

EVALUACION DE LA SINCRONIZACION DEL CELO E  
INSEMINACION ARTIFICIAL EN GANADO DE CARNE

POR

*Ismael Cal García*

**TESIS**

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCION DEL TITULO DE

**INGENIERO AGRONOMO**

MICROISIS:	4386
FECHA:	29/0/92
ENCARGADO:	<i>Zona</i>

El Zamorano, Honduras

Abril, 1991

EVALUACION DE LA SINCRONIZACION DEL  
CELO E INSEMINACION ARTIFICIAL EN  
GANADO DE CARNE.

POR:

ISMAEL CAL GARCIA

El autor concede a la Escuela Agrícola  
Panamericana permiso para reproducir y  
distribuir copias de este trabajo para  
los usos que considere necesarios. Para  
otras personas y otros fines, se  
reservan los derechos del autor



Ismael Cal Garcia,  
Abril de 1991.

BIBLIOTECA ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APR 12 1991  
TEGUCIGALPA, HONDURAS

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO: Por encaminarme siempre por un buen sendero y permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional.

A MI ESPOSA : GREGORIA B. MOH de CAL

Por acompañarme siempre, brindandome su amor y esfuerzo para poder alcanzar esta meta.

A MIS HIJOS : Veronica Vanessa, Jessica Jeanette, Eric Ismael y Deborah Darlene por ser la esperanza de mi futuro.

A la memoria de mi padre, SANTIAGO CAL, que siempre me ofreció su amor y apoyo durante toda su vida.

A mi queridísima y adorada madre FRANCISCA GARCIA de CAL, por su inagotable amor y apoyo durante toda mi vida.

A mis hermanos y hermanas por ser las personas que dan amor y comprensión a mi vivir.

BIBLIOTECA WILSON BARRON  
ESCUELA AGRICOLA Y FORESTAL  
1900  
MONTICELLO, VIRGINIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera sincera al comité de esta tesis:

Dr. Guillermo Torres Yufra, Dr. Marco A. Esnaola y Dr. Isidro Matamorros por su cooperación durante la realización del presente trabajo.

Agradezco de manera especial al Ing. Randolpho Cruz y al Agrónomo Ronald Cruz por la cooperación brindada en el trabajo de campo.

Al Profesor, Ing. Aurelio Revilla por la revisión del manuscrito.

Mi gratitud especial al Gobierno de Belice por haberme dado el apoyo financiero para realizar mis estudios.

## TABLA DE CONTENIDO

	PAGINA
1. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1    Introducción.....	3
2.2    Anestro posparto.....	3
2.3    El ciclo estrual.....	5
2.4    Detección del estro.....	6
2.5    Estro no observado.....	7
2.6    Sincronización del estro en vacunos.....	8
2.6.1    Inducción de la ovulación en el período de la pubertad.....	8
2.6.2    Ventajas de la sincronización.....	9
2.6.3    Desventajas de la sincronización.....	9
2.7    Métodos para lograr una sincronización.....	10
2.7.1    Prostaglandinas.....	10
2.7.2    Progestágenos.....	11
2.7.3    Progestágenos-estrógenos combinados.....	12
2.7.4    Factores que afectan la sincronización del celo.....	14
2.8    SinchroMate-B.....	14
2.8.1    Estudios comparativos.....	14
2.8.2    Ventajas de SinchroMate-B.....	15
2.9    Sistemas de tratamiento con SinchroMate-B.....	16
2.9.1    Como SinchroMate-B funciona.....	16
2.9.2    Factores que pueden afectar la actividad de SinchroMate-B.....	17
2.9.3    Evaluación de un programa de sincronización.....	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1    Lugar y fecha.....	19
3.2    Animales utilizados.....	19
3.3    Tratamientos.....	19
3.4    Manejo de los animales.....	20
3.4.1    Grupo Control.....	20
3.4.2    Grupo Sincronizado.....	20
3.5    Variables medidas.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
4.1    Resultados del grado de inseminación.....	22
4.2    Resultados de fertilidad obtenida.....	25

	PAGINA
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. RECOMENDACIONES.....	30
VII. RESUMEN.....	31
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	33
IX. ANEXOS.....	38

## INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Hormonas utilizadas en la sincronización de la ovulación.....	11
Cuadro 2. Métodos prácticos en la sincronización del cicloestrua en bovinos.....	13
Cuadro 3. Resultados obtenidos con SinchroMate-B, para la sincronización del ciclo estrua en hembras bovinas.....	15
Cuadro 4. Intervalo entre tratamiento y presentación del primer celo (días).....	22
Cuadro 5. Proporción de vacas preñadas por inseminación artificial en Grupo Sincronizado y Control al primer servicio.....	26
Cuadro 6. Intervalo entre tratamiento y servicio efectivo (días).....	27
Cuadro 7. Proporción de vacas preñadas por inseminación artificial en Grupo Sincronizado y Control, considerando dos inseminaciones:.....	28

## INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Dispersión de días a presentación del celo en el Grupo Sincronizado y el Grupo Control.....	23
Figura 2. Dispersión de días a presentación del celo en el grupo Brahman y Beefmaster sincronizado.....	24

## I. INTRODUCCION

La ganadería de carne de los países tropicales ha tenido como uno de los principales factores limitantes para su mejoramiento, los problemas de fertilidad del ganado que son difíciles de controlar. Existen, en general, índices de reproducción muy deficientes, que se traducen en largos intervalos entre partos, debido al largo tiempo de concepción posparto. Esto proviene principalmente de la falta de manejo adecuado, programas de nutrición deficientes y a la incidencia de enfermedades reproductivas.

Indudablemente, uno de los avances más importantes para el mejoramiento animal, después de la segunda guerra mundial, ha sido la inseminación artificial. Sin embargo, cualesquiera que sean las ventajas teóricas que ofrece esta práctica, la realidad es que no ha hecho hasta la fecha aporte significativo en el mejoramiento de los hatos de ganado de carne en el trópico. Por ejemplo, en Belice la inseminación artificial fue introducida en el año 1970 y no ha logrado contribuir positivamente en el mejoramiento de la dotación genética nacional debido a varios problemas; entre las cuales están la falta de técnicas especializadas, educación del productor y disponibilidad de personal. También existe poca disponibilidad de reproductores de buena calidad que es otro factor limitante en el desarrollo genético. El potencial genético de los animales es pobre y además existe un alto nivel de consanguinidad, por la falta de programas adecuados de selección y cruzamiento.

La técnica de sincronización de celos en vacas de carne podría ser bastante útil para facilitar el éxito de un programa de inseminación artificial. La sincronización de celo es una práctica que ha sido implementado en países desarrollados como los Estados Unidos usando

hormonas inyectables, orales o con implantes subcutáneos. Aunque las posibles ventajas que han surgido de una regulación efectiva del ciclo estrual han sido el tema de discusión por varios años; es sólo en los últimos años que sistemas aceptables han sido puesto al alcance de los ganaderos. Actualmente existe poca información sobre el empleo de esta práctica en ganado de carne mantenido en condiciones tropicales. Basado en estos antecedentes, el presente estudio se planteó con los siguientes objetivos:

#### OBJETIVOS:

##### GENERAL:

1. Probar un método hormonal para la sincronización del celo que facilite el uso de la inseminación artificial y mejore los índices de reproducción existentes en vacas de carne.

##### ESPECÍFICOS:

1. Probar la efectividad de la hormona sintética SincroMate-B en la sincronización del celo en vacas de carne.

2. Evaluar la respuesta de vacas del genotipo Brahman y Beefmaster en la presentación del celo, cuando son sincronizadas con SincroMate-B.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 INTRODUCCION

Menos del 5% de la producción de ganado de carne en América tropical es obtenida por inseminación artificial, debido principalmente a los sistemas extensivos de manejo y que los programas de inseminación artificial requieren una labor intensiva y mejores habilidades de manejo (Odde, 1990). La reproducción es considerada el factor más importante en determinar la eficiencia de una producción ganadera (Gordon, 1983; Koch y Algeo, 1983).

Las tasas reproductivas de los bovinos se maximizan, cuando las hembras se cruzan por primera vez en la oportunidad más temprana y se vuelven a cruzar casi inmediatamente después del parto. Si una vaca de carne no produce un ternero por año, entonces todas sus otras características no sirven (Gordon, 1983).

Existen factores endógenos y exógenos que contribuyen a una baja eficiencia reproductiva. El factor endógeno más importante es el equilibrio hormonal que puede ser causante de infertilidad o anestro, especialmente en ganado de carne (Derivaux, 1976). El clima, considerando la temperatura, precipitación, radiación solar, humedad, período de luz y altitud es un factor exógeno que también afecta significativamente la eficiencia reproductiva.

### 2.2 ANESTRO POSPARTO

La mayor pérdida del potencial de producción de terneros ocurre porque las vacas no quedan preñadas (Wiltbank, 1970). La infertilidad posparto es afectada por la infertilidad general del hato, falta de

involución uterina, ciclos estruales cortos y anestro (Short y Staigmiller 1990). El anestro posparto es el principal componente de la infertilidad y es afectado por varios factores ambientales. En climas tropicales al presentarse condiciones climáticas adversas, como altas temperaturas, la fertilidad con frecuencia disminuye o causa anestro verdadero (Vanderplasse y Bouters, 1984).

El nivel nutricional que el animal recibe, afecta la edad en que el animal entra a la pubertad y repercute en la duración del anestro posparto debido a una reducción de glucosa e insulina y al aumento de ácidos grasos no esterificados (Killen, et al 1989). Es importante también tener en cuenta que una sobrealimentación influye negativamente en mejorar la tasa de concepción (Preston y Leng, 1989).

Las enfermedades infecciosas, según su gravedad y duración, influyen negativamente en la fertilidad, especialmente las causadas por bacterias. Esto indica la importancia de mantener registros y programas adecuados de sanidad (Fraser y Mays, 1988).

Otro factor importante es la duración de la lactancia y la frecuencia de amamantamiento, los cuales al ser más intensos pueden afectar la presentación de celo (Short et al, 1972). El efecto del amamantamiento en la presentación de anestro se debe a la supresión de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y la hormona luteinizante en la adenohipófisis (Hansel et al 1961). La presencia del toro y el contacto físico con el hato influye positivamente en la presentación más temprana del celo (Kinder, 1983).

El anestro es un problema muy importante en hatos de ganado de carne especialmente en animales de la raza Brahman ya que se ha visto que poseen

un cuerpo lúteo más pequeño con producción menor de progesterona (Haney, 1979).

Existe grandes posibilidades de mejorar la eficiencia reproductiva hasta un 70-80% en pocos años, utilizando tecnología moderna y disponible. Un programa de reproducción de ganado de carne debe estar dirigido a obtener un intervalo entre partos de 12-13 meses con un porcentaje de natalidad de 80-90% y una edad promedio al primer parto de tres años. Para lograr estas metas se requiere la aplicación de planes de manejo integrados y la implementación de técnicas como la sincronización del celo que consiste en la utilización de tratamientos hormonales para la inducción del celo. Al utilizar las hormonas en forma adecuada, se pueden obtener excelentes resultados ( AX, 1983).

### 2.3 EL CICLO ESTRUAL

Para entender como las hormonas sincronizan el celo es necesario conocer que sucede durante el ciclo estrual normal. La edad del primer estro en novillas, en promedio es de 9-18 meses (Hafez, 1987). En la ausencia de fertilización ocurren varios cambios ováricos, particularmente en la secreción de hormonas estrogénicas, que influyen tanto en el tracto reproductivo como en comportamiento sexual del animal (Hunter, 1988 y Smith, 1983).

La duración del ciclo estrual en promedio es de 20-21 días (Robinson, 1977). El ciclo estrual es regulado por mecanismos endocrinos y neuroendocrinos, principalmente por hormonas del hipotálamo, hipofisarios y esteroides secretadas por los testículos y ovarios (Hafez, 1987).

El período estrual se caracteriza por una secreción alta de

BIBLIOTECA YILSON RIVEROL  
 ESCUELA AGROPECUARIA PANAMERICANA  
 CAROLINA DE PORTO RICO  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAROLINA

estrógenos, los cuales estimulan el crecimiento uterino y la producción de prostaglandinas en el útero. Al final del estro, ocurre la ovulación seguido por la formación del cuerpo lúteo y consecuentemente la secreción de la progesterona. Este período de formación del cuerpo lúteo es conocido como la fase luteal y dura 16-17 días. El período de regresión del cuerpo lúteo es de 3-6 días el cual es causado por la acción de la prostaglandina F2a. Al no existir preñez el ciclo se vuelve a repetir (Hafez, 1987).

#### 2.4 DETECCION DEL ESTRO

Para lograr un intervalo de parto de 12-13 meses que maximice la eficiencia de producción y acelere el progreso genético por medio de la inseminación artificial, las vacas deberán concebir en un período de 85-115 días posparto. Un período de descanso de 40-50 días es recomendable para una adecuada involución uterina, dejando un período de monta de 35-75 días (Hunter, 1988 y Smith, 1983).

Para lograr estos objetivos el ganadero debe establecer programas de manejo que incluya un diagnóstico y tratamiento temprano de problemas reproductivos y un sistema eficiente de detección del celo (Smith, 1983 y Hunter, 1988).

Estudios en la Universidad de Cornell demuestran que al incrementar de un 35 a 55% la detección del celo en hatos de ganado de carne con una tasa de concepción de 55%, el intervalo entre partos se reduce de 13.7 a 13.1 meses. El porcentaje de animales descartados consecuentemente se redujo de un 21 a 13%. Un aumento de 75% de eficiencia en detección del celo reduce el intervalo de parto a 12.7 meses y a un 11% los animales descartados. Los costos asociados no fueron considerados pero existe poca

duda que mejorando el sistema se generaran más ingresos para el productor (Smith, 1986).

## 2.5 ESTRO NO OBSERVADO

Estudios realizados con ganado lechero para evaluar el estado reproductivo, utilizando los niveles de progesterona en la leche, demuestran que en hatos con un manejo adecuado, el 90% de las hembras reanudan su ciclo normal del estro a la 50-60 días posparto, pero sólo el 50-60 % de éstos son realmente observados (Smith, 1986).

Al respecto, es necesario indicar que el 90% de los casos de anestro generalmente son debidos a fallas en el sistema de detección de celo (Kiddy, 1987). Smith, (1986) indica que hatos con problemas en detección del celo son caracterizados por uno o más de los siguientes puntos.

1. Promedio de 70 días, intervalo de posparto al primer servicio.
2. Intervalo prolongado entre servicios.
3. Más de un 15% de vacas vacías durante el diagnóstico de preñez (60 días).
4. Un índice menor de 0.50 en detección de celo.

El factor principal que influye en la detección del celo es el tiempo insuficiente que normalmente es asignado para dicha práctica. Otros factores que influyen, son la actividad de monta que generalmente ocurre en la noche y los períodos del celo que son a veces muy cortos (16 horas o menos) (Smith, 1983).

Una buena detección del celo es una práctica que requiere bastante atención. Los ganaderos tienden a depender mucho más en síntomas

secundarios, como la mucosidad de la vagina, monta, etc. Esto da como resultado una inseminación inadecuada y consecuentemente una pérdida de tiempo, semen y dinero (Smith, 1986).

Posibles causas de estos problemas provienen de un sistema de identificación deficiente, no saber interpretar los síntomas del celo y mal uso o mal interpretación de los detectores del celo. A estas causas se le agrega el hecho de que existen datos que indican la posibilidad de que el 8% de vacas gestantes permiten ser montadas, aunque realmente no estén en celo (Smith, 1983).

Estas dificultades en la detección del celo nos lleva a un programa de sincronización para disminuir la labor de esta importante tarea ya que una observación minuciosa y cuidadosa es requerida y considerada como el factor más importante en la detección del celo (Esslemont, 1973).

## 2.6 SINCRONIZACION DEL ESTRO EN VACUNOS

Un sistema eficiente en detección del celo requiere bastante tiempo, técnica y dinero, y siempre ha sido un factor limitante para el uso de la inseminación artificial. Esto ha estimulado el desarrollo de compuestos similares a las prostaglandinas y progestágenos que tienen la capacidad de controlar el estro sin afectar la fertilidad (Wenkoff, 1986).

### 2.6.1. INDUCCION DE LA OVULACION EN EL PERIODO DE LA PREPUBERTAD

Se ha demostrado que novillas que están bien desarrolladas y muy cerca a la pubertad pueden ser sincronizados usando administración oral o con la implantación de cápsulas de progestágeno durante cierto tiempo. Al adelantar la pubertad, se logra una disminución del intervalo inter-

generacional lo que tiene un prometedo futuro para el mejoramiento animal usando la técnica del trasplante de embriones, ya que se ha demostrado que es factible provocar la superovulación a una edad temprana (Sorensen, 1982).

#### 2.6.2. VENTAJAS DE LA SINCRONIZACION

El objetivo principal en la sincronización es la manipulación del ciclo estrual o inducir el celo en un grupo de hembras en un tiempo predeterminado (Odde, 1990 y Fugulay, 1983). Las ventajas que la sincronización tiene, de acuerdo a Fugulay 1983 son:

1. Reduce el tiempo requerido para la detección del celo.
2. Facilita el uso de la inseminación artificial.
3. Permite la alimentación uniforme del grupo.
4. Limita el período de parición.
5. Permite mejor supervisión durante la parición.
6. Permite el destete, engorde y mercadeo de animales uniformes.
7. Permite la introducción de medidas más estrictas de control de enfermedades.
8. Facilita el uso de trasplante de embriones.

#### 2.6.3. DESVENTAJAS DE LA SINCRONIZACION

A la fecha, la principal desventaja observada en los programas de sincronización ha sido la obtención de bajos porcentajes de preñez al primer servicio, (35-40%), (Sorensen, 1982). Además esta técnica requiere de un mejor sistema de manejo y un aumento en el uso de mano de obra. Es difícil obtener una cifra exacta de los costos de esta técnica lo cual

implica otro factor en contra (Smith, 1983).

## 2.7. MÉTODOS PARA LOGRAR UNA SINCRONIZACIÓN

En términos prácticos la sincronización incluye dos alternativas en la manipulación del ciclo estrual. Primero es removiendo o induciendo la formación del cuerpo lúteo así todos los animales entran en el estado folicular al mismo tiempo. Segundo es la supresión del desarrollo folicular durante una fase luteal extendida artificialmente. Al remover el producto después de un período de tratamiento, todos los animales entran en el estado folicular (Hunter, 1988).

La meta de un tratamiento exitoso de cualquier alternativa no sólo debe ser la sincronización del celo sino también la sincronización de la ovulación y servicio, con resultado significativo de preñez que exceda a los animales no sincronizados (Hunter, 1988).

### 2.7.1. PROSTAGLANDINAS

El efecto de las prostaglandinas sobre el ciclo estrual es producido por la regresión del cuerpo lúteo (Cuadros 1 y 2). El conocimiento de esta acción luteolítica es la base de su uso para la sincronización del ciclo. Wenkoff, 1986, señaló que las principales desventajas de la prostaglandinas son:

1. Los animales tratados deben poseer un cuerpo lúteo funcional.
2. Es necesasario que la vaca no este preñada al momento de la sincronización ya que las prostaglandinas son agentes abortivos.
3. Se requiere de programas en detección del celo ya que existe gran variación en la presentación del celo.

4. Son inefectivos en causar luteólisis en la etapa temprana del ciclo.

Existen tres productos de prostaglandinas aprobadas por el "Food and Drug Administration", (FDA), para la sincronización del ciclo estrual. Estos son PGF<sub>2a</sub> o "Lutalyse"; Cloprostenol o "Estrumate" y Fenprotalene o "Bovilene" (Odde, 1990).

Un resumen de las hormonas utilizadas en la sincronización de celos en bovinos se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. HORMONAS UTILIZADAS EN LA SINCRONIZACION DE LA OVULACION

<u>Tipos de Hormonas</u>	<u>Actividad Biológica</u>
Gonadotropinas Suero de yegua preñada	Simula la FSH y estimula el crecimiento folicular.
Gonadotropina coriónica humana. (HCG)	Simula la LH e induce ovulación
PMSG + HGC	Combina la acción de la LH y FSH Induce su secreción de la pituitaria anterior.
Progestágenos Progesterona Progestágenos sint.	Simula la acción del cuerpo lúteo. Simula la acción del cuerpo lúteo.
Estrógenos Estradiolos conjugados	Estimula la regresión prematura del cuerpo lúteo y acelera su respuesta a los progestágenos
Prostaglandinas Prostaglandina F <sub>2a</sub> o productos análogos.	Induce la regresión del cuerpo lúteo durante una fase de respuesta

Fuente: Britt y Hafez 1987.

#### 2.7.2. PROGESTAGENOS

Son producidos por el cuerpo lúteo y su función principal es preparar

el útero para la implantación del óvulo y mantener la preñez (Cuadros 1 y 2). Actúan en forma sinérgica con el estrógeno y se utiliza para inducir estro en ovejas y vacas (Hafez, 1987). Los progestágenos por lo tanto suprimen el estro en el ganado y han sido utilizados bastante para hacer modificar el ciclo estrual. Uno de los más utilizados es el "Melengesterol Acetate", (MGA), de la "Upjohn Company", que suprime el estro al ser administrado oralmente (Odde, 1990). El tratamiento del ganado con progestágenos por menos de 14 días ha sido reportado que no reduce la tasa de concepción. La fertilidad sin embargo es reducida al utilizarlo por un tiempo prolongado (Wiltbank y Shunway 1967).

### 2.7.3. PROGESTAGENOS-ESTROGENOS COMBINADOS

Otros autores reportan que para que los progestágenos sean efectivos para la sincronización, un agente luteolítico tiene que ser incorporado. Los estrógenos son luteolíticos cuando son administrados en la etapa temprana del ciclo estrual (Wiltbank et al, 1961) (Cuadros 1). El estrógeno además actúa en el sistema nervioso para inducir comportamiento sexual en las hebras. Se han detectado, por ejemplo buenos resultados cuando se combinan el efecto del estrógeno valerato de estradiol con un programa de alimentación que contenga un progestágeno durante 9 días. La presentación del celo ocurrió en un 95% de los animales y el 52% de estos animales quedaron preñadas al primer servicio, resultados que fueron iguales al grupo control. La fertilidad fue igual en ambos grupos (Wiltbank y Kasson, 1968). En otro estudio, al implantar subcutáneamente por 16 días, más una inyección de valerato de estradiol el ciclo estrual fue sincronizado igualmente, pero se redujo la fertilidad a un 33%

(Wiltbank y Gonzalez, 1975).

Wiltbank y Gonzalez, (1975) tambien reportaron que un implante por nueve días que contiene un progestágeno más un estrógeno logró una buena sincronización e indujo el estro en novillas de carne que no estaban ciclando. Este tratamiento es ahora obtenido comercialmente como SincroMate-B de "Ceva Laboratories" y es aprobado por el "Food and Drug Administration" (FDA) para el uso de sincronización en ganado de carne. En el cuadro 2, Britt y Hafez, 1987, resumen los aspectos prácticos de manejo que tienen los distintos métodos disponibles para sincronizar el ciclo estrual en bovinos.

Cuadro 2. METODOS PRACTICOS EN SINCRONIZACION DEL CICLO ESTRUAL EN BOVINOS

<u>METODO</u>	<u>TRATAMIENTO y RESULTADO.</u>
PROSTAGLANDINAS	<p>a: Detectar estro e inseminar 5-5 días. Administrar PGF a los demás en el día 6-7 e inseminar al estro. Mayoría de los animales servidos en un período de 10-12 días.</p> <p>b: Administrar PGF en el día 1; Inseminar durante los próximos 5 días. Administrar PGF a los demás en el día 11-12 y luego inseminar al estro o en tiempo fijo. Mayoría servidas durante el período de 5 días.</p> <p>c: Administrar 2 inyecciones 11-12 días aparte. Inseminar al observar estro o en tiempo fijo. Mayoría servidas durante 5 días.</p>
ESTROGENO + PROGESTAGENO.	<p>a: Administrar estrógeno más progestógeno en el primer día más un implante de progestógeno por 9 días. Inseminar al estro o en tiempo fijo. Mayoría son servidas a los 5 días. Ciclos repetidos son sincronizados.</p>
PROGESTAGENOS + PROSTAGLANDINA	<p>a: Progestágeno por 7 días y la administración de PGF en el día 6. Inseminar al estro o en tiempo fijo. Mayoría servidas a los 5 días.</p>

#### 2.7.4. FACTORES QUE AFECTAN LA SINCRONIZACION DEL CRLO

La infertilidad posparto indudablemente es el principal factor que afecta la sincronización del celo. El anestro posparto, la involución uterina, ciclos estruales cortos y la infertilidad general son los cuatro principales factores que influyen en la infertilidad posparto. Un útero no desarrollado actúa como una barrera física para el transporte del espermatozoide. Se requiere por lo menos 20 días posparto para que esto no impida la concepción. Ciclos estruales cortos generalmente ocurren durante los primeros 30-40 días posparto. Aparentemente ocurre la regresión del cuerpo lúteo antes que el ovario reciba una señal del útero que existe una preñez. El anestro posparto es un problema más serio que puede afectar la infertilidad por un tiempo más prolongado que los dos factores anteriores (Short y Staigmiller, 1990).

#### 2.8 SINCHROMATE-B

Este producto contiene dos hormonas sintéticas; Norgestomet, un progestágeno potente; más un estrógeno, valerato de estradiol. Es compuesto de un implante con 6 mg. de Norgestomet (19-nor-preg-4-20-dione) más una inyección que contiene 3 mg. norgestomet y 6 mg. de estradiol valerato (Cava, 1988). El tratamiento con Norgestomet ha resultado ser bastante efectivo y no reduce la fertilidad (Wishant, 1974) y (Kazner et al 1981).

##### 2.8.1. ESTUDIOS COMPARATIVOS

En el cuadro 3, se indican varios estudios en los cuales se evaluó la efectividad de SinchroMate-B.

Cuadro 3. RESULTADOS OBTENIDOS CON SINCHROMATE-B, PARA LA SINCRONIZACION DEL CICLO ESTRUAL EN HEMBRAS BOVINAS.

Referencia	Tipo de animal	Tratamiento	% de animales en celo	% de Concepción
Wiltbank y Gonzalez, 1975	Novillas	SMB	94	57
	Prepúberes	Control	0	0
	Novillas	SMB	96	49
	Prepúberes	Control	26	45
Mikish et al, 1979	Novillas	SMB	100	39
	Prepúberes	Control	33	62
	Vacas	SMB	93	68
		Control	25	84
	Vacas	SMB	82	60
		Control	13	69
Spitzer et al, 1981.	Novillas	SMB	98	40
		Control	26	70
		SMB	100	63
		Control	40	49

Claramente se observa que los resultados son muy buenos con respecto a que un alto porcentaje de hembras presentan celo poco después del tratamiento, sin embargo, la fertilidad del estro es variable (39-68%) al primer servicio. La diferencia en el porcentaje de concepción puede ser atribuido al estado en el ciclo estrual (Spitzer et al 1981).

#### 2.8.2. VENTAJAS DE SINCHROMATE-B

El tratamiento de SinchroMate-B ofrece varias ventajas el cual no

ofrecen las prostaglandinas. El SinchroMate-B puede utilizarse en cualquier tiempo del ciclo estrual o sea que no es necesario que exista un cuerpo lúteo funcional. El SinchroMate-B no es un agente abortivo lo cual puede ser una ventaja si es que existió algún error en el diagnóstico de preñez realizado antes del tratamiento. Además ofrece la gran ventaja que el programa no requiere de la detección del celo previa a la inseminación (Ceva, 1988).

### 2.9. SISTEMA DE TRATAMIENTO CON SINCHROMATE-B

Como en cualquier tratamiento los animales deben estar en las mejores condiciones para responder en forma satisfactoria al tratamiento.

Básicamente el procedimiento por Ceva, (1988) recomendado consiste en lo siguiente:

- Día 0: Implante en la superficie ventral de la oreja de SMB y la inyección intramuscular de 2 cm<sup>3</sup> de la solución SMB.
- Día 9: Remover el implante.
- Día 11: Inseminar todos los animales tratados durante 48-54 horas después de remover el implante.

#### 2.9.1. COMO SINCHROMATE-B FUNCIONA

Al utilizar SMB, la función del valerato de estradiol es acelerar la regresión del cuerpo lúteo maduro. El norgestomet previene la liberación de la FSH para evitar el estro y la ovulación hasta que sea retirada. Al ser retirado el implante, la disminución de los niveles sanguíneos del progestágeno, conduce a la liberación de la FSH presentándose el estro 2-6 días después (Randel y Callahan, 1982).

### 2.9.2. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR LA ACTIVIDAD DE SMB.

Existen varios factores que pueden afectar el tratamiento de SinchroMate-B, como son la producción insuficiente de la hormona luteinizante, después de remover el implante y el estado del ciclo estrual al principio del tratamiento. Varios estudios demuestran un 47% de concepción al primer servicio al administrar el tratamiento el día 11 o menos del ciclo y un 37% al día 12 o más, (Britt y Hafez 1987). Animales desnutridos tienen un intervalo de parto más amplio consecuentemente se reduce la efectividad del tratamiento, como también en animales sobrealimentados (Odde, 1990).

La separación del ternero después de remover el transplante es lo recomendable en el uso de SinchroMate-B. Esta práctica aumenta la respuesta al estro debido a que se facilita el establecimiento de la actividad reproductiva, eliminando el efecto supresivo de la liberación de las hormonas gonadotrópicas (Kisser et al, 1980).

### 2.10. EVALUACION DE UN PROGRAMA DE SINCRONIZACION

Los criterios utilizados para evaluar programas de sincronización no son limitados a resultados reproductivos. Es importante el costo y facilidad del tratamiento. Los resultados reproductivos obtenidos con un programa de sincronización dependen del estado del ciclo, la fertilidad y el estado nutricional que se encuentre el ganado; el genotipo y manejo, la fertilidad del semen, la capacidad del inseminador y la habilidad en la detección del estro (Hafez, 1987). El valor económico de la sincronización del estro e inseminación artificial depende de varios factores como son el costo de mano de obra, producto utilizado, facilidad de aplicación del

programs, instalaciones y dosilidad del animal, costo del semen utilizado y servicio natural del toro (Pace y Sullivan, 1980).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LUGAR Y FECHA

El presente estudio se realizó en la sección de ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana localizada en el valle del Zamorano a 32 km. al oeste de la capital, Tegucigalpa, Honduras, a una altitud de 800 msnm y una precipitación de 1105 mm distribuidos en seis meses (mayo-noviembre). La investigación abarcó el período de julio a noviembre de 1990.

#### 3.2 ANIMALES

Se utilizaron 60 vacas del hato de ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana. Al inicio del experimento, las vacas contaban con un promedio de edad de 58 meses ( $s^{\pm} \pm 23.4$ ) y 74 días posparto ( $s^{\pm} \pm 27.95$ ).

#### 3.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos experimentales consistieron en dos grupos que se identificaron como Grupo Sincronizado y Grupo Control o No Sincronizado. El grupo sincronizado estuvo compuesto por 30 vacas de las cuales 15 pertenecían a la raza Brahmaan y las demás a un encaste del genotipo Beefmaster. A estas se les suministró el tratamiento de SinchroMate-B que consistió en un implante en la parte ventral de la oreja derecha más dos  $cm^3$  de valerato de estradiol inyectado intramuscularmente. Los animales fueron pesados el mismo tiempo (Anexos 1 y 2).

El Grupo Control, al igual que el sincronizado, estuvo formado por 30 vacas de las cuales 15 pertenecían a la raza Brahmaan y las demás a un encaste del genotipo Beefmaster. A éstas se les aplicó el mismo manejo que

recibió el grupo sincronizado pero sin suministrar el producto (SMB) (Anexos 1 y 2).

#### 3.4 MANEJO DE LOS ANIMALES

Estos dos grupos fueron manejadas en forma separada de acuerdo al genotipo para disminuir el estrés causada por el tratamiento. Ambos grupos fueron pastoreados en parcelas de 10 hectareas. No se utilizó equipo de detección de celo o toro marcador ya que no estaban disponibles.

##### 3.4.1 GRUPO CONTROL

La detección del celo fue realizada en forma visual a partir del primer día del tratamiento y se extendió por un período de 45 días. Estas observaciones se realizaron dos veces por día (5:00 a 6:30 a.m. y 5:00 a 6:30 p.m.). Una vez detectada la hembra en celo, esta fue trasladada a un corral para ser inseminada doce horas después. Se utilizó semen congelado de toros probados proveniente de los Estados Unidos. La prueba de preñez fue realizada vía palpación rectal 45 días después del último servicio de inseminación.

##### 3.4.2 GRUPO SINCRONIZADO

Transcurrido nueve días después del inicio del experimento, estos animales se trasladaron al corral para la remoción del implante. Durante las 54 horas siguientes a la remoción del implante, las vacas fueron separadas de sus terneros y se procedió a la observación visual del celo. Los animales fueron trasladados al corral para ser inseminadas a las 54 horas después de removido el implante utilizandose el mismo tipo de semen

congelado. Posterior a la inseminación, se continuó la observación del celo en este grupo en conjunto con el grupo control. Doce horas después de la repetición del celo, la vaca fue trasladada de nuevo al corral donde se le volvió a inseminar. La prueba de preñez fue realizada vía palpación rectal 45 días después de la última inseminación.

### 3.5 VARIABLES MEDIDAS

-Días desde el tratamiento a presentación de celo.

-Días a servicio efectivo.

-Porcentaje de concepción.

\_Peso de los animales al inicio y final del experimento.

Los datos fueron analizados mediante pruebas de homogeneidad de varianzas usando un Diseño Completamente al Azar, (Steel y Torrie, 1989).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados se presentan y discuten separados en cuanto al grado de sincronización obtenido y en cuanto a los parametros de fertilidad encontrados para los grupos experimentales usados.

##### 4.1 RESULTADOS DEL GRADO DE SINCRONIZACION

En el cuadro 4 se puede observar la efectividad de SincroMate-B en la sincronización del celo, lo que se determinó midiendo el intervalo entre el tratamiento y la presentación del primer celo.

Cuadro 4. INTERVALO ENTRE TRATAMIENTO Y PRESENTACION DEL PRIMER CELO EN DIAS.

Grupo	Sincronizado		Control		Des. Est.
	Intervalo Trat-Celo	% Animales en celo	Intervalo Trat-Celo	% Animales en celo	
Brahman	10.1 <sup>1</sup>	100	29.4	87	2.24
Beefmaster	9.9 <sup>1</sup>	100	37.8	66	2.24
Promedio	10.0	100	33.6	76.5	2.20

1. Animales de la raza Brahman y Beefmaster que se sincronizaron en celo en relación con los animales del grupo control ( $P < 0.01$ ).

Se observa que todos los animales del grupo sincronizado entraron en celo existiendo diferencia significativa entre este grupo y el Grupo Control, ( $P < 0.01$ ) (Anexo 5), (Figura 1). Esto demuestra que SincroMate-B es un producto altamente eficaz para la sincronización del celo en vacas de carne en condiciones tropicales. Entre el Grupo Sincronizado, no existió diferencia significativa entre las dos razas pues todos los

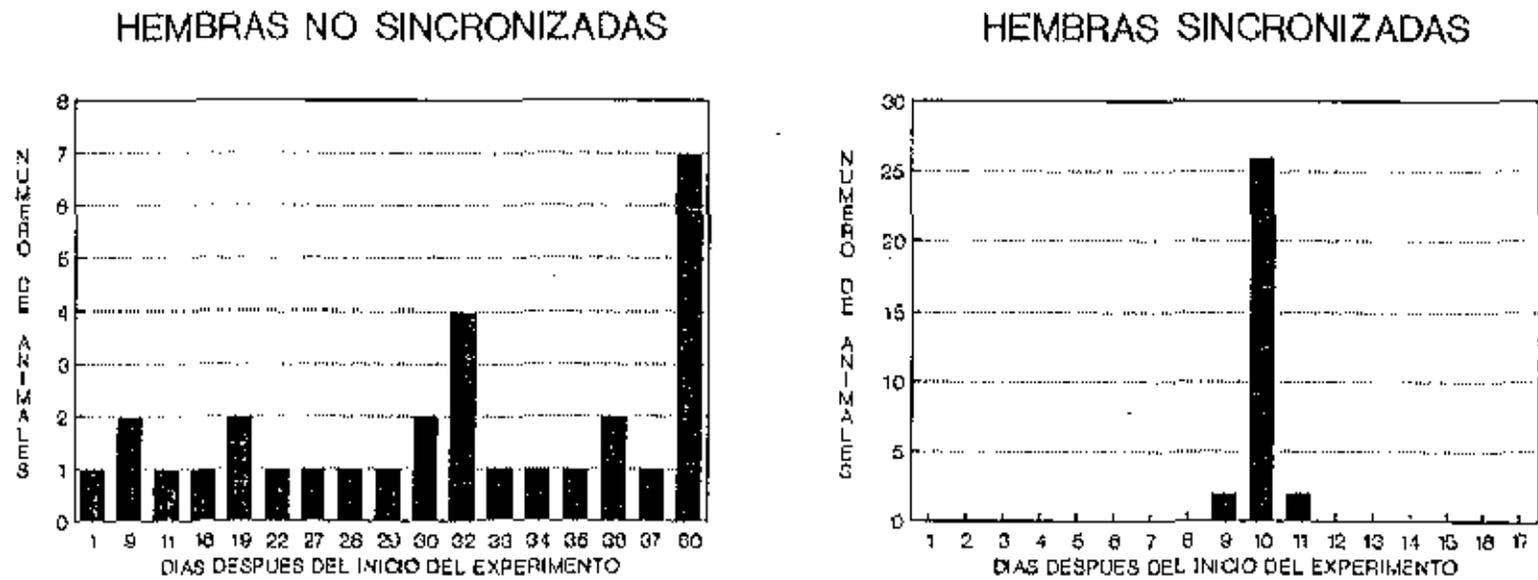


Figura 1. Dispersión de días a presentación del celo en el Grupo Sincronizado y Grupo Control.

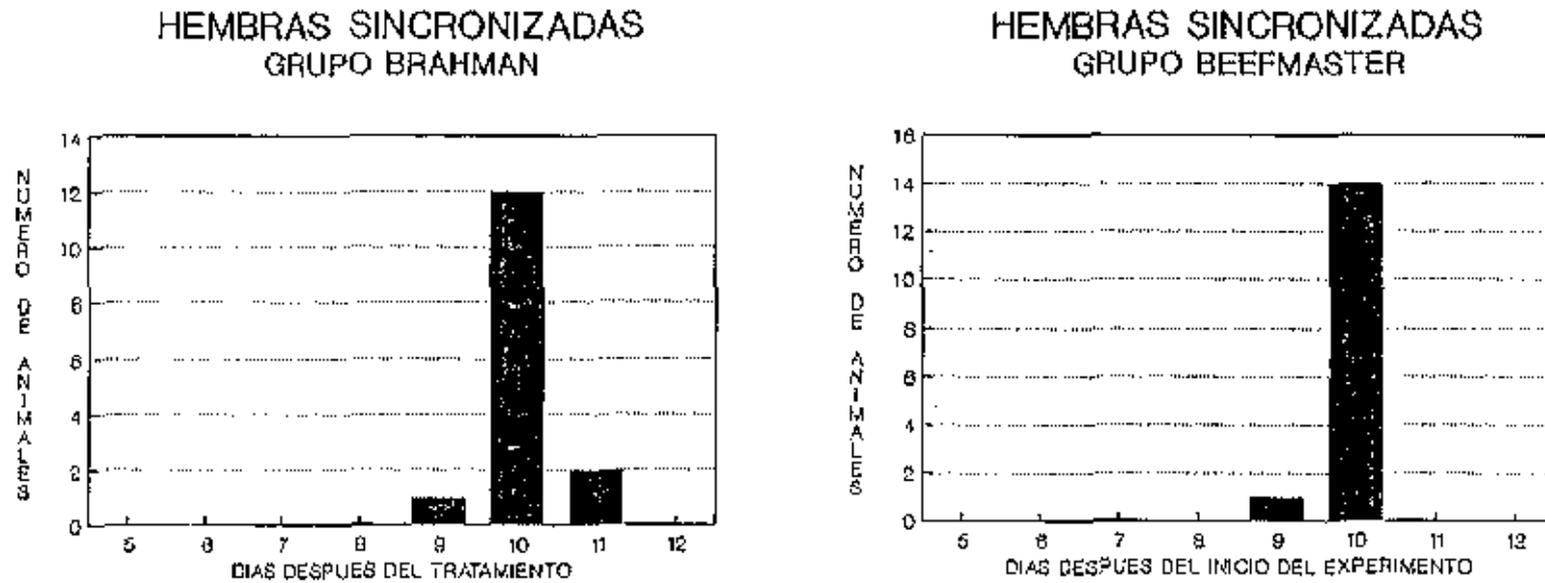


Figura 2. Dispersión de días a presentación del celo en el grupo Brahman y Beefmaster sincronizado.

animales mostraron celo sincronizado en un intervalo esencialmente igual desde tratamiento hasta el celo (10.1 y 9.9 días para Brahman y Beefmaster respectivamente, Anexo 6).

En ambos grupos se sincronizaron el 100% (Figura 2) de los animales hecho que concuerda con los datos reportados por Mikish et al, (1978) y Spitzer et al, (1981) en estudios con vacas donde se obtuvo un 97-100% de sincronización. Este alto nivel de sincronización alcanzada probablemente es atribuible a las excelentes condiciones físicas, fisiológicas y al alto rango de días posparto que se encontraban estos animales (87 días, Anexo 1 y 2).

Entre las razas del Grupo Control no existió diferencia significativa a los días de presentación de celo (Anexo 7). Esto también se puede atribuir a las excelentes condiciones de los animales y al alto rango de días posparto en que se encontraban (67 días, Anexo 1 y 2).

Es importante también indicar que esta diferencia entre grupos, en cuanto al porcentaje de animales en celo, pudo estar afectado por el sistema de detección del celo. Bearden y Fuquay en 1984, indicaron que el 80% de los animales muestran mayor actividad sexual al estro durante las primeras horas del día, (2:00-5:00am).

#### 4.2. RESULTADOS DE FERTILIDAD OBTENIDA

En el cuadro 5 se puede observar que la sincronización del celo no permitió que se preñara un mayor número de animales por inseminación artificial al primer servicio.

Cuadro 5. PROPORCION DE VACAS PREÑADAS POR INSEMINACION ARTIFICIAL EN GRUPO SINCRONIZADO Y GRUPO CONTROL AL PRIMER SERVICIO.

Grupo	Sincronizado		Control		DES. EST.
	Número	% de Preñez	Número	% de Preñez	
Brahman	6	40	8	53	.09
Beefmaster	2 <sup>1</sup>	13	3	20	.09
Total	8 <sup>2</sup>	26.5	11	36.5	.11

1. Existe diferencia significativa entre el grupo Brahman y el grupo Beefmaster del Grupo Sincronizado ( $P < 0.05$ , Anexo, 8).
2. No existe diferencia significativa entre el Grupo Sincronizado y el Grupo Control (Anexo, 9).

El bajo porcentaje de preñez al primer servicio del Grupo Sincronizado puede ser debido a que estos animales fueron inseminados 54 horas después de remover el implante y no cuando fueron observadas en celo. En promedio estos animales fueron observados en celo 29 horas después de remover el implante (Anexo 3), lo cual implica que debieron ser inseminadas a las 40 horas después de remover el implante. Sin embargo, como se menciona, debido a las recomendaciones del producto utilizado, estos animales fueron inseminados 54 horas después de remover el implante. Esta sospecha de que la inseminación se hizo muy tarde es confirmada por el hecho de que la mayoría de los animales que entraron en celo 20 horas antes de la inseminación quedaron preñadas (Anexo 4). Aparte, (ver cuadro 3) los bajos índices de preñez, logrados para el Grupo Sincronizado, se aproximan bastante a los obtenidos por Mikish et al (1978) y Spitzer et al (1981), en donde reportan porcentajes de preñez de 39 y 40% respectivamente.

Por otro lado, los bajos índices de preñez obtenidos en el Grupo Control, pueden ser explicados porque en promedio este grupo de vacas tenía 15 días menos de posparto, (Anexo 2). Este factor puede afectar significativamente la fertilidad de los celos, como ha sido demostrado por Hafez (1987).

El grupo Brahman respondió mucho mejor al efecto de la sincronización (53% de preñez), y los bajos índices de fertilidad obtenidos en el Grupo Beefmaster pueden deberse a que estos animales en la Escuela Agrícola Panamericana están aún en proceso de adaptación y purificación.

Como una manera de determinar el beneficio potencial de sincronización del celo, se calculó el intervalo entre tratamiento y servicio efectivo (Cuadro 6).

Cuadro 6: INTERVALO ENTRE TRATAMIENTO Y SERVICIO EFECTIVO EN DIAS.

Grupo	Sincronizado		Control		DES. EST.
	Número	Intervalo Trat-Serv.	Número	Intervalo Trat-Serv.	
Brahman	9 <sup>1</sup>	16	8	24	2.62
Beefmaster	9 <sup>1</sup>	23	5	40	3.08
Total	18 <sup>2</sup>	21.3	14	29.4	2.09

1. No existe diferencia significativa entre el grupo Brahman y Beefmaster de los animales sincronizados.
2. No existe diferencia significativa en los días que necesitaron para quedar preñadas los animales del Grupo Sincronizadas y Grupo Control.

Se observó que no existe una diferencia significativa entre el Grupo Sincronizado y el Grupo Control (Anexo 10). Esta observación puede estar relacionada con el bajo porcentaje de preñez obtenida al primer servicio en el grupo sincronizado lo cual exigió un segundo servicio a los animales sincronizados. La ventaja aparente de la sincronización del celo no se tradujo en la obtención de una preñez más temprana.

Al considerar un período de dos inseminaciones, como se puede observar en el cuadro 7, la sincronización del celo permitió que resultara preñada un mayor número de animales por inseminación artificial en comparación con el Grupo Control (60% vs. 46%), sin embargo, esta diferencia no es significativa probablemente por el bajo número de observaciones.

Cuadro 7. PROPORCION DE VACAS PREÑADAS POR INSEMINACION ARTIFICIAL EN GRUPO SINCRONIZADO Y GRUPO CONTROL, CONSIDERANDO DOS INSEMINACIONES.

Grupo	Sincronizado		Control		DES. EST.
	Número	% de Preñez	Número	% de Preñez	
Brahman	9	60	8	53	.09
Beefmaster	9 <sup>1</sup>	60	6	40	.10
Total	18 <sup>2</sup>	60	14	46	.07

1. No existe diferencia significativa entre el grupo Brahman y Beefmaster sincronizado.
2. No existe diferencia significativa entre el Grupo Sincronizado y el Grupo Control (Anexo 11).

## V. CONCLUSIONES

1. La administración de SinchroMate-B resultó en una efectiva sincronización de celo en las vacas de carne tratadas.
2. La sincronización obtenida permitió inseminar a las vacas en un período fijo, sin embargo, esto no resultó en un porcentaje significativo de preñez al primer servicio.
3. Es posible, que los resultados pobres obtenidos en preñez, sean debido a que varios de los animales sincronizados entraron en celo mucho antes de las 54 horas que el producto fijó como tiempo ideal para la inseminación.
4. En comparación con las vacas no tratadas, SinchroMate-B no presentó ninguna indicación de que afecte negativamente la fertilidad de las vacas tratadas.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar este tipo de investigaciones con el objeto de obtener datos de un mayor número de animales. Dichos estudios deberán realizarse con animales lo más homogéneos posibles. Esto deberá incluir, especialmente, días posparto, peso, edad, genotipo y nivel de ciclamiento de los animales.
2. Se recomienda inseminar los animales 12 horas después de la observación del celo y no a tiempo fijo.

## VII. RESUMEN

Se realizó un experimento con el objetivo de evaluar la efectividad de un progestágeno sintético (SinchroMate-B; SMB), en la sincronización del celo que facilite la inseminación artificial y que mejore los índices de reproducción existentes en vacas de carne. Se utilizaron 60 vacas de carne con un promedio de edad de 4.5 años y 75 días posparto. Los tratamientos experimentales consistieron en un Grupo Sincronizado y un Grupo Control los cuales estuvieron compuestos por 15 vacas de la raza Brahman y 15 vacas de un encaste Beefmaster. Al Grupo Sincronizado se le suministró el tratamiento de SMB que consistió en un implante en la parte ventral de la oreja, más una inyección intramuscular de valerato de estradiol. Al Grupo Control se le aplicó el mismo manejo pero sin suministrar el producto. Esto dos grupos fueron pastoreados, en forma separada, en dos potreros de 10 hectareas cada uno. La detección del celo fue realizada en forma visual a partir del inicio del experimento y tuvo una duración de 45 días. Estas observaciones se realizaron dos veces por día comenzando a las 5:00 a.m. a 6:30 a.m. y 5:00 p.m. a 6:30 p.m. El implante fue removido nueve días después del tratamiento. Estos animales fueron inseminados 54 horas de remover el implante. Todos los animales que repitieron celo fueron inseminadas en ambos grupos.

Todos los animales tratados entraron en celo (100%), existiendo diferencia significativa entre este grupo y el Grupo Control ( $P < 0.01$ ). En el Grupo Sincronizado no existió diferencia significativa entre las dos razas ya que todos los animales presentaron celo en un intervalo igual (10.1 y 9.9 días respectivamente). Entre las razas del Grupo Control no existió diferencia significativa a los días de presentación de celo.

Existió un bajo porcentaje de preñez al primer servicio del grupo sincronizado (26.5%). En el intervalo entre tratamiento y servicio efectivo ,no existió diferencia significativa entre ambos grupos. La sincronización del celo permitió que resultará preñada un mayor número de animales, sin embargo, esta diferencia no fue significativa.

Se concluye, que el uso de SinchroMate-B resulta en una efectiva sincronización del celo, sin afectar la fertilidad de los animales y que probablemente los bajos niveles de preñez obtenidos con inseminación artificial, pueden ser debido que los animales entraron en celo antes del tiempo previsto, resultando que la inseminación a las 54 horas sea tardía.

### VIII. BIBLIOGRAFIA

- AX , R. 1983. Beef cattle science handbook ; Hormonal regulation of the estrous cycle. U.S.A. Winrock International. pp. 378
- BEARDEN H. J. y FUQUAY J. 1984. Applied animal reproduction. 2ed. Prentice-Hall Inc., U.S.A. p.256.
- BRITT J. H. y HAFEZ E. S. E. 1987. Induction and sinchronization of ovulation. En Hafez E.S.E. Reproduction in farm animals. 5th ed. Lea y Febiger. Phil. U.S.A. pp.649.
- CEVA , L. 1988. Sinchromate-B. Ceva. U.S.A. pp.1-17.
- DERIVAUX , J. 1976. Reproducción de los animales domésticos; factores de fertilidad. Trad. del Belga por Jose Gomez Piquer. 2 ed. Acribia . pp. 117-120.
- ESSELMONT , R. J. 1973. Silent heat. Dairy Farmer, No. 20. pp. 26-27.
- FUGULAY , J. W. 1983. Variable response of dairy heifers to estrous sinchronization procedures. Adv. An. Breeder. Dcc. 14-15.
- FRASER , M. C. y MAYS , A. 1988. El manual merck de veterinaria. Merck y Co. Inc. U.S.A.
- HAFEZ , E. S. E. 1987. Reproduction in farm animals. Lea y Febiger. 5 ed. U.S.A. pp. 115-116.
- HANEY , R. L. 1979. Brahmans breed better with hormone injection. Adv. An. Breeder. Jan. 1979, p.5.
- HANSEL , W., MALVEN , P. V. y BLACK , D. L. 1961. Estrous cycle regulation in the bovine. J. Anim. Sci. 20:621.
- GORDON , I. 1983. Controlled breeding in farm animals. Pergamon Press, Oxford. pp.1-52.
- HUNTER , R. H. F. 1988. Physiology and technology of reproduction in female domestic animals. Academic Press Inc. (London) Ltd. pp. 17-24.
- KAZNER , G. W. ; BURNS , M. A. y HALMAN , R. D. 1981. Endogenous hormones response and fertility in dairy heifers treated with norgestomet and estradiol valerate. J. An. Sci. 53:1333-1335.
- KIDDY , A. 1987. Estrous detection in dairy cattle. Animal reproduction. pp. 77-79.

- KILLEN , J. H. ; FORREST , F. M. ; BYERS , G. T. y BAKER , J. 1989. Effects of nutritional level and biological type on gonadotropin-releasing -hormone, induced luteinizing hormone release y plasma progesterone, estrone and estradiol concentration in pre and post partum beef heifers. J. An. Sci. 67:3379-3381.
- KINDER , E. J. 1983. Male exposure influence on postpartum anestrus. Adv. An. Breeder, Nov. pp. 12.
- KISSER , T. E., DUNLAP , S. E. BENYSHEK , L. L. y MARES , S. E. 1980. The effect of calf removal on estrous response and pregnancy rate of beef cows after SyncroMate-B treatment. Therionology 13:381.
- KOCH , R. M. y ALGEO, J.E. 1983. The beef cattle industry: Changes and challenges. J. Anim. Sci. 57:28.
- MIKISCH , E. D., LEFEVER , D. G. y MUKEMBO , G. 1978. 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. Therionology 10:201.
- ODDE , K. G. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. J. Anim. Sci. 68(3):817-826.
- PAGE , M. M. y SULLIVAN , J. J. 1980. Effect of SincroMate-B and calf separation on beef cattle estrus and pregnancy rates. J. Anim. Sci. 51:312.
- PRESTON , R.T. ; LENG , R. R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de los ruminantes en el trópico. CONDRIT Ltd. Cali , Col. pp. 85-99.
- ROBINSON , T. J. 1977. Reproduction in cattle. In reproduction domestic animals. 3 rd. ed. Academic Press, New York y London. pp. 433-454.
- SHORT , R.E., BELLOWS , R.E., MOODY , E.L. 1972. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. J. Anim. Sci. 34:70.
- SHORT , R.E y STAIGMILLER, R. B. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. 68(3):799.
- SMITH , R. D. 1983. In heat or not in heat. Ad. An. Breeder. May. pp. 12-13.
- , 1986. Estrus detection. Current Therapy in Therionology. 2 ed. Morrow, W. B. Saunders y Co. U.S.A. pp. 153-156.
- SORENSEN , A. M. 1982. Reproducción animal: Principios y prácticas. Trad. del ingles por R. E. Mata. Mc-Graw Hill, México. pp. 239-312.

- SPITZER , J. C., MARES , S. E. y PETERSON , L. A. 1981. Pregnancy rate among beef heifers from timed insemination following synchronization with a progestin treatment. *J. Anim. Sci.* 53:1.
- STEEL , R. G. D. y TORRIE , J. H. 1989. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. Trad. de ingles por Ricardo Martínez. 2 ed. McGraw U.S.A.
- VANDERPLASSHE , M. ; BOUTERS , R. 1984. *Phisiopathology of reproduction in domestic animals*. *Fac. Vet. Med.* 203.
- WENKOFF , M. 1986. Estrous sinchronization in cattle. *Current Therapy in Therionology*. 2 ed. W. B. Saunders y Co. U.S.A. pp. 158-160.
- WILTBANK , J. N. INGALLS , J.E. y ROWDEN , W.W. 1961. Effects of varios forms and levels of estrogen alone or in combination with gonadotrophins on the estrous cycle of beef heifers. *J. Anim. Sci.* 20:341.
- y SHUNWAY , R. P. 1967. Duration of estrous, time of ovulation and fertilization rate in beef heifers synchronized with dihidroxiprogesterone acetophenide. *J. Anim. Sci.* 26:764.
- y KASSON , C. W. 1968. Synchronization of estrous in cattle with an oral progestational agent and an injection of an estrogen. *J. Anim. Sci.* 27:113.
- . 1970. Research needs in beef cattle reproduction. *J. Anim. Sci.* 31:755.
- y GONZALEZ-PADILLA , E. 1975. Synchronization and induction of estrous in heifers with a progestagen and estrogen. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 15:255.
- WISHANT , D. F. 1974. Synchronization of oestrous in cattle using a potent progestin and prostaglandin. *Therion.* 1:87.

ANEXOS

MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
ESCUELA N.º 11111111111111111111  
RECORRIDO: 10/10/2022

ANEXO 1: Peso inicial, final y edad promedio de las vacas al inicio del experimento.

## GRUPO SINCRONIZADO.

# Vaca	Raza	Peso Inicial (Kg.)	Peso Final (Kg.)	Edad Promedio
1	Brahman	1180	1200	95 meses
2	Brahman	970	1030	80
3	Brahman	1070	1000	66
4	Brahman	900	950	64
5	Brahman	1040	1070	62
6	Brahman	1200	1270	60
7	Brahman	945	1000	58
8	Brahman	980	1030	56
9	Brahman	1000	1020	50
10	Brahman	935	970	48
11	Brahman	840	870	47
12	Brahman	970	1000	44
13	Brahman	880	920	42
14	Brahman	890	940	36
15	Brahman	850	850	35
Promedio		976.6	1007	56
Std.		105	104	16
16	Beefmas	930	990	90
17	Beefmas	1100	1135	65
18	Beefmas	1280	1310	62
19	Beefmas	930	980	58
20	Beefmas	1030	1060	55
21	Beefmas	930	980	48
22	Beefmas	1020	1120	47
23	Beefmas	820	820	45
24	Beefmas	800	850	44
25	Beefmas	950	1000	44
26	Beefmas	750	800	44
27	Beefmas	1000	1050	42
28	Beefmas	900	910	42
29	Beefmas	1050	1100	40
30	Beefmas	960	1020	39
Promedio		963	1009	51
Std.		125	129	13
Promedio Total		970	1008	53.5
Std.		115	118	15

ANEXO 1 (cont.): Peso inicial, final y edad promedio de las vacas al inicio del experimento.

## GRUPO NO SINCRONIZADO.

# Vaca	Raza	Peso Inicial (Kg.)	Peso Final (Kg.)	Edad Promedio
1	Brahman	985	990	143 meses
2	Brahman	1140	1150	134
3	Brahman	960	965	122
4	Brahman	1080	1100	120
5	Brahman	920	950	75
6	Brahman	1250	1280	70
7	Brahman	900	900	68
8	Brahman	1320	1300	63
9	Brahman	1180	1200	61
10	Brahman	1080	1090	60
11	Brahman	960	980	59
12	Brahman	840	845	48
13	Brahman	880	900	46
14	Brahman	920	950	46
15	Brahman	1000	1000	46
Promedio		1028	1040	77.4
Std.		138	135.5	33
16	Beefmas	960	920	66
17	Beefmas	1210	1180	61
18	Beefmas	1030	1130	60
19	Beefmas	1050	1060	59
20	Beefmas	900	900	58
21	Beefmas	960	1040	53
22	Beefmas	970	1080	48
23	Beefmas	860	850	48
24	Beefmas	950	922	47
25	Beefmas	1010	1000	44
26	Beefmas	915	870	42
27	Beefmas	920	930	40
28	Beefmas	990	990	37
29	Beefmas	920	920	36
30	Beefmas	820	820	36
Promedio		964	974	49
Std.		88.4	102	9.64
Promedio Total		996	1013	63
Std.		120	124	28

ANEXO 2: Días posparto de los animales en el experimento.

GRUPO SINCRONIZADO			GRUPO NO SINCRONIZADO		
# Vaca	Raza	Días Pos-Parto.	# VACA	RAZA	Días Pos-Parto.
1	Brahman	74	1	Brahman	63
2	Brahman	42	2	Brahman	69
3	Brahman	39	3	Brahman	55
4	Brahman	82	4	Brahman	49
5	Brahman	104	5	Brahman	46
6	Brahman	90	6	Brahman	90
7	Brahman	85	7	Brahman	46
8	Brahman	70	8	Brahman	25
9	Brahman	48	9	Brahman	27
10	Brahman	79	10	Brahman	40
11	Brahman	87	11	Brahman	45
12	Brahman	70	12	Brahman	91
13	Brahman	40	13	Brahman	63
14	Brahman	56	14	Brahman	35
15	Brahman	115	15	Brahman	36
Promedio		69			52.2
Std.		22.5			19.8
16	Beefmas	76	16	Beefmas	86
17	Beefmas	102	17	Beefmas	51
18	Beefmas	37	18	Beefmas	59
19	Beefmas	70	19	Beefmas	69
20	Beefmas	94	20	Beefmas	69
21	Beefmas	110	21	Beefmas	71
22	Beefmas	125	22	Beefmas	60
23	Beefmas	118	23	Beefmas	61
24	Beefmas	130	24	Beefmas	96
25	Beefmas	89	25	Beefmas	139
26	Beefmas	110	26	Beefmas	59
27	Beefmas	108	27	Beefmas	98
28	Beefmas	58	28	Beefmas	68
29	Beefmas	62	29	Beefmas	110
30	Beefmas	103	30	Beefmas	124
Promedio		92.8			81.5
Std.		26.9			25.6
Promedio Total		82			67
Std.		26			27.2

## Anexo 3. Observación del celo en el Grupo Sincronizado:

Grupo Brahman.

Remoción del implante: Día 9, 7:00 a.m.

Animal	Observada en celo			Inseminada Horas	Preñada
	Día	Hora	(Fecha y hora)		
1	9	1	(2-8-90 8:00a.m.)	54	No
2	10	23	(3-8-90 6:00a.m.)	54	No
3	10	23	(3-8-90 6:00a.m.)	54	No
4	10	24	(3-8-90 7:00a.m.)	54	No
5	10	34	(3-8-90 5:00p.m.)	54	No
6	10	34	(3-8-90 5:00p.m.)	54	Si
7	10	34	(3-8-90 5:00p.m.)	54	No
8	10	34	(3-8-90 5:00p.m.)	54	Si
9	10	34	(3-8-90 5:00p.m.)	54	Si
10	10	34	(3-8-90 5:00p.m.)	54	No
11	10	35	(3-8-90 6:00p.m.)	54	No
12	10	35	(3-8-90 6:00p.m.)	54	Si
13	10	35	(3-8-90 6:00p.m.)	54	Si
14	11	47	(4-8-90 6:00a.m.)	54	Si
15	11	50	(4-8-90 9:00a.m.)	54	No

Grupo Beefmaster

Remoción del implante: Día 9, 8:00 a.m.

Animal	Observada en celo			Inseminada Horas	Preñada
	Día	Hora	(Fecha y Hora)		
1	9	10	(2-8-90 6:00p.m.)	54	No
2	10	22	(3-8-90 6:00a.m.)	54	No
3	10	22	(3-8-90 6:00a.m.)	54	No
4	10	22	(3-8-90 6:00a.m.)	54	No
5	10	22	(3-8-90 6:00a.m.)	54	No
6	10	22	(3-8-90 6:00a.m.)	54	No
7	10	23	(3-8-90 7:00a.m.)	54	No
8	10	23	(3-8-90 7:00a.m.)	54	No
9	10	23	(3-8-90 7:00a.m.)	54	No
10	10	33	(3-8-90 5:00p.m.)	54	No
11	10	33	(3-8-90 5:00p.m.)	54	No
12	10	33	(3-8-90 5:00p.m.)	54	Si
13	10	34	(3-8-90 6:00p.m.)	54	No
14	10	34	(3-8-90 6:00p.m.)	54	Si
15	10	34	(3-8-90 6:00p.m.)	54	No

Anexo 4. Vacas que quedaron preñadas del Grupo Sincronizado de acuerdo al tiempo en que fueron observadas en celo.

Grupo	Número	1-33 hrs.	Preñadas	34-50 hrs.	Preñadas
Brahman	15	4	0	11	6
Beefmaster	15	12	1	3	1
Total	30	16	1	14	7 (50%)

ANEXO 5. Prueba de varianza: intervalo entre tratamiento y presentación del celo entre el Grupo Sincronizado y el Grupo Control.

	G. SINCRONIZADO	G. CONTROL
MEDIA	10.000	33.633
VARIANZA	0.37	17.31
SE.	2.24	2.24
Prueba F para homogeneidad de varianzas		55.886**
Valor de la tabla F		2.79
Grados de libertad		(1 , 58)
Coefficiente de variación		50.74%
Probabilidad <0.01		

ANEXO 6. Prueba de varianza: Intervalo entre tratamiento y presentación del celo entre razas sincronizadas.

	Brahman	Beefmaster
MEDIA	10.067	9.867
VARIANZA	0.26	0.35
SE.	0.08	0.07
Prueba F para homogeneidad de varianzas		3.150 n.s.
Valor de la tabla F		7.29
Grados de libertad		(1 , 28)
Coefficiente de variación		3.10%

ANEXO 7. Prueba de varianza: Intervalo entre tratamiento y presentación del celo entre razas no sincronizadas.

	Brahman	Beefmaster
MEDIA	29.00	37.867
VARIANZA	16.32	17.78
SE.	4.41	4.32
Prueba F para homogeneidad de varianzas		1.846 n. s.
Valor de la tabla F		7.29
Grados de libertad		(1, 28)
Coefficiente de variación		50.74%

ANEXO 8. Prueba de varianza: Vacas preñadas por inseminación artificial al primer servicio entre el grupo Brahman y Beefmaster sincronizadas.

	Brahman	Beefmaster
MEDIA	1.47	1.60
VARIANZA	0.52	0.51
SE.	0.13	0.13
Prueba F para homogeneidad de varianza	0.509n.s.	
Valor de la tabla F.	7.29	
Grados de libertad	(1, 28)	
Coefficiente de variación	33.38%	

ANEXO 9. Prueba de varianza: Vacas preñadas por inseminación artificial al primer servicio entre el Grupo Sincronizado y el Grupo Control.

	Brahman	Beefmaster
MEDIA	1.40	1.57
VARIANZA	0.50	0.50
SE.	0.09	0.09
Prueba F para homogeneidad de varianza	1.659 n.s.	
Valor de la tabla F.	2.79	
Grados de libertad	(1, 58)	
Coefficiente de variación	33.79%	

ANEXO 10. Prueba de varianza: Intervalo entre tratamiento a servicio efectivo entre Grupo Sincronizado y Grupo Control.

	G. SINCRONIZADO	G. CONTROL
MEDIA	21.38	29.38
VARIANZA	9.94	12.60
SE.	2.62	3.08
Prueba F para homogeneidad de varianzas		3.903n.s.
Valor de la tabla F.		7.29
Grados de libertad		(1 , 28)
Coefficiente de variación		44.91%

ANEXO 11. Prueba de varianza: Número de vacas preñadas entre Grupo Sincronizado y Grupo Control.

	G. SINCRONIZADO	CONTROL
MEDIA	1.438	1.571
VARIANZA	0.50	0.50
SE.	0.09	0.10
Prueba F para homogeneidad de varianzas		1.055n.s.
Valor de la tabla F.		2.79
Grados de libertad		(1, 58)
Coefficiente de variación		33.60%