

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA HONDURAS

Sincronización de celos para inseminación artificial y transferencia de embriones en vaquillas de carne y doble propósito

Rodolfo Mauricio Soletto Ávila

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Abril, 2000

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Sincronización de celos para inseminación
artificial y transferencia de embriones en
vaquillas de carne y doble propósito**

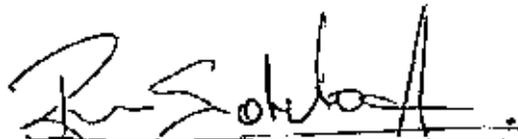
Tesis presentada como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por

Rodolfo Mauricio Soletto Ávila

Honduras
Abril, 2000

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Rodolfo Mauricio Soletto Ávila

Zamorano -- Honduras
Abril, 2000

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso y a la Santísima Virgen María por haberme dado capacidad, paciencia, constancia y sobre todo sabiduría para alcanzar esta meta.

A mis padres Rafael y Mirtha por la enseñanza y el apoyo brindado durante toda mi vida.

A mis abuelitas Celia Cuéllar y Fermína de Soletto (Q.D.D.G.) por sus rezos y cariños que me han protegido siempre.

A mis abuelitos Scrapio Ávila (Q.D.D.G.) y Eliseo Soletto (Q.D.D.G.) por haberme dado una maravillosa madre y un excelente padre.

A mis hermanos Rafael y Graciela por haberme enseñado que con inteligencia y dedicación se puede llegar muy lejos.

A Gabriela Carrasco Hernández por su amor y amistad incondicional y por hacerme comprender que confiando en Dios, nuestros sueños se pueden hacer realidad.

A la familia Sánchez -- Di-Palma, por ser mi familia durante estos años.

Al Colegio Alemán de Santa Cruz – Bolivia

A mi Alma Matter, La Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

A mi país, Bolivia.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que hicieron posible este tan preciado logro, especialmente a mis tres asesores, Isidro Matamoros, John Jairo Hincapié y Miguel Vélez.

A mi asesor principal, Isidro Matamoros, por ser un buen profesor consejero y sobre todo un gran amigo, por todas sus enseñanzas profesionales y consejos personales.

Al Ing. Agr. Fernando Muñoz (Zamorano 67), por la gran ayuda brindada.

A la familia de ganado de leche y ganado de carne: Carlos Guillen, Juan Luis, Elbyn Barrientos, Tony Mairena Gerardo Benavides, Amado Benavides, Dorian Reyes y Orlando, sin ellos este trabajo nunca se hubiera llevado a cabo.

A todos mis compañeros PLA, especialmente a Rouny Sánchez, Mónica Valdés, Carlos Charris, Andrea Palazuelos, Wilma Tarifa, Fernando Menacho, Margoth Verde Ramo, Jaime Medina, Stefan Fleig, Alex López y Dante Egüez por los agradables momentos compartidos.

A mis amigos bolivianos, Marcelo Muñoz, Alejandro del Río, Rodolfo Strazzanti, Alejandro Díaz, Reinaldo Chávez, Roberto Muñoz, Enrique Muñoz y Aldo Allianelo, Ricardo Aguilera, Juan Carlos Strem, Faisal Aramayo.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres por haberme dado esta gran oportunidad.

A la Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional (D.S.E , siglas en alemán), sin la cual no podría ser Zamorano.

Al Centro Impulsor de Desarrollo Profesional (CIDEP).

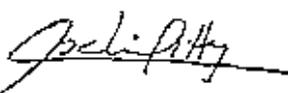
Al proyecto AID – Zamorano.

RESUMEN

Soletto, Rodolfo. 2000. Sincronización de celos para inseminación artificial y transferencia de embriones en vaquillas de carne y doble propósito. 25 p.

Se realizaron dos experimentos para evaluar el efecto de la sincronización de celos para la transferencia de embriones y la inseminación artificial. En el primer experimento se evaluaron 22 vaquillas brahman (carne) con celos naturales (n=11) y sincronizados (n=11) utilizándose el progestágeno Crestar[®], más una dosis reducida (200 UI) de una hormona foliculo estimulante (PMSG; Foligon[®]). El 82% de las vaquillas con celo natural presentaron celo, mientras que las de celo sincronizado, todas entraron en celo. Sin embargo la fertilidad al primer celo fue 46% para el celo natural y 36% para el celo sincronizado. El número de pajillas por vaquilla preñada fue de 1.75 para el celo natural y 2.4 para el sincronizado. En el segundo experimento se comparó la sincronización de 69 vaquillas AFS encastadas (doble propósito); 34 vaquillas fueron sincronizadas con la prostaglandina Prosolvin[®] y 35 vaquillas con el progestágeno Crestar[®] más dosis reducidas de PMSG (300 UI). La respuesta a la sincronización fue 92% para la prostaglandina y 97% para el progestágeno más PMSG, la embriogenización al primer celo fue 44 y 29%, respectivamente. La fertilidad al segundo servicio fue 45 y 36% para la prostaglandina y el progestágeno, respectivamente. La prostaglandina y el progestágeno más PMSG son factibles para la inseminación artificial, pero la prostaglandina fue mejor para la transferencia de embriones.

Palabras claves: Estro, FSH, hormonas, implante, PMSG, progestágeno, prostaglandina.



Abelino Pitly, Ph. D.

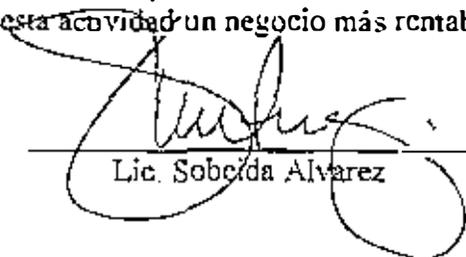
SI NO PUEDE INTRODUCIR LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, PRUEBE SINCRONIZANDO LOS CELOS DE SUS VACAS

El objetivo principal de todo productor es tener animales con un alto valor genético, siendo la inseminación artificial una excelente técnica para obtener esta clase de animales. La sincronización de celos (SC) amerita utilizarla cuando gracias a esta técnica se pueda preñar más animales no en porcentaje sino en cantidad, siempre y cuando las condiciones de manejo de la finca no permitan utilizar los celos naturales para la inseminación artificial.

Con la SC se puede controlar el ciclo estral, es decir, nos permite decidir cuando queremos que los animales presenten celo. El punto débil de estos programas de sincronización radica en los bajos índices de fertilidad obtenidos, principalmente al primer servicio.

A través de los años, Zamorano ha venido investigando diferentes protocolos de sincronización, con el objetivo de mejorar la fertilidad de los mismos. Hay varios métodos utilizados y los principales son en base a progestágenos como Crestar® y prostaglandinas como Prusolvin®, resultando ambos métodos muy similares en el porcentaje de fertilidad. Para mejorar la presentación del celo y los niveles de fertilidad se puede utilizar la Gonatropina Sérica de la Yegua preñada (PMSG; Foligon®). Con ambos métodos se obtienen respuestas a la sincronización entre 90 y 100% y la fertilidad se encuentra al rededor del 50%. En este estudio la presentación de celo fue de 91% para prostaglandina y 97% para el progestágeno más dosis reducidas (200 - 300 UI) de PMSG. La fertilidad fue de 49 y 50% para prostaglandina y el progestágeno, respectivamente.

Con el celo natural los porcentajes de fertilidad se encuentran por encima de 70%, el problema radica en el número de animales que se pueden llegar a inseminar si no se cuenta con las condiciones para introducir la IA. La SC nos permite realizar varios grupos de animales e ir inseminando conforme los grupos vayan entrando en celo, hasta inseminar el total de los animales. Esto nos permitiría tener un mayor número de animales servidos, por lo tanto un mayor número de animales preñados, de esta manera se incrementaría el ingreso de la finca, para hacer de esta actividad un negocio más rentable.



Lic. Sobcída Álvarez

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de firmas	Iii
	Dedicatoria	Iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimientos a patrocinadores	Vi
	Resumen	Vii
	Nota de prensa	Viii
	Contenido	Ix
	Índice de Cuadros	xi
	Índice de Figuras	Xii
	Índice de Anexos	Xiii
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos	5
1.1.1	Objetivo general	5
1.1.2	Objetivos específicos	5
2	MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1	Localización del estudio	6
2.2	Animales usados	6
2.3	Manejo general	6
2.4	Tratamientos	7
2.5	Detección de celo	8
2.6	Inseminación artificial y transferencia de embriones	9
2.7	Variables medidas	10
2.8	Diseño experimental	10
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1	Parámetros reproductivos en vaquillas brahman	11
3.1.1	Presentación de celo	11
3.1.2	Porcentaje de fertilidad al primer celo natural y sincronizado	12
3.1.3	Porcentaje de fertilidad al segundo celo	12
3.1.4	Porcentaje de preñez total (2 Servicios)	13

3.1.5	Días en monta	13
3.1.6	Pajillas por vaquilla preñada	13
3.2	Estudio de costos del celo sincronizado y natural	14
3.3	Parámetros reproductivos en vaquillas beefmaster emcastadas	15
3.3.1	Respuesta a sincronización de celo	15
3.3.2	Intervalo post - tratamiento a presentación de estro en el total de vaquillas	16
3.3.3	Intervalo post - tratamiento a presentación de estro en vaquillas para transferencia de embriones	17
3.3.4	Implantación al primer celo (gestación de embriones)	18
3.3.5	Fertilidad al segundo celo (Inseminación artificial)	18
4	CONCLUSIONES	19
5	RECOMENDACIONES	20
6	BIBLIOGRAFÍA	21
7	ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Resultados de diferentes protocolos de sincronización (a base de Progestágenos y prostaglandinas) en zonas tropicales y templadas	2
2.	Porcentaje de gestación y número de gestaciones de varios experimentos en transferencia de embriones	4
3.	Parámetros reproductivos según tratamiento de vaquillas Brahman.....	11
4.	Costo por vaquilla preñada con celo sincronizado y natural (Lp)	14
5.	Parámetros reproductivos según tratamiento de vaquillas Beefmaster encastadas	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1	Protocolo de sincronización en vaquillas Brahman, en base a progestágenos (Crestar [®]) más dosis reducidas (200 U.I.) de PMSG (Foligón [®]).....	7
2	Protocolo de sincronización en vaquillas Beefmaster encastadas en base a progestágenos (Crestar [®]) más dosis reducidas (200 U.I.) de PMSG (Foligón [®]).....	7
3	Protocolo de sincronización en a base a prostaglandina (Prosolvín [®]), utilizando dos dosis	8
4	Esquema de la inseminación artificial y transferencia de embriones	9
5	Distribución del total de las vaquillas beefmaster encastadas en respuesta al agente sincronizador	17
6	Distribución del total de las vaquillas Beefmaster encastadas en respuesta al agente sincronizador	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Prueba Chi cuadrado para comparación de respuesta a sincronización de celo	23
2	Prueba Chi cuadrado para comparación de respuesta a primer celo natural y sincronizado	23
3	Prueba Chi cuadrado para respuesta de fertilidad al segundo celo natural y sincronizado.....	23
4	Prueba Chi cuadrado para respuesta de fertilidad a la preñez acumulada	24
5	Análisis de varianza de la variable dependiente días en monta	24
6	Análisis de varianza de la variable dependiente pajillas por vaquilla preñada....	24
7	Prueba Chi cuadrado para comparación a sincronización de celo	24
8	Análisis de varianza de la variables horas a presentación de celo (Total de vaquillas beefmaster encastadas).....	25
9	Análisis de varianza de la variables horas a presentación de celo (Vaquilla encastada para transferencias).....	25
10	Prueba Chi cuadrado para respuesta a la implantación de embriones a primer celo sincronizado	25
11	Prueba Chi cuadrado para respuesta a fertilidad al segundo celo sincronizado	25

1. INTRODUCCIÓN

La cría de reproductores para la producción de carne es una actividad muy costosa, tanto a nivel económico como a nivel de trabajo de campo. A través de los años se han desarrollado técnicas que han logrado hacer de esta actividad un negocio más rentable, siendo la sincronización de estros (SE), la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE) algunas de estas.

1.1 SINCRONIZACIÓN DE ESTROS E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Antes que las vaquillas presenten síntomas evidentes de celo pueden ocurrir una o dos ovulaciones silentes. La frecuencia observada de estas ovulaciones depende en gran medida de la eficiencia en la detección del celo (Hafez, 1993).

Hay que tener un número de hembras en estro durante un corto período de tiempo ya que permite: programar la época de monta y consecuentemente de partos dentro de un período determinado de tiempo, reducir el tiempo que toma la detección de celo así como concentrar el cuidado intensivo que se requiere en el parto, en un período relativamente corto y cambiar la época de parición para que coincida con la época más favorable según los patrones de mercadeo (Bearden y Fuquay, 1984).

La sincronización de celo facilita la introducción de la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE), al permitir concentrar las actividades de una explotación ganadera, haciendo más eficiente la producción (Bogart y Taylor, 1988). Además, el control de la ovulación ofrece varias ventajas. Mediante el control de la ovulación de la hembra prepúber, se dispone de óvulos para una fecundación más temprana o para el trasplante de embriones. Entran los animales en edad reproductiva, sincroniza el manejo y la venta. El control de la reproducción posparto reduciría el intervalo que media hasta la siguiente parición (Sorensen, 1982).

Los protocolos más utilizados en sincronización de celo en ganado vacuno incluyen (Intervet, 1995; Zambrano, 1998):

1. El empleo de prostaglandinas para provocar la regresión precoz del cuerpo lúteo.
2. El uso de progestágenos, que actúan como un cuerpo lúteo artificial.

Con la prostaglandina se utilizan una o dos dosis de prostaglandina F2 alfa (PGF_{2α}). Las vacas que entran en celo fluctúan entre 55% para inyecciones simples y 69% para inyecciones dobles, administrada con un intervalo 10 a 12 días (Sorensen, 1982).

La mayoría de los estudios realizados sobre sincronización de celo en el tóropico, y particularmente en animales de razas cebuñas (*Bos indicus*), coinciden en la baja fertilidad de esta técnica, cuando es hecha a base de implantes de progesterona e inyecciones de estradiol, traduciéndose en una baja tasa de concepción, especialmente al primer servicio. Al mismo tiempo señalan que los celos naturales son más fértiles, obteniéndose mejores índices de preñez (Matamoros, 1999¹).

En Zamorano se han realizado varios estudios de sincronización de celo, utilizando diferentes protocolos, los cuales se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultado de diferentes protocolos de sincronización utilizados (a base de progestágenos y prostaglandinas) en zonas tropicales y templadas.

Autor	Presentación de Celo (%)	Fertilidad (%)	Protocolo
Cal, I. ³ (1991)	76.50	60.00	Syncro-Mate B [®]
Geary, <i>et al.</i> ² (1998)	100.00	42.00	Syncro-Mate B [®]
Macías, H. ³ (1997)	87.50	37.50	Lutalyse [®]
Macías, H. ³ (1997)	71.40	35.70	Crestar [®]
Martínez, C. ³ (1992)	74.70	47.40	Syncro-Mate B [®] + separación de temero
Palacios, J. ³ (1988)	100.00	33.00	Lutalyse [®]
Siliézar, H. ³ (1996)	62.50	83.33	Prosolvín [®]
Siliézar, H. ³ (1996)	58.33	79.17	CIDR [®]
Stevenson, <i>et al.</i> ² (1997)	No reporta	60.00	Norgestomet
Zambrano, R.A. ³ (1998)	76.80	44.70	Crestar [®] + Foligón [®] (dn)
Zambrano, R.A. ³ (1998)	97.80	65.20	Crestar [®] + Foligón [®] (dr)
Zambrano, R.A. ³ (1998)	100.00	60.00	Crestar [®] + Foligón [®] (dr) + Lutalyse [®]

(dn): Dosis normales

(dr): Dosis reducidas

²Zonas templadas.

³Zonas tropicales (Zamorano, Honduras)

Fuente: Adaptado por el autor.

Stevenson *et al.* (1997) en un estudio realizado en Colorado State University, obtuvieron un porcentaje de preñez del 60% utilizando Norgestomet (progestágeno).

Geary *et al.* (1998) en Kansas State University, obtuvieron una respuesta a sincronización del 100% y un porcentaje de preñez del 42% utilizando Syncro – Mate B[®].

¹ Matamoros I. 1999. Comunicación personal. Zamorano, Honduras.

En varios estudios realizados en la Universidad de Illinois se obtuvieron los siguientes resultados: Troxel *et al.* (1993) utilizando PGF_{2α}, Norgestomet y GnRH en vacas post – parto obtuvieron un 59% de fertilidad con una sola inseminación. Favero *et al.* (1993) utilizaron implantos a base de Norgestomet e inyecciones de Valerato de Estradiol para sincronizar vaquillas obteniendo 93% de presentación de celo y 73% de fertilidad acumulada a dos servicios. Kesler *et al.* (1995) observaron un 49% de fertilidad al primer servicio en vaquillas inseminadas 48 horas después del retiro del implante. Igualmente Kesler *et al.* (1996), utilizando PGF_{2α} y Acetato de Melengestrol en vaquillas que fueron inseminadas 72 horas después de la segunda dosis de PGF_{2α} obtuvieron 44% de fertilidad al primer servicio. Kesler y Favero (1996), realizaron un estudio de sincronización utilizando Norgestomet y Valerato de Estradiol en vacas y vaquillas, obtuvieron 60% de fertilidad acumulada. En otro experimento realizado por Kesler *et al.* (1997), en el que se utilizó el protocolo anteriormente mencionado, se reportó 51% de preñez, utilizándose detectores de celo KaMar para proceder a la correspondiente inseminación.

1.2 TRANSFERENCIA EMBRIONES

La transferencia de embriones consiste en extraer un embrión en sus primeras etapas de desarrollo del aparato reproductor de la madre (donante) y transferirlo al aparato reproductor de otra hembra (receptora). El número de embriones de la vaca donante varía desde 0 a 30 con un promedio de 7 embriones transferibles. En vacunos, aproximadamente del 50% al 60% de los embriones son recuperados, y cuando los embriones se transfieren en fresco, se alcanzan de 55% a 65% de preñez, y cuando se transfieren congelados 30 a 40% (Bogart y Taylor, 1988).

La técnica de transferencia de embriones permite la multiplicación, de forma acelerada de la progenie de una donadora considerada superior. Del mismo modo que la inseminación artificial maximiza la diseminación de los genes de un reproductor superior, la TE permite el mejor aprovechamiento posible para una donadora (Gouveia, 1999).

Ventajas de la transferencia de embriones (Sorensen, 1982):

1. Se multiplica la productividad de las hembras sobresalientes.
2. Permite aprovechar el potencial de hembras que sufrieron lesiones o que por cualquier razón no pueden gestar, pero que son fértiles.
3. Se prueban las hembras con más rapidez, debido al mayor número de descendientes que se producen en poco tiempo.
4. Se acorta el intervalo entre generaciones mediante la superovulación de hembras prepúberes y el transplante de los embriones a receptoras adultas.
5. El transplante de embriones de razas finas a receptoras nativas de baja productividad, permite utilizar el potencial genético de aquellas en un ambiente diferente por completo.
6. Permite la incorporación de nuevas razas y líneas a regiones donde las leyes prohíben la importación de animales.

Los embriones recolectados del útero, varían desde 64 células hasta la fase de blastocisto. Estos se colocan bajo el microscopio, para determinar si su aspecto es normal y si tienen posibilidades de desarrollarse después del trasplante. El embrión es colocado en la luz del útero, en el primer tercio del cuerno ipsilateral del ovario que presenta el cuerpo lúteo (Sorensen, 1982).

Factores que pueden alterar el grado de éxito en transferencia de embriones son (Seidel y Moore, 1991):

1. El embrión congelado tiene un menor porcentaje de preñez.
2. Vaquillas jóvenes son más fértiles como donantes y receptoras que las vacas viejas.
3. El grado de éxito declina después de la tercera o cuarta súper ovulación en algunas donantes.

Cuadro 2. Porcentaje de gestación y número de gestaciones de varios experimentos en transferencia de embriones

Shea <i>et al.</i> , 1976	Nelson <i>et al.</i> , 1982	Schneider <i>et al.</i> , 1980	Wright, 1981	Hasler <i>et al.</i> , 1987
59 (334)	38 (26)	66 (475)	59 (27)	73 (67)
62 (1126)	54 (100)	64 (1488)	61 (98)	75 (618)
49 (556)	57 (227)	61 (593)	68 (374)	74 (973)
	58 (586)		59 (747)	73 (3340)
	61 (311)		61 (620)	73 (1089)
	57 (112)		58 (301)	69 (707)
	52 (31)		41 (115)	68 (132)

Fuente: Seidel y Moore, 1991

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Comparar el celo natural con los sincronizados utilizando Prosolvín^{®3} y Crestar^{®2} más dosis reducidas de Foligón^{®1}.

1.3.2 Objetivos específicos

Comparar la fertilidad de los celos naturales y sincronizados en vaquillas Brahman puras, tratadas con Crestar[®] más dosis reducidas de Foligón[®].

Comparar la respuesta a la sincronización de celo en vaquillas tratadas con Prosolvín[®] y Crestar[®] más dosis reducidas de Foligón[®].

Comparar los índices de concepción en transferencia de embriones en vaquillas encastadas de Beefmaster, tratadas con Prosolvín[®] y Crestar[®] más dosis reducidas de Foligón[®].

Comparar la fertilidad al segundo celo en inseminación artificial, en vaquillas Beefmaster encastadas, tratadas con Prosolvín[®] y Crestar[®] más dosis reducidas de Foligón[®].

¹Foligón[®]: PMSG (Gonadotropina Sérica de la Yegua Preñada)
²Crestar[®]: Norgestomet (progestágeno) + Estradiol
³Prosolvín[®]: PGF_{2α} (Prostaglandina F2 alfa)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en el hato de vaquillas de carne de Zamorano, ubicado en el Valle del Yegüare en el Departamento de Francisco Morazán a 36 km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,100 mm y una temperatura promedio de 23 °C. El estudio se llevó a cabo durante los meses de Mayo a Noviembre.

2.2 ANIMALES UTILIZADOS

El estudio constó de dos experimentos:

En el primero se utilizaron 22 vaquillas Brahman puras con un peso promedio de 345.1 ± 27.7 kg y una edad promedio de 24 ± 3 meses. Se dividió en dos grupos de 11 animales, comparando el celo natural con el sincronizado, utilizando un progestágeno (Crestar[®]) y dosis reducidas de PMSG (Foligón[®]).

En segundo experimento se utilizaron 69 vaquillas Becfinaster encastadas con un peso promedio de 352.3 ± 37.2 kg y una edad promedio de 24 ± 3 meses. Se compararon dos protocolos de sincronización, uno en base a Prostaglandina (Pro solvi n[®]) y el otro en base a un progestágeno (Crestar[®]) más dosis reducidas de PMSG (Foligón[®]). Ambos protocolos fueron evaluados en transferencia de embriones al primer celo y en inseminación artificial al segundo celo.

2.3 MANEJO GENERAL

Los animales fueron agrupados según su raza y se procedió a desparasitarlos con Doramectina al 1% de aplicación subcutánea. Igualmente recibieron vitamina E, selenio y fósforo, aplicados en forma intramuscular profunda, además contaron con acceso libre a sales minerales con 10% de Fósforo.

En el transcurso del experimento, los animales fueron alimentados con ensilaje de rastrojos de sorgo, pastoreados en un sistema rotacional y suplementados con bloques multinutricionales.

2.4 TRATAMIENTOS

En el primer experimento se esperó el celo natural de 11 vaquillas Brahman y se sincronizaron el mismo número de vaquillas de la misma raza. Se utilizó el protocolo del implante subcutáneo en base a Norgestomet y la inyección intramuscular de Valerato de Estradiol (Crestar[®]). Al retiro del implante se aplicó vía intramuscular PMSG (Foligón[®]) en dosis reducidas de 200 U.I., siendo 500 U.I. las dosis recomendadas por el fabricante (Fig. 1).

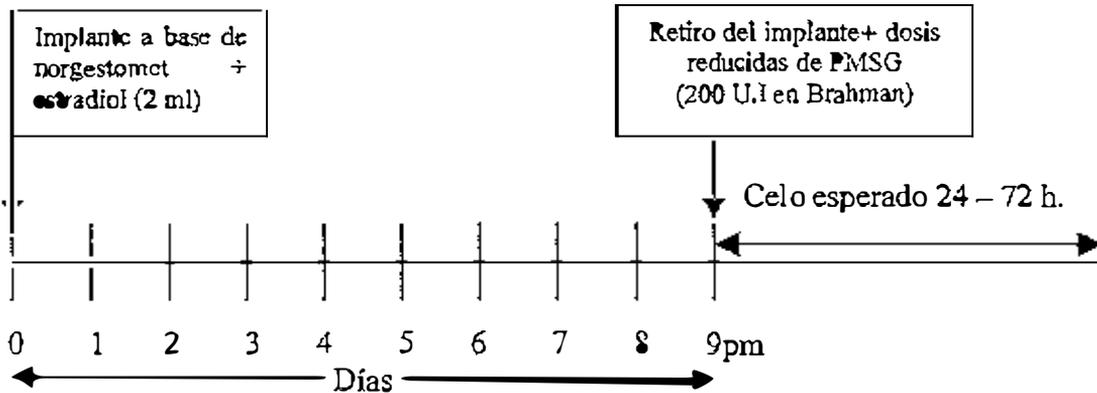


Figura 1. Protocolo de sincronización en vaquillas Brahman, en base a progestágenos (Crestar[®]) más dosis reducidas (200 U.I.) de PMSG (Foligón[®]).

En el segundo experimento se trabajó con dos protocolos. El primero se usó el mismo protocolo del primer experimento, en 34 vaquillas Beefmaster encastadas, con la diferencia que la dosis utilizada de PMSG fue 300 U.I. (Fig.2). El segundo protocolo consistió en la sincronización con Prostaglandina (Prosolvin[®]) en 35 vaquillas. Se hicieron dos aplicaciones de 2 ml cada una, con 11 días de intervalo (Fig. 3).

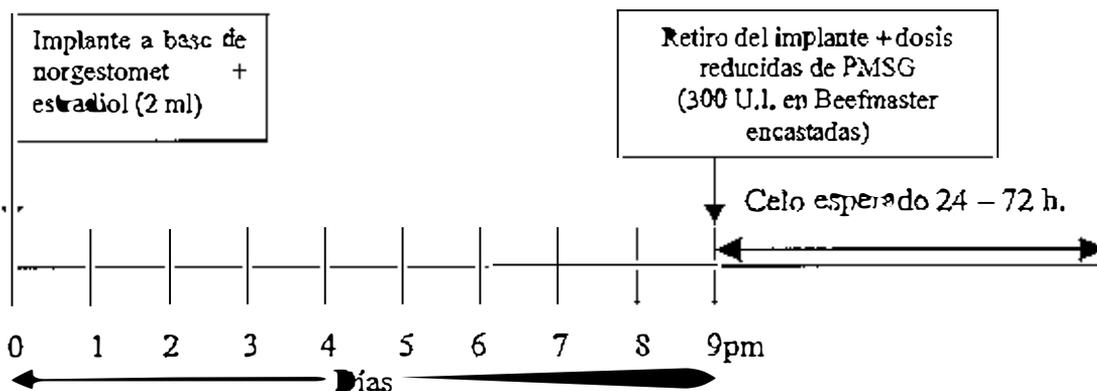


Figura 2. Protocolo de sincronización en vaquillas Beefmaster encastadas, en base a progestágenos (Crestar[®]) más dosis reducidas (300 U.I.) de PMSG (Foligón[®]).

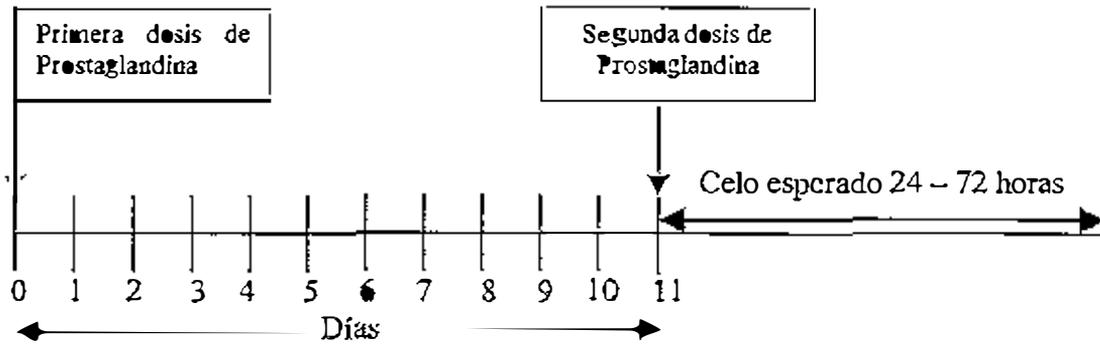


Figura 3. Protocolo de sincronización en base a Prostaglandina (Prosolvín[®]), utilizando dos dosis.

En el segundo experimento, entre los meses de Noviembre y Enero se evaluaron las vaquillas que serían adecuadas para efectuar la transferencia de embriones. Se tomaron en cuenta las que tenían el útero saludable, un cuerpo lúteo funcional y de buen tamaño y condición corporal adecuada, seleccionándose 14 vaquillas del protocolo en base al implante y la inyección de estradiol más la aplicación de PMSG y 16 del protocolo en base a Prostaglandina (Fig. 4).

En el segundo celo de las vaquillas no seleccionadas para la transferencia de embriones más las vaquillas transferidas que repitieron celo se inseminaron con semen Holstein y AFS de primera calidad, haciendo un total de 54 vaquillas (Fig. 4).

2.5 DETECCIÓN DE CELO

Para la detección de celo en el rango esperado de 24 a 72 horas una vez aplicada la segunda dosis de prostaglandina o retirado el implante, se cuidó a los animales las 24 horas del día, después de ese período se hicieron las observaciones dos veces por día: la primera de 5:30 a 8:30 a.m. y la segunda de 3:30 a 6:00 p.m. Para esta labor se asignó un trabajador debidamente entrenado en observación visual, utilizándose pintura sobre la base de la cola como ayuda en la detección.

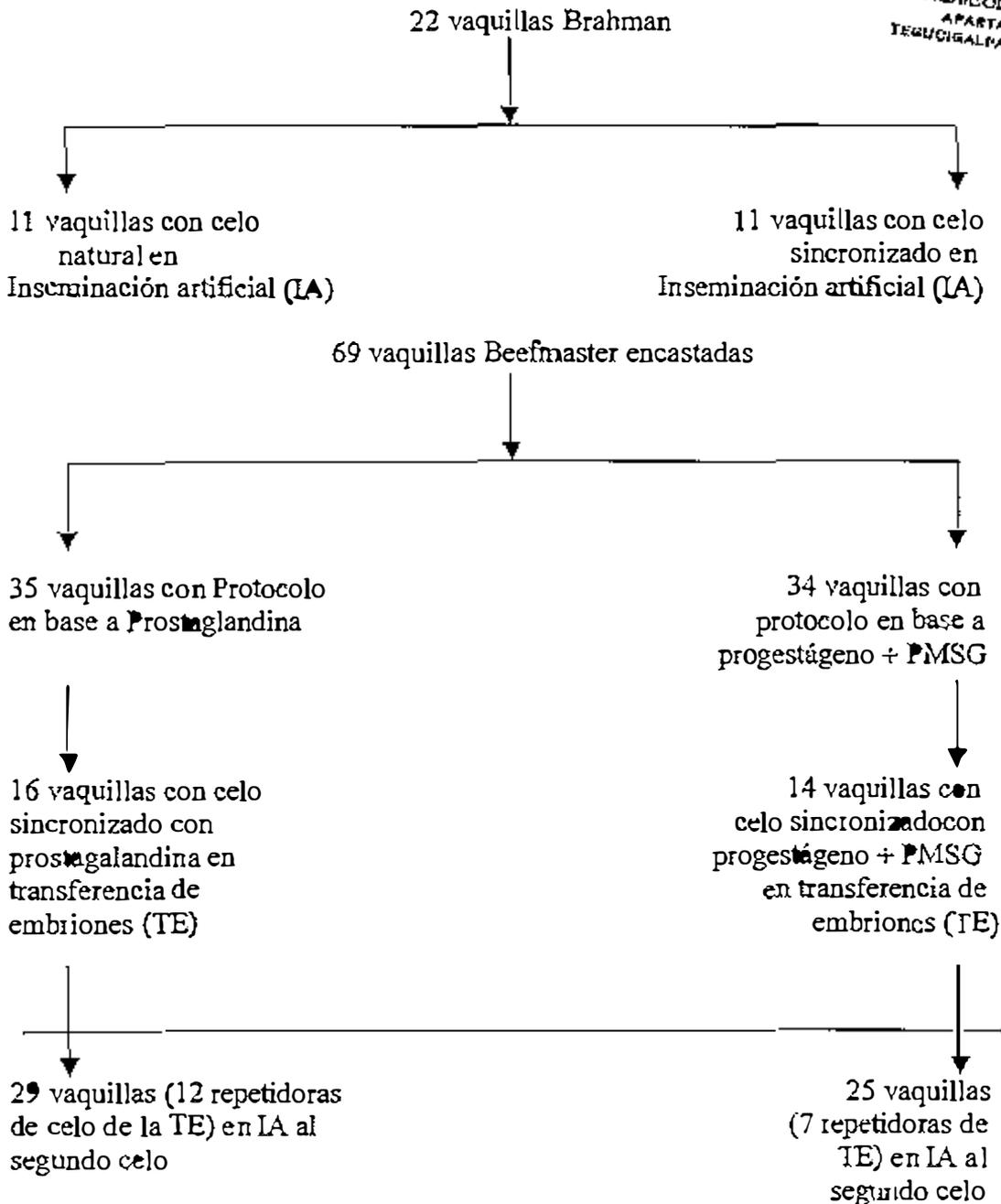


Figura 4. Esquema de la inseminación artificial y transferencia de embiones

2.6 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL Y TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Las vaquillas encastadas que repitieron celo después de haberles transferido los embiones, fueron inseminadas. De igual forma las vaquillas Brahman que repitieron celo después de haberlas inseminado, fueron inseminadas nuevamente. Ambas

inseminaciones fueron realizadas 12 horas después de la presencia de estro, con semen AFS o Holstein de primera calidad, por un técnico inseminador.

2.7 VARIABLES MEDIDAS

Se midieron las siguientes variables:

- Presentación de celo natural (%).
- Presentación de celo post sincronización (%).
- Presentación de celo post sincronización (horas).
- Días en monta.
- Porcentaje de gestación obtenido con los embriones implantados (%).
- Fertilidad de vaquillas Beefmaster encastadas al segundo servicio (%).
- Fertilidad de vaquillas Brahman al primer celo (%).
- Fertilidad de vaquillas Brahman al segundo celo (%).
- Porcentaje de concepción total (%).
- Números de pajillas por vaquilla preñada.

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). El análisis de los datos se realizó con el programa de análisis estadístico SAS (versión 2000). Se realizaron pruebas de Chi cuadrado para determinar diferencias en la frecuencia de preñez y análisis de varianzas (ANDEVA) para determinar diferencias en el número de pajillas por vaca preñada, horas a presentación de celo y días en monta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN VAQUILLAS BRAHMAN

Los resultados del estudio se resumen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros reproductivos según tratamiento de vaquillas Brahman

	Celo Natural	Celo Sincronizado (Progestágeno + PMSG)
Animales tratados	11	11
Presentación de celo ¹	9	11
Sincronización (%)	81.8 ^a	100.0 ^a
Fertilidad al 1 ^{er} celo (%)	45.5 ^a (5/11)	36.4 ^a (4/11)
Fertilidad al 2 ^o celo (%)	75.0 ^a (3/4)	33.3 ^a (1/3)
Fertilidad acumulada (%)	72.7 ^a (8/11)	45.5 ^a (5/11)
Días en monta	12.2 ± 17.0 ^a	4.8 ± 9.6 ^a
Pajillas / vaquilla preñada	1.75 ^a	2.40 ^b

¹ Definido como presentación de celo a los tres días post – tratamiento

^{a,b} medias en fila no seguidas por la misma letra difieren entre sí (P=0.0411).

3.1.1 Presentación de celo

Todas las vaquillas que se trataron con el progestágeno más dosis reducidas de Foligón[®] presentaron celo, mientras que las vaquillas que no se trataron, sólo el 81.8% entraron en celo. La diferencia no fue significativa (P=0.138; Anexo 1) entre ambos tratamientos.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Zambrano (1998) quien obtuvo 100% utilizando el mismo protocolo y 97.8% cuando se incluyó PGF_{2α}, tres días antes del retiro el implante, pero el 76.8% de presentación de celo cuando utilizó las dosis de PMSG recomendadas por el fabricante, lo que se debe a que los animales de razas cebuinas son más sensibles a las gonadotropinas.

El 81.8% de presentación de celo natural es superior al reportado por Cal (1991), quien obtuvo 76.5%. El mismo autor y Martínez (1992) obtuvieron 76.5 y 74.75 al utilizar un progestágeno (Sincro Mate B[®]) como agente sincronizador, en cambio Favero *et al.* (1993) quienes obtuvieron 93%, utilizando el mismo protocolo.

3.1.2 Porcentaje de fertilidad al primer celo natural y sincronizado

El objetivo es preñar a los animales con el mínimo de servicios posible, idealmente que el 50% queden preñados al primer servicio. Esto es la meta de la sincronización de estros, pero también es su punto débil. Los estudios en el trópico con vaquillas de razas cebuínas coinciden en los bajos índices de fertilidad, principalmente al primer servicio.

No existe diferencia ($P=0.665$; Anexo 2) entre el celo natural y el sincronizado. El 36.4% obtenido es menor al reportado por Zambrano (1998), que fue de 52.2% con el mismo protocolo de sincronización, pero mayor al 29.2% reportado por Siliézar (1996), trabajando igualmente con un progestágeno.

El 45.5% obtenido en el celo natural está por debajo de lo esperado (50%) que es lo reportado en la mayoría de los estudios realizados.

Varias vaquillas que no repitieron un segundo celo, no estaban preñadas, sino habían entrado en anestro, lo cual se debió a la exposición de progesterona por más de quince días. Cuando el animal es sometido a esta hormona por más de este período de tiempo, que es lo que normalmente dura el diestro, ocurre un efecto refractario del hipotálamo que impide que ocurra la cascada de la GnRH, por consiguiente no hay liberación de las gonotropinas, FSH y LH, impidiendo así que empiece nuevamente el ciclo. Estos animales presentaron un primer celo debido a los tenores de estrógenos presentes, por la inyección de Valerato Estradiol administrada al momento de la sincronización.

3.1.3 Porcentaje de fertilidad al segundo celo

La fertilidad al primer celo sincronizado se caracteriza por presentar bajos índices de concepción, y es de esperarse que más de la mitad de las vaquillas repitan celo, el que se espera sea más fértil que el primero pero en este estudio sólo tres animales repitieron un segundo celo.

No hubo diferencia ($P=0.270$; Anexo 3) en la fertilidad entre el celo natural y sincronizado, lo que se debe al bajo número de animales analizados.

El 75.0% de fertilidad del celo natural es aceptable y se va a ver reflejado en el porcentaje de fertilidad acumulado. Este porcentaje es mayor que el reportado por Zambrano (1998), el cual obtuvo 70.6%, cuando añadió $\text{PGF}_{2\alpha}$ al protocolo de Crestar[®] más dosis reducidas de Fuligón[®] y 40.0% cuando trabajó sin $\text{PGF}_{2\alpha}$, y también supera al 30.0% reportado por Martínez (1992).

3.1.4 Porcentaje de preñez total (2 Servicios)

El porcentaje de fertilidad en celos sincronizados es menor al obtenido en celos naturales.

No hubo diferencia significativa ($P=0.193$; Anexo 4) en la preñez total entre el celo natural y el sincronizado, a pesar de la diferencia de los resultados, lo que se debe al bajo número de animales utilizados en el experimento

La preñez total encontrada en celo natural (72.7%), es menor a la reportada por Martínez (1992) quien obtuvo 83.3%. Geary *et al.* (1998) reportan un 42.0% de fertilidad acumulada utilizando un progestágeno, que es muy similar al 45.5% obtenido en este estudio, pero es inferior al reportado por Zambrano (1998), quien utilizando el mismo protocolo, obtuvo un preñez total de 65.2%, y cuando utilizó dosis normales de PMSG, una de 44.7%. Macías (1997) obtuvo 35.7% de preñez al utilizar Crestar[®]. Este porcentaje de preñez (45.5%) también difiere de lo obtenido por Favero *et al.* (1993) y por Kesler y Faver (1996) quienes reportan una fertilidad acumulada de 73% y de 60.0% respectivamente utilizando un progestágeno.

3.1.5 Días en monta

Los días en monta son una herramienta muy útil para medir fertilidad del hato, la capacidad del inseminador y la eficiencia en el cuidado de celo. Mientras más rápido quede preñada la vaquilla más productiva será la finca.

No hubo diferencia ($P=0.3983$; Anexo 5) entre ambos tratamientos, aunque el tratamiento hormonal tiende a reducir los días en monta.

Estos resultados son mucho menores a lo obtenido por Siliézar (1996), el cual reporta en promedio 23.7, 18.3 y 26.7 días en monta cuando se utilizó un progestágeno, PGF_{2α} y celo natural respectivamente.

3.1.6 Pajillas por vaquilla preñada

Esta variable es parte del costo directo en que se incurre. En este estudio se utilizaron menos pajillas en los animales que no fueron sincronizados ($P=0.0411$; Anexo 6) siendo esta diferencia de 0.65 pajillas por vaquilla preñada.

Zambrano (1998) reporta 2.05 pajillas por vaquilla preñada con el mismo protocolo. Siliézar (1996) usó 2.16 pajillas utilizando un progestágeno (CIDR[®]). Macías (1997) 3.79 y 3.97 cuando utilizó un progestágeno (Crestar[®]) y PGF_{2α} (Prosoivín[®]) respectivamente.

Las 1.75 pajillas por vaquilla preñada con celo natural, usados en este estudio son muy similares a las 1.70 pajillas reportadas por Siliézar (1996) igualmente con celo natural.

3.2 ESTUDIO DE COSTOS DEL CELO SINCRONIZADO Y NATURAL

El celo sincronizado incurre en mayores costos que el celo natural, y en fincas donde es factible introducir inseminación artificial sin recurrir a la sincronización de estros no se recomienda dicha técnica. De igual manera no es rentable utilizarla en explotaciones dedicadas a la producción de carne, sino a las que están en el rubro de producción de reproductores.

Cuadro 4. Costo por vaquilla preñada con celo sincronizado y natural (l.p).

	Unidad	Costn / Unidad	Total Unidades	Costo Total	Preñadas	Costo/vaq. Preñada.
Celo sincronizado						
Crestar®	Vaquilla	150	11	1,650		
Foligon®	200 U.I.	31	11	341		
Materiales	Material	1	11	11		
Mano de obra	Día	58	3	174		
Det. Celo	Día	45	15	675		
Cubrición:						
Inseminador y semen:	Vaquilla	250	26.4	6,600		
TOTAL				9,451	5	1,890
Celo natural						
Crestar®	Vaquilla	0	11	0		
Foligon®	200 U.I.	0	11	0		
Materiales	Material	0	11	0		
Mano de obra	Día	58	3	174		
Det. Celo	Día	45	29	1,305		
Cubrición:						
Inseminador y semen	Vaquilla	250	26.4	6,600		
TOTAL				6,292	8	786
DIFERENCIA						1,104

Se gastó l.p. 1,104.00 más en preñar una vaquilla sincronizada con Crestar® y Foligon® que una con celo natural. Aunque el celo sincronizado sea menos fértil que el natural, este sustancial incremento en el costo amerita hacerlo cuando las condiciones de manejo de la finca no permitan utilizar los celos naturales para la inseminación artificial.

3.3 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN VAQUILLAS BEEFMASTER ENCASTADAS

No hubo diferencias entre ambos tratamientos en la mayoría de los parámetros estudiados como se puede ver en el cuadro 5.

Cuadro 5. Parámetros reproductivos según tratamiento de vaquillas encastadas de Beefmaster

	PGF _{2α}	Progestágeno + PMSG
Animales tratados	35	34
Presentación de celo ¹	32	33
Sincronización (%)	91.4 ^a	97.1 ^a
Horas a presentación de celo en el total de vaquillas	49.3 ± 28.3 ^a	37.6 ± 14.8 ^b
Horas a presentación de celo en vaquillas para I.A.	50.0 ± 30.3 ^a	36.2 ± 13.0 ^b
Horas a presentación de celo en vaquillas para T.E.	47.8 ± 23.6 ^a	41.1 ± 19.4 ^a
Implantación al 1 ^{er} celo (%)	43.8 ^a (7/16)	28.6 ^a (4/14)
Fertilidad al 2 ^o celo (%)	36.0 ^a (9/25)	44.8 ^a (13/29)

¹ Definido como presentación de celo a los tres días post-tratamiento

^{a,b} medias en fila no seguidas por la misma letra difieren entre sí (P ≤ 0.04).

3.3.1 Respuesta a sincronización de celo

La respuesta a la sincronización de celo fue similar utilizando PGF_{2α} (Prosolvín[®]) con 91.4 %, y utilizando un progestágeno (Crestar[®]) con 97.1% (P=0.317, Anexo 7).

Macias (1997) reporta un 87.5% de respuesta a sincronización utilizando PGF_{2α} (Lutalyse[®]) y Palacios (1988) un 100% utilizando el mismo protocolo de dos inyecciones de PGF_{2α}. En cambio Siliézar (1996), encontró un 62.5% de presentación de celo al usar PGF_{2α} (Prosolvín[®]).

El 97.1% obtenido con el progestágeno más dosis reducidas de PMSG es igual al 97.8% y al 100% obtenido por Zambrano (1998), quien utilizó el mismo protocolo de sincronización para en el primer e incluyó PGF_{2α} en el segundo caso, pero muy superior que al encontrado al utilizar las dosis recomendadas por el fabricante, cuya respuesta fue de 76.8%.

Geary *et al.* (1998) reporta un 100% de sincronización de celo al utilizar un progestágeno (Sincro Mate B[®]), y Favero *et al.* (1993) un 93%, utilizando el mismo protocolo, con la diferencia que no utilizaron PMSG.

3.3.2 Intervalo post - tratamiento a presentación de celo en el total de vaquillas

Siendo el cuidado de celo una labor tediosa, el intervalo entre el tratamiento y la presentación de celo, adquiere mucha importancia, ya que con la sincronización de estros se busca inseminar a tiempos determinados para evitar este trabajo.

El tratamiento con progestágeno más dosis reducidas de PMSG, requiere de menor tiempo (37.6 ± 14.8 horas; Figura 5) que el con $PGF_{2\alpha}$ (49.3 ± 28.3 horas) ($P=0.0386$, Anexo 8). Al retirar el implante que emula un cuerpo lúteo, se quita inmediatamente la retroalimentación negativa al hipotálamo e hipófisis y la PMSG que actúa como hormona folículo estimulante (FSH), promueve el crecimiento folicular, este folículo secreta estrógenos, particularmente el Estradiol 17 β , que es responsable de la presentación de celo.

Zambrano (1998) reporta un intervalo de 29 horas al utilizar el mismo protocolo, en ambos estudios fue menor al reportado por Martínez (1992) en vaquillas Beefmaster de 58 horas, utilizando un progestágeno (Sincro Mate B[®]).

El tratamiento con $PGF_{2\alpha}$ presentó un mayor intervalo debido a que la $PGF_{2\alpha}$ destruye el cuerpo lúteo (CL) presente. Si el ciclo estral se encuentra en diestro, al destruirse CL se anula la retroalimentación negativa ejercida por la Progesterona al hipotálamo, desencadenando la cascada de la GnRH, liberando FSH que actúa en la onda folicular, para luego ser liberada la hormona luteinizante (LH) que induce la ovulación, que se caracteriza por la presencia del celo. Todo este proceso es más lento que el utilizar un progestágeno, es por eso que dicho intervalo de presentación de celo es más amplio.

Siliézar (1996) y Macías (1997) encontraron reportó un intervalo de 63 ± 3.9 horas y 77.4 ± 8.8 horas respectivamente utilizando $PGF_{2\alpha}$ (Lutalyse[®]).

En el presente estudio, en ambos tratamientos, la mayoría de los animales entraron en celo entre 24 y 96 horas que es el tiempo recomendado por las casas comerciales, de 48 a 56 horas para Crestar[®] y 72 a 96 horas para Prosolvin[®] (Macías 1997).

3.3.3 Intervalo post - tratamiento a presentación de estro en vaquillas para transferencia de embriones

En los animales seleccionados como receptores de embriones no hubo diferencia ($P=0.4033$; Anexo 10) entre el intervalo de último tratamiento a presentación de estro. Estos animales tienen condiciones muy similares siendo una de ellas los intervalos a presentación de celo entre ambos tratamientos, de 47.8 ± 23.6 horas para $PGF_{2\alpha}$ y 41.1 ± 19.4 horas para el progestágeno más dosis reducidas de PMSG (Figura 6).

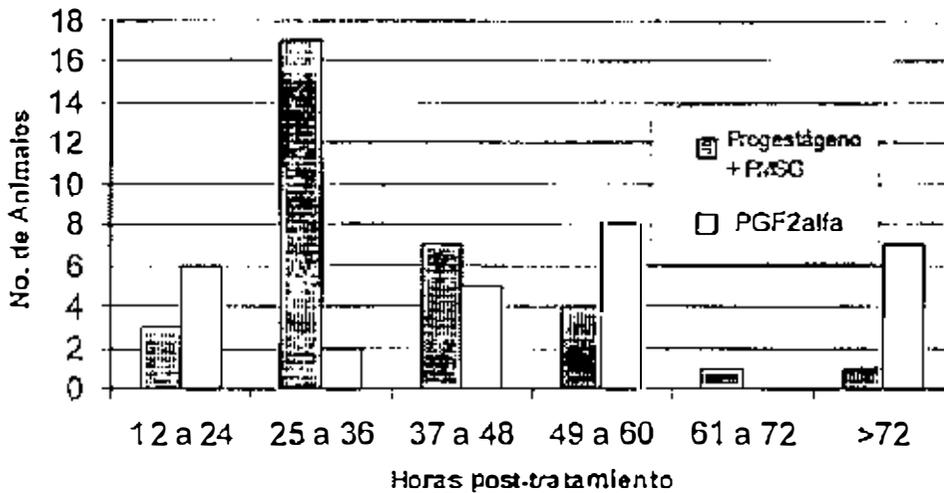


Figura 5. Distribución del total de vaquillas Beefmaster encastadas en respuesta al agente sincronizador

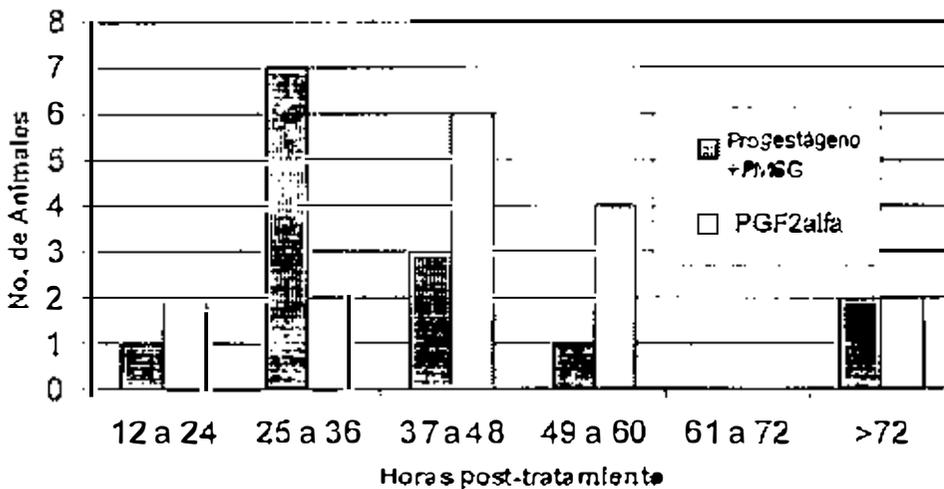


Figura 6. Distribución de las vaquillas Beefmaster encastadas en transferencia de embriones en respuesta al agente sincronizador

3.3.4 Implantación al primer celo (gestación de embriones)

El porcentaje de gestación de embrión congelado se encuentra entre 40 y 60. En este estudio se obtuvo 28.6% de pegue para el tratamiento con el progestágeno más dosis reducidas de PMSG y 43.8% con PGF_{2α}.

No existe diferencia ($P=0.359$; Anexo 11) entre ambos tratamientos. No obstante el mejor porcentaje de embriogenización obtenido con PGF_{2α} se debe a que este celo posiblemente es de mejor calidad que el conseguido con el progestágeno, ya que la PGF_{2α} al destruir el cuerpo lúteo, toma un onda folicular, promoviendo su crecimiento y posteriormente su ovulación (Matamoros, 1999¹).

3.3.5 Fertilidad al segundo celo (Inseminación artificial)

No hubo diferencia entre ambos tratamientos ($P=0.510$; Anexo 12) El 36.0% de fertilidad obtenido al segundo celo utilizando PGF_{2α} es muy bajo, comparando con los resultados de Siliézar (1996) de 54.17% de fertilidad y de Palacios (1988) de 58% de fertilidad con el mismo método de sincronización.

Utilizando el progestágeno más las dosis reducidas de PMSG se obtuvo 44.8% de fertilidad, es mayor al reportado por Palacios (1988) de 37.5% utilizando igualmente un progestágeno y al 30.4% reportado por Zambrano (1998) cuando utilizó las dosis normales de PMSG, pero es muy similar, al encontrado por el mismo autor utilizó dosis reducidas de PMSG. Este porcentaje (44.8) es menor que el reportado por Zambrano (1998), el cual obtuvo 70.6%, cuando añadió PGF_{2α} al mencionado protocolo.

¹ Matamoros I. 1999. Comunicación personal. Zamorano, Honduras

4. CONCLUSIONES

No existe diferencia al primer y segundo servicio entre celo natural y sincronizado.

No existe diferencia en la fertilidad acumulada entre celo natural y sincronizado.

Con el celo natural se utilizan menos dosis de semen para preñar a una vaquilla.

Es preferible utilizar PGF_{2α} en transferencia de embriones, ya que el porcentaje de implantación fue mejor que con el progestágeno.

El patrón de presentación de celo puede ser un parámetro muy importante al momento de escoger animales para la transferencia de embriones.

5. RECOMENDACIONES

Utilizar la sincronización de celo para facilitar la introducción de I.A. no para sustituir el celo natural.

En condiciones del presente estudio, con progestágenos se puede inseminar a tiempo fijo (36 horas), pero al usar prostaglandina se debe inseminar a celo observado.

Para obtener un porcentaje aceptable de implantación de embriones, es aconsejable seleccionar los animales que hayan entrado en celo entre 24 y 72 horas después de la sincronización.

Realizar un estudio en el que se compare el celo natural con el sincronizado en el porcentaje de implantación de embriones.

6. BIBLIOGRAFÍA

BEARDEN, H. J.; FUQUAY, J. 1984. Applied animal reproduction. Second edition. Prentice Hall Company, Inc. United States of America. 382 p.

BOGART, R; TAYLOR, E. R.,. 1988. Producción comercial de animales de granja. México. Editorial Limusa. México D. F. 503 p.

CAL, I. 1991. Evaluación de la sincronización de celo e inseminación artificial en ganado de carne. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 4Sp.

FAVERO, R. J; FAULKNER, D. B.; KESLER, D. J. 1993. Norgestomet Implants Synchronize Estrus and Enhance Fertility in Beef Heifers Subsequent to a Timed Artificial Insemination. *J. Anim. Sci.* 71:2594-2600.

GEARY, T. W.; WHITTIER, E. R.; DOWING, E.; LEFEVER, D.; SILCOX, R.; HOLLAND, M.; NEIT, T.; NISWENDER, G. 1998. Pregnancy rates of postpartum beef cows that were synchronized using Syncromate-Mate-B[®] or the Ovsynch protocol. *J. Animal Sci.* 76: 1523-1525.

GOUVELA, M. F. 1999. Transferencia de Embriones: Qué es, cuales son los resultados esperados y como utilizarla en el mejoramiento genético. *Revista AgroBrasil, Brasil.* 24 p.

HAFEZ, E. S. 1993. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. Por Luis Ocampo Camberos. Sexta edición. Interamericana. México D.F. 542 p.

INTERVET. 1995. Compendium de reproducción animal. España, s.n. 271 p.

KESLER, D. J.; FAVERO, R. J.; TROXEL, T. R. 1995. A Comparison of Hydron and Silicone Implants in the Bovine Norgestomet and Estradiol Valerate Estrus Synchronization Procedure. *Drug Development and Industrial Pharmacy.* 21(4), 475-485.

KESLER, D. J. FAULKNER, D. B.; SHIRLEY, R. B.; DYSON, T. S.; IRELAND, F. A.; OTT, R. S. 1996. Effect of Interval from Melenigestrol Acetate to Prostaglandin F_{2α} on Timed and Synchronized Pregnancy Rates of Beef Heifers and Cows. *J. Anim. Sci.* 74:2885-2890

KESLER, D. J.; FAVERO, R. J. 1996. Estrus Synchronization in Beef Females With Norgestomet and Estradiol Valerate. Part 2: Factors Limiting and Enhancing Efficacy. *Agri - Practice*. Volume 1.

KESLER, D. J.; FAVERO, R. J.; FAULKNER, D. B. 1997. Mounting Activity Detected by Means of Mounting Activity Monitors of Beef Females Administered Norgestomet and Estradiol Valerate for Estrus Synchronization. *J. Appl. Anim. Res.* 12: 95-100.

MARTÍNEZ, C. M. 1992. Sincronización de estros en vacas de carne. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras, 59 p.

MACÍAS, H. 1997. Sincronización de celo con progestágenos y prostaglandinas en el hato de ganado de leche. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras, 37 p.

PALACIOS, J. 1988. Evaluación de sincronización de celo en ganado de carne. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras, 59 p.

SEIDEL, G. E.; MOORE, S. 1991. Training manual for embryo transfer in cattle. FAO, Animal Production and Health paper. 77: 74 - 97.

SILIEZAR, H. E. 1996. Sincronización de estros en vaquillas de reemplazo usando Prostaglandina F2 α y Progesterona. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras, 44 p.

SORENSEN, A. M. 1982. Reproducción animal. Principios y prácticas. Traducido por Ramón Elizondo Mata. Primera edición. MCGRAW - HILL de México, S. A de C. V. 539 p.

STEVENSON, J. S.; HOFFMAN, D. A.; MCKEE, R. M.; KREHBIEL, C. L. 1997. Fertility in estrus and Noncycling Virgin Heifers and Swelled Beef Cows After Induced Ovulation. *J. Anim. Sci.* 75: 1343-1350.

TROXEL, T. T.; CRUZ, L.C.; OTT, R. S.; KESLER, D. J. 1993. Norgestomet and Gonadotropin - Releasing Hormone Enhance Corpus Luteum Function and Fertility of Postpartum Suckled Beef Cows. *J. Anim. Sci.* 71:2579 - 2585.

ZAMBRANO, R. A. 1998. Influencia de PGF $_{2\alpha}$ y FSH en la sincronización de celos con progestágenos en vaquillas. Tesis Ing. Agr. Zamorano. Honduras, 27 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Prueba Chi cuadrado para comparación de respuesta a sincronización de celo

Frecuencia Porcentaje	Presentó	No presentó
Celo Sincronizado	11 100	0 0
Celo Natural	9 81.8	2 18.2

Chi cuadrado ($\chi^2=2.20$, g.l.=1; P=0.138)

Anexo 2. Prueba Chi cuadrado para respuesta de fertilidad a primer celo natural y sincronizado

Frecuencia Porcentaje	Preñadas	Vacas	Total
Celo Sincronizado	4 36.4	7 63.6	11
Celo Natural	5 45.5	6 54.5	11

Chi cuadrado ($\chi^2=0.188$, g.l.=1; P=0.665)

Anexo 3. Prueba Chi cuadrado para respuesta de fertilidad al segundo celo natural y sincronizado

Frecuencia Porcentaje	Preñadas	Vacas	Total
Celo Sincronizado	1 33.3	2 66.7	3
Celo Natural	3 75	1 25	4

Chi cuadrado ($\chi^2=1.215$, g.l.=1; P=0.270)

Anexo 4. Prueba Chi cuadrado para respuesta de fertilidad a la preñez acumulada

Frecuencia Porcentaje	Preñadas	Vacías	Total
Celo Sincronizado	5 45.5	6 54.5	11
Celo Natural	8 72.7	3 27.3	11

Chi cuadrado ($\chi^2=1.692$, g.l.=1; $P=0.193$)

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable dependiente días en monta

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	P>F
Tratamiento	1	167.9	167.9	0.77	0.3983 n.s.
Error	11	2391.8	217.4		
Total	12	2559.7			

Cociente de variación = 157.8%

n.s.= no significativo

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable dependiente pajillas por vaquilla preñada

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	P>F
Tratamiento	1	1.3	1.3	5.35	0.0411*
Error	11	2.675	0.243		
Total	12	3.975			

Cociente de variación = 24.7%

* = significativo

Anexo 7. Prueba Chi cuadrado para comparación de respuesta a sincronización de celo

Frecuencia Porcentaje	Presentó	No presentó
PGF _{2α}	32 91.4	3 8.6
Progestágeno + PMSG	33 97.1	1 2.9

Chi cuadrado ($\chi^2=1.001$, g.l.=1; $P=0.317$)

Anexo 8. Análisis de varianza de la variable dependiente horas a presentación de celo (Total de vaquillas encastadas)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	P>F
Tratamiento	1	2249.9	2249.9	4.46	0.0386*
Error	63	31767.3	504.5		
Total	64	34017.1			

Coefficiente de variación = 51.8%

* = significativo

Anexo 9. Análisis de varianza de la variable dependiente horas a presentación de celo (Vaquillas encastadas para transferencia)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	P>F
Tratamiento	1	339.3	339.3	0.72	0.4033 n.s.
Error	28	13193.4	471.2		
Total	29	13532.7			

Coefficiente de variación = 48.6%

n.s.= no significativo

Anexo 10. Prueba Chi cuadrado para respuesta a la implantación de embriones a primer celo sincronizado

Frecuencia Porcentaje	Preñadas	Vacías	Total
PGF _{2α}	7 43.8	9 56.2	16
Progestágeno + PMSG	4 28.6	10 71.4	14

Chi cuadrado ($\chi^2=0.741$, g.l.=1; P=0.389)

Anexo 11. Prueba Chi cuadrado para respuesta de fertilidad al segundo celo sincronizado

Frecuencia Porcentaje	Preñadas	Vacías	Total
PGF _{2α}	9 36.0	16 64.0	25
Progestágeno + PMSG	13 44.8	16 55.2	29

Chi cuadrado ($\chi^2=0.433$, g.l.=1; P=0.510)