



01672 14
24

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
División de Estudios de Posgrado



**CONTROL DEL ESTRO EN GANADO BOS INDICUS
EN CONDICIONES TROPICALES: EFECTO DE
LA UTILIZACION DEL NORGESTOMET
COMBINADO CON ESTROGENOS.**

T E S I S

Para la obtención del grado de:

MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL (Rep. An)

Por:

Antonio Ismael Porras Almeraya

Asesores: M.V.Z. PhD. Carlos Galina H.

M.V.Z. PhD. Luis Zarco Q.

México, D. F.

Marzo 1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LA LITERATURA	6
2.1 Control del ciclo estrol, posibilidades de aplicación en explotaciones del trópico mexicano.	6
2.2 Métodos para el control del ciclo estrol	8
2.2.1 Sincronización del estrol utilizando sustancias luteolíticas.	9
2.2.2 Inducción y sincronización del estrol utilizando progestágenos	21
III. MATERIAL Y METODOS	38
3.1 Localización	38
3.2 Animales	38
3.3 Alimentación	38
3.4 Fármaco	39
3.5 Selección de animales	39
3.6 Tratamiento	40
3.7 Detección de calores y servicio	40
3.8 Evaluación	41
3.9 Análisis estadístico	43

LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
IV RESULTADOS	45
V. DISCUSION	57
5.1 Inducción y sincronización del estro	57
5.2 Fertilidad	67
5.3 Conclusiones	73
VI LITERATURA CITADA	76

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
1. Número y raza de los animales utilizados en cada explotación así como su localización geográfica y características climáticas.....	50
2. Respuesta al tratamiento con Syncromate B en diferentes explotaciones del trópico mexicano.....	51
3. Efecto de un tratamiento con Syncromate B en hembras cebú en dos épocas del año.....	52
4. Efecto de un tratamiento con Syncromate B en diferentes tipos raciales.....	53
5. Respuesta al tratamiento con Syncromate B en vaquillas y vacas cebú en condiciones tropicales...	54
6. Respuesta al tratamiento con Syncromate B en hembras cebú con diferente estado ovárico y lactacional al inicio del tratamiento.....	55
7. Fertilidad obtenida por diferentes técnicos inseminadores en hembras previamente sincronizadas con Syncromate B.....	56

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Distribución de estros de acuerdo a la hora del día en vacas sincronizadas con norgestomet...	48
2. Distribución de estros a diferentes intervalos después del tratamiento con Syncromate B.....	49

RESUMEN

ANTONIO I. PORRAS ALMERAYA. Control del estro en ganado Bos indicus en condiciones tropicales: Efecto de la utilización del norgestomet combinado con estrógenos (Bajo la dirección de CARLOS GALINA HIDALGO Y LUIS A. ZARCO QUINTERO).

Se evaluó la efectividad del tratamiento consistente en un implante con norgestomet combinado con estrógenos para el control del estro en ganado cebú. El trabajo se realizó en siete explotaciones del estado de Veracruz. A 387 hembras Bos indicus, se les aplicó durante 9 días un implante auricular conteniendo 6 mg de norgestomet. Además el día de colocación del implante se aplicó una inyección intramuscular conteniendo 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet. La detección de estros se realizó por observación continua durante 96 horas después de remover el implante. Las vacas se inseminaron 8 a 12 horas después de detectarse calor. El diagnóstico de gestación se realizó 45 días después del servicio.

El 85.5% de las hembras mostraron signos de estro durante las 96 horas siguientes al retiro del implante. El intervalo promedio entre el retiro del implante y el estro fue de 43.9 ± 13.2 horas. El 64% de los estros se detectaron entre las 1900 y 0700 horas. El porcentaje de concepción a primer servicio fue del 25.7%, y el 22% del total de las hembras tratadas quedaron gestantes durante los primeros cuatro días posteriores al retiro del implante. El porcentaje de hembras

en estro se modificó significativamente debido al estado fisiológico de las hembras al inicio del tratamiento, el 90.2% de las hembras que se encontraban ciclando y sin lactar mostraron estro sincronizado después del tratamiento, mientras que solo el 75.9% de las vacas en anestro y amamantando mostraron estro después del tratamiento. El intervalo entre el retiro del implante y el estro varió entre explotaciones, aunque este efecto se debió exclusivamente a que en una de ellas el intervalo al estro fue más largo de lo normal. Los porcentajes de concepción y gestación fueron menores en hembras en anestro y lactando en contraste con las que estaban ciclando, independientemente de si se encontraban lactando o no ($P > 0.05$). Las tasas de concepción logradas por diferentes técnicos inseminadores fluctuaron entre el 16.7% y el 42.9%. Se concluye que el estado fisiológico de las hembras al inicio del tratamiento limita la efectividad del mismo, y aunque la mayoría de las hembras responden manifestando calor después de remover el implante, las expectativas en cuanto a fertilidad son moderadas, principalmente en aquellas hembras que al inicio del tratamiento se encuentren en anestro y lactando.

I. INTRODUCCION

La región tropical de México representa el 37% del territorio mexicano, donde se encuentra aproximadamente el 31% de los bovinos del inventario nacional (Román-Ponce, 1981). La ganadería bovina del trópico está formada fundamentalmente por animales cruzados, con una mayor influencia de razas cebuinas y una alta participación de las razas Pardo Suiza y Criolla (Román-Ponce 1981). El sistema de producción predominante en el trópico es extensivo, los índices de producción de los bovinos en esta región son generalmente bajos, aunque existe en realidad una escasez de información. A pesar de ello se estima que en el trópico se produce aproximadamente el 45% de la producción de leche y más del 50% de la producción de carne nacionales (Román-Ponce, 1981).

Uno de los factores que más limita la producción de bovinos en el trópico es su baja eficiencia reproductiva. Anta y col. (1989), realizaron una investigación sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos en varios estados tropicales de México, encontrando que esta se caracteriza por una edad avanzada al primer parto (34.7 ± 4.4 meses) y por periodos interpartos muy prolongados (447 ± 57.8 días) a lo cual cabe añadir un reducido número de partos en la vida productiva (3.4 ± 1.1). Esta pobre eficiencia en la reproducción de los bovinos en el trópico puede explicarse en parte por inadecuadas prácticas de manejo como:

- Empadres continuos durante todo el año, lo que limita el uso de actividades programadas para optimizar el empleo de recursos tanto humanos como materiales con los que cuenta la explotación (Román-Ponce, 1981).

- El destete de las crías ocurre a edad avanzada, lo que favorece la presentación de largos periodos de anestro o inactividad ovárica, dando como resultado prolongados intervalos entre partos (Rivera y col., 1989). Este efecto es más marcado en vaquillas de primer parto (Bastidas y col., 1984).

- Fobre utilización de los recursos naturales como son; pastoreo controlado, suplementación con productos de la región y suplementación mineral, entre otros (Rivera y col., 1989).

Es importante señalar que en estas regiones la mayor influencia racial es de ganado Bos indicus y sus cruzas, cuyo comportamiento reproductivo podría estar afectado no solo por características reproductivas propias, sino también por un efecto marcado del medio ambiente. Se conoce que el anestro y una mayor incidencia de ovulaciones silenciosas ocurren durante las épocas desfavorables del año, como lo es el invierno (Plasse y col., 1968; Plasse y col., 1970; Randel, 1984). Desafortunadamente, en una reciente revisión de literatura sobre reproducción en ganado cebú, Dobson y Kamonpatana (1986) indican que la información disponible al respecto es aún limitada, lo cual señala la necesidad de

realizar más investigación en el trópico para optimizar los recursos disponibles.

Existen grandes posibilidades de mejorar la producción de bovinos en el trópico con la aplicación de mejores prácticas de manejo reproductivo, como son el uso de empadres controlados durante las épocas más favorables del año, lo que a su vez permitiría la aplicación de otras prácticas de manejo en grupo, como la lactancia controlada y el destete precoz (Bastidas y col., 1984). Otra práctica de grupo útil sería la aplicación de técnicas reproductivas para manipular el ciclo estral y controlar la ovulación, facilitando el uso de la inseminación artificial (I.A.), con el obvio beneficio genético que esto acarrearía (Jochle, 1972; Román-Ponce, 1981; Dobson y Kamonpatana, 1986).

La mayoría de los estudios para el control del estro en bovinos se han enfocado a determinar el efecto de diversas hormonas, desarrollándose básicamente dos posibilidades. La primera opción es mediante la aplicación de compuestos de acción progestacional y una segunda opción consiste en la administración de sustancias luteolíticas, principalmente la prostaglandina F2 alfa o alguno de sus análogos (Day, 1984; Roche e Ireland, 1984; Britt y Roche, 1985). Se han efectuado modificaciones y combinaciones en relación al régimen, dosis y vía de aplicación de estas hormonas con el objeto de incrementar la precisión en el control de la ovulación, aumentar la tasa de concepción a primer servicio durante el

estro sincronizado y obtener un método más efectivo y práctico de aplicación, adaptable a diversos sistemas (Day, 1984).

Los tratamientos hormonales se han empleado tanto para la sincronización del estro como para la inducción del mismo, en este último caso contribuyen a la solución de uno de los principales problemas en el bovino productor de carne, como es el largo periodo de anestro o inactividad ovárica que suele presentarse después del parto (Anta y col., 1989). Por esta razón se opta por el empleo de compuestos de acción progestacional, ya que se ha demostrado que estas sustancias pueden inducir la actividad ovárica en hembras anéstricas (Roche e Ireland, 1984; Román-Ponce, 1981; Kesler y Troxel, 1983). Esto representa una marcada ventaja de los progestágenos sobre la prostaglandina F2 alfa, cuyo uso se restringe a vacas que se encuentren ciclando. Sin embargo, ambos tratamientos hormonales facilitan el uso de la I.A., que inclusive se puede realizar a tiempos predeterminados sin la necesidad de detectar calores (Kiracofe, 1988).

A pesar de la gran cantidad de trabajos que se han publicado sobre inducción y sincronización del estro en bovinos, existe escasa información disponible sobre el empleo de estas sustancias bajo condiciones tropicales y en ganado Bos indicus, ya que la mayoría de la información publicada se ha obtenido en ganado Bos taurus y en situaciones diferentes a las de nuestro país. Por lo anteriormente expuesto resultaría importante evaluar el uso de sustancias progestacionales en

explotaciones comerciales de ganado cebú en condiciones tropicales.

Este estudio pretende evaluar la efectividad del tratamiento consistente en un implante con norgestomet más la inyección combinada de valerato de estradiol y norgestomet* en ganado Bos indicus de explotaciones comerciales del trópico mexicano. Al realizar esta evaluación se considerarán algunos factores adicionales como: explotación, época del año, raza, edad, estado ovárico y lactacional de las hembras antes del tratamiento, y efecto del técnico inseminador.

* Syncromate B (Laboratorios CEVA).

II. REVISION DE LA LITERATURA

2.1 Control del ciclo estral, posibilidades de aplicación en explotaciones del trópico mexicano

En los últimos veinte años se han logrado grandes avances en el conocimiento de la fisiología reproductiva del bovino, en especial en el entendimiento del control hormonal de varios eventos fisiológicos (Roche e Ireland, 1984). Una de las áreas que mayor atención ha recibido es la regulación del control del estro y la ovulación. La razón para el desarrollo de estas técnicas es facilitar el uso de la I.A. en un programa reproductivo, diseñado generalmente para acelerar el mejoramiento genético e incrementar la productividad (Day, 1984).

El desarrollo de los tratamientos hormonales para el control del estro y la ovulación permite plantear una serie de posibilidades de uso en ganado productor de carne, especialmente en explotaciones comerciales extensivas como las localizadas en el trópico de México. Entre estas posibilidades se pueden citar las siguientes:

- Establecimiento de empadres estacionales, que permiten calendarizar las actividades de la explotación y maximizar los recursos de la misma (Deutscher, 1987; Román-Ponce, 1981; Galina y col., 1987).

- Selección de épocas de empadre adecuadas. El medio ambiente puede afectar la reproducción en ganado Bos indicus, por lo que es importante seleccionar la estación de empadre, para que coincida con las mejores condiciones ambientales y climáticas, puede mejorar la productividad (Galina y col., 1987; Galina y col., 1986; Jochle, 1975).

- Programar partos. Existen algunos criadores de ganado en zonas tropicales que desean tener partos en varias épocas del año por necesidades comerciales, lo que propicia la necesidad de desarrollar estrategias para alcanzar este objetivo, especialmente durante la época de menor fertilidad, (Galina y col., 1987).

- Sincronizar los estros, lo que permite el uso amplio de la inseminación artificial en explotaciones propias del trópico mexicano (Jochle, 1972, 1975).

- Programar la época de pariciones de una manera más uniforme permitiendo la organización de actividades para optimizar la mano de obra y los cuidados de las hembras y crías durante la misma (Román-Ponce, 1981).

- Aumentar el número de vaquillas gestantes al inicio de la época de empadre. Esto es particularmente importante ya que las vaquillas requieren de más tiempo entre el parto y la aparición del primer estro, que vacas de más de un parto (González-Padilla y col., 1975ab; Wiltbank, 1970)

- Mejorar el comportamiento reproductivo de las hembras que paren tardiamente durante la época de partos e inducir la actividad ovárica en todas aquellas hembras que se encuentren en anestro. Esto permitiría contar con ellas durante la época de empadre (Wiltbank, 1970; Jochle, 1975; González-Padilla y col., 1975ab).

- Conseguir mejor peso al destete. Con empadres estacionales se pueden obtener lotes de becerros más uniformes en edad y peso, lo que facilita su manejo durante su ciclo productivo (Deutscher, 1987).

2.2 Métodos para el control del ciclo estral

Se han desarrollado básicamente dos métodos para el control del ciclo estral en el bovino:

a. Acortando la vida media del cuerpo lúteo provocando su lisis mediante la administración de sustancias luteolíticas principalmente la prostaglandina F2 alfa o sus análogos sintéticos.

b. Simulando una prolongación de la vida funcional del cuerpo lúteo mediante la administración de progesterona o análogos sintéticos de la misma.

En las siguientes secciones se describirán detalladamente los principales usos de cada uno de estos métodos.

2.2.1 Sincronización del estro utilizando sustancias luteolíticas

Las prostaglandinas son derivados del ácido prostanoico o araquidónico, compuestas de cadenas de veinte carbonos de ácidos grasos no saturados (Bergström y col., 1968). La Prostaglandina F2 alfa es responsable de la lisis del cuerpo lúteo en el bovino, por lo que su administración exógena ha sido utilizada entre otras cosas para lograr la sincronización del estro y la ovulación en esta especie (Rowson y col., 1972; Lauderdale, 1972; Cooper, 1974). Además de emplearse para sincronizar estros, la prostaglandina F2 alfa o sus análogos sintéticos se emplean terapéuticamente en el ganado bovino en condiciones patológicas en las que se requiere la destrucción del cuerpo lúteo.

Los siguientes son ejemplos de sus usos terapéuticos:

- En las explotaciones lecheras se utiliza en aquellas hembras que no se detectan en estro debido a que presentan estros cortos o poco manifiestos, o cuando existen deficiencias en la observación de calores. En estos casos las prostaglandinas permiten controlar y predecir el tiempo de aparición del calor posterior a su aplicación (Seguin, 1980).

- La aplicación de prostaglandina F2 alfa es efectiva en inducir la luteólisis en el 90% de las vacas con piometra, la cual se caracteriza por la acumulación de exudado purulento en el útero, causando persistencia del cuerpo lúteo y ausencia de

estro (Seguin, 1980).

- La presencia de fetos momificados o macerados se caracteriza también por la persistencia de un cuerpo lúteo. La aplicación de prostaglandina F2 alfa provoca la luteolisis, la cual se completa aproximadamente 24 horas después del tratamiento, con lo que el feto es expulsado del útero alrededor de 96 a 120 horas posteriores al tratamiento (Seguin, 1980; Braun, 1980).

- Los quistes luteinizados son susceptibles a la acción de la prostaglandina F2 alfa (Seguin 1980; Braun, 1980).

- La inducción del parto o la finalización de gestaciones no deseadas pueden lograrse con la aplicación de prostaglandina F2 alfa (Seguin, 1980; Braun, 1980).

Tanto al utilizarse terapéuticamente como para sincronizar estros, el efecto de las prostaglandinas se basa en su capacidad para lisar el cuerpo lúteo, por lo que solamente son efectivas en animales que tengan un cuerpo lúteo funcional.

La aplicación de prostaglandina F2 alfa entre los días 5 y 16 del ciclo estral resulta en una disminución de las concentraciones de progesterona a menos de 1 ng/ml durante las primeras 24 horas posteriores a la inyección (Hafs y col., 1975). Al reducirse los niveles de progesterona se produce un incremento en los niveles de estradiol y hormona luteinizante, que pueden ser seguidas por la presentación de estro y un pico

de la gonadotropina en los siguientes 2 a 5 días, resultando finalmente en la ovulación (Hafs y col., 1975). No existe evidencia de alguna diferencia en la respuesta hormonal endógena después del tratamiento al aplicar prostaglandinas naturales o sintéticas (Schams y Karg, 1982).

Se ha generado vasta información sobre el uso de las prostaglandinas como sincronizadores del estro, tratando de determinar la dosis, vía de aplicación y régimen de uso para obtener un alto grado de sincronización y fertilidad. Respecto al régimen de uso se han desarrollado básicamente las siguientes alternativas:

A. Método sin palpación rectal ni detección de estros.

Se aplican dos inyecciones de prostaglandinas naturales o análogos con un intervalo de 11 ó 12 días entre cada aplicación. Al aplicar la primera inyección, solo entre el 50 y el 60% de las hembras ciclando tendrán un cuerpo lúteo y manifestarán calor sincronizado. Sin embargo, 11 a 12 días después la mayoría de los animales tratados deberán estar en la fase lútea del ciclo estral y por lo tanto la respuesta a una segunda inyección será mucho mejor. Las hembras podrán servirse una sola vez a las 80 horas o dos veces a las 72 y 96 horas después de la segunda aplicación del fármaco (Kesler y Troxel, 1983; Deutscher, 1987; Kiracofa, 1988).

B. Método sin palpación rectal y con detección de estros.

Se aplica una inyección de prostaglandina F2 alfa a todas

las vacas. Los animales observados en estro después de la primera inyección pueden ser inseminados. Aquellos en los que esto no suceda recibirán una segunda dosis 11 ó 12 días después, inseminándose los animales que presenten estro (Roche, 1979; Kiracofe, 1988).

C. Método sin palpación rectal y con detección de estros previo a la inyección.

Después de 5 días de detectar calores e inseminar aquellas hembras que manifiesten estro, a todos los animales no observados en calor se les aplica una sola dosis de prostaglandina y se sirven a tiempos predeterminados (Kesler y Troxel, 1983; Deutscher, 1987; Kiracofe, 1988).

D. Método con palpación rectal con o sin detección de estros.

Después del examen rectal, a los animales con un cuerpo lúteo palpable se les administra una inyección de la droga y se inseminan a estro detectado o a tiempos fijos. La eficiencia de esta modalidad dependerá de la seguridad para determinar a la palpación rectal la presencia de un cuerpo lúteo (Roche, 1979).

Las hembras sincronizadas con prostaglandinas tienden a manifestar el estro dentro de los primeros cinco días posteriores a la aplicación de la droga (Dobson y Kamonpatana, 1986). En hatos bien manejados se puede obtener una tasa de concepción del 45 al 55% (Deutscher, 1987). Sin embargo, se

ha observado que tanto el porcentaje de hembras que presentan celo como el intervalo entre el tratamiento y el inicio del calor pueden variar de acuerdo a diversos factores, tales como:

- Estado de la fase lútea: Al parecer la mayor determinante en la respuesta al tratamiento sincronizador es la etapa del diestro en la que se administra la droga. Watts y Fuquay (1985), compararon el tiempo de presentación de calor, porcentaje de hembras en estro y fertilidad de vaquillas lecheras sincronizadas con prostaglandina F2 alfa en diferentes etapas de la fase lútea: diestro temprano (días 5 a 7 del ciclo estral), diestro medio (días 8 a 11) y diestro tardío (días 12 al 15) observando diferencias entre grupos para el porcentaje de hembras en calor (43%, 83.6% y 100% respectivamente). El intervalo promedio de respuesta varió significativamente entre el grupo de diestro temprano (59.3 ± 5.0 horas) contra los grupos de diestro medio y tardío (70.5 ± 2.2 y 72.0 ± 2.1 respectivamente). El porcentaje de concepción fue menor en las vaquillas del grupo de diestro temprano (56.8%) que en las del grupo tardío (78.3%).

Estos resultados son similares a los presentados en otros estudios (King y col., 1982; Momont y Seguin, 1982), que indican que las hembras tratadas durante su diestro temprano presentan un tiempo promedio de respuesta más corto después del tratamiento, que aquellas que fueron sincronizadas durante su diestro tardío, aunque los porcentajes de hembras en estro

y concepción son mejores en los animales de este último grupo. Además la fertilidad de las hembras tratadas en el diestro temprano disminuyó aún más cuando la inseminación se realizó a tiempo fijo (80 horas) que cuando el servicio se efectuó después del estro observado (King y col., 1982).

Esta falta de homogeneidad en el tiempo de respuesta al tratamiento y el porcentaje de hembras en calor ha sido explicada en función del estado de la población folicular de los ovarios al iniciar el tratamiento (McMillan y Henderson, 1984). Roche e Ireland (1984) señalan al respecto que el desarrollo de métodos más eficientes para la regulación del ciclo estral en el bovino requerirán de un mayor entendimiento de la dinámica folicular.

- Época del año: Voh y col., (1987) en su estudio con vacas cebú sincronizadas con prostaglandina F2 alfa compararon la respuesta de las hembras en dos épocas del año (seca y lluviosa), encontrando que el intervalo del tratamiento al estro no varió entre épocas. Sin embargo, en otros estudios con ganado lechero se ha señalado una interacción entre la estación del año y la hora de tratamiento, que puede modificar el intervalo desde la aplicación de la droga al inicio del calor (Britt y col., 1978; Jaster y col., 1982). En relación al porcentaje de hembras sincronizadas, Voh y col., (1987) obtuvieron mejores resultados durante la época de lluvias (90%), que en la época de sequía (70%), señalando además que la expresión del estro fue más intensa en la época

de lluvias. De igual forma se informa que en ganado lechero más hembras responden al tratamiento sincronizador cuando las condiciones ambientales son mejores (Jaster y col., 1982).

- Edad: King y col. (1982), al comparar el tiempo de inicio del calor en grupos de vacas y vaquillas sincronizadas con prostaglandina natural encontraron que este se presentó significativamente más pronto en el grupo de las vaquillas que en el de vacas.

- Precisión en la detección del cuerpo lúteo: la precisión en el diagnóstico del cuerpo lúteo cuando el régimen de aplicación de prostaglandina lo requiere puede modificar los resultados. De tal manera que en ganado europeo se encontró un 89% de precisión en el diagnóstico de un cuerpo lúteo por palpación rectal (Dawson, 1975), mientras que en ganado cebú el porcentaje de aciertos disminuye a un 71% (Vaca y col., 1983), lo que podría explicar en parte la baja respuesta a los tratamientos sincronizadores con prostaglandinas bajo un régimen de aplicación que requiera el uso de la palpación rectal.

- Comportamiento estral: Galina y col. (1987) indican que el comportamiento estral en hembras cebuinas sincronizadas puede modificarse cuando estos animales se exponen repentinamente a situaciones no familiares para ellas, como cambios de potreros o el manejo en corral, durante un programa de sincronización.

- Manejo particular del rancho: Roche (1979) puntualiza en su estudio que los programas de sincronización han tenido una limitada aceptación por el ganadero debido, entre otras cosas a la gran variación en los resultados entre un hato y otro. Esto se debe a las condiciones propias de manejo, alimentación y nivel de fertilidad entre hatos o explotaciones, lo que hace difícil el predecir resultados en algún caso particular. Otros estudios indican que los resultados en programas de sincronización suelen ser pobres cuando el ganado tratado se encuentra en pobres condiciones corporales y en épocas desfavorables del año (Galina y col., 1987).

En general se acepta que la fertilidad alcanzada después de tratamientos sincronizadores con prostaglandinas es similar al emplear las mismas en su forma natural o sintética (Dobson y Kamonpatana, 1986), de igual manera la fertilidad es comparable a la lograda en los grupos testigo de hembras no sincronizadas (Kiracofe, 1988). Sin embargo McIntosh y col. (1984), en un estudio retrospectivo sobre las tasas de concepción alcanzadas en ganado productor de leche sincronizado con Cloprostenol e inseminado a estro detectado, concluyen que el uso de este producto incrementó el porcentaje de concepción en un 7% cuando se comparó con el obtenido en el grupo testigo, atribuyendo este incremento a una especial atención en el manejo de los animales tratados, al tener durante un periodo restringido de tiempo un grupo definido de hembras.

Por otra parte, la fertilidad puede variar en función al régimen de servicio seleccionado, siendo al parecer mejor cuando la inseminación de las hembras sincronizadas se realiza después del estro detectado que cuando este se efectúa a tiempos fijos; en este último caso los resultados suelen ser mejores cuando se opta por un régimen de doble servicio (Hardin y col., 1980; Kiracofe, 1988; Momont y Seguin, 1982) contra un servicio (Hardin y col., 1980). Sin embargo, existen estudios en los que la fertilidad lograda cuando se sirve a tiempos fijos es similar a la de los grupos testigo, tanto con una inseminación (Chapman, 1978) como con doble (Hafs y col., 1975; Chapman, 1978).

La variación en la fertilidad lograda en hembras tratadas con prostaglandinas e inseminadas a tiempos predeterminados podría explicarse en función del tiempo de inseminación seleccionado, así como del intervalo entre el tratamiento y el estro, que como se indicó puede modificarse por diversos factores.

La fertilidad puede modificarse también por factores tales como: toro seleccionado (Wishart y Young 1974), calidad del semen utilizado (Deutscher, 1987), eficacia del técnico inseminador (Kaltenbach, 1975), tiempo posparto de las hembras tratadas (Hafs y col., 1975), y manejo particular de la explotación (Chapman, 1978; Roche, 1979).

Uno de los principales problemas que se tienen para el uso de la I.A. en explotaciones extensivas es la necesidad de detectar calores. Este problema se acentúa más en regiones tropicales donde el tipo racial predominante es el cebú (Dobson y Kamonpatana, 1986), el cual presenta diferencias con respecto al ganado europeo en su fisiología reproductiva, que se reflejan en su comportamiento durante el estro, como celos menos manifiestos y de menor duración, especialmente durante las épocas del año menos favorables (Galina y col., 1987; Randel, 1984). Randel (1984) menciona que la función reproductiva del ganado Bos indicus está mediada por la estación, y que el anestro ocurre particularmente durante las estaciones desfavorables del año, como el invierno, en las que se presenta una alta incidencia de ovulaciones silenciosas y estros anovulatorios, sobre todo en vaquillas.

Galina y col., (1987) indican que las prostaglandinas son efectivas para producir la lisis del cuerpo lúteo en el ganado cebuino, aunque la proporción de vacas detectadas en estro es aproximadamente un 30% menor al 90% señalado en ganado productor de leche. La fertilidad es aproximadamente 15% menor en los grupos sincronizados que en los grupos testigo. Valores semejantes se encuentran en el estudio de Dobson y Kamonpatana (1986), quienes indican que entre el 55 y 72% de las hembras cebú sincronizadas con prostaglandinas manifiestan calor, en contraste con el 80 a 90% en ganado lechero. Estos autores señalan tasas de concepción a primer servicio de 30% al 53%.

Aunque los resultados anteriores podrían deberse a diferencias en la fisiología reproductiva del ganado cebú con respecto al europeo, Jiménez y col. (1988) no encontraron diferencias en las concentraciones de progesterona, estradiol y hormona luteinizante durante el estro de hembras Bos indicus y Bos taurus criadas en condiciones tropicales. Además señalan que las relaciones entre estas hormonas fueron similares cuando se compararon los mismos animales durante su estro natural o sincronizado con prostaglandina F2 alfa .

Sin duda la respuesta a los programas de sincronización con prostaglandina F2 alfa en ganado Bos indicus puede modificarse también de manera importante en relación al estado del ciclo estral en el que se aplicó el fármaco. Santos y col. (1988) encontraron diferencias en el porcentaje de hembras en calor en vaquillas Brahman sincronizadas con prostaglandinas en diferentes días del diestro, incrementándose el porcentaje a medida que avanza la etapa del diestro en que se administra la droga.

Finalmente, una limitante importante para el uso de prostaglandinas en un programa de sincronización en ganado bovino es la necesidad de que las hembras seleccionadas estén ciclando, situación difícil de alcanzar en explotaciones extensivas donde la cría permanece con la madre durante largo tiempo después del parto, provocando anestro, lo cual puede ocasionar que se opte por otro tipo de drogas sincronizadoras capaces de inducir el estro y la ovulación en hembras que no

necesariamente estén ciclando (Kesler y Troxel, 1983; Kiracofe, 1988).

2.2.2 Inducción y sincronización del estro utilizando progestágenos

Desde la década de los cuarenta, Christian y Casida (1948) observaron que aplicaciones diarias de progesterona suprimían el estro y la ovulación en vaquillas durante el tiempo de su administración, y que los animales mostraban estro 5 a 6 días después de suprimir el tratamiento, siendo el estro seguido por ciclos estrales de duración normal. Este hallazgo desencadenó una serie de investigaciones encaminadas al desarrollo de diferentes sistemas para el control del ciclo estral en los animales domésticos.

Estudios recientes indican que tanto la progesterona como los progestágenos sintéticos suprimen el estro y la ovulación actuando a través de un mecanismo de retroalimentación negativa sobre la liberación de hormona luteinizante (LH), probablemente reduciendo la frecuencia de los pulsos de esta hormona, lo que impide que algún folículo complete su desarrollo y ovúle (Ireland e Roche, 1982). Una vez retirada la droga los folículos de todas las vacas tratadas completarán su desarrollo sincrónicamente, lo que provoca el estro sincronizado (Britt y Roche, 1985).

En la oveja la progesterona juega un papel importante en la regulación de la hormona luteinizante, ya que es la responsable de la reducción en la frecuencia de los pulsos de

LH durante la fase lútea del ciclo estral debido a su efecto en hipotálamo, donde disminuye la frecuencia de los pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (Karsch, 1984).

Existen muchos progestágenos sintéticos que se han utilizado para sincronizar calores, aplicándose por diferentes vías de administración. Inicialmente las sustancias progestacionales se aplicaban en inyecciones diarias, haciendo poco práctico el sistema. Con el posterior descubrimiento de progestágenos activos por vía oral se hizo posible su administración en el alimento, aunque con la desventaja de no tener un control preciso del consumo de la dosis diaria para cada animal tratado, ocasionando respuestas variables en la sincronización (Lamond, 1964; Wiltbank, 1969; Peters, 1986).

Para permitir un mejor control en la administración de la droga se desarrollaron sistemas de liberación paulatina, como las esponjas y dispositivos intravaginales así como los implantes subcutáneos. En los primeros estudios con estos sistemas el tiempo de aplicación del fármaco variaba entre 18 y 21 días, resultando en un buen grado de sincronización pero con bajas tasas de fertilidad (Hansel, 1961; Zimelman, 1963; Kaltenbach, 1975). Las causas de esta baja fertilidad no han sido completamente esclarecidas; Wishart y Young (1974) proponen que los tratamientos tan prolongados pudieran provocar un retraso en las divisiones celulares del nuevo producto, resultando en una asincronía entre la edad del embrión y el estado del endometrio materno, disminuyendo la

posibilidad de sobrevivencia.

Posteriormente se encontró que para mejorar la fertilidad se requerían tratamientos cortos que no excedieran los 12 días (Roche, 1974; Wiltbank y col., 1971; Roche, 1979; Roche e Ireland, 1984). Debido a que la regresión del cuerpo lúteo ocurre alrededor del día 18 del ciclo estral, al retirar un tratamiento con progestágenos con duración menor a 12 días habrá algunas vacas que aún tengan un cuerpo lúteo que interfiera con la respuesta, por esta razón los tratamientos cortos deben ser acompañados con la administración de un agente luteolítico (estrógenos o prostaglandinas) que se aplica al inicio (Wiltbank y Kasson, 1968; Wiltbank y col., 1971; Sprott y col., 1984; Sreenan y col., 1977) o al final del tratamiento con el progestágeno (Roche, 1976b). Esto permite obtener un buen control del estro e incrementos en la tasa de concepción en comparación a los logrados con tratamientos largos de 18 a 21 días (Roche, 1974; Roche, 1976b; Wiltbank y col., 1971; Sreenan, 1975).

De los sistemas desarrollados para la liberación constante de progestágenos, la esponja intravaginal que se utiliza en los ovinos se aplicó en el bovino con resultados poco satisfactorios debido al problema de la falta de retención de la esponja en la vagina y al desarrollo de infecciones (Carrick y Shelton, 1967; Shimuzi y col., 1967).

A mediados de la década de los setenta se diseñó un

dispositivo intravaginal para la liberación lenta de progesterona, que consiste en una espiral de acero inoxidable cubierta de silicón e impregnada con progesterona. Inicialmente este producto se aplicaba durante 16 a 18 días en la vagina, lo que ocasionaba resultados pobres en cuanto a la fertilidad, los que posteriormente mejoraron al utilizar el dispositivo en tratamientos cortos de 7 a 12 días acompañados de un agente luteolítico (benzoato de estradiol), el cual se encuentra dentro de una cápsula de gelatina que a su vez se adhiere al dispositivo (Roche y col., 1977; Roche, 1979).

Este sistema, comercialmente conocido como Dispositivo Intravaginal de Liberación de Progesterona (PRID, Lab. Abbott), es capaz de liberar progesterona, la cual es absorbida por la mucosa vaginal y pasa a la circulación sistémica desde la primera hora de aplicación, alcanzando niveles superiores a 1 ng/ml, similares a los presentes durante la fase lútea del ciclo estral (Roche, 1979). La retención del dispositivo en la vagina es superior al 90% (Roche, 1976a; Roche y col., 1977). El uso de este dispositivo intravaginal durante 12 días permitió alcanzar un porcentaje de hembras sincronizadas del 88%, con una precisión en la respuesta del 95% dentro de las primeras 96 horas después de retirado el tratamiento (Roche y Gosling, 1977). Las hembras así tratadas pueden inseminarse a tiempos predeterminados o después de la observación del estro, con lo cual se alcanza una tasa de concepción similar a la del grupo testigo (Roche y col., 1977). Coetzer y col. (1988)

lograron una mejor expresión del estro y mejor fertilidad cuando combinaron el uso del PRID con la aplicación de prostaglandina F2 alfa 24 horas antes del retiro del dispositivo.

Recientemente se probó la utilización de un nuevo dispositivo intravaginal para inducir y sincronizar el estro. El dispositivo denominado CIDR-B (Hamilton, New Zeland) contiene 1.9 g de progesterona, se aplica durante 7 días acompañado con la administración de prostaglandina F2 alfa al retiro del dispositivo, o bien se coloca durante 12 días junto con 10 mg de benzoato de estradiol al colocar el dispositivo (MacMillan y Pickering, 1988).

Otra vía de aplicación se desarrolló a partir de los hallazgos de Dziuk y Cook (1966), quienes demostraron que hormonas esteroidales colocadas en un dispositivo de silicón en forma de implante se liberaban en forma constante y uniforme por periodos de varios días. Curl y Col. (1968) aplicaron en bovinos un implante de este tipo conteniendo un progestágeno, logrando el control del estro y la ovulación. Aunque estos implantes eran eficaces, presentaban inicialmente el inconveniente de su colocación debido a su tamaño, por lo que se sustituyó el silicón por un polímero del mismo conocido como Hydron, que permitió reducir su tamaño y facilitó su colocación en forma de implante subcutáneo (Knox y col., 1972).

Este tipo de implantes contienen algún progestágeno, de los cuales existe una amplia variedad. Uno de ellos es el norgestomet (17 alfa-acetoxy-11B-methyl-19-nor-preg-4-ene-20,dione) que es un progestágeno sintético con una alta actividad biológica, lo que facilitó su aplicación en implantes de dimensiones más reducidas (Wishart, 1972a).

Wishart (1972b) demostró que la inyección diaria de norgestomet (0.14 mg/día) era capaz de inhibir el estro y la ovulación en bovinos. Sin embargo, cuando la droga se aplicaba en tratamientos largos de 18 a 21 días de duración la fertilidad se reducía en forma similar que al emplear otros progestágenos por largo tiempo. Posteriormente el norgestomet se incluyó en implantes subcutáneos y se comenzó a utilizar en tratamientos cortos de 9 días acompañados de la administración intramuscular de una combinación de valerato de estradiol y norgestomet al inicio del tratamiento, lo que permitió un buen control de la sincronización y mejor fertilidad (Wishart y Young, 1974; Wishart y col., 1977a; Miksch y col., 1978).

Este sistema, basado en un implante con norgestomet durante 9 días acompañado de la inyección de norgestomet y valerato de estradiol al inicio del tratamiento, es conocido como Syncromate-B (SMB, Lab.Ceva). Aunque el mecanismo fisiológico para el control del estro con Syncromate-B no se conoce completamente, se presume que el tratamiento altera la liberación de gonadotropinas y por consiguiente la secreción endógena de progesterona y cuando la fuente exógena del

progesterona se remueve, el animal responde con desarrollo folicular, estro y ovulación en un periodo de 2 a 5 días (Barnes y col., 1981; Hoagland y Barnes, 1984; Kazmer y col., 1981).

Wishart y Young (1974) estudiaron el efecto del tratamiento con norgestomet más valerato de estradiol sobre algunas características del ciclo estrol en vaquillas; la duración del estro fue de 17.8 ± 6.4 horas; la ovulación ocurrió 14.6 ± 2.6 horas después del fin del estro o 68.5 ± 9.7 horas después de finalizado el tratamiento; el 86.7% de las hembras tratadas manifestaron estro en un tiempo promedio de 36.0 ± 8.9 horas posteriores al retiro del implante. Estos autores señalan que el grado de sincronía del estro y ovulación facilitaron el uso de la inseminación artificial a tiempos predeterminados, con lo que lograron que la mitad de las vaquillas inseminadas de esta manera quedaran gestantes. Ellos encontraron que la inseminación a las 48 y 60 horas después de retirado el implante resultó en una mayor proporción de vaquillas gestantes que en las servidas solo una ocasión a las 48 horas posteriores al retiro del implante.

En la actualidad se conoce que las hembras tratadas con este sistema comercial (SMB) empiezan a manifestar calor sincronizado 1 a 3 días después de retirar el fármaco. Se pueden servir a tiempos fijos en un periodo de 48 a 54 horas después de retirado el implante, con tasas de concepción del 50%, similares a las logradas con inseminación a estro

detectado, que son del 55% (Deutscher, 1987).

La disponibilidad comercial de los implantes con norgestomet más valerato de estradiol desencadenó una gran variedad de estudios encaminados a conocer el comportamiento de los mismos bajo diferentes condiciones, así por ejemplo:

El norgestomet se combinó con sustancias luteolíticas en lugar del valerato de estradiol que acompaña al sistema comercial, ya que se dudó sobre el efecto luteolítico del mismo, por lo que se trató de sustituir con otras sustancias luteolíticas como la prostaglandina F2 alfa (Beal y col., 1984; Dieleman y col., 1988; Heersche y col., 1979) o estrógenos como el benzoato de estradiol (Miksch y col., 1978).

Para obtener una mejor precisión sobre el tiempo de ovulación o un incremento en la tasa de ovulación, el uso del norgestomet se combinó con la aplicación de hormonas como la hormona liberadora de gonadotropinas (Kaltenbach, 1975; Zaied y col., 1976a; Zaied y col., 1976b), o la gonadotropina sérica de yegua gestante (Lokhande y col., 1983; Smith y col., 1979), e incluso con el 17 beta estradiol (Spitzer y col., 1978a).

El SMB se ha utilizado principalmente 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 que ofrecen los sistemas basados en

progesterona o en progestágenos sintéticos es que al aplicarse en hembras anéstricas y posteriormente ser retirados se favorece la liberación de gonadotropinas, y los animales comienzan a ciclar (Smith y col., 1983). Este efecto inductor de la actividad ovárica se probó tanto en vaquillas prepúberes (González-Padilla y col., 1975 ab; Short y col., 1976) como en vacas en anestro lactacional (González-Padilla y col., 1975b; Smith y col., 1979).

Para lograr un mejor grado de inducción, sincronización y fertilidad de las hembras tratadas, se ha combinado el uso del implante con norgestomet con el manejo de sistemas de lactancia controlada (Santos y col., 1979a), destete precoz (Santos y col., 1979b), y destete temporal (Smith y col., 1979), con resultados satisfactorios.

En bovinos productores de carne, el Syncromate-B se ha empleado en la inducción y la sincronización del estro en diferentes situaciones; como un tratamiento inductor de la pubertad en vaquillas prepúberes, ya que al parecer el tratamiento imita el cambio que ocurre con los niveles hormonales alrededor de la pubertad. González-Padilla y col. (1975ab), utilizando este tratamiento lograron obtener porcentajes de hembras en calor del 79% al 94% en periodos de 4 días de observación después de retirado el implante, con porcentajes de gestación de 43 a 56%; se demostró que es posible utilizar este tratamiento para inducir un estro fértil en vaquillas prepúberes. Los autores señalan que dicho

tratamiento es particularmente práctico en vaquillas que son menos precoces, como el caso de algunos tipos cebuinos.

En otros estudios el tratamiento aplicado en vaquillas indujo el estro en un 85 a 100% de las hembras tratadas, presentándose durante los primeros cinco días postratamiento. El intervalo promedio al inicio del estro fue de 49.8 ± 4.7 horas y los porcentajes de concepción a primer servicio fueron del 33 al 63% (Heersche y col., 1979; Spitzer y col., 1978b), lo que indica que el tratamiento resultó eficaz en la sincronización del estro en vaquillas. La variabilidad observada en la fertilidad en la investigación de Spitzer y col. (1978b) fue atribuida en parte al técnico inseminador, señalándose que en uno de los experimentos, donde la fertilidad fue menor, las vacas inseminadas fueron las primeras servidas después de diez meses por el técnico inseminador.

Los tratamientos con progestágenos son de particular valor como inductores de la actividad ovárica en grupos de hembras después del parto, las cuales probablemente se encuentren en anestro (Beal y col., 1984; Kesler y Troxel, 1983). Beal y col. (1984) estudiaron el efecto de un tratamiento con Syncromate-B en vaquillas y vacas con actividad ovárica o en anestro; el estro fue detectado en mayor proporción en animales que se encontraban ciclando al inicio del tratamiento (88%) que en aquellas que no lo estaban (77%), mientras que la fertilidad de las vaquillas en un periodo de cinco días 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 38% menor al de vacas que estaban ciclando. Por esta razón dichos autores señalan que la condición de la vaca antes del tratamiento (ciclando o en anestro) pudiera limitar la efectividad de este. Estos hallazgos son semejantes a los de otros estudios (Zaied y col., 1976b).

También se han demostrado los beneficios que se logran si las hembras tratadas se encuentran sin cría al iniciarse la aplicación de la droga sincronizadora (Zaied y col., 1976a). Santos y col. (1979b) utilizarón el SMB más el destete precoz en vacas encastadas con cebú, con cría y en anestro después de 3 a 4 meses de paridas, encontrando que este sistema fue capaz de inducir y sincronizar el estro en un 65.7% de las hembras, lográndose un 22.8% de hembras gestantes en un periodo de cinco días, y una tasa de concepción a primer servicio del 44.1%.

Los mismos autores probaron un sistema de lactancia controlada sola o combinada con el uso del SMB en vacas encastadas con cebú, lo que permitió un mayor número de hembras sincronizadas (entre el 33 y 44%) y mayores tasas de gestación (del 11 al 22%) que en los grupos testigos, indicando que la lactancia controlada tuvo un efecto benéfico sobre la presentación de calores y la gestación, y además cuando esta práctica se combina con un tratamiento hormonal a

base de progestágenos los resultados son aún mejores (Santos y col., 1979a).

El retiro de la cría puede ser temporal, como lo demostraron Smith y col. (1979) al emplear el SMB en vacas en anestro posparto, combinándolo con el destete temporal (por 48 a 60 horas) al momento de retirar el implante. Esto se tradujo en un aumento de las vacas detectadas en estro (85%), y en porcentajes de concepción a primer servicio del 44%, con lo que se lograron porcentajes de gestación del 35% en un periodo de 4 días. Los mismos autores también señalan que la condición corporal de la vaca al recibir el tratamiento es un factor que determina la respuesta de la hembra al fármaco sincronizador.

La mayor parte de la información antes expuesta se realizó en ganado del tipo Bos taurus y en clima templado. La investigación en ganado cebú en condiciones tropicales es aún limitada, y en general los resultados con el uso del Syncromate-B en este tipo de ganado ha resultado en una menor cantidad de hembras en calor y gestantes si se compara con razas europeas, así por ejemplo:

Koppel y col. (1979) estudiaron el efecto del SMB en vaquillas cebú mantenidas en pastoreo, encontrando en un periodo de cinco días porcentajes de calores del 72.5 al 85% y de vaquillas gestantes del 30 al 35%. Rodríguez y col. (1979) probaron el tratamiento antes señalado en vaquillas Brangus y Criollas (con encaste de cebú); los porcentajes de hembras en

calor variaron entre grupos raciales, y aunque el porcentaje de gestación no varió estadísticamente fue mayor en las hembras de la raza Brangus.

Menéndez y col. (1977b) estudiaron el efecto inductor del norgestomet más estrógenos en vacas cebú lactantes y en anestro, resultando en una tasa de gestación del 12% con inseminación a tiempo fijo 48 horas después de retirado el implante, indicando que la baja presentación de estros y fertilidad se vió afectada por la pobre condición corporal de las hembras al parto y que se agravó durante su lactancia.

Menéndez y col. (1977a) estudiaron el efecto de la suplementación (melaza-urea) en vacas horras cebú sincronizadas con SMB. El 100% de las hembras sincronizadas manifestaron calor independientemente de haber recibido o no suplemento, mientras que la fertilidad fue del 42.8% en vacas sin suplemento contra el 33.3% de vacas suplementadas. Los autores concluyen que la suplementación con melaza-urea durante la época de cubriciones no tiene efecto benéfico en vacas horras en buenas condiciones físicas.

Es difícil explicar el porqué de estas variaciones en los resultados. Diversos factores se han señalado en la literatura, tales como:

- Duración de la aplicación del fármaco sincronizador. Es claro que los tratamientos cortos con progestágenos resultan en un incremento de la fertilidad en comparación con los

tratamientos de larga duración, aunque la precisión en la sincronización es mejor en estos últimos (Roche, 1974; Sreenan, 1975).

- Etapa del ciclo estral. Existe evidencia que indica que el tiempo de respuesta al tratamiento sincronizador no varía entre hembras sincronizadas con progestágenos en diferentes etapas del ciclo estral (Brink y Kiracofe, 1988). En cambio, el porcentaje de hembras en estro es dependiente del estado del ciclo estral, de tal manera que la respuesta es más efectiva si al aplicarse el fármaco las hembras se encuentran a la mitad de la fase lútea del ciclo estral (Spitzer y col., 1978a), en tanto que la tasa de concepción es mayor en vacas tratadas en la fase temprana de su ciclo estral (<110 día) que en las tratadas durante la fase lútea tardía (>110 día) (Brink y Kiracofe, 1988).

- Efecto de rancho. Se presentan amplias variaciones en la fertilidad de hembras sincronizadas en diferentes explotaciones. Estas variaciones son atribuidas a las condiciones particulares de manejo que existen entre ranchos (Wishart y col., 1977a; Wishart y col., 1977b; Roche, 1979).

- Efecto de año y época. Existen trabajos como el de Heersche y col. (1979) quienes 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 épocas del año.

Richards y col., (1988) encontraron diferencias entre estaciones del año para el número de animales en estro, y previamente sincronizados con norgestomet, alcanzando mejores resultados durante la primavera que en el otoño (84 y 64% respectivamente).

- Tipo racial. En general la fertilidad lograda con el uso de progestágenos para el control del estro suele ser menor en el ganado Bos indicus que en el Bos taurus; Galina y col. (1987) indican que en general la sincronización del estro en bovinos bajo condiciones de trópico resulta en una fertilidad 15% menor que la de los grupos testigo, y que esta se deprime más cuando la sincronización se realiza en hembras en pobre condición corporal y/o en épocas desfavorables del año.

- Edad de las hembras. Beal y col. (1984) al comparar la respuesta de vaquillas y vacas sincronizadas con norgestomet no encontraron variaciones significativas para el porcentaje de hembras en estro o en el tiempo de manifestación del mismo (9.4 horas más pronto en vaquillas que en vacas), lo que podría ser importante sobre todo si se emplea un régimen de I.A. a tiempos fijos. En relación a la fertilidad, Peters (1986) señala que la misma es un 20% mayor en vaquillas que en vacas previamente sincronizadas.

- Estado fisiológico. Beal y col. (1984) señalan la importancia del estado ovárico en la respuesta a tratamientos sincronizadores a base de progestágenos, en su estudio las

hembras que se encontraban en anestro antes del tratamiento tuvieron una tasa de gestación 38% menor al de vacas que se encontraban ciclando.

- Estado corporal. Wishart y col. (1977a) estudiaron el efecto de la nutrición, peso y condición corporal sobre la fertilidad de vaquillas tratadas con norgestomet y valerato de estradiol, encontrando que una mayor proporción de hembras quedaron gestantes cuando recibieron una suplementación energética calculada para obtener un incremento de peso durante doce semanas, iniciando seis semanas antes del tratamiento. Esto fue posteriormente corroborado por los mismos autores en otro estudio (Drew y col., 1979). Sin embargo, también existen investigaciones que no han podido demostrar el efecto benéfico de dicha suplementación en hembras tratadas con norgestomet (Walker y col., 1980; Menéndez y col., 1977a).

- Régimen de inseminación artificial. Es claro que se logra un óptimo comportamiento reproductivo cuando el control del ciclo estrol es combinado con la inseminación después del estro detectado (McIntosh y col., 1984). En caso de usar inseminación a tiempo predeterminado, Wishart y col. 1977b señalan que en hembras sincronizadas con SMB la inseminación sencilla (54 horas postratamiento) resultó en una tasa de gestación del 65.7% comparable a la fertilidad lograda con una doble inseminación a las 48 y 60 horas o 48 y 72 horas postratamiento (66.2 y 62.1% respectivamente).

- Técnico inseminador. Existen estudios que indican que la fertilidad después de un programa de sincronización puede modificarse debido a un efecto atribuible al técnico inseminador, el cual después de un programa de sincronización tendrá que inseminar un mayor número de hembras en periodos cortos (Spitzer y col., 1978b; Kaltenbach, 1975).

III. MATERIAL Y METODOS

3.1 Localización

El experimento se llevó a cabo en siete explotaciones ganaderas comerciales del estado de Veracruz, las cuales se identificaron con un número progresivo del 1 al 7. En el cuadro 1 se muestra la localización geográfica, características climatológicas así como el número y raza de los animales seleccionados en cada explotación.

3.2 Animales

El presente estudio se realizó en 387 animales del tipo cebuino de las razas Indobrasil, Gyr, Brahman, y encastados con cebú (cuadro 1).

3.3 Alimentación

Los animales se encontraban en pastoreo en potreros de 10 a 30 hectáreas sembradas con zacate estrella de África (Dynodon pleustachyus) o pangola (Digitaria decumbens), así como pastos nativos. Además se les proporcionó sal mineral y agua a libre acceso. En ninguno de los casos se administró otro tipo de suplementación alimenticia.

3.4 Fármaco

Syncromate-B (SMB), es un sistema que se compone de un implante constituido por un polímero de silicón conocido como Hydron que contiene 6 mg del progestágeno, 17 alfa-acetoxo-11 beta-methyl-19-nor-preg-4-ene-3,20 diona (norgestomet), que se acompaña de una inyección intramuscular de 5 mg de valerato de estradiol y de 3 mg de norgestomet el día de aplicación del implante, el cual se aplica durante 9 días.

3.5 Selección de animales

Para la realización del estudio se seleccionaron un total de 387 hembras. Dicha selección se realizó con base en una inspección visual de las hembras con la finalidad de verificar el estado físico que guardaban y así poder eliminar aquellas en malas condiciones de carnes, con enfermedades aparentes o con defectos de conformación que se considerarán adversos para una buena reproducción. Se realizó el examen de los órganos genitales por palpación rectal, eliminando aquellas con anomalías como quistes ováricos, hipoplasia o salpingitis. Además a la palpación rectal se determinó la presencia o ausencia de estructuras ováricas, clasificando a los animales con ovarios activos o inactivos. Una vez realizada la selección del ganado se levantó un registro de cada vaca que incluyó: identificación, fecha y número de parto, edad, raza, estado lactacional, estado ovérico y las observaciones derivadas de la exploración rectal.

3.6 Tratamiento

A los animales seleccionados se les asignó un número progresivo individual que se pintó en los costados de los mismos, lo que facilitó las observaciones que se efectuaron. Las hembras seleccionadas recibieron un implante subcutáneo sobre la superficie convexa de la oreja, la que previamente se limpió con agua y un jabón antiséptico; la colocación del implante (con 6 mg de norgestomet) se acompañó con la aplicación de una inyección intramuscular de 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de norgestomet. El implante se retiró después de 9 días.

3.7 Detección de calores y servicios

La observación de calores se realizó en forma continua durante las primeras 96 horas posteriores al retiro del implante.

Los servicios se aplicaron mediante inseminación artificial (I.A.) con semen congelado bajo el siguiente esquema: aquellas hembras detectadas en calor durante las 96 horas posteriores al retiro del implante se sirvieron entre 8 y 12 horas después de haberse detectado el estro. En todos los casos el diagnóstico de gestación se realizó por examen rectal alrededor de 45 días después de inseminadas.

Cabe señalar que para evitar posibles diferencias atribuibles a procedimientos de selección de animales,

aplicación del tratamiento, detección de calores e inseminación artificial, estas actividades se realizaron por un mismo equipo de trabajo constituido por seis personas que cuentan con amplia experiencia en la realización de programas de sincronización y en el manejo de ganado cebú en explotaciones comerciales del trópico mexicano.

3.8 Evaluación

Se evaluaron los siguientes parámetros:

1. Inducción estro: aquellas hembras que manifestaron calor posterior al tratamiento, y que se encontraban sin actividad ovárica al inicio del tratamiento, evidenciado por la ausencia de un cuerpo lúteo al examen rectal. Se evaluaron calculando los siguientes parámetros:

- Porcentaje de hembras detectadas en estro durante las primeras 96 horas de observación.
- Intervalo promedio entre el retiro del implante y el inicio del estro.

2. Sincronización del estro: considerando aquellas hembras que se encontraban ciclando (presencia de cuerpo lúteo a la palpación rectal) al inicio del tratamiento, y las cuales se evaluaron con los siguientes parámetros:

- Porcentaje de hembras detectadas en estro durante las primeras 96 horas de observación.

- Intervalo promedio entre el retiro del implante y el inicio del estro.

3. Distribución de celos, que se determinó calculando los porcentajes acumulados de hembras observadas en estro por:

- Periodos del día (diurno de 0700 a 1900 horas y nocturno de 1900 a 0700 horas).

- Periodos después del tratamiento en lapsos de 12 horas.

4. Porcentaje de concepción a primer servicio, definido como el número de animales gestantes entre el número de animales servidos por 100.

5. Porcentaje de gestación, definido como el número de animales gestantes entre el total de hembras tratadas por 100.

6. El porcentaje de hembras detectadas en estro, y el intervalo entre el retiro del implante y el inicio del estro se evaluaron en relación a las siguientes variables de estudio: explotación (1 a 7), época del año (lluvias y nortes), raza (Indobrasil, Gyr, Brahman y encastados con cebú), edad (vaquillas de primer parto y vacas), estado ovárico de las hembras antes del tratamiento (anestro o ciclando), estado lactacional de las mismas (presencia o no de cría). Los porcentajes de concepción y de gestación se evaluaron con las variables anteriormente señaladas y además el porcentaje de concepción con respecto al efecto del técnico inseminador (1 a 5).

3.9 Análisis estadístico

La información colectada en este estudio se evaluó de la siguiente manera:

- Se utilizaron cuadros de contingencia que se analizaron empleando la distribución de Ji-cuadrada para establecer la relación entre las variables en estudio, realizando la corrección de Yates para los valores de Ji-cuadrada generados de cuadros de contingencia de 2x2, respecto a los porcentajes de hembras en estro, concepción y gestación. Se realizó la prueba de Comparación Múltiple de Proporciones para establecer diferencias estadísticas entre valores porcentuales de grupo (Steel y Torrie, 1980; Navarro-Fierro, 1988).

- Para evaluar los efectos de explotación, estado ovárico y estado lactacional sobre el intervalo entre el retiro del implante y el inicio del estro se realizó un análisis de varianza desarrollando un diseño de bloques al azar utilizando la explotación como bloque y los estados ovárico y lactacional como factores.

$$Y_{ijk} = M + R_i + O_j + N_k + (ON)_{jk} + E_{ijk}$$

donde:

M = Media general.

R_i = Efecto de la i-ésima explotación (ranchos 1 a 6).

O_j = Efecto del j-ésimo estado ovárico (anestro o ciclando).

N_k = Efecto del k-ésimo estado lactacional (con o sin cría).

ON_{jk} = Efecto de la interacción entre el j-ésimo estado ovárico y el k-ésimo estado lactacional.

E_{ijk} = Error aleatorio.

IV. RESULTADOS

El porcentaje total de hembras que mostraron signos de estro en un periodo de 96 horas después de retirado el implante fue del 85.5%, mientras que el intervalo promedio entre el retiro del implante y el inicio del estro fue de 43.9 ± 13.2 horas (media \pm desviación estándar), con un intervalo de confianza de 42 a 45 horas. Todas las hembras que mostraron estro fueron inseminadas artificialmente, obteniéndose un porcentaje de concepción general del 25.7% a primer servicio y un porcentaje de gestación del 22% en un periodo de cuatro días. Cabe señalar que un 12.1% de las hembras sincronizadas y que no se detectaron en calor durante el periodo de observación fueron inseminadas después de evaluarse su condición por medio de la palpación rectal para detectar cambios en el aparato genital sugerentes de un estro no manifiesto; solo el 19% de las hembras servidas en estas condiciones quedaron gestantes.

La figura 1 muestra los porcentajes de animales que manifestaron estro a diferentes horarios del día. El 64% del total de estros se presentaron durante el horario nocturno entre las 1900 y 0700 horas, mientras que solo el 36% se manifestaron en horario diurno entre las 0700 y 1900 horas ($P < 0.01$). En la figura 2 se ilustra la distribución de estros a diferentes intervalos postratamiento. El 62.3% de las hembras que respondieron al tratamiento se detectaron en estro durante las primeras 48 horas de observación.

En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en las diferentes explotaciones utilizadas para el estudio. No hubo diferencias significativas en el porcentaje de presentación de estros entre los ranchos; en seis de siete ranchos el porcentaje se encontró entre el 80.8% y el 89.7%. Respecto al intervalo entre el tratamiento y el estro se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre el rancho 6 (50.3 ± 18.0) con los ranchos 5 (37.4 ± 6.6 horas), 1 (40.6 ± 9.5) y 4 (41.4 ± 9.4). La variable explotación no tuvo un efecto significativo sobre los porcentajes de concepción y gestación, encontrando que para el primer caso la fertilidad varió entre el 18.3% al 32.8%, mientras que la tasa de gestación fluctuó entre el 16.4% y el 28.6%.

Ninguno de los parámetros evaluados se vio afectado significativamente por la época del año en que se realizó el tratamiento (cuadro 3). Tampoco hubo diferencias entre razas con respecto a los parámetros evaluados (cuadro 4). Los parámetros estudiados no variaron estadísticamente por efecto de la edad de las hembras sincronizadas (cuadro 5).

Al estudiar el efecto del estado fisiológico (estado ovárico y lactacional), el porcentaje de hembras en estro fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en las hembras que al recibir el tratamiento estaban sin cría y ciclando (90.2%) en comparación con las que se encontraban con cría y en anestro (75.9%). Las hembras que estaban ciclando a pesar de tener cría tuvieron una presentación de estros intermedia (81.1%)

que no fue diferente a ninguno de los otros grupos. En las vacas que mostraron estró, el intervalo entre el tratamiento y la presencia del celo no se vió afectado por el estado fisiológico de las hembras al inicio del tratamiento. Aunque los porcentajes de concepción y gestación fueron menores en las hembras con cría y en anestro que en los otros dos grupos, las diferencias no fueron significativas (cuadro 6).

Al comparar las tasas de concepción logradas por los diferentes técnicos inseminadores se pudo apreciar un rango de valores desde el 16.7% al 42.9%, sin que dicha variación fuera significativa (cuadro 7).

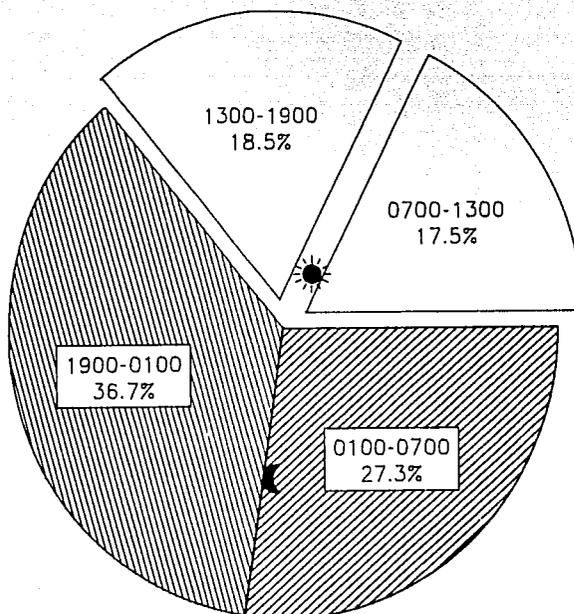


FIGURA 1. DISTRIBUCION DE ESTROS DE ACUERDO A LA HORA DEL DIA EN VACAS SINCRONIZADAS CON NORGESTOMET.

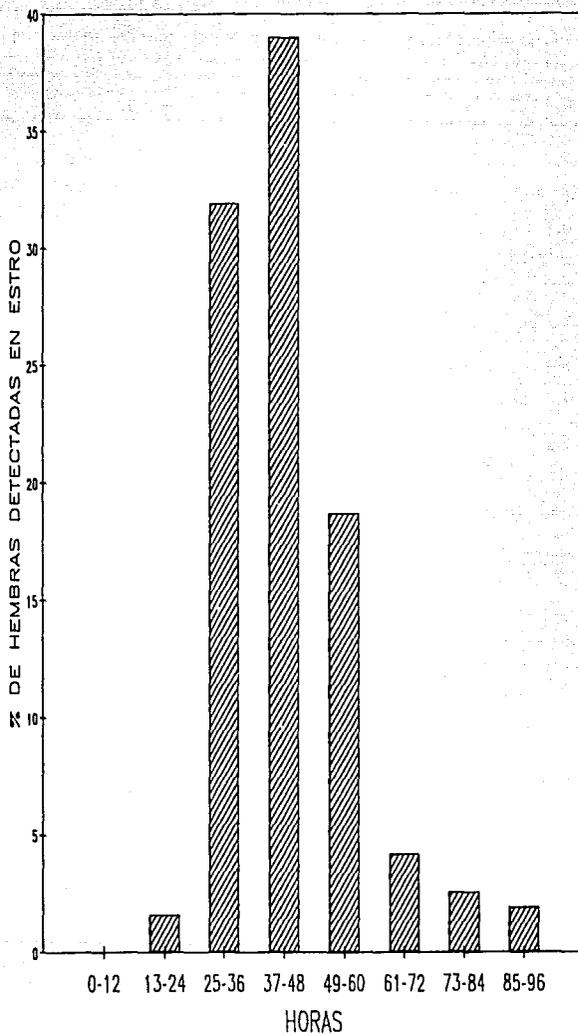


FIGURA 2. DISTRIBUCION DE ESTROS A DIFERENTES INTERVALOS DESPUES DEL TRATAMIENTO CON SYNCROMATE B.

CUADRO 1. NUMERO Y RAZA DE LOS ANIMALES UTILIZADOS EN CADA EXPLOTACION ASI COMO SU LOCALIZACION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICAS CLIMATICAS

EXPLOTA- CION	n	RAZA	LOCALIZACION	CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS		
				CLINA*	TEMPERATURA**	P.P.***
1	37	INDOBRASIL	COATZINTLA VER.	CALIDO SUBHUMEDO (Aw1)	>22 C	1000 a 1500
2	58	INDOBRASIL 6YR BRAHMAN	TIERRA BLANCA VER.	CALIDO SUBHUMEDO [Aw2"(w)(e)g]	26.5 C	1752.9
3	88	INDOBRASIL	SAN RAFAEL VER.	CALIDO HUMEDO [Am(f)]	>22 C	1300 a 2000
4	67	INDOBRASIL	SAN RAFAEL VER.	CALIDO HUMEDO [Am(f)]	>22 C	1300 a 2000
5	41	INDOBRASIL	IGNACIO DE ENCASTADAS CON CEBU VER.	CALIDO SUBHUMEDO [Aw2"(w)(i)']	26.5 C	1816.2
6	70	INDOBRASIL 6YR	MTZ. DE LA TORRE VER.	CALIDO HUMEDO [Af(m)w"(e)]	24 C	1743.4
7	26	INDOBRASIL	GTZ. ZAMORA VER.	CALIDO HUMEDO [Amw"(e)]	25.2 C	1503

* Clasificación climática de Koppen modificada (García 1981).

** Temperatura media anual en grados centígrados.

*** Precipitación pluvial anual.

CUADRO 2. RESPUESTA AL TRATAMIENTO CON SYNCRONATE B EN DIFERENTES EXPLOTACIONES DEL TROPICO MEXICANO

EXPLOTACION	HEMBRAS TRATADAS	PORCENTAJE EN ESTRO	TIEMPO PROMEDIO AL INICIO DEL ESTRO (HORAS). ($\bar{x} \pm d.e.$)	PORCENTAJE DE CONCEPCION	PORCENTAJE DE GESTACION
1	37	75.7 ^a	40.6 \pm 9.5 ^a	25.0 ^a	18.9 ^a
2	58	89.7 ^a	44.8 \pm 10.0 ^{ab}	28.8 ^a	25.9 ^a
3	88	84.1 ^a	44.4 \pm 14.5 ^{ab}	23.0 ^a	19.3 ^a
4	67	89.6 ^a	41.4 \pm 9.4 ^a	18.3 ^a	16.4 ^a
5	41	85.4 ^a	37.4 \pm 6.6 ^a	- * -	- * -
6	70	87.1 ^a	50.3 \pm 18.0 ^{bc}	32.8 ^a	28.6 ^a
7	26	80.8 ^a	-- * --	28.6 ^a	23.1 ^a

Para cada parámetro, los valores que no comparten cuando menos una literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$).

* No se contó con la información necesaria para el cálculo de dichos parámetros en estas explotaciones.

CUADRO 3. EFECTO DE UN TRATAMIENTO CON SYNCROMATE B EN HEMBRAS CEBU EN DOS EPOCAS DEL AÑO

EPOCA	HEMBRAS TRATADAS	PORCENTAJE EN ESTRO	TIEMPO PROMEDIO AL INICIO DEL ESTRO (HORAS). ($\bar{x} \pm d.e.$)	PORCENTAJE DE CONCEPCION	PORCENTAJE DE GESTACION
LLUVIAS (JUL-OCT)	288	84.7	44.7 \pm 14.3	25.0	21.2
NORTES (NOV-FEB)	99	87.9	41.8 \pm 9.5	28.8	25.9

No existieron diferencias significativas entre épocas del año para ninguno de los parámetros evaluados ($P > 0.05$).

CUADRO 4. EFECTO DE UN TRATAMIENTO CON SYNCROMATE B EN DIFERENTES TIPOS RACIALES

RAZA	HEMBRAS TRATADAS	PORCENTAJE EN ESTRO	TIEMPO PROMEDIO AL INICIO DEL ESTRO (HORAS) ($\bar{x} \pm d.e.$)	PORCENTAJE DE CONCEPCION	PORCENTAJE DE GESTACION
INDOBRASIL	248	87.1	44.0 \pm 13.8	26.2	22.7
GYR	91	82.4	44.8 \pm 13.2	25.3	20.9
BRAHMAN	22	86.4	45.8 \pm 10.6	21.1	18.2
ENCASTADAS CON CEBU	26	80.8	38.0 \pm 7.7	- * -	- * -

No existieron diferencias significativas entre razas para ninguno de los parámetros evaluados ($P > 0.05$).

* No se contó con la información necesaria para el cálculo de dichos parámetros en esta raza.

CUADRO 5. RESPUESTA AL TRATAMIENTO CON SYNCROMATE B EN VAQUILLAS Y VACAS CEBU EN CONDICIONES TROPICALES

EDAD	HEMBRAS TRATADAS	PORCENTAJE EN ESTRO	TIEMPO PROMEDIO AL INICIO DEL ESTRO (HORAS) ($\bar{x} \pm d. e.$)	PORCENTAJE DE CONCEPCION	PORCENTAJE DE GESTACION
VAQUILLAS	30	90	37.8 \pm 9.1	22.2	20.0
VACAS	299	84.3	44.0 \pm 13.9	25.3	21.3

No existieron diferencias significativas entre vaquillas y vacas para ninguno de los parámetros evaluados ($P > 0.05$).

CUADRO 6. RESPUESTA AL TRATAMIENTO CON SYNCROMATE B EN HEMBRAS CEBU CON DIFERENTE ESTADO OVARICO Y LACTACIONAL AL INICIO DEL TRATAMIENTO

ESTADO INICIAL	HEMBRAS TRATADAS	PORCENTAJE EN ESTRO	TIEMPO PROMEDIO AL INICIO DEL ESTRO (HORAS) ($\bar{x} \pm d.e.$)	PORCENTAJE DE CONCEPCION	PORCENTAJE DE GESTACION
ANESTRO Y CON CRIA	54	75.9 ^a	44.9 \pm 12.3 ^a	14.6 ^a	11.1 ^a
CICLANDO Y CON CRIA	90	81.1 ^{ab}	44.2 \pm 15.1 ^a	30.1 ^a	24.4 ^a
CICLANDO Y SIN CRIA	173	90.2 ^b	41.1 \pm 9.1 ^a	23.1 ^a	21.2 ^a

Para un parámetro determinado, los valores que no comparten por lo menos una literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

CUADRO 7. FERTILIDAD OBTENIDA POR DIFERENTES TÉCNICOS INSEMINADORES EN HEMBRAS PREVIAMENTE SINCRONIZADAS CON SYNCROMATE B.

IDENTIFICACION DEL TECNICO INSEMINADOR	NUMERO DE HEMBRAS INSEMINADAS	PORCENTAJE DE CONCEPCION
1	7	42.9
2	37	40.5
3	147	25.9
4	36	19.4
5	54	16.7

Las diferencias entre técnicos inseminadores no son significativas ($P > 0.05$).

V. DISCUSION

5.1 Inducción y sincronización del estro

El 85.5% del total de hembras sincronizadas mostraron signos de estro durante el periodo de 96 horas de observación después de haber retirado el implante. Este valor puede considerarse satisfactorio si se considera lo heterogéneo de la muestra seleccionada para recibir el fármaco sincronizador, ya que incluía hembras de diferentes explotaciones, razas, edades y estados fisiológicos. Además se debe considerar que el estudio se realizó en condiciones de trópico y con ganado cebú, donde se ha señalado la dificultad que representa llevar a cabo eficientemente la detección de estros. Este hecho puede complicarse cuando se altera la organización y jerarquía social de las hembras al modificarse su ambiente familiar por moverlos de corral o potrero durante un programa de sincronización (Galina y col., 1987).

Los porcentajes acumulados para el número de hembras detectadas en estro a diferentes intervalos postratamiento fueron del 62.3%, 81.9% y el 85.5% a las 48, 72 y 96 horas respectivamente. Cabe destacar que el 95.5% de las hembras que respondieron al fármaco sincronizador se observaron en calor durante las primeras 72 horas de observación, lo cual refleja un alto grado de precisión en la respuesta al tratamiento después de remover el implante. Esta alta precisión es similar a la informada en otros estudios (Heersche y col., 1979;

Miksch y col., 1978; Spitzer y col., 1978b). Santos y col., (1979c) al comparar el porcentaje de hembras en calor a diferentes periodos de tiempo en hembras sincronizadas con norgestomet o con prostaglandina F2 alfa, encontraron que con norgestomet el porcentaje de estros fue del 84% en un periodo de 48 horas, incrementándose dicho porcentaje a 93%, y 97% a las 72 y 96 horas respectivamente, mientras que con el uso de prostaglandina la respuesta fue del 3%, 31% y 60% a las 48, 72 y 96 horas posteriores al tratamiento.

Las hembras que manifestaron signos de calor durante el periodo de observación lo hicieron en promedio 43.9 ± 13.2 horas después de retirado el implante, lo que concuerda con los valores señalados en otros estudios (Heersche y col., 1979; López y col., 1979). Estas cifras indican que la manifestación del celo después del tratamiento con Syncromate B se presenta en forma relativamente rápida y uniforme si se compara con los resultados obtenidos al utilizar sustancias luteolíticas (Cooper, 1974; Britt y col., 1978; MacMillan y Henderson, 1984).

López y col., (1979) compararon el intervalo a la presentación de estro en vacas mestizas con cebú sincronizadas con Syncromate B o con prostaglandina F2 alfa, encontrando que el intervalo promedio fue de 48.8 ± 18.3 horas en las vacas tratadas con Syncromate B y de 83.8 ± 39.9 horas en las tratadas con prostaglandina F2 alfa. Dichos resultados indican que la respuesta a la prostaglandina es más lenta y variable

que la encontrada al sincronizar con progestágenos como el Syncromate B. Esta misma situación ha sido señalada en otros estudios también en ganado cebuino (Santos y col., 1979c; Orihuela y col., 1989). En efecto, desde los trabajos de Jochle (1973) se ha observado que la respuesta a estro después de la sincronización es mucho más compacta utilizando progestágenos, lo que sugiere que una previa exposición de las hembras a progesterona puede acrecentar los signos de estro. Este grado de precisión en la manifestación del estro y posiblemente de la ovulación plantea la posibilidad de utilizar la I.A. a tiempos predeterminados sin detrimento de la fertilidad en ganado cebú, lo cual constituye uno de los principales objetivos que persigue el uso de estos tratamientos sincronizadores.

Esta precisión en el tiempo de respuesta parece ser constante. Aunque existe poca información en la literatura respecto a los factores que pudieran modificarla; se conoce que la etapa del ciclo estral en que se encuentra la hembra al comenzar el tratamiento con Syncromate B no altera el tiempo que tarda en manifestarse el celo. Así Brink y Kiracofe (1988) encontraron que el intervalo entre el tratamiento con Syncromate B y la presentación del estro fue similar en hembras tratadas en la fase temprana (antes de 110. día) o durante la fase tardía del ciclo estral (después del 110. día). Esto representa una ventaja con respecto al uso de prostaglandinas, donde el tiempo de respuesta al fármaco

varia de acuerdo a la etapa del diestro en que se aplique la droga (King y col., 1982; Watts y Fuquay, 1985).

En general, si se comparan los resultados que se obtienen al emplear prostaglandinas o progestágenos en programas de sincronización, se puede observar que el tratamiento con prostaglandina produce una respuesta más tardía, difusa y en un menor número de hembras que al utilizar progestágenos (Lokhande y col., 1983). En ganado cebú la situación parece ser similar, como se ha demostrado en algunos estudios (Santos y col., 1979c; Orihuela y col., 1989). Es evidente que los porcentajes de hembras en estro son mayores cuando se utilizan drogas que contengan progesterona, lo que sugiere como se indicó, que la progesterona pudiera ser necesaria para mejorar la expresión del estro (Higgins y col., 1986; Orihuela y col., 1989). En efecto, Orihuela y col. (1989) al comparar la expresión de estros en hembras tratadas con un progestágeno o con prostaglandina demostraron que la intensidad de los signos de estro, como son el número de montas por hora en celo y otras actividades afines a la conducta de estro, son similares entre tratamientos. Sin embargo el porcentaje de hembras detectadas en estro fue del 95% en el grupo expuesto a progestágenos y solo el 54% en hembras tratadas con prostaglandinas.

En relación con el periodo del día en que se observó el calor en las hembras sincronizadas se encontró que el 64% de las hembras fueron detectadas en estro entre las 1900 y 0700

horas del día. Orihuela y col., (1983) encontraron que en ganado cebú sincronizado con prostaglandinas y bajo observación continua, el 63% de las vacas se detectaron en estro durante la noche (1800 a 0600), porcentaje similar al del presente estudio. Lo anterior tiene su implicación práctica ya que de existir una mayor actividad sexual durante ciertos periodos se podrían programar con mayor precisión los periodos de observación de calores, en el caso de que la I.A. no se realice a tiempos predeterminados.

Al estudiar el efecto de algunos factores sobre el porcentaje de hembras en estro después del tratamiento con norgestomet y estrógenos, se pudo observar que el único factor que tuvo un efecto significativo fue el estado fisiológico de la hembra al momento del tratamiento, ya que las hembras en anestro y con cría tuvieron un porcentaje de presentación de estros significativamente ($P < 0.05$) menor al de vacas que estaban ciclando y sin cría (cuadro 6).

Al comparar el intervalo entre el tratamiento y la presentación del estro entre explotaciones, épocas del año, raza y edad de las hembras tratadas, así como de acuerdo al estado ovárico y lactacional al recibir el tratamiento, se observó que la mayoría de las variables no tuvieron efecto sobre este parámetro. Esta falta de influencia de factores externos puede explicar en parte, porqué los intervalos a la presentación de estros son tan constantes en los diferentes estudios publicados sobre el uso del SMB.

El único factor que tuvo efecto significativo sobre el intervalo a la presentación del estro fue el de explotación. Este efecto se debió exclusivamente a que en el rancho número 6 el intervalo fue más largo de lo normal. No fue posible determinar la causa del retraso en la presentación de estros en dicha explotación, sin embargo los promedios obtenidos, tanto el más tardío (50.3 horas) como los más cortos (37.4, 40.6 y 41.4 horas), se encuentran dentro del rango de valores que han sido indicados en la literatura al utilizar el norgestomet: Wishart y Young (1974) obtuvieron un intervalo de 36 ± 8.9 horas en vaquillas, mientras que Miksch y col., (1978) estimaron valores de 54.8 ± 23.7 horas para vaquillas tratadas con la misma droga.

Es lógico esperar que existan variaciones entre explotaciones al emplear un programa de sincronización del estro con una determinada droga, debido a que las explotaciones tendrán sus propias políticas de manejo que influirán en los resultados; Roche (1979) puntualiza en su estudio que los programas de sincronización han tenido una aceptación limitada por parte del ganadero entre otras cosas a causa de la gran variación en los resultados entre hatos ocasionados por las condiciones propias de manejo, alimentación y nivel de fertilidad entre hatos, lo que dificulta el poder predecir resultados en algún caso particular. Uno de los objetivos de este estudio fue determinar que sucedía con dicha variación si se utilizaba la

misma droga sincronizadora, los mismos criterios de selección de las hembras a tratar, así como el mismo equipo humano responsable de realizar el programa, observando que la respuesta al tratamiento fue relativamente constante, y aunque existió variación entre explotaciones para el porcentaje de presentación de estros, esta no fue estadísticamente significativa.

Por otra parte, se esperaba que al comparar las dos épocas del año (lluvias y nortes) la expresión del estro pudiera variar después de un tratamiento sincronizador. Lo anterior se planteaba debido a la información existente sobre el comportamiento reproductivo del ganado Bos indicus. Así Plasse y col., (1970) señalan que existe una importante relación entre la frecuencia mensual de estros y la temperatura media mínima, de tal manera que durante los días fríos la actividad estral es muy baja o nula. Además, ellos indican que durante el invierno se incrementa el número de ovulaciones silenciosas posiblemente por influencia de la baja temperatura sobre la manifestación del estro, lo que podría explicar el pobre comportamiento reproductivo del ganado cebú en condiciones tropicales durante los meses menos calurosos.

En un estudio reciente en bovinos Brahman y sus cruza, Richards y col. (1988) encontraron que el porcentaje de hembras en estro después de sincronizarse con norgestomet y estrógenos fue significativamente mayor cuando los animales recibieron el tratamiento en primavera que durante el otoño

(84% y 64% respectivamente) . Sin embargo, en el presente estudio no se encontraron diferencias en las épocas en que se aplicó el tratamiento (lluvias y nortes) (cuadro 3).

La época del año tampoco modificó la velocidad de respuesta al tratamiento sincronizador, ya que solo existió una diferencia de 2.9 horas entre los valores estimados para las dos épocas en estudio. Sin embargo, Britt y col. (1978) utilizando prostaglandinas encontraron variaciones estacionales en el tiempo promedio de respuesta y señalan que esto pudiera deberse a cambios en el fotoperiodo, temperatura o diferencias observadas en el manejo de los animales. Además se indica que cambios endocrinos asociados con la estación podrían alterar los eventos hormonales que conducen al inicio del estro después de aplicar una droga sincronizadora como la prostaglandina. Esto indica que cualquiera que sea la causa de la variación estacional encontrada por Britt y col. (1978) al utilizar prostaglandina F2 alfa, es aparente que esta no opera en la misma forma cuando se utilizan progestágenos como el Syncromate B.

Con respecto a la edad de los animales, el porcentaje de presentación de estros en el grupo de vaquillas fue del 90% contra el 84.3% en vacas ($P > 0.05$). Aunque esta diferencia no fue significativa es claro que existe una tendencia a lograr una mayor expresión de estros en vaquillas que en vacas sincronizadas, algunas publicaciones informan resultados en este sentido. Así Beal y col. (1984) compararon el porcentaje

de estros en vaquillas y vacas sincronizadas con norgestomet sin hallar variaciones significativas entre grupos, pero observaron una mejor respuesta en el grupo de vaquillas. González y col. (1984) si encontraron diferencias significativas entre el grupo de vaquillas (100%) y el de vacas (69.5%) sincronizadas con norgestomet para la tasa de hembras en calor. Orihuela y col. (1989) demostraron que la jerarquía en las hembras cebú juega un papel muy importante en la respuesta al calor de un grupo de animales después de utilizar una droga sincronizadora. Las hembras bajas en la jerarquía social tienden a tener una conducta pasiva más típica de estro que las vacas con alta jerarquía. Debido a que las vaquillas tienden a estar en la escala social baja es posible que esto facilite el que muestren una conducta receptiva.

Aunque la edad de las hembras (vaquillas o vacas) no afectó significativamente el intervalo al estro, la respuesta ocurrió 6.2 horas más pronto en vaquillas que en vacas. Estos hallazgos son semejantes a los de Beal y col. (1984) quienes estudiaron el efecto de la edad en hembras sincronizadas con norgestomet, no encontrando diferencias entre grupos aunque en promedio las vaquillas exhibieron 9.4 horas más pronto su estro que las vacas.

En relación al estado ovárico y lactacional de las hembras antes del tratamiento. Se observó mayor porcentaje de hembras en estro en aquellas hembras que se encontraban ciclando y sin

cria (90.2%) al iniciarse el tratamiento al compararlas con aquellas vacas que se encontraban en anestro y con cria (75.9%) ($P < 0.05$). Un punto intermedio fue el grupo constituido por aquellas que estaban ciclando y con cria (81.1%).

Estos resultados son semejantes a los encontrados por Miksch y col. (1978) quienes valoraron la efectividad del Syncromate B en hembras en anestro o con actividad ovárica, logrando un porcentaje de estros del 85% en vacas en anestro y de 93% en vacas ciclando, indicando que dicho tratamiento resultó eficaz para acelerar la actividad ovárica en hembras en anestro. Spitzer y col. (1978a) probaron el mismo tratamiento en hembras que además estaban bajo el estímulo lactacional, observando que la manifestación del estro disminuyó, ya que solo entre el 72 al 74% de los animales manifestaron calor 96 horas después de remover el implante.

Beal y col. (1984), estudiaron el efecto conjunto de la actividad ovárica y lactacional en hembras tratadas con SMB, encontrando también que el menor porcentaje de estros se presentó en aquellas hembras que se encontraban en anestro y lactando al inicio del tratamiento (67%) comparadas con el grupo de vacas que estaban ciclando y lactando (88%). Resulta importante enfatizar que existen notables diferencias en el porcentaje de presentación de estros ocasionadas por el estado fisiológico de los animales al iniciarse el tratamiento, lo que deberá tenerse presente al utilizar programas de sincronización con progestágenos. Una opción para superar esta

situación pudiera ser el acompañar dicho tratamiento con el uso de sistemas para el manejo de la lactancia, que como se ha demostrado permiten incrementar el porcentaje de estros después del tratamiento sincronizador (Santos y col., 1979 ab; Smith y col., 1979).

5.2 Fertilidad

La fertilidad se determinó a través del porcentaje de concepción a primer servicio y el porcentaje de gestación durante los primeros cuatro días después de remover el implante, siendo estos valores de 25.7% y del 22.0% respectivamente. En general, la fertilidad obtenida es baja si se compara con la lograda en estudios que han probado el efecto del norgestomet en ganado Bos taurus y en condiciones templadas (Kaltenbach, 1975; Chapman, 1978; Heersche y col., 1979). Se estima que el porcentaje de concepción a primer servicio después de un programa de sincronización con SMB es del 50 al 55% para hatos bien manejados, independientemente de si la I.A. se realiza a estro observado o a tiempos fijos (Deutscher, 1987). Sin embargo, los resultados de fertilidad de la presente investigación están acordes con otros estudios efectuados con ganado cebú bajo condiciones tropicales, sincronizado ya sea con prostaglandina (Galina y col., 1988; Orihuela y col., 1989; Wild, 1989) o con progestágenos (Menéndez y col., 1977ab; Koppel y col., 1979; Galina y col., 1988; Orihuela y col., 1989).

Es difícil especular sobre la causa de esta fertilidad tan reducida después de haber logrado resultados satisfactorios respecto al porcentaje de hembras que manifestaron estro. En este estudio se analizó el posible efecto de diversos factores sobre la fertilidad.

Se encontró que los porcentajes de concepción variaron entre un 18.3% y 32.8% y los de gestación variaron entre el 16.4% y 28.6% en las distintas explotaciones, sin que tales diferencias fueran significativas. Diversos estudios señalan variaciones en la respuesta a los tratamientos sincronizadores al comparar diferentes explotaciones (Jochle, 1973; Jochle 1975; Wishart y col., 1977b; Roche 1979). Jochle (1973, 1975) en sus estudios con ganado cebú tratado con acetato de melengestrol observó variaciones importantes en la fertilidad entre hatos bien manejados y mal manejados (sin registros y sin suplemento alimenticio y mineral durante la sequía). A pesar de que no se presentaron variaciones significativas en los porcentajes de hembras en estro, concluye que el tratamiento era capaz de inducir el estro, pero no de superar la baja fertilidad motivada por el manejo deficiente.

Lo anterior es importante de considerar ya que en el presente estudio se incluyeron ranchos donde es notorio el deficiente sistema de registros. Esta situación limitó la eficiencia en la selección de hembras para los programas de sincronización, ya que en ocasiones las hembras disponibles para los programas de sincronización son precisamente aquellas

que han tenido problemas para gestarse. Por otra parte, durante la realización del presente trabajo no se administró ningún suplemento alimenticio a las hembras tratadas, exceptuando un suplemento mineral, por lo que no se descarta la posibilidad de que parte de la fertilidad tan baja haya sido propiciada por el manejo deficiente en los hatos estudiados .

Por otra parte, la fertilidad fue similar entre las dos épocas del año (lluvias y nortes) en que se efectuaron los programas de sincronización (cuadro 3). Esto es interesante ya que en la literatura se indica que el mayor porcentaje de partos tiende a ocurrir durante la primavera, aún cuando el toro permanezca con las vacas durante todo el año, lo que permite inferir que durante los meses de verano hay mejor fertilidad (Jochle, 1972; Galina y col., 1987). Los mismos autores indican que la fertilidad disminuye al final del otoño y el invierno en condiciones de trópico, lo que indicaría que la función reproductiva en el ganado cebú podría estar en parte mediada por un efecto estacional. Sin embargo, los porcentajes de concepción y gestación en el presente estudio fueron constantes incluso al comparar la estación de lluvias, que abarcó la época más calurosa en esta región y que se considera la mejor época para alcanzar un mayor número de gestaciones, en contra de la época denominada de nortes, donde las condiciones climáticas se consideran adversas para una buena eficiencia reproductiva. Esto sugiere la posibilidad de

que este tipo de tratamientos permite inducir y sincronizar el estro durante las épocas críticas del año sin un decremento en la respuesta al tratamiento por efecto estacional. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que siempre será recomendable que los programas reproductivos se diseñen para aprovechar la ventaja de la mejor época del año y así alcanzar una óptima eficiencia reproductiva.

No se detectaron diferencias significativas entre razas para los porcentajes, de concepción y de gestación (cuadro 4). Esto concuerda con lo encontrado por Richards y col. (1988) quienes estudiaron el efecto del genotipo, en particular la influencia de la raza Brahman, en vacas sincronizadas con SMB. Los grupos se integraron con hembras 1/2 Brahman, 1/4 Brahman y hembras sin ninguna influencia de la raza Brahman, no encontrando ningún efecto del genotipo sobre la cantidad de hembras en estro y gestantes después del tratamiento con SMB.

La fertilidad de vaquillas y vacas no fue diferente, resultando en porcentajes de concepción y gestación similares para los dos grupos. Esto contrasta con lo informado por Knox y col. (1972) quienes encontraron que las vaquillas sincronizadas con norgestomet tuvieron menor porcentaje de concepción a primer servicio (22%) que las vacas (49%). En contraste Peters (1986) menciona que la fertilidad generalmente es mayor en vaquillas que en vacas después de haberse sincronizado, lo cual lo atribuye a un incremento en la variabilidad de la longitud del ciclo ovárico de las vacas

adultas.

El estado ovárico y lactacional al inicio del tratamiento, no modificaron significativamente la fertilidad, aunque si se aprecia una tendencia a favor de las hembras que tenían ovarios activos al inicio del tratamiento, las cuáles tuvieron mejores porcentajes de concepción y gestación que aquellas que no lo estaban (cuadro 6). Estas diferencias también han sido observadas, aunque con mejores tasas de fertilidad, en otros estudios (Zaied y col., 1976ab; Miksch y col., 1978; Beal y col., 1984).

El bajo porcentaje de gestación en hembras anéstricas en este estudio, se debe en parte a que un menor porcentaje de animales exhibieron signos de estro y por consiguiente fueron inseminados, y en parte al menor porcentaje de concepción a primer servicio en las vacas que antes del tratamiento estaban en anestro. Por lo tanto, cuando no se toma en cuenta el estado fisiológico del animal antes de efectuar un programa de sincronización, las hembras anéstricas y amamantando siempre serán más difíciles de gestar en el servicio consecuente a la sincronización. Sin embargo, es necesario considerar que el tratamiento con progestágenos tiene la ventaja de inducir actividad ovárica, por lo que las hembras que no conciben pueden continuar ciclando normalmente y quedar gestantes al segundo servicio.

En este estudio las diferencias observadas en los porcentajes de concepción logrados por diferentes técnicos inseminadores, a pesar de fluctuar entre el 16.1% y el 42.9%, no fueron estadísticamente significativos ($P > 0.05$). Kaltenbach (1975) señala que la baja fertilidad que se manifestó en uno de sus ensayos donde probó el efecto del norgestomet como sincronizador se debió a las diferencias en la tasa de concepción alcanzadas entre los técnicos inseminadores, las cuales fluctuaron entre el 8% y el 45%; indicando además que posiblemente influyó el hecho de que tres de los cuatro técnicos inseminadores no estaban acostumbrados a inseminar un número relativamente grande de hembras en un periodo de tiempo tan corto. Este efecto también ha sido notificado en otras investigaciones, como la de Spitzer y col. (1978b), quienes indican que las bajas tasas de concepción obtenidas en algunos de sus ensayos pueden relacionarse más con los procedimientos de inseminación que con un efecto debido al tratamiento.

En el presente estudio todos los técnicos inseminadores contaban con la experiencia necesaria para realizar esta práctica, no obstante se apreciaron variaciones importantes en los porcentajes de concepción logrados entre ellos y no puede desecharse la posibilidad de que aunque experimentados, estos técnicos hayan tenido dificultades en inseminar tantos animales en poco tiempo, sobre todo en ganado cebú donde ya ha sido documentada la dificultad en el paso del catéter de I.A. a través del tortuoso cervix (González y col., 1983).

Aunado a lo anterior, Galina y col., (1987) puntualizan la importancia de llevar a cabo un adecuado manejo de las hembras en un programa de sincronización, especialmente durante la inseminación artificial, ya que esto implica tener en un momento dado un número relativamente grande de hembras a inseminarse. Esta situación causa que las hembras permanezcan por periodos prolongados en los corrales de manejo, lo que puede provocar un incremento del estrés en los animales especialmente en climas calurosos, y aunque no está claro el efecto del estrés sobre las hormonas reproductivas, existe evidencia que indica que dicho estado de tensión es capaz de bloquear la expresión del comportamiento estral, así como de alterar el control de la secreción de gonadotropinas (Moberg, 1985).

5.3 Conclusiones

Se estimó que el tiempo promedio en la manifestación del estro después de retirar el implante con norgestomet fue de 43.9 ± 13.2 horas (y un intervalo de confianza para dicho estimador de 42 a 45 horas), valor que refleja una respuesta relativamente rápida y uniforme. La velocidad de expresión del estro después del tratamiento mostró variaciones significativas únicamente debido al efecto de explotación.

Del total de hembras sincronizadas, el 85.5% mostraron signos de calor durante un periodo de 96 horas de observación

continúa, con porcentajes acumulados de 62.3%, 81.9% y 85.5% a las 48, 72 y 96 horas respectivamente, lo que refleja una buena precisión en la respuesta al fármaco sincronizador. Por otra parte en relación a la hora del día en que se detectó el calor el 64% de las hembras que manifestaron celo fueron observadas entre las 1900 y 0700 horas del día.

El tratamiento resultó eficaz para la sincronización del estro en las hembras con actividad ovárica (87.1%) al inicio del estudio y en menor proporción como inductor del estro en hembras anéstricas (75.9%).

El porcentaje de hembras en estro varió estadísticamente por efecto del estado ovárico y lactacional de las hembras al recibir el tratamiento, obteniendo una mejor respuesta en las hembras que estaban ciclando y sin cría (90.2%) y menor al estar en anestro y con cría (75.9%) ($P < 0.05$).

La fertilidad estimada tanto por el porcentaje de concepción a primer servicio (25.7%) como por el porcentaje de gestación para un periodo de cuatro días (22.0%) alcanzó valores bajos si se comparan con lo indicados en la literatura para ganado Bos taurus en condiciones templadas y son similares a los señalados en ganado Bos indicus bajo condiciones tropicales.

La fertilidad de las hembras sincronizadas no se afectó por factores tales como: explotación, época del año, raza, edad, estado fisiológico de las hembras tratadas, aunque fue notorio que las hembras que se encontraban ciclando al recibir

el tratamiento tuvieron mejores porcentajes de concepción y de gestación que aquellas que estaban en anestro independientemente, de su estado lactacional.

No se encontraron diferencias estadísticas para el porcentaje de concepción entre los técnicos inseminadores pero no se descarta la influencia de estos en las bajas tasas de concepción alcanzadas.

Finalmente, se concluye que el estado fisiológico de las hembras al iniciarse el tratamiento sincronizador limita la efectividad del mismo tanto para inducir como para sincronizar el estro y aunque la mayoría de las hembras responden manifestando calor después de remover el implante las expectativas en cuanto a la fertilidad deberán ser moderadas, principalmente en aquellas hembras que al inicio del tratamiento se encuentren en anestro y lactando.

VI. LITERATURA CITADA

1. Anta, E., Rivera, J.A., Galina, C., Porras, A. y Zarco, L.: Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. Vet. Méx., **20**: 11-18 (1987).
2. Barnes, M.A., Kazmer, G.W. and Bierly, S.T. : Gonadotropic and ovarian hormone response in dairy cows treated with Norgestomet and estradiol valerate. Theriogenology, **16**: 13-25 (1981).
3. 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).
4. Beal, W.E., Good, G.A. and Peterson, L.A. : Estrus synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with Syncro-mate B or Norgestomet and Alfaprostol. Theriogenology, **22**: 59-65 (1984).
5. Bergström, S., Carlson, L.A. and Weeks, J.R.: The prostaglandins: a family of biologically active lipids. Pharmacol. Rev., **20**: 1-48 (1968).
6. Braun, W.F.: A review of prostaglandin therapeutics in reproduction. Vet. Med. Small Anim. Clin., **75**: 649-656 (1980).
7. Brink, J.T. and Kiracofe, G.H.: Effect of estrous cycle stage at Syncro-mate B treatment on conception and time to estrus in cattle. Theriogenology, **29**: 513-518 (1988).
8. Britt, J.H., Hafs, H.D. and Stevenson, J.S. : Estrus in relation to time of administration of Prostaglandin F2& to heifers. J. Dairy Sci., **61**: 513-515 (1978).
9. Britt, J.H. y Roche, J.F. : Inducción y sincronización de la ovulación. En: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Editado Hafez E.S.E., 521-534. . Ed. Interamericana, México, D.F., 1985.
10. Carrik, M.J. and Shelton, J.N.: The synchronization of oestrus in cattle with progestagen-impregnated intravaginal sponges. J. Reprod. Fert., **14**: 21-32 (1967).
11. Chapman, J.D. : Fertility in beef cattle following estrous synchronization with a synthetic Prostaglandin F2& analogue, Cloprostenol or a synthetic progestogen, Norgestomet. Diss. Abstr. Inter., **39**: 3065-B (1978).

12. Christian, R.E. and Casida, L.E. : Effects of progesterone in altering the estrous cycle of the cow. J. Anim. Sci.(Abstr.), 7: 540 (1948).
13. Coetzer, W.A., Niekerk Van, C.H. and Esterhuysen, A.J. : The use of a progesterone releasing intravaginal device (PRID) as a synchronising agent in dairy heifers. Proceedings of the 11th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Dublin Ireland 1988, IV:426, University College Dublin. Dublin Ireland (1988).
14. Cooper, M.J. : Control of oestrous cycles of heifers with a synthetic prostaglandin analogue. Vet. Rec., 95: 200-203 (1974).
15. Curl, S.E., Durfey, W., Patterson, R. and Zina, D.W. : Synchronization of estrus on cattle with subcutaneous implants. J. Anim. Sci.(Abstr.), 27: 1189 (1968).
16. Dawson, F.L.H.: Accuracy of rectal palpation in the diagnosis of the ovarian function in the cow. Vet. Rec., 96: 218-220 (1975).
17. Day, B.N. : Estrous cycle regulation. Proceedings of the 10th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Illinois 1984, IV:1, University of Illinois. Urbana-Champaign (1984).
18. Deutscher, G.H.: Estrus synchronization for beef cattle. Mod. Vet. Pract., 68: 288-292 (1987).
19. Dieleman, S.J., Bevers, M.M., Janszen, B.P.M., Poll Van de, A.V.P., Willemsse, A.H. and Gielen, J.T. : Progesterone patterns in the cow after oestrus synchronization with Syncromate B with or without additional prostaglandin. Proceedings of the 11th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Dublin Ireland 1988, IV: 431, University College Dublin. Dublin Ireland (1988).
20. Dobson, H. and Kamonpatana, M. : A review of female cattle reproduction with special reference to a comparison between buffaloes, cows and Zebu. J.Reprod. Fert., 77: 1-36 (1986).
21. Drew, S.B., Wishart, D.F. and Young, I.M. : Fertility of Norgestomet treated suckler cows. Vet. Rec., 104: 523-525 (1979).
22. Dziuk, P.J. and Cook, B. : Passage of steroids through silicone rubber. Endocrinology, 78: 208-211 (1966).

23. Galina, C.S., Duchateau, A. and Navarro-Fierro, R. : Assessment of the reproductive efficiency of Bos indicus cattle in the tropical areas of Mexico. Proceedings of an International Symposium on the use of Nuclear Techniques in Studies of Animal Production and Health in different environments. Vienna 1986, International Atomic Energy Agency. Vienna (1986).
24. Galina, C.S., Orihuela, A. and Duchateau, A. : Reproductive physiology in Zebu cattle; unique reproductive aspects that affect their performance. Vet. Clin. North Am., 3: 619-632 (1987).
25. Galina, C.S., Murcia, C., Beatty, A., Navarro-Fierro, R. and Porras, A.A.: Proceedings of the Final Coordination Meeting of the Regional network for improving the reproductive management of meat and milk producing livestock in Latin America with the aid of radioimmunoassay. Bogota Colombia 1988, International Atomic Energy Agency. Bogota Colombia (1988).
26. García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. 3a. edición, 193-201. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, México, D.F., 1981.
27. González, R., Soto Belloso, E. and Bohorquez, R.: Patency of the cervical canal in Cross-bred female Zebu x Brown Swiss selected for non-surgical recovery or transfer of embryos. Theriogenology, 19: 759-761 (1983).
28. González, F.R., Soto, B.E., Bohorquez, C.R. and Gonzalez, S.C.: Pregnancy rate in cross-bred recipients (Zebu x dairy breeds) synchronized with "Norgestomet". Theriogenology, 21: 235 (1984).
29. González-Padilla, E., Ruiz, D.R. y Wiltbank, J.N. : Inducción y sincronización del estro en vaquillas prepúberes mediante la administración de estrógenos y un progestágeno. Téc. Pec. Méx., 28: 17-22 (1975a).
30. Gonzalez-Padilla, E., Ruiz, D.R., LeFever, D., Denham, A. and Wiltbank, J.N. : Puberty in beef heifers. III. Induction of fertile estrus. J. Anim. Sci., 40: 1110-1118 (1975b).
31. Hafs, H.D., Manns, J.G. and Drew, B. : Onset of oestrus and fertility of dairy heifers and suckled beef cows treated with Prostaglandin F2&. Anim. Prod., 21: 13-20 (1975).
32. Hansel, W., Malven, P.V. and Black, D.L.: Estrous cycle regulation in the bovine. J. Anim. Sci., 20: 621-625 (1961).

33. Hardin, R.D., Warnick, A.C., Wise, T.H., Schultz, R.H. and Fields, M.J. : Artificial insemination of subtropical commercial beef cattle following synchronization with Cloprostenol (ICI B0996): I. Fertility. Theriogenology, 14: 249-257 (1980).
34. Heersche, G., Kiracofe, G.H., DeBenedetti, R.C., Wen, S. and McKee, R.M. : Synchronization of estrus in beef heifers with a Norgestomet implant and Prostaglandin F2 α . Theriogenology, 11: 197-208 (1979).
35. Higgins, C.K., Berardinelli, J.G., Han, D.K., Ansotegui, R.P. and Moody, E.L.: Estrus synchronization systems involving Prostaglandin F2 α and progesterone pretreatment in beef heifers. Theriogenology, 25: 249-261 (1986).
36. Hoagland, T.A. and Barnes, M.A. : Serum and milk progesterone in Synchro-mate B treated postpartum beef cows. Theriogenology, 22: 247-257 (1984).
37. Ireland, J.J. and Roche, J.F.: Effect of progesterone on basal LH and episodic LH and FSH secretion in heifers. J. Reprod. Fert., 64: 295-302 (1982).
38. Jaster, E.H., Brodie, B.D. and Lodge, J.R. : Influence of season on timed inseminations of dairy heifers synchronized by Prostaglandin F2 α . J. Dairy Sci., 65: 1776-1780 (1982).
39. Jiménez, F., Galina, C.S., Duchateau, A. and Navarro-Fierro, R. : Levels of LH, progesterone and estradiol-17 β during natural and PGF2 α -induced estrus in Indobrazil and Brown Swiss cows in the tropics. Anim. Reprod. Sci., 16: 199-206 (1988).
40. Jochle, W. : Seasonal fluctuations of reproductive functions in Zebu cattle. Int. J. Biometeor., 16: 131-144 (1972).
41. Jochle, W., Hidalgo, M.A., Gimenez, T. and Garcia, C.R. : Oestrous cycle synchronization in Zebu cattle and its use in cattle production and management in the tropics. J. Agric. Sci. Camb., 80: 329-340 (1973).
42. Jochle, W. : The use of progestogens in cattle under tropical or subtropical conditions. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 15: 281-290 (1975).
43. Kaltenbach, C.C. : Latest techniques for estrous control. Proceedings The range beef cow. A symposium on Production IV. December 15-17, Denver Colorado (1975).

44. Karsch, F.J.: Endocrine and environmental control of oestrous cyclicity in sheep. In: Reproduction in Sheep. Edited by Lindsay, D.R., and Pearce, D.T., 10-15 Cambridge University Press, Cambridge London, 1984.
45. Kazmer, G.W., Barnes, M.A. and Halman, R.D. : Endogenous hormone response and fertility in dairy heifers treated with Norgestomet and estradiol valerate. J. Anim. Sci., 53: 1333-1340 (1981).
46. Kesler, D.J. and Troxel, T.R.: Estrus synchronization in cattle. Veterinary Professional Topics: cattle, 9: 1-6 (1983).
47. King, M.E., Kiracofe, G.H., Stevenson, J.S. and Schalles, R.R.: Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus after PGF₂& in beef cattle. Theriogenology, 18: 191-200 (1982).
48. Kiracofe, G.H.: Estrus synchronization in beef cattle. Compend. Contin. Educ. Pract. Vet., 10: 57-60 (1988).
49. Knox, J.W., Rabb, J.L., Oakes, J.Y. and Vincent, C.K. : Progesterin injections and ear implants for control of estrus in cattle. J. Anim. Sci. (Abstr.), 34: 354 (1972).
50. Koppel, R.E., Ruiz, D.R., Hernández, L.J., Villa, G.A. y González-Padilla, E. : Manejo del estro en vaquillas cebú con SC21009 y fertilidad a la inseminación artificial sistemática. Memorias VII Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Panamá, Panamá, 1979, 129. Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Panamá, Panamá, (1979).
51. Lamond, D.E. : Synchronization of ovarian cycles in sheep and cattle. Anim. Breed. (Abstr.), 32: 269-285 (1964).
52. Lauderdale, J.W.: Effects of PGF₂& on pregnancy and estrous cycle of cattle. J. Anim. Sci. (Abstr.), 35: 246 (1972).
53. Lokhande, S.M., Patil, V.H., Mahajan, D.C., Phadnis, Y.P., Humblot, P. and Thibier, M. : Fertility on synchronized estrus in crossbred (Bos taurus x Bos indicus) heifers. Theriogenology, 20: 397-406 (1983).
54. López, B.S., Martínez, L.A., Gabaldón, L.L., Falcón, M.C. y Mazzarri, G. : Sincronización del estro con Norgestomet y Prostaglandina F₂&. Memorias VII Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Panamá, Panamá, 1979, p.131. Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Panamá, Panamá, (1979).

55. MacMillan, K.L. and Henderson, H.V. : Analyses of the variation in the interval from an injection of Prostaglandin F2 α to oestrus as a method of studying patterns of follicle development during dioestrus in dairy cows. Anim. Reprod. Sci., 6: 245-254 (1984).
56. MacMillan, K.L. and Pickering, J.G.E. : Using CIDR-type B and PMSG to treat anoestrus in New Zeland dairy cows. Proceedings of the 11th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Dublin Ireland, 1988, IV: 442, University College Dublin. Dublin Ireland (1988).
57. McIntosh, D.A.D., Lewis, J.A. and Hammond, D.: Conception rates in dairy cattle treated with Cloprostenol and inseminated at observed oestrus. Vet. Rec., 115: 129-130 (1984).
58. Menéndez, T.M., Robles, B.C. y González-Padilla, E. : Sincronización del estro en vacas cebú con y sin suplemento de melaza más urea. Téc. Pec. Méx., 33: 9-14 (1977a).
59. Menéndez, T.M., Robles, B.C. y González-Padilla, E.: Inducción del estro con esteroides en vacas cebú lactantes. Téc. Pec. Méx., 33: 15-19 (1977b).
60. Miksch, E.D., LeFever, D.G., Mukembo, G., Spitzer, J.C. and Wiltbank, J.N. : Synchronization of estrus in beef cattle. II. Effect of an injection of Norgestomet and an estrogen in conjunction with a Norgestomet implant in heifers and cows. Theriogenology, 10: 201-221 (1978).
61. Moberg, G.P.: Influence of stress on reproduction: Measure of well-being. In: Animal stress. Edited by Moberg, G.P., 245-267. American Physiological Society, Bethesda, Maryland, 1985.
62. Momont, H. and Seguin, B.: Temporal factors affecting the response to Prostaglandin F2 α products in dairy cattle. Proceedings of the Annual Meeting Society for Theriogenology. september 22-24, 1982, Milwaukee, Wisconsin (1982).
63. Navarro, F.R. : Introducción a la bioestadística: Análisis de variables binarias. 116-119, Ed. Mc Graw Hill, México, D.F., 1988.
64. Orihuela, A., Galina, C.S., Escobar, J. and Riquelme, E. : Estrous behavior following Prostaglandin F2 α injection in Zebu cattle under continuous observations. Theriogenology, 19: 795-809 (1983).

65. Orihuela, A., Galina, C.S. and Duchateau, A.: The efficacy of oestrous detection and fertility following synchronization with PGF₂ or SMB in Zebu cattle. J. Agric. Sci. Camb., in press. (1989).
66. Peters, A.R.: Hormonal control of the bovine oestrous cycle. II. Pharmacological principles. Br. Vet. J., 142: 20-29 (1986).
67. Plasse, D., Warnick, A.C. and Koger, M.: Reproductive behavior of Bos indicus females in a subtropical environment. I. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman x British heifers. J. Anim. Sci., 27: 94-100 (1968).
68. Plasse, D., Warnick, A.C. and Koger, M.: Reproductive behavior of Bos indicus females in a subtropical environment. IV. Length of oestrous cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. J. Anim. Sci., 30: 63-72 (1970).
69. Randel, R.D.: Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian Breeds). Theriogenology, 21: 170-185 (1984).
70. Richards, M.W., Geisert, R.D., Rice, L.E., Buchanan, D.S. and Castree, J.W.: Influence of Synchro-mate-B and breed composition on oestrous response and pregnancy rate in spring- and fall-breed Brahman crossbred beef cows. Theriogenology, 29: 951-960 (1988).
71. Rivera, J.A., Anta, E., Galina, C., Porras, A. y Zarco, L.: Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. III. Factores que la afectan. Vet. Méx., 20: 19-25 (1989).
72. Roche, J.F.: Effect of short-term progesterone treatment on oestrous response and fertility in heifers. J. Reprod. Fert., 40: 433-440 (1974).
73. Roche, J.F.: Retention rate in cows and heifers of intravaginal silastic coils impregnated with progesterone. J. Reprod. Fert., 46: 253-255 (1976a).
74. Roche, J.F.: Fertility in cows after treatment with a prostaglandin analogue with or without progesterone. J. Reprod. Fert., 46: 341-345 (1976b).
75. Roche, J.F. and Gosling, J.P.: Control of estrus and progesterone levels in heifers given intravaginal progesterone coils and injections of progesterone and estrogen. J. Anim. Sci., 44: 1026-1029 (1977).

76. Roche, J.F., Prendiville, D.J. and Davis, W.D. : Calving rate following fixed time insemination after a 12-day progesterone treatment in dairy cows, beef cows and heifers. Vet. Rec., 101: 417-419 (1977).
77. Roche, J.F.: Control of oestrus in cattle. World Review of Animal Production 14: 49-56 (1979).
78. Roche, J.F. and Ireland, J.J. : Manipulation of ovulation in cattle. Proceedings of the 10th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Illinois 1984, IV-9, University of Illinois. Urbana-Champaign (1984).
79. Rodríguez, R.A., Rodríguez, R.O., González-Padilla, E. y Ruiz, D.R.: Inseminación a horarios predeterminados en vaquillas sincronizadas con implantes de SC21009. Téc. Pec. Méx., 36: 53-58 (1979).
80. Román-Ponce H. : Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. Ciencia Veterinaria, 3: 394-431 (1981).
81. Rowson, L.E.A., Tervit, R. and Brand, A.: The use of prostaglandin for synchronization of oestrus in cattle. J. Reprod. Fert. (Abstr.), 29: 145 (1972).
82. Santos de los, V.S., Taboada, S.J., Montaño, B.M., González-Padilla, E. y Ruiz, D.R. : Efecto de la lactación controlada, y tratamientos con hormonas esteroides en la inducción y sincronización del estro en vacas encastadas de cebú. Téc. Pec. Méx., 36: 9-14 (1979a).
83. Santos de los, V.S., González-Padilla, E. y Ruiz, D.R. : Efecto del destete precoz y de implantes del progestágeno SC21009 en la inducción del estro en vacas cruzadas de cebú en malas condiciones físicas. Téc. Pec. Méx., 36: 21-27 (1979b).
84. Santos de los, V.S., Martínez, Y.E., Leija, G.E., Ruiz, D.R. y González-Padilla, E. : Comparación de la prostaglandina F2 α y de implantes de SC21009 como sincronizadores del estro en ganado bovino. Téc. Pec. Méx., 36: 33-39 (1979c).
85. Santos, E.A., Warnick, A.C., Chenault, J.R., Wakeman, D.L. and Fields, M.J. : A novel approach for Prostaglandin F2 α estrous synchronization in beef cattle. Proceedings of the 11th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Dublin Ireland. IV: 459, University College Dublin. Dublin Ireland (1988).
86. Schams, D. and Karg, H.: Hormonal responses following treatment with different prostaglandin analogues for estrous cycle regulation in cattle. Theriogenology, 12: 499-514 (1982).

87. Seguin, B.E.: Role of prostaglandins in bovine reproduction. J. Am. Vet. Med. Assoc., 176: 1178-1181 (1980).
88. Shimizu, H., Toyoda, Y., Takeochi, S., Kawai, T. and Adachi, S.: Synchronization of oestrus and subsequent fertility of beef cattle following the intravaginal administration of gestagen. J. Reprod. Fert., 13: 555-558 (1967).
89. Short, R.E., Bellows, R.A., Carr, J.B., Staigmiller, R.B. and Randel, R.D. : Induced or synchronized puberty in heifers. J. Anim. Sci., 43: 1254-1258 (1976).
90. Smith, M.F., Burrell, W.C., Shipp, L.D., Sprott, L.R., Songster, W.N. and Wiltbank, J.N. : Hormone treatments and use of calf removal in postpartum beef cows. J. Anim. Sci., 48: 1285-1294 (1979).
91. Smith, M.F., Lishman, A.W., Lewis, G.S., Harms, P.G., Eilersieck, M.R., Inskoop, E.K., Wiltbank, J.N. and Amoss, M.S.: Pituitary and ovarian responses to gonadotropin releasing hormone, calf removal and progesterone in anestrous beef cows. J. Anim. Sci., 57: 418-424 (1983).
92. Spitzer, J.C., Burrell, W.C., LeFever, D.G., Whitman, R.W. and Wiltbank, J.N. : Synchronization of estrus in beef cattle. I. Utilization of a Norgestomet implant and injection of estradiol valerate. Theriogenology, 10: 181-200 (1978a).
93. Spitzer, J.C., Jones, D.L., Miksch, E.D. and Wiltbank, J.N. : Synchronization of estrus in beef cattle. III. Field trials in heifers using a Norgestomet implant and injections of Norgestomet and estradiol valerate. Theriogenology, 10: 223-229 (1978b).
94. Sprott, L.R., Wiltbank, J.N., Songster, W.N. and Webel, S. : Estrus and ovulation in beef cows following use of progesterone-releasing devices, progesterone and estradiol valerate. Theriogenology, 21: 349-356 (1984).
95. Sreenan, J.M.: Effect of long- and short-term intravaginal progesterone treatments on synchronization of oestrus and fertility in heifers. J. Reprod. Fert., 45: 479-485 (1975).
96. Sreenan, J.M., Mulvehill, P. and Gosling, J.P. : The effects of progesterone and oestrogen treatment in heifers on oestrous cycle control and plasma progesterone levels. Vet. Rec., 101: 13-14. (1977).
97. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. : Principles and Procedures of Statistics . ed. Mc.Graw Hill, Tokyo Japan 1980.

98. Vaca, L.A., Galina, C.S., Fernández-Baca, S., Escobar, J. and Ramírez, B.: Progesterone levels and relationship with the diagnosis of a corpus luteum by rectal palpation during the estrous cycle in Zebu cows. Theriogenology, **20**: 67-76 (1983).

99. Voh, A.A., Oyedipe, E.O., Buvanendran, V. and Kumi-Diaka, J. :Estrus response of indigenous nigerian Zebu cattle cows after Prostaglandin F2 alpha analogue treatment under continuous observations for two seasons. Theriogenology, **28**: 77-99 (1987).

100. Walker, P.M., Weichenthal, B.A. and Cmarik, G.F.: Conception rates in synchronized beef cows with and without monensin feeding. J. Anim. Sci., **51**: 526- 531 (1980).

101. Watts, T.L. and Fuquay, J.W.: Response and fertility on dairy heifers following injection with Prostaglandin F2& during early, middle or late diestrus. Theriogenology, **23**: 665-671 (1985).

102. Wild, S.C.E.: Distribución de la fertilidad en los 90 días siguientes al estro natural o inducido con prostaglandinas bajo monta natural o inseminación artificial. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1989.

103. Wiltbank, J.N. and Kasson, C.W. : Synchronization of estrus in cattle with an oral progestational agent and an injection of an estrogen. J. Anim. Sci., **27**: 113-116 (1968).

104. Wiltbank, J.N.: Short breeding periods with the aid of estrus synchronization. Proceedings The Range Beef Cow. A Symposium on Production. December 15-17, Chadron Nebraska (1969).

105. Wiltbank, J.N. : Research needs in beef cattle reproduction. J. Anim. Sci., **31**: 755-762 (1970).

106. Wiltbank, J.N., Sturges, J.C., Wideman, D., LeFever, D.G. and Faulkner, L.C. : Control of estrus and ovulation using subcutaneous implants and estrogens in beef cattle. J. Anim. Sci., **33**: 600-606 (1971).

107. Wishart, D.F.: Identification of steroids of high activity for control of the oestrous cycle in the dairy heifer. J. Reprod. Fert., **30**: 333-334 (1972a).

108. Wishart, D.F. : Observations on the oestrous cycle of the Friesian heifer. Vet. Rec., **90**: 595-597 (1972b).

109. Wishart, D.F. and Young, I.M. : Artificial insemination of progestin (SC21009) treated cattle at predetermined times. Vet. Rec., 95: 503-508 (1974).
110. Wishart, D.F., Young, I.M. and Drew, S.B. : Fertility of Norgestomet treated dairy heifers. Vet. Rec., 100: 417-420 (1977a).
111. 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 (1977b).
112. Zaied, A.A., Humphrey, W.D., Kaltenbach, C.C. and Dunn, T.G. :Fertility of beef females following controlled estrous cycles and ovulation. J. Anim. Sci.(Abstr.), 43: 311-312 (1976a).
113. Zaied, A.A., Humphrey, W.D., Kaltenbach, C.C. and Dunn, T.G.: Fertility of beef females following controlled ovulation. J. Anim. Sci. (Abstr.), 43: 312 (1976b).
114. Zimbelman, R.G.: Determination of the minimal effective dose of 6&-methyl-17&-acetoxyprogesterone for control of the estrual cycle of cattle. J. Anim. Sci., 22: 1051-1058 (1963).