



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SINCRONIZACIÓN DE ESTROS EN VACAS CEBÚ MEDIANTE
IMPLANTES RECICLADOS DE PROGESTÁGENOS Y LA POSTERIOR
APLICACIÓN DE PROSTAGLANDINAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

OBDULIO MOLINA MARCIAL

ASESORES: MVZ. PhD. SALVADOR ROMO GARCÍA
MVZ. Dr. FELIPE MONTIEL PALACIOS
MVZ. MC. EDUARDO POSADAS MANZANO

CIUDAD UNIVERSITARIA MÉXICO, D. F. 2001





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

GERENARDA Y OBDULIO: Por la confianza y el amor que siempre encuentro, en tan maravillosos seres. Mis padres

A MIS HERMANOS: Tito, Marina, Hugo, Martha, Bertha, Jesús y Alejandro. Compartir esto con ustedes fue mi mayor ilusión. Hoy en realidad gracias por el apoyo de todo corazón.

A MARTHA ADORACIÓN: Por tú amor que me inspira superación.

A LAS FAMILIAS: Chaparro Estrada y Ángel Espinosa. Por el apoyo y cariño en mi estancia en México.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES: Los Drs. Salvador Romo, Felipe Montiel y Eduardo Posadas.

Por su valiosa enseñanza y consejos, que sintetizo en una palabra: GRACIAS

A los Drs.: Joel Hernández, Eduardo Téllez, Arturo Olguín, Antonio Porras, Héctor Basurto, Albino Mateos, Gilberto Chávez, Jesús Romero, Miguel Quiroz, Pedro Cano, Alfonso Baños y Remigio Espinosa. A cada uno de ellos mi amistad y respeto, gracias por su tiempo.

A MIS AMIGAS: Ana Cataño, Ángeles Julio, Noemi Moreno y Rocío Inés.

A MIS AMIGOS: Abner Gutierrez, Ciro Gómez, Felipe Montiel, Javier Hernández Ignacio (Tyson)

AL Sr. :Sulpicio Armijo. Por las facilidades brindas en su rancho para la elaboración de este trabajo.

AL NUEVO EQUIPO: Lucre, Gris, Tyson.

A todos los que de alguna forma colaboraron para ser posible la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
MATERIAL Y MÉTODOS.....	22
RESULTADOS.....	27
DISCUSIÓN.....	28
LITERATURA CITADA.....	35

RESUMEN

MOLINA MARCIAL, OBDULIO. Sincronización de Estros en Vacas Cebú Mediante Implantes Reciclados de Progestágenos y la Posterior Aplicación de Prostaglandinas (bajo la dirección : PhD. Salvador Romo García, Dr. Felipe Montel Palacios, MC. Eduardo Posadas Manzano)

Con el objeto de evaluar un programa de sincronización de estros se comparó el uso de dos implantes reciclados de norgestomet más la aplicación 13 días después del retiro de los implantes de prostaglandina, contra un implante nuevo de un progestágeno. El trabajo se realizó en el municipio de Azoyú, estado de Guerrero y se utilizaron 58 vacas Bos indicus vacías en anestro y lactantes. Las vacas fueron distribuidas en un arreglo factorial de 2 x 2 con n repeticiones, siendo los efectos anestro y ciclando e implantes reciclados y nuevos. Al inicio y final del estudio, se evaluó la condición corporal (CC) en escala del 1 al 5. Al día 0, 13 vacas ciclando (grupo A) y 12 en anestro (grupo B) fueron sincronizadas con dos implantes reciclados de norgestomet por vía subcutánea auricular, los cuales permanecieron 9 días in situ. Se esperaron 13 días para el desarrollo de un cuerpo lúteo para aplicar 0.150 mg de prostaglandina por vía intramuscular. Asimismo, 12 vacas ciclando (grupo C) y 21 en anestro (grupo D) fueron sincronizadas con un implante auricular nuevo de Crestar (C) que permaneció 9 días in situ, aplicando 500 UI de eCG al retirar el implante. En la detección de estros, las vacas con implante nuevo fueron servidas a través de inseminación artificial (IA), mientras que a las de implantes reciclados se les anotó el día del celo y fueron servidas al celo seguido a la aplicación de la prostaglandina. El diagnóstico de gestación se

realizó al día 30 post-inseminación artificial mediante ultrasonografía. Los resultados obtenidos se analizaron a través del PROC CATMOD, disponible en el SAS. No se encontró diferencia estadística al evaluar al inicio y final del estudio la CC en los grupos experimentales. La respuesta a la sincronización de estros con implantes reciclados para vacas ciclando y en anestro fue del 53.8 y 75% dentro del rango de las 36 a las 48 hr post-retiro de implantes, mientras que la respuesta a celo posterior a la aplicación de prostaglandinas para ambos grupos fue del 64%. La respuesta a celo con un implante nuevo en vacas ciclando y en anestro fue del 85.7 y 83.3% respectivamente ($P>0.05$). Asimismo, la fertilidad obtenida a primer servicio de inseminación artificial para vacas de los grupos A y B fue del 7.7 y 0% respectivamente, mientras que para los grupos C y D fue del 50 y 28.5% respectivamente ($P<0.05$). Se concluye que aunque la aplicación de dos implantes reciclados significa disminuir el costo del tratamiento sincronizador, éste se vuelve impredecible cuando se modifican repentinamente las condiciones climatológicas y en consecuencia haber un menor número de animales en estro y un bajo número de animales gestantes a primer servicio.

(Palabras clave: Sincronización, Cebú, Bovinos, Trópico)

INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales y subtropicales del país, constituyen en su conjunto el 25% del territorio nacional y cuentan con un excelente potencial forrajero para la producción de carne y leche bovina. Sin embargo, el ganado existente en estas zonas no siempre es manejado en forma adecuada, pues usualmente los métodos de manejo son deficientes en lo que respecta a alimentación, mejoramiento genético, cuidado sanitario y reproducción, por lo que el comportamiento productivo del ganado en estas áreas también es bajo (Galina et al, 1986). Esta situación repercute en parámetros reproductivos de baja eficiencia, tales como intervalos prolongados entre partos (16-18 meses), número excesivo de días abiertos (120-180 días) y una elevada edad al primer parto (36-42 meses). Esto en gran parte se ha atribuido a factores tales como el anestro posparto (Escobar et al, 1982; Román 1988), como consecuencia de un deficiente manejo nutricional, así como al efecto negativo del amamantamiento y de una inadecuada planeación de la época de parto (López et al, 1991).

Para tratar de mejorar la eficiencia reproductiva de los bovinos, la utilización de la sincronización de estros en vacas en el trópico ha sido aplicada en forma extensiva. Sin embargo, los resultados han sido inferiores a los esperados (López et al, 1991).

Algunos de los principales métodos de sincronización de estros utilizados en el ganado bovino, tanto en regiones tropicales como en regiones templadas son los siguientes:

A) La aplicación de un implante auricular con un progestágeno (Norgestomet) más una inyección intramuscular de Norgestomet y Valerato de Estradiol en forma simultánea. El implante se deja por 9 días, y al retirarlo se presentan de un 77% a un 100% de vacas en calor, con un porcentaje de fertilidad del 33% al 68% (Morstin et al, 1988; Odde 1990; López et al, 1991).

B) Aplicación de un implante auricular con un progestágeno (Norgestomet) y simultáneamente una inyección intramuscular con Norgestomet y Valerato de Estradiol. El implante se deja por 9 días. Este tratamiento se combina con una inyección intramuscular de Prostaglandinas F2alfa ($\text{PGF}_{2\alpha}$) 48 horas antes de retirar el implante. Con este método se obtiene una respuesta de 75% de presentación de estros, con una tasa de fertilidad a primer servicio de 75%. (López et al, 1991).

C) La aplicación por siete días de un implante auricular con un progestágeno (Norgestomet), más una inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ al día 6 o 7 del tratamiento, se obtiene de un 93 a 98% de animales en calor y un porcentaje de fertilidad del 60 al 62% en novillonas productoras de carne (Heersche et al, 1979; Whittier et al, 1986).

D) El empleo de un implante auricular con un progestágeno (Norgestomet) por 9 días más una inyección intramuscular de Valerato de Estradiol con Norgestomet al momento del implante, combinados con la aplicación intramuscular de Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) 30 horas después de retirado el implante. Con este método el porcentaje de gestación fue de 64% después de la Inseminación Artificial (Troxel et al, 1993).

E) La combinación de un implante con Norgestomet más la inyección intramuscular de Valerato de Estradiol más Norgestomet y la aplicación de Gonadotropina Sérica de Yegua Gestante eCG) al momento de retirar el implante. La respuesta al estro fue del 95% y la fertilidad también de un 95% en vacas productoras de carne (De los Santos et al, 1993).

La investigación relativa a los métodos antes citados se ha desarrollado empleando siempre implantes nuevos. No se encontraron informes en la literatura sobre el empleo de implantes reciclados en ganado bovino, pero se cuenta con diversas comunicaciones personales en ese sentido, provenientes de expertos en el área (Don Wideman Jr., Hernández J, Romo S, Montiel, F, Comunicación personal).

Debido a lo antes mencionado se justifica el buscar tratamientos alternativos de sincronización de estros en ganado bovino en el trópico, sobre todo aquellos que pudieran significar un menor costo para el ganadero. De esta manera, al reciclar los implantes sería posible ofrecer al productor un importante ahorro económico como un estímulo para realizar programas de sincronización de estros. De esta forma se contribuiría a mejorar la eficiencia reproductiva del hato y al promover el uso de la Inseminación Artificial, también se lograría el mejoramiento genético del hato.

REVISION BIBLIOGRÁFICA

SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO UTILIZANDO PROGESTÁGENOS

Diversos tratamientos hormonales basados en progesterona y sus derivados se han implementado con el fin de reducir el anestro post-parto. Los esteroides ováricos (progesterona y 17β -estradiol) actúan como moduladores de la secreción de hormona luteinizante (LH) y las concentraciones de LH plasmáticas fluctúan de una manera pulsátil a través de todos los periodos del ciclo estral (Rahe et al, 1980). Existe una correlación negativa entre la administración de progesterona (P4) y la secreción de LH; la administración de progesterona o sus análogos en dosis reducidas no inhibe la frecuencia pulsátil de LH, en comparación con la utilización de dosis altas que al parecer sí inhiben esta frecuencia pulsátil de LH (Stumpf et al, 1991).

El uso de progestágenos para promover el reinicio del ciclo estral es un tema bastante controvertido con una buena variación en los resultados de fertilidad entre los diferentes estudios. Esto posiblemente sea debido a que niveles elevados de hormona luteinizante durante el tratamiento con Norgestomet están asociados con niveles elevados de estrógenos cuando se termina el tratamiento (Wright y Malmo, 1992). Asimismo, trabajos recientes han mostrado que bajas concentraciones de progesterona en ausencia de un cuerpo lúteo no suprimen totalmente la liberación de hormona luteinizante e impiden el reemplazo de los folículos dominantes, lo que a su vez podría explicar los bajos resultados en cuanto a fertilidad (Adams 1994).

Ireland y Roche (1982), indican que la progesterona y los progestágenos sintéticos suprimen el estro y la ovulación, actuando a través de un mecanismo de retroalimentación negativa sobre la liberación de LH. Por lo mismo, probablemente se reduce la frecuencia de los pulsos de esta hormona y se impide que algún folículo complete su desarrollo y ovule. Al retirar el fármaco, los folículos de todas aquellas vacas tratadas completarán su desarrollo al mismo tiempo, lo que provoca el estro sincronizado (Britt y Roche 1985).

Se han utilizado muchos progestágenos sintéticos para sincronizar celos y estos se han aplicado por diferentes vías. Las sustancias progestacionales que se aplicaban en inyecciones diarias hacían poco práctico el sistema (Wiltbank 1969). Munro y Moore (1986), demostraron que las inyecciones de progesterona prolongaban la fase del diestro durante el tiempo de aplicación; después de que las inyecciones eran finalizadas, las hembras entraban en calor y ovulaban con una sincronía razonable de 30 hr en promedio. Con el descubrimiento de progestágenos activos por vía oral (Lammond 1964), se hizo posible por primera vez su administración en el alimento. La mayor desventaja de esta vía era no tener un control preciso del consumo de la dosis diaria para cada animal tratado, lo que ocasionaba respuestas variables en la sincronización (Kesler y Troxel 1983; Peters 1986).

El MGA (acetato de melengestrol) es un progestágeno de aplicación oral. La administración de esta droga en el alimento ha sido utilizada para suprimir el estro en vaquillas. Si es mezclado en el alimento y consumido por la hembra a razón de 0.5 mg/día puede suprimir el estro. La mayoría de los programas lo recomienda durante 14 días en la alimentación. Sin embargo, el consumo de

alimento varía entre animales y esto podría afectar la cantidad que cada uno ingiere de la dosis de MGA suministrada en el mismo, obteniéndose una respuesta variable. Este puede ser entonces mezclado dentro de una cantidad específica de suplemento proporcionado en el alimento en cantidades de 0.5 a 2.0 libras/cabeza/día. Después de retirar el alimento, los animales entran en calor dentro de 2 a 6 días. El grado de sincronización es alto si los animales estaban ciclando antes de empezar la alimentación con MGA. No se recomienda la inseminación artificial posterior al estro con MGA porque se obtiene baja fertilidad. Para utilizar este programa con fertilidad aceptable, se recomienda una inyección de prostaglandina 17 días después de finalizada la alimentación, previa palpación de cuerpo lúteo. Los programas de MGA son excelentes en vaquillas resultando en buenas tasas de concepción para inseminación artificial después de la detección de estros. Sin embargo, estos resultados en vacas post-parto pueden resultar variables (Floyd y Giménez 1997).

Uno de los primeros trabajos relacionados con las formas de aplicación de progestágenos fue el reportado por Dizuk y Cook (1966), quienes demostraron que hormonas esteroidales colocadas en forma de implante se liberaban de manera constante y uniforme por periodos de varios días.

En bovinos productores de carne, uno de los progestágenos más populares es el Norgestomet, impregnado en un implante siliconado de aplicación auricular por vía subcutánea acompañado de una inyección de valerato de estradiol (Synchromate B). Este producto se ha empleado sobre todo para la sincronización de estros, así como para la inducción del estro en hembras anéstricas. En este caso, cabe mencionar que tal vez la principal ventaja de los sistemas basados en

progestágenos sintéticos es que, al aplicarlo en hembras anéstricas y después de ser retirado, se favorece la liberación de gonadotropinas y los animales comienzan a ciclar (Smith et al, 1983). Este efecto inductor de la actividad ovárica se ha probado tanto en vaquillas prepúberes como en vacas en anestro lactacional (González et al, 1975; Smith et al, 1979).

En el primer caso, al emplearse el progestágeno en un tratamiento inductor de la pubertad en vaquillas prepúberes, se han obtenido porcentajes de hembras en calor de 79 al 94% en periodos de 4 días de observación después de retirado el implante, con porcentajes de gestación de 43 a 56% (González et al, 1975). Además, se demostró que es posible utilizar este tratamiento para inducir el estro fértil en vaquillas prepúberes. Dichos autores señalan que el tratamiento es particularmente práctico en vaquillas menos precoces, como es el caso de algunos tipos de razas cebuinas.

González et al. (1975), señalan que la segunda posibilidad de uso de estos tratamientos con progestágenos es como inductores de la actividad ovárica en grupos de hembras post-parto, las cuales probablemente se encuentran en anestro. En una investigación se estudió el efecto de un tratamiento con Synchronate B en vaquillas y vacas con actividad ovárica o en anestro; el estro se detectó en mayor proporción en animales que se encontraban ciclando al inicio del tratamiento (88%) que en aquéllos que no lo estaban (77%). La fertilidad de las vaquillas en un periodo de cinco días fue similar si se encontraban ciclando (42%) o en anestro (47%), evento que no sucedió en el grupo de las vacas, donde los animales que estaban en anestro tuvieron una tasa de gestación del 38%, menor al de aquellas vacas que se encontraban ciclando (Beal et al, 1984). Por tal razón,

dichos autores señalan que la condición de la vaca antes del tratamiento (ciclando o en anestro) pudiera limitar la efectividad del progestágeno.

Aunque casi todas las hembras responden manifestando estro después de remover el implante, las expectativas en cuanto a la fertilidad son moderadas, sobre todo en hembras que al inicio del tratamiento se encuentran en anestro y lactando. Lo anterior está corroborado en una amplia revisión sobre el tema y en condiciones de trópico, donde se estima que el porcentaje de concepción a primer servicio es mayor (48%) en hembras que al momento de la sincronización se encontraban sin lactar, comparado con aquellas que sí lo estaban (32%) (Galina y Arthur 1990). En otro estudio utilizando los progestágenos, fue posible demostrar que este tratamiento es capaz de inducir estros, pero la fertilidad se ve disminuida seriamente cuando la hembra se encuentra lactando y tiene baja condición corporal. Asimismo, Wishart et al. (1977), señalan que la condición corporal de la vaca al recibir el tratamiento es un factor que determina la respuesta de las hembras al fármaco sincronizador.

FACTORES QUE MODIFICAN LA RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS CON PROGESTÁGENOS

En la literatura se han señalado diversos factores para tratar de explicar la variación en los resultados de programas para inducir y sincronizar el estro con progestágenos. tales como:

- a) Duración de la aplicación del fármaco sincronizador. Los tratamientos cortos con progestágenos resultan en un incremento de la fertilidad en comparación

con los tratamientos de larga duración aunque la precisión de la sincronización mejore en estos últimos resultados (Roche 1974; Sreenan et al, 1977).

- b) Etapa del ciclo estral. Se conoce que el tiempo de respuesta al tratamiento sincronizador no varía entre hembras sincronizadas con progestágenos en distintas etapas del ciclo estral. En cambio, el porcentaje de hembras en estro depende de la fase del ciclo estral, de tal manera que la respuesta es más efectiva al aplicarse el fármaco en las hembras que se encuentran a la mitad de la fase lútea (Spitzer et al, 1978).
- c) Estado fisiológico. Beal et al. (1984), señalan la importancia del estado ovárico en respuesta a tratamientos sincronizadores con base a progestágenos (SMB). En su estudio donde evaluaron el efecto entre vaquillas y vacas con actividad ovárica o en anestro, el estro fue detectado en mayor proporción en hembras que se encontraban ciclando al inicio del tratamiento (88%) comparado con aquéllas que no lo estaban (77%). La fertilidad de las vaquillas fue similar si se encontraban ciclando (42%) o en anestro (47%), cosa que no sucedió en el grupo de vacas donde los animales que se encontraban en anestro tuvieron una tasa de gestación del 38%, menor al de las vacas que se encontraban ciclando.
- d) Condición corporal. Wishart et al. (1977), estudiaron el efecto de la nutrición, peso y condición corporal sobre la fertilidad de vaquillas tratadas con Norgestomet y valerato de estradiol, encontrándose una mayor proporción de hembras gestantes cuando recibieron una suplementación energética para obtener un incremento de peso durante doce semanas. Esta suplementación se inició seis semanas antes del tratamiento.

- e) Edad de las hembras. Beal et al. (1984), al comparar la respuesta de vacas y vaquillas sincronizadas con Norgestomet, no encontraron variaciones significativas para el porcentaje de hembras en estro o en el tiempo de manifestación del mismo (9.4 hr más pronto en vaquillas que en vacas). En relación con la fertilidad, Peters (1986) señala que la misma es 20% mayor en vaquillas que en vacas previamente sincronizadas. Al respecto, Odde (1990) reportó que la sincronización con SMB dentro de un programa de transferencia de embriones no quirúrgica fue del 69.5 y 100% para vacas y vaquillas respectivamente. Sin embargo, la fertilidad fue del 39 y 18% respectivamente.
- f) Efecto de la época y año. Heersche et al. (1979), encontraron variaciones entre años en el número de vaquillas sincronizadas con Norgestomet que mostraban estro (89 al 95%), a pesar de que los programas se realizaron en las mismas explotaciones y época del año. Richards et al. (1988), encontraron que al realizar programas de sincronización en la primavera éstos resultaron mejores que los realizados en el otoño (84 y 64% respectivamente). Esto además fue corroborado por Broadbent et al. (1991), quienes explican que las condiciones ambientales son de gran importancia y que éstas pueden afectar la conducta de los animales y a su vez la habilidad para identificar a las vacas en estro.
- g) Tipo racial. La fertilidad lograda con el uso de progestágenos para el control del estro suele ser menor en ganado *Bos indicus* que en *Bos taurus*. Galina et al. (1987), indican que en general la sincronización del estro en bovinos de razas cebuínas bajo condiciones del trópico resulta en una fertilidad del 15% menor que la de los grupos testigo, y que ésta se deprime más cuando la

sincronización se realiza en hembras en pobre condición corporal, en épocas desfavorables del año o en ambas circunstancias.

- h) Efecto de la explotación o rancho. Se presentan amplias variaciones en la fertilidad de las hembras sincronizadas en diferentes explotaciones. Tales variaciones se atribuyen a las condiciones particulares de manejo que existen entre ranchos (Wishart et al, 1977).

CONDICIÓN CORPORAL

Las cantidades adecuadas de reservas corporales son necesarias para mantener la salud, función reproductiva y capacidad productora en el ganado, particularmente en la vaca lechera. La grasa corporal es un indicador de la cantidad de energía almacenada, por tanto, las vacas con reservas corporales bajas son propensas a enfermedades, desórdenes metabólicos, fallas en la eficiencia reproductiva y reducción en la producción de leche. A su vez, las bajas reservas corporales demoran la edad al primer servicio y se reduce la producción de leche después del parto en las vaquillas (Edmonson et al, 1989). Las vacas con reservas excesivas de grasa son propensas a partos difíciles y al síndrome de la vaca gorda (hígado graso post-parto). Las vaquillas gordas presentan dificultad para quedar gestantes y desórdenes en el desarrollo de la glándula mamaria que resultan en una vida productiva pobre. Sin embargo, esta condición es poco probable en vacas productoras de carne que únicamente son alimentadas a través de libre pastoreo.

Edmonson et al. (1989), señalaron que la evaluación de la condición corporal es una manera efectiva de medir subjetivamente la cantidad de energía

metabolizable almacenada como grasa y músculo en un animal vivo. Inicialmente la calificación de condición corporal se desarrolló para ovejas, involucrando la palpación de huesos dorsales y procesos lumbares, sintiendo la agudeza y recubrimiento de los huesos, siendo la escala de 0 (animal emaciado) a 5 puntos (animal muy gordo). La misma técnica fue adaptada para ganado de carne por Lowman et al. (1976), utilizando valores de 0 a 5 con medios puntos intermedios en aquellos animales que no acomodaron entre dos valores, quedando la escala con 11 puntos. Sin embargo, en ocasiones no es posible palpar la piel y costillares del ganado porque las facilidades de sujeción o el temperamento de los animales no lo permiten, por lo que en Australia y Nueva Zelanda se utiliza sólo la inspección visual.

Aunque las condiciones de raza y alimentación en el trópico son extremadamente diferentes, las escalas de clasificación existentes para animales de climas templados se utilizan para evaluar la condición corporal de los bovinos en el trópico con resultados comparables. Así, investigaciones preliminares han señalado que una condición corporal excesiva (4.0 puntos o mayor) o inadecuada (menor de 2.0 puntos) al parto reduce los índices de fertilidad subsecuentes. Además, la pérdida y también la ganancia de un punto en condición corporal después del parto reducen significativamente la fertilidad en las vacas que tenían buena condición corporal previa a este evento (Gaines 1989), afectándose así el estado de salud general del animal (Ferguson, 1991).

La restricción de energía en el periodo pre-parto resulta en una condición corporal pobre al parto, alargándose el intervalo al primer estro post-parto y decreciendo la posibilidad de encontrar un alto porcentaje de vacas ciclando al

inicio y final de la época de empadre (Whitman 1975; Lowman 1982; Dizuk y Bellows 1983; Richards et al, 1986). Por otra parte, las vacas que mantienen buena condición corporal después del parto presentan mayor función hipofisiaria y mejor potencial reproductivo que se traduce en un rápido retorno al estro post-parto, que aquéllas que paren con pobre condición corporal (Rutter y Randel, 1984).

Los requerimientos de energía para el mantenimiento, así como la eficiencia en la utilización de ésta en vacas post-parto, son afectados por la condición corporal y también por el destete precoz y el insumo de energía pre y post-parto (Houghton et al, 1990). Se ha señalado que la condición corporal modula el nivel de la LH en la sangre, la sensibilidad de la hipófisis a la hormona liberadora de LH (LHRH), así como los niveles de LH en hembras con condición corporal pobre (Roberson et al, 1992).

SUPLEMENTACIÓN MINERAL

En algunas regiones donde la ganadería depende exclusivamente de los pastos nativos o mejorados como única fuente de nutrientes, los animales frecuentemente son incapaces de satisfacer sus necesidades alimenticias durante algunas épocas del año, observándose bajos consumos de energía por el alto contenido de fibra en los forrajes, bajos insumos de proteína y deficiencias de minerales y/o vitaminas (García y Montemayor 1987). Estos mismos autores señalan que algunas veces el ganado continúa en la misma condición deteriorada aun cuando el suministro de alimento es abundante, afectándose así la función productiva y reproductiva del hato.

En el trópico la disponibilidad de forraje en los pastizales fluctúa marcadamente durante el año, lo cual resulta de cambios en la precipitación pluvial y la temperatura ambiental. Las gramíneas tropicales son muy sensibles a esos cambios, llegando a disminuir su calidad en 50% en periodos adversos de 7 a 10 días (McDowell 1994). Es indudable entonces que la mayor parte de la población bovina de América Latina vive una parte del año bajo condiciones de deficiencia nutricional, sobre todo de proteínas (McDowell et al, 1983; Plasse, 1988). Aunado a esto, los pastos tropicales son deficientes en minerales y sólo en raras ocasiones satisfacen completamente las necesidades de los rumiantes en pastoreo, siendo necesaria la suplementación mineral durante todo el año (García y Montemayor, 1987).

La eficiencia reproductiva del ganado es afectada por factores nutricionales, sobre todo cuando estos requerimientos se incrementan como en el caso del crecimiento (Gauthier 1983). Cuando disminuye la cantidad y calidad del forraje, la suplementación alimenticia mejora los parámetros reproductivos del ganado (Galina y Arthur 1989c).

En relación a la suplementación mineral, hembras Holstein x Cebú suplementadas con P y Mg en el periodo pre-parto presentaron más pronto la involución uterina que aquéllas que no recibieron dichos minerales (Corro et al, 1993). El uso de la suplementación durante el periodo pre-parto y post-parto asegura un incremento en la eficiencia reproductiva, sin embargo, no debe ser exclusivamente de minerales, sino que debe considerar también la energía y la proteína. Es necesario estimar el balance energético de las vacas durante esos periodos utilizando como indicador la condición corporal del animal para

establecer con mayor precisión las relaciones entre nutrición y eficiencia reproductiva (Butler y Elrod 1995).

La suplementación estratégica para mejorar la eficiencia reproductiva del hato debe considerar las condiciones nutricionales que existen, la duración de la suplementación, así como el tipo de animal (McDowell 1994). En este sentido, es posible suponer que la suplementación alimenticia en hembras que iniciarán el periodo de empadre beneficia los índices de fertilidad.

AMAMANTAMIENTO

El amamantamiento juega un papel importante en el control de los ciclos reproductivos del ganado bovino; un amamantamiento prolongado durante la lactación tiene importantes implicaciones económicas y biológicas. El efecto biológico más importante que tiene sobre la reproducción es el bloqueo de la ovulación y los largos periodos de parto a primer estro que contribuyen a la baja eficiencia reproductiva. El amamantamiento retarda la liberación de hormonas gonadotrópicas necesarias para el reinicio del ciclo estral después del parto, por lo que las vacas que pierden su cría al nacimiento usualmente entran en celo más pronto que las vacas que están amamantando (Wettemann 1994).

Uno de los principales factores que afectan la reproducción en la ganadería tropical es el largo periodo interparto (anestro post-parto) y la subsecuente baja eficiencia reproductiva. Disminuir el tiempo entre parto y primer estro es crucial para llegar al objetivo de un parto cada 12 meses (Ramírez et al, 1992). Después del parto, el amamantamiento y la producción de leche pueden inhibir el desarrollo folicular afectando la actividad del hipotálamo, hipófisis u ovario. La cantidad de leche producida en el periodo post-parto puede afectar el intervalo entre el parto y

la ovulación. Short et al, 1990 han demostrado que los factores ambientales también pueden alterar la actividad ovárica a nivel del sistema nervioso central, ovárico o de otros órganos; uno de los efectos más notables es la supresión de la liberación de GnRH por el hipotálamo.

En el ganado de carne, existe evidencia de la supresión de la actividad ovárica cíclica durante el periodo temprano del post-parto, el cual se ve aumentado por el efecto de la disminución de energía en la dieta y una pobre condición corporal (Williams 1990.) Además, el amamantamiento de la cría comúnmente prolonga el anestro post-parto por más de 90 días, siendo ésta la principal causa de la pobre eficiencia reproductiva (Wright et al, 1987). Asimismo, esto también se manifiesta en ganado de doble propósito (Acosta et al, 1983).

La falla endocrina más notable asociada con el anestro post-parto es una marcada supresión de la liberación pulsátil de LH, esto es debido a que el amamantamiento interfiere con la liberación de GnRH del hipotálamo y a que la hipófisis (glándula pituitaria) es incapaz de responder satisfactoriamente al estímulo de la GnRH (Williams 1990).

Bastidas et al. (1984), reportaron que usando el amamantamiento restringido se incrementa la tasa de gestación, probablemente por un retardo en la liberación de hormonas necesarias para el reinicio del ciclo estral después del parto. Short et al. (1990), no encontraron diferencia en los patrones pulsátiles de LH de vacas que fueron o no expuestas a sementales. Los patrones inhibidores de la secreción pulsátil de la LH observada durante el estado anovulatorio, y el correspondiente incremento en la frecuencia de pulsos de la LH que ocurre de 2 a 6 días después de eliminar el estímulo del amamantamiento, son dos de los

fenómenos más ampliamente conocidos que ocurren durante el post-parto de las hembras (Walters et al, 1982; Smith et al, 1983).

En vacas cruzadas (*Bos indicus* x *Bos taurus*), la restricción del amamantamiento a uno (Shively y Williams, 1989; Williams 1990) o dos periodos al día (Tegegne et al, 1992) reduce la duración del anestro, en comparación con el amamantamiento ad libitum. Sin embargo, se desconoce el efecto de la frecuencia del amamantamiento sobre la duración del periodo anovulatorio en vacas que llegan al parto con diferente condición corporal (alta o baja) y que mantienen la misma condición durante el post-parto.

ACTIVIDAD OVARICA EVALUADA POR ULTRASONOGRAFÍA

El temprano reinicio del crecimiento folicular después del parto, con la formación del primer folículo dominante detectado morfológicamente por ultrasonido, ocurre en un promedio de 10.2 días en la vaca de carne, existiendo una baja incidencia de ovulación de este primer folículo dominante (11%) en el post-parto (Murphy et al, 1991), en contraste con las vacas lecheras en las cuales el primer folículo dominante ovula en más del 70% de éstas (Savio et al, 1990). En las vacas de carne que amamantan hay un recurrente crecimiento y regresión de folículos dominantes en un promedio de 3.2 ± 0.2 folículos dominantes hasta la primera ovulación (Murphy et al, 1991). Así, el periodo de anestro prolongado en estas vacas se debe a una falla en la ovulación de folículos dominantes en vez de a un retardo en el desarrollo de los folículos; es decir, el periodo de anestro prolongado en las vacas de carne que están amamantando es atribuido a que la

HIPOTESIS

Al emplear implantes reciclados conteniendo un progestágeno, más la aplicación de prostaglandina, la fertilidad será igual o mejor en relación a la utilización de un tratamiento convencional consistente en un implante nuevo impregnado con un progestágeno aunado a la aplicación de eCG.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar un programa de sincronización de estros utilizando dos implantes reciclados de un progestágeno sintético más la aplicación de prostaglandina comparado con un método convencional de sincronización con un implante nuevo impregnado con norgestomet aunado a la aplicación de eCG.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.-Encontrar un método eficiente y económico para la sincronización de estros que podría ser recomendado a los ganaderos para obtener un ahorro considerable al reciclar los implantes usados.
- 2.-Evaluar el porcentaje de vacas que expresen celo a través del uso de dos implantes reciclados.
- 3.- Calcular el porcentaje de vacas inseminadas en los dos tratamientos de sincronización.
- 4.-Estimar el porcentaje de fertilidad a primer servicio en los dos métodos de sincronización.
- 5.-Determinar el porcentaje de fertilidad total de los 2 grupos de vacas incluidas en el estudio.

MATERIAL Y METODOS

LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en el Municipio de Azoyú que se localiza en la parte sureste del estado de Guerrero. El clima es cálido subhúmedo con humedad intermedia AW (W) ig. La temperatura media anual es igual en todo el centro (27.2 °C) con registro mínimo de 17.9°C en febrero y máximo de 35°C en el mes de mayo. La precipitación pluvial anual es la más alta de la región con 2560 mm (García 1981).

CARACTERISTICAS DE LOS ANIMALES

Las hembras inicialmente fueron identificadas conforme a los registros existentes en la explotación comercial donde se llevó a cabo el estudio. Posteriormente fueron identificadas con un arete y numeración progresiva de acuerdo al orden de inclusión en el estudio, además fueron examinadas a través de palpación rectal durante los primeros meses previos al estudio a fin de evaluar que se encontraran libres de patologías clínicas en el aparato genital, así como también verificar la presencia de estructuras ováricas, posteriormente fueron evaluadas por medio de la técnica de ultrasonografía para confirmar el examen inicial (Rajamahendran et al, 1994). Asimismo, fueron mantenidas bajo un manejo constante de acuerdo al método empleado en la explotación comercial, en relación a las condiciones de sanidad, técnicas de alimentación y grado de tecnificación. Asimismo, a todos los animales experimentales se les proporcionaron sales minerales a libre acceso y se les aplicó una solución de un compuesto fosfórico al

5% (Tonofosfan, Lab. Hoechst-Roussell) por vía intramuscular, a una dosis de 50 ml por animal.

Los animales se manejaron en un sistema de pastoreo rotacional, con una carga animal de 2 U.A./Ha y fueron mantenidos en praderas que promedian aproximadamente 100 ha sembradas con pasto Zacatón (Guinea de Sudáfrica), estando presentes algunos pastos nativos como el *Paspalum* sp y *Axonopus* sp, siendo el tipo predominante de praderas de clase mixta dentro de las instalaciones del productores ubicados en estas áreas del trópico.

ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 58 vacas vacías de tipo Cebú (*Bos indicus*), con tiempo posparto promedio de 4 meses, de diferentes edades, pesos y con cría al pie. De éstas, 25 se encontraban ciclando y 33 presentaban anestro.

CONDICION CORPORAL

Se evaluó la condición corporal al inicio del estudio para posteriormente volver a realizar dicha evaluación al final del mismo, empleando la escala del 1 al 5 descrita por Pullan (1978), donde 1 es un animal emaciado y 5 es un animal gordo.

TRATAMIENTOS

El programa de sincronización tuvo una duración aproximada de 160 días, de Octubre de 1997 a Febrero de 1998. Se formaron cuatro grupos experimentales:

GRUPO A (n=13): Este grupo de vacas ciclando fue tratado con un método de sincronización que incluyó la aplicación de dos implantes reciclados con un progestágeno sintético (Norgestomet), por vía subcutánea auricular, los cuales permanecieron por 9 días in situ. Se esperó un lapso de 13 días para que las vacas desarrollaran un cuerpo lúteo funcional y se aplicó una inyección de Tiaprost el cual es un derivado sintético de prostaglandina F2 α (Prosolvin, Lab. Intervet) a una dosis de 0.150 mg equivalente a 5 ml por vía intramuscular, como dosis total.

GRUPO B (n=12): Este grupo fue conformado por vacas en anestro y recibió el mismo tratamiento descrito en el grupo A.

GRUPO C (n=12): Estas hembras se encontraban ciclando y fueron inducidas a mostrar conducta de celo bajo la aplicación de 6 mg de Norgestomet contenido en un implante nuevo de aplicación subcutánea y a su vez la aplicación de una inyección intramuscular de 2 ml conteniendo 5 mg de Valerato de estradiol y 3 mg de Norgestomet (C Lab. Intervet). El implante auricular permaneció durante 9 días in situ. Además, se aplicaron 500 UI de eCG (Folligon, Lab. Intervet) al momento de retirar del implante.

GRUPO D (n=21): Este grupo fue conformado por vacas en anestro y recibió el mismo tratamiento descrito para el grupo C.

DETECCION DE ESTROS

La observación de celos se realizó en todas las vacas de la siguiente manera: por la mañana de 6:30 a 9:00 am, por la tarde de 11:00 am a 1:00 pm y por la noche de 6:00 a 7:00 pm durante 3 días, dando inicio 24 hr después del retiro del implante en todas las hembras. A las hembras pertenecientes a los grupos A y B se les dejó pasar el estro registrándose solamente hora y día. Además, se empezaron a observar nuevamente alrededor de las 24 hr post-aplicación de la prostaglandina; en ambos casos una vaca fue considerada en celo al permitir por lo menos dos montas durante los periodos de observación (Orihuela et al, 1989).

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Las hembras de los grupos A y B fueron inseminadas en un lapso de 12 hr posteriores a la presentación del estro inducido por prostaglandinas. Las de los grupos C y D se inseminaron en un lapso de 12 hr posteriores al estro posterior al retiro del implante. Todas las vacas fueron inseminadas artificialmente por un mismo técnico.

DIAGNOSTICO DE GESTACION.

El diagnóstico de gestación se realizó a los 30 días post-inseminación, mediante estudios de ultrasonografía y se confirmó a través de palpación rectal a los 45 días.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se analizó estadísticamente a las variables nominales u ordinales (vacías y gestantes) de acuerdo a un diseño factorial de 2 x 2, siendo el factor A el estado fisiológico de las vacas (anestro y ciclando) y el B los 2 niveles de sincronización (implantes reciclados y nuevos), resultando en 16 tratamientos con n repeticiones por tratamientos. Se utilizó el PROC CATMOD, disponible en el paquete estadístico SAS (Gody y Smith 1991).

Modelo estadístico

Modelo lineal factorial (Respuesta al estro y tasa de gestación)

$$Y_{ij} = \mu + EFi + SIj + (EF*SI)_{ij} + Eij$$

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general de la variable de respuesta

EFi = Efecto del i-ésimo estado fisiológico (anestro y ciclando)

SIj = Efecto de la j-ésima sincronización (reciclados y nuevos)

$(EF*SI)_{ij}$ = Interacción entre factores

Eij = Error experimental

RESULTADOS

Los promedios de condición corporal (CC) encontrados al inicio de los tratamientos para las hembras de los grupos A y B fueron de 1.66 ± 0.4 y para las de los grupos C y D fueron de 2 ± 0.7 ($P > 0.05$). No se encontró diferencia estadística al final del estudio en la condición corporal de los cuatro grupos experimentales, la cual permaneció de manera similar a la inicial.

La respuesta a la sincronización a través del doble implante de SMB dentro de las 36 a 48 hr después del retiro de implantes y de acuerdo a los tratamientos establecidos para vacas de los grupos A y B (ciclando y en anestro) fue del 53.8 y 75% respectivamente. La respuesta a celo después de la aplicación de prostaglandinas para éstos mismos grupos fue del 64%.

En contraste, la respuesta a celo de acuerdo al tratamiento con un implante nuevo en las vacas de los grupos C y D fue del 85.7 y 83.3% respectivamente ($P > 0.05$).

En promedio se alcanzó un 75.8% de hembras que expresaron celo en los cuatro grupos.

El porcentaje de concepción obtenido a primer servicio de inseminación artificial para las vacas de los grupos A y B fue del 7.7 y 0% respectivamente, mientras que para los grupos C y D fue del 50 y 28.5% respectivamente ($P < 0.05$).

En promedio se obtuvo un 22.4% de gestación en los cuatro grupos.

DISCUSION

MANIFESTACION DEL ESTRO

Con base al diagnóstico inicial de palpación rectal y confirmación mediante ultrasonografía, el 56.9 y 43.1% de las vacas fueron clasificadas en anestro y ciclando, respectivamente. La respuesta a la sincronización de estros para los cuatro grupos, que fue en promedio de 74.4%, resultó ser inferior al 100% reportado por Luthra et al. (1994), pero fue superior a lo encontrado por Montiel (1996), quien reportó un 56.4% de hembras cebuínas detectadas en estro dentro de un programa de transferencia de embriones (sincronizadas con implante de norgestomet). Los resultados obtenidos son similares a lo descrito por Beal et al. (1984), quienes reportaron un 78% de vacas que manifestaron celo post-retiro del implante de norgestomet y a lo reportado por Porras et al. (1993), quienes obtuvieron un 75.9% de manifestación de estros con vacas *Bos indicus* en anestro y amamantando.

En cuanto al estado fisiológico, se observó en vacas ciclando y en anestro un 85.7 y 83.3% de manifestación de estro, respectivamente. Estos resultados son superiores al 42 y 47% de respuesta a celo con SMB para vacas ciclando y en anestro respectivamente, reportados en vacas productoras de carne por Beal et al. (1984).

Los resultados del presente estudio coinciden con las observaciones obtenidas por investigadores que mencionan que la conducta estral es superior cuando el agente sincronizador es un progestágeno (González et al, 1975; Galina et al, 1987; Orihuela et al, 1989; Odde 1990). Esta coincidencia puede ser

producto de que todas las hembras sincronizadas, a pesar de estar en anestro o ciclando, presentaban una etapa de desarrollo folicular similar al inicio de los tratamientos puesto que la acción del Norgestomet retrasa la maduración de cualquier folículo que pudiera haberse desarrollado durante el tratamiento con progestágenos. Esta acción probablemente es la responsable de la variabilidad en la tasa de inducción al estro en el grupo que recibió dos implantes.

También cabe mencionar que la respuesta de sincronización al estro pudo haber sido incrementada debido a que todas las vacas fueron destetadas por un periodo de 72 hr desde el momento de retirar el implante de norgestomet.

Según los resultados del presente estudio se puede consignar que no existieron diferencias estadísticas en el porcentaje de sincronización al estro entre vacas cebuínas en anestro y ciclando en cuanto a la condición corporal y suplementación mineral. En este sentido, Porras et al. (1993) explican que diversos factores como el estado fisiológico del animal (vacas anéstricas y ciclando), la condición corporal, el efecto de la época del año y el tipo racial pueden modificar la respuesta del estro con progestágenos. Aunque en el presente estudio no fueron considerados en la respuesta al tratamiento con Norgestomet factores tales como intervalos entre partos y pérdida de peso durante la gestación con consecuente retraso en la aparición del estro y baja proporción de hembras ciclando en el hato, es posible asumir que alguno de estos factores pudo haber afectado los resultados del presente estudio.

La respuesta a celo posterior a la aplicación de prostaglandinas para los grupos A y B fue del 64%. Estos resultados son inferiores al 83.3% reportado en vacas cebuínas por Basurto et al. (1997).

Considerando en la actualidad la importancia que representan en ganado productor de carne los programas de mejoramiento genético en las zonas tropicales a través de la técnica de inseminación artificial en combinación con tratamientos de control del ciclo estral, se programó un experimento en el cual se evaluó un programa de sincronización de estros utilizando dos implantes reciclados de un progestágeno sintético (Norgestomet) más la aplicación de prostaglandina.

Existe el antecedente de que un incremento en la temperatura media y máxima así como en la precipitación pluvial afectan negativamente la reproducción de los bovinos (Lozano et al, 1992). En el presente estudio los cambios en condición corporal fueron poco perceptibles, esto posiblemente ocasionó que no hubiera diferencias en la respuesta a manifestación de celo, en contraste con los estudios de Galina et al. (1989,1990), donde probablemente la época del año donde se presenta una marcada reducción en la calidad del pasto se refleja en una pobre condición corporal.

TASA DE GESTACIÓN

La tasa de gestación obtenida a primer servicio de inseminación artificial en el presente estudio para las vacas de los grupos A y B fue muy baja, obteniéndose un 7.7 y 0% respectivamente. Sin embargo, para el grupo C el resultado obtenido de 50% puede considerarse bueno y para el grupo D el promedio de 28.5 se considera regular. El promedio de 22.4% de gestación total en los cuatro grupos igualmente puede considerarse como regular. En general, los resultados son inferiores a lo encontrado por Beal et al. (1984). Estos reportaron un 88 y 66% de

gestación para vacas ciclando y en anestro respectivamente, en forma similar a Luthra et al. (1994), quienes encontraron un 71.4% de tasa de gestación.

Los resultados obtenidos de acuerdo al estado fisiológico de las vacas (7.7 y 50% ciclando, contra 0 y 28.5% en anestro), indican mejores resultados para las vacas que se encontraban ciclando al inicio del estudio. El estado fisiológico de las hembras al inicio del tratamiento limita la efectividad del mismo y aunque la mayoría de las hembras responden manifestando signos de estro después de remover el implante, las expectativas de fertilidad son menores principalmente para las vacas en anestro y lactando (Porras et al, 1993).

Las vacas productoras de carne en lactación y las vacas lecheras con alimentación a base de pasturas son las más propensas a estar en anestro (Roche et al, 1992; McDougall et al, 1995), pero la subnutrición también puede inducir a esa condición, especialmente en cruza de Bos indicus (Jolly et al, 1995), aunque esto no se observó en el presente estudio.

Los resultados de este estudio son similares a lo reportado por Porras et al. (1993), quienes al utilizar un implante de Norgestomet (6 mg) y valerato de estradiol obtuvieron entre 20 y 30% de gestaciones. Además, Piotrowski (1994), al comparar la utilización de diferentes fármacos observó que los porcentajes de gestación son similares al sincronizar ganado con prostaglandinas o con norgestomet, obteniendo valores de entre 40 a 48% en animales servidos a estro detectado posterior al retiro del implante de norgestomet.

Aunque en el presente estudio se encontraron tasas de gestación inferiores o similares a las obtenidas en investigaciones similares en las que se utilizaron Norgestomet y prostaglandinas, estos resultados no podrían ser considerados

totalmente normales debido a que estas variaciones pudieron deberse a una grave alteración climatológica que se presentó durante el estudio. El huracán "Paulina" se registró durante el periodo de estudio y probablemente repercutió en el desempeño reproductivo de las vacas, ya que posiblemente pudo causar estrés de tipo ambiental por los vientos y la gran cantidad de lluvia presentes. Esto condujo a una conducta de agrupamiento entre las vacas para protegerse del medio ambiente. Probablemente, debido a esta conducta, la actividad reproductiva se vio disminuida como un mecanismo natural de defensa en contra de condiciones climatológicas adversas. Es posible entonces que el medio ambiente haya influido sobre el perfil hormonal de estos animales al producirse cantidades excesivas de cortisol debido al estrés medioambiental. Asimismo, existe evidencia indirecta de este mismo efecto en un reporte de Montiel (2000) quien señala una disminución en el porcentaje de gestación en ganado de doble propósito provocada por el fenómeno climatológico conocido como "El Niño" en 1998. Se ha reportado que los sistemas de producción del trópico son los más susceptibles a ser afectados por este fenómeno. En este sentido, se reportó que "El Niño" durante 1998 provocó que la temperatura fuera 1.06°C superior con relación al promedio de 1994 a 1997 (26.9 versus 25.8°C) y la precipitación pluvial aumentara en un 50% (Romero, 1999). Asimismo, existe evidencia indirecta en otros estudios realizados por Montiel (1996) y Barrientos (1999) en ganado de doble propósito y por Medrano et al. (1996) en ganado cebuino, en donde las lluvias también afectaron el comportamiento reproductivo de los animales, presentándose una disminución en los porcentajes de estros esperados. Por lo anterior, es necesaria más información al respecto para evaluar si existe una correlación entre los eventos reproductivos

del ganado productor de carne y el medio ambiente, particularmente los cambios bruscos de clima.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, puede concluirse que la utilización de C más eCG, fue más eficaz en la sincronización del estro post-parto en vacas productoras de carne, que la utilización de dos implantes reciclados aunados a la aplicación de prostaglandinas.

Asimismo, se concluye que el porcentaje de gestación al primer servicio fue más alto en el tratamiento convencional de sincronización de estros utilizando C más eCG, en comparación con la utilización de dos implantes reciclados de norgestomet más la inyección de prostaglandinas.

Aunque la aplicación de dos implantes reciclados significa disminuir el costo del tratamiento sincronizador, éste puede hacerse impredecible al modificarse repentinamente las condiciones climatológicas y en consecuencia puede registrarse un menor número de animales en estro y un bajo número de animales gestantes a primer servicio.

Es innegable que las marcadas fluctuaciones en la disponibilidad alimenticia del forraje durante las diferentes épocas del año bajo condiciones de pastoreo en el trópico son muy comunes y presentan variaciones en la producción de forraje debido a cambios en la precipitación y temperatura. Además, el pastoreo extensivo en época de sequía afecta considerablemente la condición de los animales, por lo que es importante crear conciencia y responsabilidad en los ganaderos de las zonas tropicales de que al tratar de implementar técnicas de

vanguardia en reproducción-nutrición, como lo es la inducción de estros, inseminación artificial, simultáneamente utilicen estrategias de suplementación alimenticia y mineral en el ganado. La importancia que esto significa dentro del manejo normal que emplean en sus hatos (a base de libre pastoreo y sin suplementación), debe ser recalcada, pues una mala nutrición o un mal manejo tenderán a reducir las posibilidades de éxito de cualquier programa reproductivo.

Dadas las condiciones climáticas extraordinarias que influyeron directamente sobre los resultados obtenidos en el presente estudio fue imposible obtener resultados 100% aplicables a las condiciones normales del clima en la zona de estudio.

Finalmente, se concluye que en este estudio los implantes reciclados para el uso en ganado bovino en vacas cebú no funcionaron, sin embargo recomendamos hacer más estudios al respecto, donde las condiciones climáticas pudieran ser favorables.

LITERATURA CITADA

1. Acosta, B., Tarnavsky, T.E. and Platt T.E.: Nursing enhances the negative effect of estrogen on LH release in the cow. *J. Anim. Sci.* 57:1530 (1983).
2. Adams, G.P.: Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle. Implications for synchronization & superstimulation. *Theriogenology*. 40:19-24 (1994).
3. Barrientos, M.M.: Evaluación del efecto de dispositivos vaginales que contienen progesterona natural de liberación prolongada (CIDR) y benzoato de estradiol, sobre la fertilidad y actividad ovárica en ganado bovino bajo las condiciones del trópico húmedo mexicano. Tesis de Maestría. FMVZ, UNAM. México, D.F. (1999).
4. Bastidas, P., Troconiz, J., Verde, O., and Silva, O.: Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. *Theriogenology*. 21: 289-294 (1984).
5. Basurto, C.H., Alonso, D.M., Gutiérrez, C. y Orozco, T.S.: Determinación ultrasonográfica del tiempo de ovulación en novillonas Holstein x Cebú sincronizadas con PGF2 alfa en el trópico húmedo de México. Décima Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Veracruz, Ver. México. pp.222 -224 (1997).
6. Beal, W.E., Good, G.A. and Peterson, L.A.: Estrous synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with Synchromate-B or Norgestomet and Alfaprostol. *Theriogenology*. 22:59-65 (1984).
7. Britt, J.H. y Roche, J.F.: Inducción y sincronización de la ovulación. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Edit. Interamericana. México. Pp. 521-534 (1985).
8. Broadbent, P.J., Stewart, M. and Dolman, D.F.: Recipient management and embryo transfer. *Theriogenology*. 35:125-139 (1991).
9. Butler, W.R. and Elrod, C.C.: Reproduction in high-yielding dairy cows as related to energy balance and protein intake. AIBR. Sexto Congreso Internacional de Reproducción Bovina. México, D.F. pp.20-27 (1995).
10. Corro, M.M., Basurto, H., Livas, F. y Porras, A.: Efecto de la suplementación mineral pre-parto sobre el comportamiento reproductivo post-parto. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Guadalajara, Jalisco, México. Memoria pp.179 (1993).
11. De Los Santos V., Sosa, S.G., Gonzalez, P., Rosales A., y Mapes S.G. : Determinación de los niveles séricos de progesterona en vacas en anestro

- lactacional tratadas hormonalmente. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Jalisco. Pp:54 (1993).
12. Dizuk, P.J. and Bellows, R.A.: Management of reproduction of beef, sheep and pigs. *J. Anim. Sci.* 57 (Suppl. 2):355-362 (1983).
 13. Dizuk, P.J. and Cook, B.: Passages of steroids through silicone rubber. *Endocrinology*. 78:208-211 (1966).
 14. Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T and Webster, G.: A body condition scoring chart for Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78 (1989).
 15. Escobar, F.J., Fernández-Baca, S., Galina, C.S., Berruecos, J.M y Saltiel, A.: Estudio del intervalo entre partos en bovinos productores de carne en una explotación del altiplano y otra de la zona trópic húmeda. *Vet. Méx.* 13:53-60 (1982).
 16. Ferguson, J.D.: Nutrition and reproduction in dairy cows. *Vet. Clinics of North Amer.:* Food Anim. Pract. 7:483-507 (1991).
 17. Floyd, J.G. and Giménez, D.: Estrus synchronization programs in beef herds. Publications of Animal and Dairy Science at Auburn University. ANR 1027 (1997).
 18. Gaines, J.: The relationship between nutrition and fertility in dairy herds. *Food Anim. Pract. Vet. Med.* 10:997-1002 (1989).
 19. Galina, S.C., Duchateau, S and Navarro, F.: Assesment of the reproductive efficiency of *Bos indicus* cattle en the tropical areas of Mexico. In: Nuclear Techniques in Animal Production and Health. International Atomic Energy Agency Vienna. 215-223. (1986).
 20. Galina, C.S., Orihuela, A., Duchateau, A. and Navarro-Fierro, R.: Reproductive performance of Zebu cattle in Mexico using artificial insemination. *Vet. Clinics of North Amer.* 3:619-632 (1987).
 21. Galina, C.S., Murcia, C., Beatty, A., Navarro-Fierro, R., Porras, A.: Reproductive performance of Zebu Cattle in Mexico. Proceedings, Final research coordination meeting of the FAO/IAEA coordinated research programme entitled "Regional network for improving the reproductive management of milk and meat-producing livestock in Latin America with the aid of radio-immunoassay techniques", September 19-23, Bogotá, Colombia (In press) (1989).
 22. Galina, C.S. and arthur, G.H.: Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Anim. Breed. Abst.* 57:889-910 (1990).

23. Galina, C.S. and Arthur, G.H.: Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Anim. Breed. Abst.* 57:889-910 (1989c).
24. García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 3a. De. Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F. pp. 143-201 (1981)
25. García, B.C. y Montemayor, D.: Importancia de la suplementación mineral en la productividad de bovinos en pastoreo. V Simposium Internacional sobre Ganadería. Mejoramiento genético a través de inseminación artificial y transferencia de embriones. Chihuahua, México. Memoria. pp.1-23. (1987).
26. Gauthier, D.: Influence of nutrition on prepartum plasma levels of progesterone and total estrogens and postpartum plasma levels of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone in suckling cows. *Anim. Prod.* 37:84-96 (1983).
27. Gody, R.P. and Smith, J.K. :Applied statistic and the SAS programming language. Third edition. Prentice Hall, Englewood Cliff,N.J.USA. (1991).
28. González, P.E., Ruiz, D.R. y Wiltbank, J.N.: Inducción y sincronización del estro en vaquillas prepúberes mediante la administración de estrógenos y progestágenos. *Tec. Pec. Méx.* 28:17-22 (1975).
29. Heersche, G.Jr., Kiracofe, G.H., De Benedetti, R.C., Wen, S. and McKee, R.M.: Synchronization of estrus in beef heifers with a norgestomet implant and prostaglandin F2 alpha. *Theriogenology.* 11:197 (1979).
30. Houghton, P.L., Lemenager, R.P., Hendrix, K.S., Moss, G.E. and Stewart, T.S.: Effects of body composition, pre – and postpartum energy intake and stage of production on energy utilization by beef cows. *J. Anim. Sci.* 68:1447-1456 (1990).
31. Ireland, J.J. and Roche, J.F.: Effects of progesterone on basal LH and episodic LH and FSH secretion in heifers. *J. Reprod. Fert.* 64: 295-302 (1982).
32. Jolly, P.D., Mc Dougall, S., Fitzpatrick, L.A., Macmillan, K.L. and Entwistle, K.W.: Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J. Reprod. Fert.* 49: 477-492 (1995).
33. Kesler, D.J. and Troxel, T.R.: Estrus synchronization in cattle. *Vet. Prof. Topics: Cattle* 9:1-6 (1983).

34. Lammond, D.R.: Synchronization of ovarian cycles in sheep and cattle. *Anim. Breed. Abst.* 32:269-285 (1964).
35. López, S., Pulido, A., García, W y Gallegos.: Sincronización del estro en ganado bovino de doble propósito en el trópico. XVI Congreso Nacional de Buetría. Veracruz. Ver. 1-5. (1991).
36. Lowman, B.G., Scott, N.A. and Somerville, S.H.: Condition scoring of cattle. *Bull. No. 6.* East of Scotland College of Agric., Anim. Prod., Advisory Dev. Dept. U.K. (1976).
37. Lowman, B.G.: Review of research work into factors influencing fertility in beef cows. Meeting for JCO Cattle Committee. East of Scotland College of Agric. U.K. (Mimeo., 1982).
38. Lozano, D.R.R., Leyva, R.G. y Moreno, F.L.A.: Efecto del medio ambiente sobre el comportamiento reproductivo y la fertilidad de vacas de la raza Suizo Americano en el trópico subhúmedo. *Tec. Pec. Méx.* 30.3: 208-222 (1992).
39. Luthra, R.A., Khar, S. K. and Singh, K.P.: Oestrus induction and synchronization in cows and buffaloes with synthetic progestagens. *Ind. J. Anim. Sci.* 64(10):1060-1061 (1994).
40. McDougall, S., Burke, C.R., Macmillan, K.L. and Williamson, N.B.: Follicle patterns during extended periods of postpartum anovulation in pasture- fed dairy cows. *Res. Vet. Sci.* 58: 212-216 (1995).
41. McDowell, L.R., Conrad, J.H., Ellis, G.L. and Loosli, J.E.: Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Bulletin of Dept. of Anim. Sci. Center for Tropical Agric. Univ. of Florida and The U.S. Agency for International Development. USA. (1983).
42. McDowell, R.E.: Dairying with improved breeds in warm climates. Published by Kinnickinnic Agri-Sultants, Inc. pp.23-54 (1994).
43. Medrano, E.A., Hernández, O., Lamothe, C. and Galina, C.S.: Evidence of asynchrony in the onset of oestrous signs in Zebu Cattle following Synchromate B treatment. *Res. Vet. Sci.* (1996).
44. Montiel, P.F.: Implementación de un programa de transferencia de embriones Holstein -Cebú criopreservados, sexados y fertilizados in vitro con productores del trópico húmedo. Tesis de Maestría. FMVZ, UNAM. México, D.F. (1996).

45. Montiel, P.F.: Actividad ovárica post-parto en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo mexicano. Tesis de Doctorado. FMVZ, UNAM. México, D.F. (2000).
46. Morstin, J., Fontaubert, Y., Aguer, D. and De Fonyaubert, Y.: Ovarian activity and fertility after Synchromate B plus (SMB+) treatment of large dairy herds in Poland. 11th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, University College Dublin, Ireland. Vol. 4, No. 450:3 (1988).
47. Munro, R.K. and Moore, M.W.: Plasma concentration of progesterone in ovariectomized and prepubertal heifers following intravaginal and intramuscular injection of progesterone. *Anim. Reprod. Sci.* 11:81 (1986).
48. Murphy, M.G., Enright, W.J., Crowe, M.A., McConnell, K., Spicer, L.J., Boland, M.P. and Roche, J.F.: Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrus cycles in beef heifers. *J. Reprod. Fert.* 92:333-338 (1991).
49. Odde, K.G.: A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.* 68:817-830. (1990).
50. Orihuela, A., Galina, C.S. and Duchateau, A.: The efficacy of detection and fertility synchronization with PGF2 alfa or Synchromate B in Zebu cattle. *Theriogenology* 32:745-753 (1989).
51. Peters, A.R.: Hormonal control of the bovine oestrus cycle II. Pharmacological principles. *Brith. Vet. J.* 142:20-29 (1986).
52. Piotrowski, J.R.: Estrous synchronization comparisons by product and method. *Agri-practice.* 15(4): 29-33 (1994).
53. Plasse, D.: Factores que influyen la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina tropical y estrategias para mejorarlo. Memorias del IV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp.1-51 (1988).
54. Porras, A.A., Galina, H.C. y Zarco, Q.L.: Control del estro en ganado Bos indicus en condiciones tropicales: Efecto de la utilización del norgestomet combinado con estrógenos. *ALPA* 1(2) : 175-185 (1993).
55. Pullan, N.B. : Condition scoring of Fulani Cattle. *Trop. Anim. Hlth.* 10 :118-120 (1978).

56. Rahe, C.H., Owens, R.E., Fleege, J.L., Newton, H.J. and Harms, P.G.: Pattern of plasma luteinizing hormone in the cyclic cow: dependence upon the period of the cycle. *Endocrinology*. 107: 498-503 (1980).
57. Ramírez Iglesia, L., Soto Bailloso, E., Gonzalez Stangnaro, C., Soto Castillo, G., and Rincon Urdaneta, E.: Factors affecting postpartum ovarian activity in crossbred primiparous tropical heifers. *Theriogenology*. 38: 449-460 (1992).
58. Rajamahendran, R., Divakar, S.A. and Bruce, B.: Clinical and research applications of real-time ultrasonography in bovine reproduction. A review. *Can. Vet. J.* 35 :563-572 (1994).
59. Richards, M.W., Spitzer, J.C. and Warner, M.B.: Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62:300-306 (1986).
60. Richards, M.W., Gisert, R.D., Rice, L.E., Buchanam, L.S. and Castree, J.W.: Influence of Synchronate B and breed composition on oestrus response and pregnancy rate in spring and fall-breed Brahman crossbred beef cows. *Theriogenology*. 29:951-960 (1988).
61. Roberson, M.S., Stumpf, T.T., Wolfe, M.W., Cupp, A.S., Kojima, N., Werth, L.A., Kittok, R.J. and Kinder, J.E.: Circulating gonadotrophins during of restricted energy intake in relation to body condition in heifers. *J. Reprod. Fert.* 96:461-469 (1992).
62. Roche, J.F.: Effect of short-term progesterone treatment on oestrous response and fertility in heifers. *J. Reprod. Fert.* 40:433-440 (1974).
63. Roche, J.F.: Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrus cycles in beef heifers. *J. Reprod. Fert.* 92:333-338 (1991).
64. Roche, J.F., Crowe, M.A. and Boland, M.P.: Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim. Rep. Sci.* 28: 371- 378 (1992).
65. Román, H.P.: Experiencias en Transferencia de Tecnología para aumentar la Producción de Leche y Carne en el Estado de Veracruz. En *Memorias del VII Simposium de Ganadería Tropical. Validación y Transferencia de Tecnología para incrementar la producción de Leche y Carne. SARH-INIFAP. México.* 1-84. (1988).

66. Romero, F.M.Z.: El impacto de "El Niño" en la producción lechera de un hato de doble propósito. Decimasegunda Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Veracruz, Ver. México. Memoria. pp.160-164 (1999).
67. Rund, L.A., Leshin, L.S., Thompson, F.N., Rampaceck, G.B. and Kiser, T.E.: Influence of the ovary and suckling on luteinizing hormone response to naloxone in postpartum Beef Cows. *J. Anim. Sci.* 67:1527-1531 (1989).
68. Rutter, L.M. and Randel, R.D.: Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 58:265-274 (1984).
69. Savio, J.D., Boland, M.P., Hynes, N. and Roche, J.F.: Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. *J. Reprod. Fert.* 88:569-579 (1990).
70. Shively, T.E. and Williams, G.L.: Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrus beef cattle cows following varying intervals of temporary weaning. *Dom. Anim. Endocrinol.* 6(4):379-387 (1989).
71. Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli and Custer, E.E.: Physiological Mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 799-816 (1990).
72. Smith, M.F., Burrell, W.C., Shipp, L.D., Sprott, L.R., Songster, W.N. and Wiltbank, J.N.: Hormone treatment and use of calf removal in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 48:1285-1294 (1979).
73. Smith, M.F., Lishman, A., Lewis, G., Harms, P., Ellersick, M., Inskeep, E., Wiltbank, J. and Amos, M.: Pituitary and ovarian responses to gonadotropin releasing hormone, calf removal and progestogen in anestrus beef cows. *J. Anim. Sci.* 57:418-424 (1983).
74. Spitzer, J.C., Burrell, N.C., Lefever, D.G., Whitman, R.W. and Wiltbank, J.N.: Synchronization of oestrus in beef cattle I. Utilization of a Norgestomet implant and injection of estradiol valerate. *Theriogenology.* 10:181-200 (1978).
75. Spitzer, J.C., Jones, D.L., Miksch, E.D. and Wiltbank, J.N.: Synchronization of oestrus in beef cattle III. Field trials in heifers using Norgestomet implant and injections of Norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology.* 10:223-229 (1978).

76. Sreenan, J.M., Mulvehill, P. and Gosling, J.: The effects of progesterone and oestrogen treatment in heifers on oestrous cycle control and plasma progesterone levels. *Vet. Rec.* 101:314 (1977).
77. Stumpf, T.T., Wolfe, M.W., Day, M.L., Stotts, J.A., Wolfe, P.L., Kittok, R.J. and Kinder, J.E.: Effect of 17β -estradiol on the preovulatory surge of LH in the bovine female. *Theriogenology*. 36: 201-207 (1991).
78. Tegegne, A., Entwistle, K.W. and Mukasa-Mugerwa, E.: Effects of supplementary feeding and suckling intensity on postpartum reproductive performance of Small East African Zebu Cows. *Theriogenology*. 38:97-106 (1992).
79. Troxel, T.R., Cruz, L.C., Ott, R.S y Kesler, D.J.: Norgestomet and gonadotropin-releasing hormone enhance corpus luteum function and fertility of postpartum suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 71: 2579-2585 (1993).
80. Walters, D.L., Smith, M.F., Harms, P.G. and Wiltbank, J.M.: Effect of steroids and/or 48 hr calf removal on serum luteinizing hormone concentrations in anestrus beef cows. *Theriogenology* 18:349-356 (1982).
81. Wettemann, R.P.: Precalving nutrition/ Birth weight interaction and rebreeding efficiency. *Animal Science Research Report*. Oklahoma State University. (1994).
82. Whitman, R.W.: Weight changes, body condition and beef cow reproduction. Ph.D. Dissertation, Colorado State Univ., Fort Collins (1975).
83. Whittier, J.C., Deutscher, G.H. and Clanton, D.C.: Progestin and prostaglandin for estrous synchronization in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 63:700 (1986).
84. Williams, G.L.: Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852 (1990).
85. Wiltbank, J.N.: Short breeding periods with the aid estrus synchronization. *Proceeding of the range beef cow. A symposium on production*. Chadrom, Nebraska (1969).
86. Wishart, D.F., Young, I.M. and Drew, S.B.: A comparison between the pregnancy rates of heifers inseminated once or twice after progestin treatment. *Vet. Rec.* 101:230-231 (1977).

87. Wright, I.A., Rhind, S.M., Russel, A.J.F., Whyte, T.K., McBean, A.J. and McMillen, S.R.: Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrus period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. *Anim. Prod.* 45:395-402 (1987).
88. Wright, P. and Malmo, J.: Pharmacologic manipulation of fertility. *Vet. Clinics North Amer.: Food Anim. Pract.* 8(1):60-64 (1992).