoglia y col. (1998), observaron en novillas porcentajes de celos de 94, 81 y 86% respectivamente. En cuanto a los bajos porcentajes de ovulación obtenidos, una posible explicación es que los animales pudieron haber presentado manifestación de signos de estro como una respuesta de imitación (Alelolimetría), al haberse formado un grupo sexualmente activo provocado por el tratamiento. En trabajos anteriores, Castro (1995) y Jiménez, (1997) encontraron que un 27% de las vacas sin tratamiento presentaron estro conjuntamente con animales que habían sido tratados con progestágenos. Otro aspecto a considerar es que la detección de estros no haya sido precisa, es decir, los observadores detectaron vacas en celo que no lo estaban. Es bien sabido que en el ganado *Bos indicus* esto resulta particularmente complejo, de este modo, Orihuela y col. (1983) reportaron en este tipo de ganado un 65% de eficacia, después de 100 horas de observación continua. Algunos autores, atribuyen este hecho a pautas de conducta propias de esta especie (Galina y col., 1982) y a influencias de la jerarquía social en el hato (Gutiérrez, 1990).

Este aspecto resulta interesante, particularmente en las vacas, ya que en el presente estudio, las muestras sanguíneas para hacer las determinaciones de progesterona y corroborar la ovulación, se tomaron únicamente en los animales que presentaron conducta estral y fueron inseminados, por lo que existe la posibilidad de que algunas vacas aun cuando no hubieran presentado estro, pudieron ovular (Dawuda y col., 1989). Otra posible explicación al bajo porcentaje de ovulaciones, en los tres grupos, es que la condición corporal de los animales utilizados fue baja y la influencia de la CC sobre la ovulación ya ha sido probada con anterioridad (Short y col., 1981). Así, en animales con buena CC, Fike y col. (1997) encontraron una relación estro ovulación del 84%, Tribulo y col. (1995) reportaron en novillas productoras de carne un 75% de ovulaciones y Johnson y col. (1997) encontraron porcentajes del 66%. En cuanto a las novillas, aun cuando estaban ganando peso, la dosis de BE utilizada fue de 2 mg, es decir, dos veces mayor a la que se ha empleado en otros trabajos, por lo en este caso es posible suponer que una cantidad mayor de estradiol pudo favorecer la presencia de celo que no es seguido de ovulación (Lammoglia y col., 1998).

En cuanto al bajo porcentaje de gestación en las vacas, fue posible demostrar el efecto de la mala CC que presentaban en su mayoría los animales utilizados. En otro estudio, De los Santos y col. (1979) encontraron un efecto similar en vacas en anestro, lactantes y en malas condiciones físicas, ya que en ese estudio sólo un 26% de los animales se gestaron. Además, la existencia de un mecanismo fisiológico que impide a las vacas tener una gestación, cuando pierden más del 25 al 30 % de su peso corporal adulto durante el período posparto, ya había sido postulado como un valor que limita la eficiencia reproductiva en vacas posparto (Oliver y Richarson, 1976).

En el caso de las novillas, a pesar de estar ganando peso, aunque en menor magnitud, la ovulación y fertilidad también fueron bajas, siendo una posible explicación que por la dosis de BE utilizada, los folículos en crecimiento y dominancia se hayan atresiado, resultando en una nueva oleada folicular promovida por una liberación prematura de LH, la cual pudo haber interferido con la sincronía entre el celo y la ovulación (Lammoglia y col., 1998). Otra alternativa podría ser que existió una liberación prematura de LH que provocó una luteinización del folículo dominante, de modo que la ovulación no ocurrió. Finalmente, otra opción es que existieran fallas en la ovulación, porque el BE hubiera inducido conducta estral y liberación de LH sin el desarrollo de un folículo preovulatorio (Lammoglia y col., 1998).

Finalmente puede decirse que existió un efecto positivo del CIDR-B, al observarse que en las novillas de los grupos tratados, más animales iniciaron la actividad estral. Además, que tanto en las vacas como en las novillas, las gestaciones se agruparon en momentos cercanos al fin del tratamiento, aún en los grupos no tratados, lo que proporciona indicios de un posible efecto de bioestimulación al haber muchos animales en celo (Wright y col., 1994).

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de un dispositivo intravaginal que contiene 1.9 g de progesterona y una cápsula de 10 mg de benzoato de estradiol

(BE) (CIDR-B ), seguido o no de la aplicación intramuscular de BE, a las 24 horas de retirado el dispositivo, y se observó el porcentaje de estro, ovulación y gestación. Se utilizaron 122 vacas (experimento 1) y 30 novillas (experimento 2) tipo *Bos indicus*, que fueron asignadas aleatoriamente a tres grupos: Grupo ST: 20 vacas y 10 novillas sin tratamiento; Grupo CIDR-B-E: 51 vacas y 10 novillas con un dispositivo por 10 ó 13 días respectivamente; y Grupo CIDR-B+E: 51 vacas y 10 novillas con un dispositivo por 10 ó 13 días, además de una inyección a las 24 horas de 1 ó 2 mg de BE.

La detección de estros se realizó mediante la observación visual, haciéndose durante 96 horas después de retirar el CIDR-B, y posteriormente entre los 17 a 24 días posteriores a cada período de servicios, hasta concluir los 90 días que duró el empadre. Las que presentaron estro entre los días 0 a 47 fueron servidas por IA y las que lo presentaron del 48 al 90 por monta natural. Se tomaron muestras sanguíneas para medir niveles de progesterona para corroborar ovulación. El diagnóstico de gestación se realizó por palpación rectal y ultrasonografía. Las variables categóricas se analizaron mediante la prueba exacta de Fisher y las continuas mediante t de Student. Las condiciones reproductivas previas de las vacas se relacionaron con celos, ovulación y gestación con un modelo lineal logarítmico del Proc CATMOD, SAS.

En ambos experimentos el grupo CIDR-B+E presentó un alto porcentaje de estro, 92.2 y 90.0% para vacas y novillas, siendo diferente ( $p < 0.05$ ) a los grupos CIDR-B-E (60.8 y 50.0%) y ST (35.0 y 0.0%). En cuanto a ovulación no hubo diferencias entre grupos ( $p > 0.05$ ), aunque el grupo CIDR-B-E presentó mejores porcentajes, 51.6 y 60.0% contra 28.6 y 30.0% del grupo ST y 36.2 y 30.0% del grupo CIDR-B+E. La gestación global durante 90 días fue de 25.4% en el experimento 1 y 56.7% en el experimento 2 ( $p < 0.05$ ). A pesar de que las gestaciones obtenidas durante el período de 0-5 días de retirado el CIDR-B y los consecuentes cuatro ciclos estrales no mostraron diferencia estadística ( $p > 0.05$ ), se observó que en todos los grupos ocurrieron en lapsos cercanos al

tratamiento, ya que en los dos experimentos un 83.8% y un 82.3% correspondieron a los 0-5 días del retiro del CIDR-B y a los dos siguientes ciclos estrales. Del estudio se concluye que el estradiol (1 ó 2 mg) indujo la presencia de un mayor número de animales en celo; sin embargo, esto no se tradujo en un mejor índice de ovulación y gestación, aunque habría que considerar otros factores que influyeron en los resultados como la nutrición y el amamantamiento.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) del Gobierno de México, por la beca otorgada para los estudios de Maestría de la autora principal.

## BIBLIOGRAFIA

- ANTA, E., J. A. RIVERA, C. GALINA, A. PORRAS, L. ZARCO. 1989. Análisis de la información publicada en México sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. II Parámetros reproductivos. *Vet. Méx.* 20: 11-18.
- BASURTO, Ch. 1997. Sincronización del estro en bovinos en el trópico Mexicano. Memorias avances de farmacología aplicada en la clínica bovina. México, D.F. México. pp. 131-142.
- BEAL, W. E., J. R. CHENAULT, M. L. DAY, L. R. CORAH. 1988. Variation in conception rates following synchronization of estrus with melengestrol acetate and prostaglandin F<sub>2</sub>. *J. Anim. Sci.* 66: 599-602.
- CASTRO, A. 1995. Factores que influyen en el reinicio de la actividad ovárica postparto en vacas cebú combinando tratamientos de Syncro-Mate B y destete temporal por 48 horas en la zona de San Carlos, Alajuela. Tesis de licenciatura. Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- CUENCA, L. 1998. Nutritional anestrus in beef cattle at pasture. Proceedings of the 4<sup>th</sup> SIPAR Follow-Up Seminar on Animal Reproduction and Biotechnology for Latin América. Vol. I, Belém/Castanhal/Pará/Brazil, Brazil. pp. 94-101.
- DAWUDA, P. M., L. O. EDUVIE, K. A. N. ESIEVO, E. C. I. MOLOKWU. 1989. Silent oestrus manifestation in Nigerian Bunaji Zebu cows. *Anim. Reprod. Sci.* 21: 79-85.
- DE LOS SANTOS, V. S. G., S. J. J. TABOADA, B. M. MONTAÑO, P. E. GONZALEZ, D. R. RUIZ. 1979. Efecto de la lactación controlada, y tratamiento con hormonas esteroides en la inducción y sincronización del estro en vacas encastadas de cebú. *Téc. Pec. Méx.* 36: 9-14.
- EDMONSON, A. J., I. J. LEAN, L. D. WEAVER, T. FARVER, G. WEBSTER. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.* 72: 68-78.
- FIKE, K. E., M. L. DAY, E. K. INSKEEP, J. E. KINDER, P. E. LEWIS, R. E. SHORT, H. D. HAFS. 1997. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 75: 2009-2015.
- GALINA, C. S., G. H. ARTHUR. 1990. Review on cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrus cycles. *Anim. Breed. Abstr.* 58: 697-707.
- GALINA, C. S., A. CALDERON, M. MCCLOSKEY. 1982. Detection of sings of oestrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. *Theriogenology* 20: 485-498.
- GARCIA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppén. 4<sup>a</sup> ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF., México.
- GUTIERREZ, A. C. G. 1990. Influencia de la jerarquía social del hato sobre la presentación del estro en novillonas cebú. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F, México.
- HANLON, D.W., N. B. WILLIAMSON, J. J. WICHEL, I. J. STEFFERT, A. L. CRAIGIE, D. V. PFEIFFER. 1996. The effect of estradiol benzoate administration on estrous response and synchronized pregnancy rate in dairy heifers after treatment with exogenous progesterone. *Theriogenology* 45: 775-785.
- JIMENEZ, P. R. 1997. 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. Tesis de licenciatura. Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- JOHNSON, S. K., M. L. DAY, J. M. LYNCH, J. E. KINDER, R. RASBY, R. E. SHORT, R. P. WETTEMANN, H. D. HAFS. 1997. Onset of estrus and luteal function in peripubertal heifers

- given an intravaginal progesterone releasing insert with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 75 (suppl. 1): 231.
- KING, M.E., G. H. KIRACOFÉ, J. S. STEVENSON, R. R. SCHALLES. 1982. Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus after PGF<sub>2</sub> in beef cattle. *Theriogenology* 18: 191-200.
- LAMMOGLIA, M. A., R. E. SHORT, S. E. BELLOWS, R. A. BELLOWS, M. D. MACNEIL, H. D. HAFS. 1998. Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripuberal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F<sub>2</sub>. *J. Anim. Sci.* 76: 1662-1670.
- MACMILLAN, K. L., S. MCDUGALL, V. K. TAUFA, A. M. DAY. 1994. Ovulation and oestrus among dairy cows with anovulatory anoestrus following progesterone pre-treatment. *Proc. Aust. Soc. Reprod. Biol.* 26: 74.
- MACMILLAN, K. L., A. J. PETERSON. 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrus synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrous. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 1-25.
- MACMILLAN, K. L., V. K. TAUFA, A. M. DAY, S. MACDOUGALL. 1995. Some effects of using progesterone and oestradiol benzoate to stimulate oestrus & ovulation in dairy cows with anovulatory anoestrus. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.* 55: 239-241.
- MCDUGALL, S., C. R. BURKE, K. L. MACMILLAN, N. B. WILLIAMSON. 1992. The effect of pre-treatment with progesterone on the oestrus response to oestradiol-17 benzoate in the post-partum dairy cow. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.* 52: 157-160.
- OLIVER, J., F. D. RICHARDSON. 1976. Relationship between conception rate in beef cattle and weight change. Proceedings, Beef Cattle Production in Developing Countries, Edinburgh, UK. pp. 154-157.
- ORIHUELA, A., C. S. GALINA, F. J. ESCOBAR, E. RIQUELME. 1983. Estrous behaviour following PGF<sub>2</sub> injection in zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology* 19: 795-809.
- PETERS, A. R. 1986. Hormonal control of the bovine oestrus cycle. II Pharmacological principles. *Br. Vet. J.* 142: 20-29.
- REEVES, J. J., N. W. RANTANEN, M. HAUSER. 1984. Transrectal real-time ultrasound scanning of the cow reproductive tract. *Theriogenology* 21 (3): 485-494.
- ROCHE, J.F., M. MIHM. 1997. Physiology and practice of induction and control of oestrus in cattle. *The bovine Practitioner* 31: 4-10.
- ROMAN, P. H. 1981. Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. *Ciencia Veterinaria* 3: 394-431.
- SAS. SAS User's Guide Statistics. 1994. Version 6.10, SAS Inst. Inc, Cary NC, USA.
- SHORT, R. E., E. M. CONVEY, R. B. STAIGMILLER, R. A. BELLOWS. 1981. Effects of intermittent small-dose injections of GnRH in anoestrous postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 53 (Suppl.): 366.
- TRIBULO, H. E., G. A. BO, J. P. KASTELIC, V. PAWLYSHYN, A. D. BARTH, R. J. MAPLETOFT. 1995. Estrus synchronization in cattle with estradiol-17 and CIDR-B vaginal devices. *Theriogenology* 43: 340 (abstr).
- WRIGHT, I. A., S. M. RHIND, A. J. SMITH, T. K. WHYTE. 1992. Effects pheromones from cows in oestrus on the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Anim. Prod.* 54: 465.
- ZAR, J. H. 1996. Bioestatistical analysis. 3<sup>a</sup> ed., Prentice Hall, New Jersey, USA.