

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE AGRONOMIA
CIDASTH.

INFORME FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACION

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGESTÁGENO Y DOS
TIPOS DE DESTETE SOBRE LA RESPUESTA A CELO Y
FERTILIDAD EN VACAS CEBUINAS (*Bos indicus*) EN EL
TRÓPICO HÚMEDO.**

Investigadores: Ing. Olger Murillo Bravo, M.Sc.
 Ing. Rafael Molina Sánchez, Dr.CV
 MVZ. Carlos S. Galina Hidalgo, Ph.D.
 Dra. Sandra Estrada Konig, M.Sc.

Informe Elaborado por: Ing. Rafael Molina S.
 Ing. Olger Murillo B.

2004

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	5
2.	PRESENTACIÓN	6
3.	INTRODUCCIÓN	8
	3.1 Antecedentes	8
	3.2 Marco teórico	10
	3.3 Definición del problema	11
4.	REVISIÓN DE LITERATURA	13
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
	5.1- Localización	15
	5.2- Animales empleados; procedimiento experimental	15
6.	RESULTADOS	18
	6.1- Manifestación de celo y ovulación;	18
	6.2- Duración e intensidad del celo;	19
	6.3- Actividad folicular.	19
	6.4- Evolución de la Condición Corporal.	24
	6.5- Tasa de gestación	25
7.	DISCUSIÓN	27
8.	REFERENCIAS	30

ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro 1. Proporción de animales que presentaron estro y ovulación en los grupos experimentales.</u>	<u>18</u>
<u>Cuadro 2. Tiempo de presentación del estro, duración, número de montas recibidas por hora en celo y promedio de esta actividad, posterior al retiro del implante, según los tratamientos.....</u>	<u>19</u>
<u>Cuadro 3. Distribución del estado de pérdida, mantenimiento o ganancia en la condición corporal (C.C.) de los animales durante el estudio.....</u>	<u>24</u>
<u>Cuadro 4. Número y porcentaje de animales gestantes, según el periodo post retiro del implante.....</u>	<u>26</u>
<u>Cuadro 5. Estratificación de la condición corporal de los animales que resultaron gestantes, según grupo asignado.....</u>	<u>26</u>

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1. Porcentaje animales que estaban ciclando antes y después de la exposición a los toros.....</u>	<u>20</u>
<u>Figura 2. Evolución de las estructuras ováricas mostrada por los animales del grupo CCV, durante el estudio.</u>	<u>21</u>
<u>Figura 3. Evolución de las estructuras ováricas mostrada por los animales del grupo SCV, durante el estudio.</u>	<u>22</u>
<u>Figura 4. Evolución de las estructuras ováricas mostrada por los animales del grupo SSC, durante el estudio.</u>	<u>23</u>
<u>Figura 5. Comparación del porcentaje acumulado de vacas gestantes.</u>	<u>25</u>

1. 1. RESUMEN

Para determinar el efecto de la aplicación de un progestágeno sintético y dos tipos de destete sobre la respuesta a la sincronización, la actividad folicular y la tasa de preñez, se utilizaron 55 hembras cebuinas (múltiparas) todas en lactación, con un promedio de 67 días posparto. Se les aplicó un implante auricular de Norgestomet más Valerato de Estradiol^[1], el cual fue retirado nueve días después. Al momento de retirar el implante las hembras se dividieron en tres grupos, el A (n=20) en el cual las madres estaban separadas de sus crías, pero tenían contacto visual y olfativo con ellas (**CCV**); el B (n=20) donde la cría también fue separada y la madre no tenía contacto visual con ella (**SCV**); el C (n=15), donde las crías no fueron separadas (**SSC**). En estos grupos se mantuvieron dos toros con experiencia y evaluación reproductiva previa; las vacas fueron observadas por 72 horas consecutivas, para determinar conductas estrales. Durante el periodo experimental, se realizaron ultrasonografías y determinaciones del nivel de progesterona (P₄) plasmática (dos veces por semana) por medio de sangrados.

Antes de iniciar el periodo de empadre, la proporción de animales **ciclando** fue de 10 % para el grupo **CCV**; de 20% para el **SCV** y de 33,3% para el lote **SSC**. En la etapa de empadre, el nivel de animales ciclando se incrementó a 85% en el **CCV**; a 70% en el **SCV** y a 80% en el **SSC**.

Los resultados indican que el 85,4% de los animales mostraron conducta de celo, como producto de la sincronización, pero solo el 69.1% ovularon. La duración del celo osciló entre 6,5 y 7,2 horas y las vacas recibieron entre 1,6 y 2,5 montas por hora en celo. Luego de retirar el implante el grupo **SSC** fue el que con más anticipación manifestó conducta estral (40,5 ± 10,4 h), seguido del **CCV** (44,6 ± 8,3 h) y del **SCV** (45,4 ± 6,5 h), sin embargo no se estableció diferencias entre los grupos (p>0.05).

La **tasa de gestación** global fue del 60%, resultando ser de 70 % para el grupo **CCV**; de 55% para el **SCV** y de 53,3% para el **SSC**, no se detectaron diferencias entre grupos (p>0,05).

La mejor respuesta reproductiva se produjo en los animales sometidos a la separación de la cría con contacto visual (CCV), ya que estas vacas tienden a reiniciar la actividad ovárica más rápido, por lo que tienen oportunidad de quedar gestantes lo más pronto posible, después de la intervención.

Se concluye que el tratamiento sincronizador es efectivo para inducir las vacas a mostrar conducta de celo, pero no lo es para llevarlas a ovular y preñarse; además la presencia de la cría no influye en los resultados obtenidos, luego de un tratamiento sincronizador.

^[1] CRESTAR, Lab. Intervet, Costa Rica

2. 2. PRESENTACIÓN

La ganadería de carne se desarrolló sobre dos ventajas comparativas; una frontera agrícola en expansión basada en los bajos precios de la tierra y una política de crédito subsidiado para el productor. Sin embargo, debido a la competencia por el recurso tierra que ejercen otras actividades agropecuarias de mayor rentabilidad, los altos precios de la misma, las políticas conservacionistas, las altas tasas de interés y la inestabilidad en los precios de la carne, el panorama ha cambiado radicalmente causando una fuerte contracción en el sector ganadero. Cabe agregar que con los sistemas de producción vigentes se obtienen muy bajos índices de productividad. En efecto, si se emplea la información disponible (Morales, 1990; SEPSA, 1990), la cual señala que la dotación de animales por unidad de superficie es de 0,8 unidades animales por hectárea y la ganancia de peso se estima en 300 g por animal por día, escasamente se obtendrían 100kg de peso vivo/ha al año. Si a esto se agrega que el hato presenta un comportamiento reproductivo deficiente (Pomareda y Pérez, 1996), con una tasa de parición promedio de 48 %; intervalos superiores a 18 meses y edades al primer parto mayores a 40 meses, la situación se torna aún más dramática.

El gran reto que enfrentan los ganaderos consiste en desarrollar métodos de trabajo que les permitan incrementar los niveles de producción para satisfacer la creciente demanda de los consumidores y obtener mejores tasas de rentabilidad.

Existen grandes posibilidades de mejorar los niveles de producción en ganado vacuno tropical, mediante la aplicación de mejores prácticas de manejo reproductivo del hato de cría, como lo son el amamantamiento controlado, la manipulación del ciclo estral y el control de la ovulación, facilitando así, el uso de la inseminación artificial.

En este sentido, el trabajo de productores e investigadores se ha encaminado principalmente a buscar soluciones para la problemática nutricional que enfrenta la ganadería tropical. Sin embargo, se debe señalar que la atención al campo reproductivo ha sido limitada. Debido a

esto es necesario plantear alternativas tecnológicas en el área reproductiva, las cuales, junto con los avances que se puedan lograr en el aspecto nutricional, permitan mejorar la eficiencia reproductiva y por consiguiente aumentar la producción del hato nacional.

El propósito general de este informe es el de documentar los resultados obtenidos durante la realización del proyecto de investigación "Efecto de dos tipos de destete y la aplicación de un progestágeno sobre la respuesta a celo y fertilidad en vacas cebuinas (*Bos indicus*) en el trópico húmedo"

3. 3. INTRODUCCIÓN

3.1 Antecedentes.

En ganado especializado en producción de carne, se ha establecido como meta reproductiva básica, el que la vaca produzca un ternero por año; sin embargo debido al largo proceso fisiológico que transcurre desde el parto hasta el reinicio de la actividad ovárica (acompañada de ovulación y manifestación del estro), dicha meta está lejos de cumplirse en áreas tropicales donde predominan los hatos cebuinos (*Bos indicus*). Durante el ciclo reproductivo del ganado, se considera que el lapso óptimo para que ocurra una nueva concepción no debe exceder los 90 días posparto; sin embargo en el ganado cebuino, éste se extiende considerablemente, registrándose periodos de hasta 540 días (Mukasa-Mugerwa, 1989), lo cual obviamente provoca retraso en los eventos productivos del hato. Esto no solo disminuye la eficiencia reproductiva de las vacas sino que además se traduce en cuantiosas pérdidas económicas para los ganaderos. Por esta circunstancia se han realizado numerosas investigaciones para evaluar el efecto de técnicas y métodos que contribuyan a disminuir el periodo de reinicio de la actividad reproductiva de los animales (Yavas y Walton, 2000). En este sentido se ha logrado establecer que la duración del anestro posparto se ve influenciada por factores tales como el nivel nutricional, el amamantamiento, la época de parto, la edad del animal; también intervienen otros factores que afectan en menor grado como lo son la variación genética, el estrés, la presencia de toros, distocias, retenciones de placenta y enfermedades (Peters y Riley, 1982). Dentro de este complejo panorama destaca el efecto detrimental que tiene el amamantamiento sobre el rendimiento reproductivo del ganado vacuno, lo cual ha conducido a la realización de ensayos en donde se han probado diferentes sistemas de manejo del amamantamiento, con la finalidad de reducir el periodo de anestro posparto. En estos experimentos se han evaluado técnicas como el destete precoz (48-72 horas de nacida la cría), destete temporal (por 48-72 horas, a partir de los 30 días posparto) y el destete temprano (3-5 meses de edad del becerro). Estas prácticas reducen significativamente los días

abiertos de las hembras, mejorando con ello los parámetros reproductivos generales de la explotación (Galina y Arthur, 1989).

Por otra parte, numerosos reportes han descrito el efecto que tiene la introducción de toros a un grupo de hembras en estado anéstrico con resultados variables. (Yavas y Walton, 2000; Bolaños *et al*, 1997). Sin embargo los resultados demuestran que la respuesta a este tipo de tratamientos es poco predecible, pues son muchos los factores que intervienen en su manifestación.

En base a los antecedentes anteriormente expuestos, se plantea como objetivo general: "estudiar el efecto de la aplicación de un progestágeno sintético y dos modalidades de separación de terneros, sobre el comportamiento reproductivo de vacas cebuinas, bajo condiciones de monta natural, en el trópico húmedo". Como objetivos específicos se propone:

- • Evaluar la conducta estral mostrada por vacas cebuinas en lactación, sincronizadas por medio de un progestágeno sintético y separadas de los terneros por 72 horas.
- • Establecer la intensidad y duración del período de celo presentado por las vacas.
- • Verificar si las hembras que muestran conducta de celo son capaces de ovular.
- • Determinar la evolución de la actividad folicular de las vacas a través del periodo experimental.
- • Establecer la tasa de gestación lograda durante el periodo experimental.

3.2 Marco teórico

En los sistemas de producción comercial de carne vacuna, el componente reproductivo tiene un gran impacto sobre la rentabilidad de las empresas ganaderas, en un grado superior al que tiene el índice de crecimiento o la calidad del producto (Trenkle y Wilham, 1987).

En áreas tropicales, tradicionalmente los índices productivos del ganado cebuino productor de carne son bajos. En contraste, los resultados de numerosas investigaciones demuestran que con el empleo de prácticas mejoradas de manejo de los rebaños es posible lograr incrementos significativos en la productividad de los mismos (Plasse, 1987).

Uno de los mayores obstáculos para mejorar la eficiencia productiva del ganado bovino en el trópico lo constituye el largo intervalo entre la ocurrencia del parto y la aparición de la ciclicidad ovárica. Para tratar de acortar dicho intervalo se han utilizado diferentes estrategias tales como el destete temporal (Ramírez *et al*, 1996), control del ciclo estral (Porrás y Galina, 1991, 1992) y el empleo de apareamiento controlado durante las épocas más favorables del año (Galina, 1986). También se ha sugerido el empleo de toros, vacas androgenizadas y aún vacas en celo para inducir el retorno a la ciclicidad en hembras anéstricas (Bolaños *et al*, 1997; Wright *et al*, 1994; Burns y Spitzer, 1992). Se considera que el desarrollo de tales prácticas de manejo, conjuntamente con una adecuada nutrición, podría contribuir eficazmente a incrementar la actividad cíclica de las vacas posparto, y por ende tienen un gran potencial para lograr alcanzar y mantener un alto rendimiento reproductivo en los hatos productores de carne.

3.3 Definición del problema.

Desde que fue realizado el experimento clásico de la ablación de la glándula mamaria para precisar su efecto en la función reproductiva (Short, 1972), se había tomado como una condición que el reinicio de la actividad ovárica estaba regulado por la intensidad y frecuencia de la succión de la cría hacia la madre. Hanzen (1986), en una revisión de literatura sobre el tema, sugiere que la inhibición en la actividad ovárica en vacas amamantadas es mediada por la dificultad de las células foliculares en sintetizar estrógenos afectando la retroalimentación hacia el hipotálamo. A partir de éstos hallazgos iniciales, se ha publicado una considerable cantidad de información sobre los efectos de la reducción de la intensidad del amamantamiento para acortar el reinicio de la actividad ovárica posparto (Moore, 1984; Galina y Arthur, 1989). Los resultados de estas intervenciones pueden ser resumidos en cuatro diferentes acercamientos: (a) destete precoz de 48 a 72h de vida de la cría; (b) amamantamiento restringido una a dos veces por día; (c) destete temporal por 48 a 72h; (d) destete temprano de 3 a 5 meses de edad de la cría. Los métodos de separación parcial como son el amamantamiento restringido y el destete temporal ejercen un importante efecto estresante en la madre y la cría, el cual hace que los niveles normalmente altos de cortisol disminuyan, facilitando la liberación de LH y la maduración folicular (Hoffman, Stevenson y Minton, 1996).

Trabajos realizados en Texas y Kansas (Williams *et al*, 1996; Lamb *et al*, 1997, 1999) han demostrado que el tipo de intervención puede potenciar el efecto en la liberación de LH. En un estudio realizado por Silveira *et al* (1991) se demostró que vacas que tuvieron una cría ajena pueden liberar LH como si la cría no estuviera presente. Lo interesante de estos estudios es que las crías podían amamantar *ad libitum* y no impedían la liberación de LH como en el grupo que tenían su propia cría.

Estos estudios fueron confirmados por el grupo de Kansas, aún realizando un ordeño de dos a cinco veces con la cría presente (Lamb *et al*, 1999) o permitiendo el efecto de succión *ad libitum* por una cría ajena en presencia de la cría propia (Lamb *et al*, 1997).

Todos estos trabajos confirman que la presencia de la cría propia puede ser un efecto tan importante como el efecto de succión en el mantenimiento del anestro posparto.

En Costa Rica, Quesada *et al* (2000), evaluaron el efecto de la separación de la cría (por 48 horas) en combinación con el empleo de un progestágeno ^{2[2]} (SMB), sobre el comportamiento estral. Para ello utilizaron tres grupos, uno de ellos permitiendo que la madre pudiese acercarse a la cría cuantas veces quisiera sin amamantarla (SMB+CPR), otro en donde la cría era separada totalmente de la vaca (SMB+CCR), impidiéndose el contacto visual, olfativo y auditivo entre ambos y el grupo testigo en donde la vaca permanecía todo el tiempo con el ternero y solo recibió el progestágeno (SMB+CP). En este experimento fue posible demostrar que las hembras bajo el sistema SMB+CP tenían una presentación promedio a celo, después de la remoción del implante, de 40 h, a diferencia de los grupos con manipulación del amamantamiento que en promedio presentaron estro a las 22 h ($p < 0.05$). Asimismo, la duración del celo fue mayor en el grupo SMB+CCR (13h), comparado con SMB+CP (8.1h) y SMB+CPR (7.4h) ($p < 0.05$). Desdichadamente en este estudio no fue posible precisar parámetros como dinámica folicular, efecto de la separación en la conducta de la cría y un detallado estudio de la formación y mantenimiento del CL. Sería deseable poder precisar si el tipo de intervención tiene un efecto diferente en la dinámica folicular de vacas posparto anéstricas así como el de prolongar la separación de la cría a 72h, pues estudios recientes (Williams *et al*, 1996) han demostrado un efecto más marcado en cuanto al porcentaje de animales ciclando mientras mas prolongada es la separación.

^{2[2]} Synchronate-B (SMB)

4. 4. REVISIÓN DE LITERATURA

El ganado explotado en las áreas tropicales presenta índices productivos y reproductivos bajos, consecuencia de diversos factores intrínsecos como extrínsecos, así uno de los principales problemas que se presenta es el largo periodo que transcurre entre el parto y el reinicio de la actividad ovárica (Mukasa-Mugerwa, 1989), esto trae como consecuencia perdidas económicas en los ganaderos.

Numerosos autores indican que la actividad ovárica posparto no inicia hasta pasados los 100 días en promedio (Galina y Arthur, 1990). Uno de los factores que limita el inicio de la ciclicidad es la presencia de la lactación, la cual tiene poder inhibitorio en la secreción de FSH y LH a nivel hipofisiario y esto trae como consecuencia que en el ovario no haya desarrollo de folículos y eventualmente la ovulación. Durante la preñez se inhibe la secreción de gonadotropinas, por lo que el eje hipotálamo–hipófisis–ovario se torna sensible hacia una retroalimentación negativa (progesterona). Durante los primeros estadios del posparto, el ovario restablece la dinámica folicular, y se puede llegar a observar folículos dominantes en los días 10 – 21 (Braden *et al*, 1986); estos folículos son incapaces de ovular, ya que se encuentra suprimida la secreción de gonadotropinas, en esta etapa los folículos dominantes comienzan a secretar pequeñas cantidades de estradiol que no es capaz de provocar la liberación de LH a nivel hipofisiario, pero si de cambiar la sensibilidad de eje (Garverick y Smith, 1993). Por otra parte el efecto que ejerce el amamantamiento sobre el reinicio de la actividad ovárica ha sido estudiada en detalle y se ha podido demostrar que el amamantamiento inhibe la secreción de LH, al inhibir la descarga de GnRH (Lamming *et al*, 1981). También se ha podido establecer los mecanismos por los cuales el amamantamiento tiene un efecto inhibitorio sobre la secreción de GnRH y a su vez por la de LH, teniendo que el amamantamiento incrementa la sensibilidad (retroalimentación negativa) del hipotálamo a los estrógenos ováricos, sin embargo conforme se incrementa el tiempo posparto, la sensibilidad del eje hipotálamico–hipofisiario–ovárico disminuye hacia los estrógenos (Garcia–Winder *et al*, 1984).

Adicionalmente el efecto que tiene el ternero sobre la vaca ha sido estudiado (Williams y Griffith, 1992, 1995), encontrándose que al momento de mamar se produce una inhibición de la secreción de LH mediante la estimulación táctil de la glándula (señales somatosensoriales).

Por otra parte se ha descrito el efecto del olfato, la visión y el oído materno, que llegan a suprimir la secreción de LH y que la presencia del becerro ejerce un efecto regulador de la ovulación (Stagg *et al*, 1998). Así se han puesto en práctica diversos tipos de restricción del amamantamiento, en los cuales se ha podido discernir que la frecuencia del amamantamiento no tiene efecto alguno sobre el reinicio de la actividad ovárica; sin embargo estudios en los cuales permiten el amamantamiento una vez al día por 30 a 90 minutos disminuye el período de anestro (Bell *et al*, 1998), en contraste con los estudios en los cuales han amamantado las vacas dos veces al día y en los que se ha observado que el anestro posparto no se ve disminuido (Lamb *et al*, 1999). En adición la dificultad de detectar el estro dentro de los primeros 60 días postparto ha hecho que se pongan en práctica diversos métodos y técnicas para solucionar dicha problemática, tal es el uso de toros para que ejerzan un efecto biestimulador sobre la hembra (Bolaños *et al*, 1997), el uso de hembras en estro, uso de fármacos que induzcan la actividad ovárica y sincronicen el estro, métodos de separación del becerro con amamantamientos restringidos (Quesada *et al*, 2001), suplementación alimenticia para evitar la caída de la condición corporal durante el puerperio, han sido herramientas con las cuales se han obtenidos resultados variables.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1- Localización

El estudio se realizó en la Unidad de Producción Bovina de Carne (Finca La Vega) de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicada en San Carlos, Alajuela, [latitud 10° 25' norte, longitud 84° 32' Oeste]. El lugar tiene una elevación de 75 m. s. n. m. y el clima de la región se clasifica como tropical húmedo, con una precipitación media de 3096 mm anuales, temperatura media de 27 °C y humedad relativa de 85.3%.

5.2- Animales empleados; procedimiento experimental.

Se emplearon un total de 55 hembras cebuinas multíparas, todas en etapa de lactación, con un promedio de $67 \pm 19,9$ días posparto, un peso promedio al inicio del experimento de 433.8 (± 54.1) kg. Los animales recibieron una alimentación basada en el consumo de una mezcla de las gramíneas predominantes en la finca (*Ischaemun indicum*, *Axonopus compressus*, *Brachiaria arrecta*), junto con el suministro *ad-libitum* de un suplemento comercial de minerales y acceso libre a fuentes de agua.

Antes de iniciar el proceso de monta y de separación de terneros, se estableció un periodo previo (P1), durante el cual se realizó un detallado seguimiento de la actividad folicular de las vacas, por medio de ultrasonografía. Para tal efecto se utilizó un equipo Aloka, Echo Camera modelo SSD-500 con un transductor de 5.0 Mhz, de arreglo lineal, por vía trans-rectal. Los resultados de dicho seguimiento se agruparon en: inactividad ovárica (ovarios estáticos), presencia de folículos mayores a 5 mm y existencia de cuerpo lúteo.

Paralelamente se tomaron muestras de sangre para evaluar la actividad ovárica, mediante la determinación de niveles séricos de progesterona (P₄).

Para tal efecto se tomaron muestras de sangre mediante punción de la vena o arteria coccígea, utilizando tubos al vacío (vacutainers) sin anticoagulante.

Las muestras se centrifugaron a 3500 rpm por diez minutos; el suero obtenido se depositó en alícuotas debidamente identificadas, las cuales se mantuvieron a -20° C para luego ser remitidas a la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, para su análisis. La determinación de progesterona se realizó por medio de Radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida.

Un nivel de progesterona plasmática superior a 2.9 Nmól/l., se tomó como indicador de la presencia de actividad ovárica (Bolaños y Molina, 1992). Se estableció que en el caso de registrar tres elevaciones consecutivas de P_4 , por arriba de 2.9 Nmól/l, indicaba la existencia de un cuerpo lúteo funcional; cuando se observaban cinco elevaciones consecutivas de P_4 , se determinaba la existencia de una gestación.

Las evaluaciones mencionadas se realizaron dos veces por semana, iniciando 25 días antes de la entrada de los toros y prosiguieron hasta 20 días posteriores a esta. En los días 27, 38 y 45 posteriores al inicio del empadre, se realizaron valoraciones adicionales con el fin de corroborar posibles estados de preñez.

También, se efectuaron estimaciones de la condición corporal (CC) de las vacas con el fin de evaluar su balance energético; estas se realizaron durante todo el periodo experimental, cada dos semanas. Se utilizó una escala de 1 a 5 puntos, donde 1 = emaciado y 5 = obeso (van Niekerk y Louw, 1980). Los animales fueron agrupados de acuerdo a si mantenían, ganaban o perdían 0.5 punto de condición corporal, en las evaluaciones realizadas.

Nueve días antes de iniciar el periodo de monta, todas las vacas fueron tratadas con un progestágeno sintético, en forma de implante auricular a base de Norgestomet más Valerato de Estradiol (Crestar®, Intervet, Costa Rica).

El arranque del segundo periodo (P_2), coincidió con el momento de retirar el implante y la formación de los grupos experimentales. De esta forma el proceso de separación de los terneros por 72 horas se organizó en tres grupos: el grupo A ($n = 20$) donde las madres estaban separadas de

sus crías, pero mantenían contacto visual y olfativo con ellas (CCV); el grupo B (n = 20) donde las vacas también estaban separadas de los terneros, pero no tenían contacto alguno con ellos (SCV); el grupo C (n = 15) donde las crías no se separaron de sus madres (SSC).

Con el objeto de establecer la respuesta al tratamiento con progestágeno y separación de los terneros sobre la conducta estral de los animales, 24 horas posteriores al retiro del implante se inició un periodo de observación visual de los grupos experimentales por espacio de 54 horas continuas. En esta tarea se utilizó la metodología descrita por Orihuela et al. (1983), para describir el comportamiento estral el cual se expresa en términos de la cantidad de conductas de cortejo (interés específico sobre un animal, olfatear y lamer el área genital, topeteo de atracción, apoyo de cabeza sobre otro animal, reflejo de Flehmen) y conductas de monta (intentos de monta y monta). Las hembras se declararon en celo si recibían al menos tres montas durante un periodo específico, caracterizado por no presentar actividad estral tres horas antes y tres horas después del mismo. En este caso la duración del celo se estableció determinando el promedio de horas de actividad sexual mostrada por las vacas y la intensidad del celo se evaluó estableciendo el promedio de montas por hora en celo. La duración e intensidad del celo se analizó mediante un ANDEVA no paramétrico (método de Kruskal-Wallis).

Con el arranque de este periodo, simultáneamente se procedió a la incorporación de los toros, los cuales se mantuvieron con las vacas por espacio de 45 días. En cada grupo experimental se introdujeron dos toros Brahman adultos, con una edad promedio de 4.6 ± 0.8 años y una circunferencia escrotal de 37.2 ± 1.16 . Los toros fueron sometidos a exámenes previos para comprobar que su capacidad reproductiva fuera satisfactoria.

Los resultados de manifestación de celo, actividad folicular, condición corporal y tasa final de gestación, se analizaron mediante la prueba de chi cuadrada (χ^2).

6. 6. RESULTADOS

6.1- Manifestación de celo y ovulación;

Los resultados correspondientes a la manifestación de estro y ocurrencia de ovulación en los grupos experimentales (Cuadro 1) indican que el 85,4% (47/55) de los animales presentaron conducta estral. El grupo **CCV** fue el que mostró el mayor nivel de respuesta con 90 % (18/20), seguido del grupo **SSC** que alcanzó el 86.6 % (13/15) y el **SCV** que logró el 80 % (16/20).

GRUPO	Nº animales	Con estro	Sin estro	Con estro	Sin estro
		CON OVULACION		SIN OVULACION	
CCV	20	65% (13)	5% (1)	25% (5)	5% (1)
		70%^{1/a}		30%^a	
SCV	20	50% (10)	15% (3)	30% (6)	5% (1)
		65%^a		35%^a	
SSC	15	66.6% (10)	6.6% (1)	20% (3)	6.6% (1)
		73.3%^a		26.6%^a	
TOTAL	55	60% (33)	9.0% (5)	25.4% (14)	5.4% (3)
		69.1%		30.9%	

Cuadro 1. Proporción de animales que presentaron estro y ovulación en los grupos experimentales.

SCV(separación sin contacto visual); **CCV** (separación con contacto visual); **SSC** (sin separación)

1/^a Valores con letras diferentes entre filas, varían significativamente (P<0.05). Entre paréntesis se anota el número de animales considerado.

En el grupo **SCV** se presentó el mayor nivel de estros silenciosos (15%) así como el de estros sin ovulación (30%).

La manifestación de ovulación ocurrió en el 69.1 % del total de animales, siendo el grupo **SSC** en donde se presentó la mayor cantidad (73.3 %) de animales ovulando, seguido del grupo **CCV** (70%) y del **SCV** (65%). No se logró establecer diferencias significativas (p>0.05) entre los grupos.

6.2- Duración e intensidad del celo;

La manifestación del estro ocurrió entre las 40.5 y las 45.4 horas posteriores al retiro del implante ($p>0.05$), con una duración que varió entre 6.5 y 7.2 horas (Cuadro 2).

La intensidad del mismo varió entre 1.6 y 2.5 montas por hora en estro y el número de montas por hora fluctuó entre 10.4 y 18.1, revelando diferencias significativas ($p<0.05$) entre los grupos SSC y CCV en comparación con el SCV.

Cuadro 2. Tiempo de presentación del estro, duración, número de montas recibidas por hora en celo y promedio de esta actividad, posterior al retiro del implante, según los tratamientos.

GRUPO	Tiempo de presentación del estro postretiro de implante (hr)	Duración del estro (hr)	Número de montas	Número de montas por hora en estro
SSC	40.5 ± 10.4 ^a	7.1 ± 4.3 ^a	18.1 ± 14.2 ^a	2.5 ± 1.0 ^a
SCV	45.4 ± 6.6 ^a	6.5 ± 1.9 ^a	10.4 ± 6.6 ^b	1.6 ± 0.1 ^b
CCV	44.6 ± 8.3 ^a	7.2 ± 5.0 ^a	15.8 ± 10.6 ^a	2.2 ± 0.5 ^a

SSC (sin separación); SCV (separación sin contacto visual); CCV (separación con contacto visual). Valores con letras diferentes entre filas varían significativamente ($P<0.05$).

6.3- Actividad folicular.

En la etapa previa a la introducción de los toros, la proporción de animales que se encontraban ciclando fue de 10 % para el grupo CCV; de 20% para el SCV y de 33,3% para el lote SSC. En la etapa de empadre, el nivel de animales ciclando se incrementó a 85% en el CCV; a 70% en el SCV y a 80% en el SSC (Figura 1). En el grupo CCV se aprecia un importante incremento (75%) en la cantidad de animales que entraron a ciclar durante el estudio.

Figura

1

.

P
o
r
c
e
n
t
a
j
e

a
n
i
m
a
l

es que estaban ciclando antes y después de la exposición a los toros.

Del análisis de la dinámica folicular que presentaron las vacas a lo largo del periodo previo a la entrada de los toros (P_1 : D-23 \rightarrow D-6) y después del ingreso de los toros (P_2 : D+5 \rightarrow D+43), expresado en términos de la evolución en el número de animales en anestro (estáticas), en transición (fol>5 mm) y ciclando (cuerpo lúteo), se puede establecer que durante el periodo P_1 (Día -6), el 20% de los animales del grupo **CCV** mostraban ovarios estáticos y el 50% presentaban folículos mayores a 5 mm. En el periodo P_2 (Día +5) el 75% de los animales ya mostraban un cuerpo lúteo (Figura 2).

En comparación con las demás categorías, la proporción de animales ciclando fue mayor ($P>0.01$).

Figura 2. Evolución de las estructuras ováricas mostrada por los animales del grupo CCV, durante el estudio.

En el grupo **SCV** el número de animales con ovarios estáticos tuvo una fuerte disminución, pasando de un 60%, en la etapa P₁ (día - 6), a un 10 % en la etapa P₂ (día +8). En esta misma fase, el número de animales ciclando se elevó a 40% (día +5). Este incremento se mantiene en forma gradual hasta el final de la evaluación (Figura 3).

Figura

3

.

E

V

O

I

U

C

I

Ó

N

d

e

I

a

s

e

s

t

r

u

cturas ováricas mostrada por los animales del grupo SCV, durante el estudio.

No se logró establecer diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las categorías mencionadas.

En el grupo **SSC**, en la fase P_1 (Día -6), el 20% de los animales no mostraban actividad folicular y el 53.3% mostraban folículos mayores a los 5 mm. Luego en la fase P_2 , el porcentaje de animales que comienzan a ciclar sube a 73.3% (Día + 5) y se mantiene estable hasta el final (Figura 4).

Figura 4. Evolución de las estructuras ováricas mostrada por los animales del grupo SSC, durante el estudio.

No se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las categorías mencionadas.

6.4- Evolución de la Condición Corporal.

En el cuadro 3 se muestra los resultados de la evolución de la condición corporal (C.C.) de las vacas durante el estudio, según estuvieran perdiendo, manteniendo o ganando condición.

Cuadro 3. Distribución del estado de pérdida, mantenimiento o ganancia en la condición corporal (C.C.) de los animales durante el estudio.

Grupo	# animales	Pierden C.C. (%)	Mantienen C.C. (%)	Ganan C.C. (%)
C C V	20	35	50	15
S C V	20	25	25	50
S S C	15	46.6	33.3	20
Totales	55	34.55	36.36	29.09

SSC (sin separación); **SCV** (separación sin contacto visual); **CCV** (separación con contacto visual).

En términos generales el 45 % de los animales mostraron un balance favorable, ya fuera ganando o manteniendo su condición corporal.

En el grupo **SSC** se registró el mayor porcentaje de animales que perdieron C.C., mientras que en los grupos **CCV** y **SCV** se obtuvieron los porcentajes más elevados de animales que mantuvieron o ganaron C.C. Sin embargo, las diferencias en la distribución no es significativa ($P > 0.05$).

6.5- Tasa de gestación

De la población total de vacas expuestas a toro el 60% (33/55) resultó gestante, siendo el grupo **CCV** el que mostró la mayor tasa de gestación (70%), seguido por los grupos **SCV** y **SSC**, con 55 y 53% respectivamente (Figura 5). No se establece diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los grupos.

Figura 5. Comparación del porcentaje acumulado de vacas gestantes.

SSC (sin separación); **SCV** (separación sin contacto visual); **CCV** (separación con contacto visual).

Los porcentajes de preñez evaluados en tres periodos de tiempo, demuestran que los niveles más altos de preñez se obtuvieron en el segundo periodo (6-26 días) siendo el grupo **CCV** el que alcanzó el más alto nivel (Cuadro 5). Al finalizar el periodo de estudio este mismo grupo obtuvo un total del 70% de preñez, pero sin alcanzar diferencias significativas ($p > 0.05$) con los niveles logrados por los otros grupos.

Cuadro 4. Número y porcentaje de animales gestantes, según el periodo post retiro del implante.

Periodo	0-5 días		6-26 días		28-48 días		Total
	# Vacas expuestas	% Vacas gestantes	# Vacas expuestas	% Vacas gestantes	# Vacas expuestas	% Vacas gestantes	
SSC	15	0	15	46.6	8	12.5	53.3
SCV	20	0	20	50.0	10	10	55
CCV	20	15	17	58.8	7	14.3	70
<i>Total</i>	<i>55</i>	<i>5.4</i>	<i>52</i>	<i>51.9</i>	<i>25</i>	<i>12</i>	<i>60</i>

SSC (sin separación); **SCV** (separación sin contacto visual); **CCV** (separación con contacto visual).

Al realizar la estratificación del conjunto de animales que quedaron preñados en función del estado de pérdida, mantenimiento o ganancia en la condición corporal (C.C.), se estableció que el 72.7% de las vacas gestantes, ganaron o al menos mantuvieron la condición corporal durante el periodo, siendo el grupo SCV en donde se ubicó la mayor proporción (81.8%) de animales con una condición corporal favorable. (Cuadro 5)

Cuadro 5. Estratificación de la condición corporal de los animales que resultaron gestantes, según grupo asignado.

Grupo	Total de animales	Tasa de gestación (%)	Pierden C.C. (%)	Mantienen C.C. (%)	Ganan C.C. (%)
C C V	20	70.0 ^a	28.6	50	21.4
S C V	20	55.0 ^a	18.2	18.2	63.6
S S C	15	53.3 ^a	37.5	50	12.5
<i>Totales</i>	<i>55</i>	<i>60.0</i>	<i>27.3</i>	<i>39.4</i>	<i>33.3</i>

SSC (sin separación); **SCV** (separación sin contacto visual); **CCV** (separación con contacto visual).
Valores con letras diferentes entre filas varían significativamente (P<0.05).

7. 7. DISCUSIÓN

En áreas tropicales uno de los obstáculos que afectan el rendimiento reproductivo del ganado de carne, lo constituye el largo intervalo entre la ocurrencia del parto y el reinicio de la actividad cíclica posparto (Bastidas *et al.*, 1984). Por tal razón se propone la aplicación de prácticas de manejo reproductivo en el hato de cría, tales como la reducción en la intensidad del amamantamiento conjuntamente con la manipulación del ciclo estral y control de la ovulación, para atenuar su efecto.

La utilización de la inducción del celo como instrumento para promover el reinicio de la ciclicidad en vacas de cría, ha sido estudiada por varios investigadores. En Costa Rica, Bolaños *et al.* (1997) mediante la aplicación de un progestágeno sintético^{3[3]} (Norgestomet + valerato de estradiol), sincronizaron 87 vacas cebuinas que en promedio tenían 120 días posparto; bajo este régimen los animales tuvieron una respuesta a estro del 49%. En otro estudio Quesada *et al.* (2001) utilizando el mismo fármaco, sincronizaron 98 vacas cebuinas lactantes, con 60 días posparto y obtuvieron niveles de respuesta al estro del 56%. Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que la respuesta a estro fue superior a los valores antes mencionados.

Al evaluar el efecto conjunto de la inducción de celo y la separación del ternero, se logró establecer que el 69 % de los animales formaron un cuerpo lúteo, independientemente si mostraban o no actividad estral (60 % ovulación con estro + 9% ovulación sin estro); esto discrepa de los resultados obtenidos por Bolaños *et al.* (1997) quienes observaron que un 45% de las vacas formaban un cuerpo lúteo independientemente si manifestaban o no el celo.

Un detalle importante de los resultados obtenidos en el presente trabajo, es que el 25 % de los animales a pesar de mostrar signos de celo, no ovularon (celo no fisiológico). Esta situación concuerda con los datos obtenidos por Barros *et al.* (1996) quienes al sincronizar vacas Nellore con norgestomet,

^{3[3]} Synchronate-B®

establecieron que alrededor del 20% de las hembras presentaron celo no ovulatorio, el cual también se conoce como celo de imitación. Este comportamiento también fue constatado por Larson y Kiracofe (1995), quienes al emplear norgestomet + valerato de estradiol en novillas ovariectomizadas, establecieron que el 57% de ellas presentaron conducta estral. Esto sugiere que las hembras responden favorablemente a estímulos externos tales como la aplicación exógena de estrógenos, lo cual desencadena la conducta de celo aunque la misma no tenga un respaldo fisiológico (Zarco y Hernández, 1997).

Se ha logrado establecer que aquellas hembras que muestran este tipo de conducta, logran atraer la atención de los toros; esto respalda la idea que el toro es estimulado por la conducta de cortejo que muestren las hembras y si ellas están en la fase receptiva, el macho logrará montarlas (Horn *et al*, 2001).

Existen evidencias de que la introducción de toros en lotes de vacas anéstricas facilita el reinicio de la ciclicidad gracias a la inducción de un efecto bioestimuladorio (Burns y Spitzer, 1992; Alberio *et al*, 1987). Tal efecto fue comprobado por Rekwot *et al* (2000), en un hato de 135 vacas que en promedio tenían 150 días de paridas; sus resultados indican que las vacas reinician más rápido la actividad ovárica cuanto más tiempo estén en contacto con los machos. Los resultados del estudio realizado sugieren la manifestación de este efecto, ya que antes de la exposición a los toros apenas el 20 % (11/55) de los animales se encontraban ciclando, mientras que después de la exposición a los machos el nivel de ciclicidad se incrementó a 78 % (43/55).

Los resultados de preñez obtenidos en las investigaciones en donde se ha empleado la sincronización conjuntamente con destete temporal, son variables. Así por ejemplo Smith *et al*. (1979) trabajando con vacas Brahman sincronizadas con Norgestomet y practicando destete temporal, obtuvieron en promedio 44% de preñez, luego de retirado el implante. Esto contrasta con los resultados de la presente investigación, donde se obtuvo apenas el 5,4% de preñez, luego de retirar el implante.

En este caso tal resultado se explica si se toma en cuenta el alto porcentaje de celos no ovulatorios y la presencia de pocos cuerpos lúteos al momento de aplicar el implante; lo anterior provoca que la concentración plasmática de progesterona no sea lo suficientemente alta para suprimir la secreción de hormona luteinizante (LH) para lograr que los folículos ovulatorios se desarrollen normalmente (Zarco y Hernández ,1997).

Sin embargo al analizar el periodo posterior a la intervención inicial (día 6→26), se obtiene una tasa de preñez de 51,9 %, que supera los resultados de Landivar *et al* (1985) quienes obtuvieron tasas de preñez del 20 %, con vacas bajo un programa de sincronización con prostaglandinas y un periodo de monta natural de 21 días. También supera los resultados obtenidos por Smith *et al* (1979) quienes obtuvieron en promedio un 40 % de gestaciones en el mismo periodo. La superioridad obtenida durante el segundo celo se explica en función de la buena supresión de L. H., lo cual es producto de la presencia de un cuerpo lúteo dominante que no sufre de atresia y logra llegar a convertirse en un folículo ovulatorio (Zarco y Hernández, 1997). A esto cabe agregar que la presencia del toro ayudó a estimular la respuesta ovulatoria en vacas anéstricas, de forma semejante a los resultados obtenidos por Bolaños *et al*, 1997.

La tasa de gestación global obtenida en el estudio concuerda con los datos presentados por Larsen *et al* (1990), quienes obtuvieron con vacas Brahman tasas de preñez con valores comprendidos entre 63,2 % y 81,9 %.

Bajo las condiciones del presente estudio, los resultados sugieren que el tratamiento sincronizador es efectivo para inducir a las vacas a mostrar conducta de celo, pero no lo es para llevarlas a ovular y preñarse. Sin embargo la presencia del toro ayudó a estimular la respuesta ovulatoria en vacas anéstricas, con lo cual se obtuvo una adecuada tasa de gestación. La separación del ternero no provocó cambios sustanciales en el desempeño reproductivo.

8. 8. REFERENCIAS

- Alberio, R.H., Schiersmann, G., Carou, N. and Mestre, J. (1987) Effect of a teaser bull on ovarian and behavioural activity of suckling beef cows. *Anim Reprod Sci* 14: 263-272.
- Barros, C. M.; Pinheiro, O. L.; Valle, E. R., Encarnação, R.; Figueiredo, R. A. (1996) Acompanhamento ultrasonografico da ovulação inducida por Synchronate-B em vacas Nellore. *Arq. Vet. UFRGS, Porto Alegre.* 24:225-232.
- Bastidas, P., Troconiz, J., Verde, O. and Silva, O. (1984) Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. *Theriogenology* 21: 289-294.
- Bell D. J., Spitzer J. C., Burns G. L. (1998) Comparative effects of early weaning or once-daily suckling on occurrence of postpartum estrus in primiparous beef cow. *Theriogenology* 50: 707-715.
- Bolaños J. M., Molina J. R. (1992) Efecto del amamantamiento restringido sobre la actividad ovárica en vacas cebú. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 14: 30-35.
- Bolaños, J. M.; Galina, C. S; Estrada, S; Fosberg, M; (1997) Resumption of post-partum ovarian activity monitored by plasma progesterone in anestrus Zebu (*Bos Indicus*) cattle following temporary weaning and progesterone treatment. *Reprod. Dom. Anim.* 32: 267-271.
- Braden T D, Manns J G, Cermak D L, Nett T M, Niswender G D. (1986) Follicular development following parturition and during the estrous cycle in beef cows. *Theriogenology* 25: 833-843.
- Burns P. D.; Spitzer J. C. (1992) Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 70: 358-362
- Cavalieri J, Fitzpatrick L A. (1995) Estrus detection techniques and insemination strategies in bos-indicus heifers synchronized with norgestomet-estradiol. *Aust Vet J* 72 (5): 177-182
- Dawson-Saunders B. and Trapp R.G. (1997) *Bioestadística Médica. 2ed. Manual Moderno México, D.F.*

- Galicia L.; Estrada S., Galina C.S, Pérez E. y Molina R. (1999) Velocidad de gestación en el ganado Bos Indicus en el trópico húmedo de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 22 (1): 59-69.
- Galina, C S; Arthur, G H. (1990) Review of cattle reproduction in tropics. Part 6. The male. *Anim Breed Abstr.* 59: 403-412 .
- Galina C. S. and Arthur G. H. (1989) Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Animal Breeding Abstracts.* 57 (11) : 899 – 910.
- Galina C. S. and Arthur G. H. (1989) Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrous Cycles. *Animal Breeding Abstracts.* 58 (8) : 697 – 707.
- Galina C. S. (1986). Bovinos productores de carne. En: Galina C.; A. Saltiel ; J. Valencia; eds. *Reproducción de Animales Domésticos.* México, Ed. Noriega-Limusa. pp. 296-309.
- Garcia-Winder M, Imakawa K, Day M L, Zalesky D D, Kittok R J, Kinder J E. (1984) Effect of suckling and ovariectomy on the control of the luteinizing hormone secretion during the postpartum period in beef cows. *Biol Reprod* 31: 771-778.
- Garverick H A, Smith M F. (1993) Female reproductive physiology and endocrinology of cattle. *Vet Clin North Am, Food Anim Pract* 9: 223-247.
- Hanzen P. J. (1985) Seasonal modulation of puberty and postpartum anestrus in cattle: a review. *Liv. Prod. Sci* 12: 309-316.
- Hoffman D P, Stevenson J S, Minton J E (1996) Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J Anim Sci* 74: 190-198
- Horn, M; Galina, C. S.; Moraes, J. (2001) Methods of estrus identification and distribution patterns in beef cows submitted to synchronization of estrus with progestagen/prostaglandin treatment and natural mating. *Revista portuguesa de ciencias veterinarias.* 96: 145-148.
- Jolly P D, Mcdougall S, Fitzpatrick L A, Macmillan KL, Entwistle K W. (1995) Physiological-effects of undernutrition on postpartum anestrus in cows. *J Reprod Fertil* 49(Suppl.): 477-492

- Lamb G C, Miller BL, Lynch J M, Thompson K E, Heldt J S, Loest C A, Grieger D M, Stevenson J S. (1999). Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *J Anim Sci* 77: 2207-2218.
- Lamb G C (1997) Ad-libitum suckling by unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 75: 2762-2769.
- Lamming G E, Wathes D C, Peters A R. (1981) Endocrine patterns of the postpartum cow. *J. Reprod Fertil* 30 (Suppl): 155-170.
- Landivar, C; Galina, C S; Duchateau, A; Navarro-Fierro, R. (1985) Fertility trial in zebu cattle after a natural or controlled estrus with prostaglandin F_{2α}, comparing natural mating with artificial insemination. *Theriogenology*. 23: 421-429.
- Larson, R L; Kiracofe, G H. (1995) Estrus after treatment with syncromate-B in ovariectomized heifers is dependent on the injected estradiol valerate. *Theriogenology*. 44: 177-187.
- Maquivar, M. (2001) Conducta estral, actividad folicular y concentración de hormona luteinizante (LH) y progesterona (P4) en vacas Brahman posterior a un programa de sincronización. Tesis de licenciatura. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia 55 p.
- Moore C. P. (1984) Early weaning for increased reproduction rates in tropical beef cattle. *World Animal Review* 49: 39-50
- Mukasa-Mugerwa, E. (1989) A review of reproductive performances of female *Bos Indicus* cattle. ILCA. Monograph N° 6.
- Orihuela, A; Galina C. S.; Escobar F. J. y Riquelme E. (1983). Estrous behaviour following prostaglandin F_{2α} injection in Zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology* 19: 795-809.
- Peters A.R., Riley G.M. (1982) Milk progesterone profiles and factors affecting post partum ovarian activity in beef cows. *Anim Prod* 34: 145-153.
- Pimentel C A, Deschamps J C, De Oliveira J A F, Cardellino R. (1979) Effects of early weaning on reproductive efficiency in beef cows. *Theriogenology* 11: 412-427.

- Plasse D.(1987) Factores que influyen en la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina. En: Memorias III Seminario Centroamericano sobre reproducción y mejoramiento bovino. Asociación Hondureña de Producción Animal. Tegucigalpa. pp. 93-143.
- Porras A. y Galina C. S (1991). Utilización de prostaglandina F₂ y sus análogos para la manipulación del ciclo estral bovino. *Veterinaria México* 22(4): 401
- Porras A. y Galina C. S. (1992). Utilización de progestágenos para la manipulación del ciclo estral bovino. *Veterinaria México* 23 (1): 31-36.
- Quesada Y, Estrada S, Cubero M, Garcia M, Galina C S, Molina R, Orihuela A. (2001) A note on the effects of calf stimuli on the response of Zebu cows to Synchro-mate-B. *Appl Anim Behav Sci* 71: 183-189
- Ramírez, G.P., Basurto, C.H., Martínez, A.A. (1996). "Efecto del GnRH combinado con destete temporal y definitivo sobre el anestro posparto en vacas Cebú en el trópico húmedo." *Veterinaria México* 27:265-269.
- Rekwot P.I., Ogwu D., Oyedipe E.O. (2000) Influence of bull biostimulation, season and parity on resumption on ovarian activity of zebu (*Bos indicus*) cattle following parturition. *Anim Reprod Sci* 63: 1-11.
- Ruiz-Cortés Z T, Olivera-Angel M. (1999) Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. *Anim Reprod Sci* 54: 211-220
- Short R E.; Bellows R. A; Moody E. L.; Howland B. E. (1972) Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 34: 70-74.
- Silveira P. A. and Williams G. L. (1991) Effects of own versus alien suckling on luteinizing hormone secretion and interval to first ovulation in early postpartum, anestrous beef cows. *J. Anim. Sci.* 69 sp 1 (Abs 546) p 417
- Smith, M F; Burrell, W C; Shipp, L D; Spratt, L R; Songster, W N; Wiltbank, J N. (1979) Hormone treatment and use of calf removal in postpartum beef cows. *J Anim Sci.* 48: 1285-1294.
- Stagg K, Spicer L J, Sreenan J M, Roche J F, Diskin M G, (1998) Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone

changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol Reprod* 59: 777-783.

Trenkle, A.; Wilham R. L. (1977). Beef production efficiency. *Science* 198:1005.

Van Niekerk, A; Louw, B P. 1980. Condition scoring of beef cattle. Department of agriculture and fisheries, Natal Region, South Africa. 80 p.

Williams G L, (1996) Mechanisms regulating suckling mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 289-297

Williams G L, Griffith M K, (1995) Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *J Reprod Fertil.* 49 (Suppl): 463-475.

Williams G L, Griffith M K. (1992) Maternal behavior and neuroendocrine regulation of suckling-mediated anovulation in cows. *J. Physiol Pharmacol* 43 (Suppl): 165-177.

Wright, I.A., Rhind, S.M., Smith, A.J. and Whyte, T.K. (1994) Female-female influences on the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Animal Production* 59: 49-53.

Yavas Y, Walton J.S. (2000) Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology* 54: 25-55

Zarco, L; Hernández, J. (1997) Sincronización de estros en bovinos utilizando progestágenos: Factores que influyen en la presentación de estro y fertilidad. In: VII Curso Internacional de Reproducción Bovina. Academia Investigación en biología de la reproducción. FMVZ. México, D.F.