

646

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

300540

**SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN VAQUILLAS DE REEMPLAZO
USANDO PROSTAGLANDINA F₂- α Y PROGESTERONA**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura

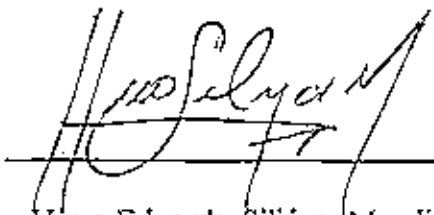
por

Hugo Eduardo Siliézar Mendizábal

646

Honduras, 27 de Abril de 1996

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



Hugo Eduardo Siliézar Mendizábal

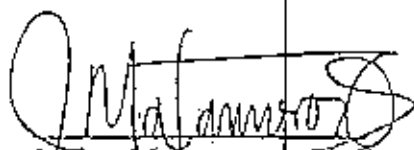
Zamorano, Honduras, 27 de Abril de 1996

SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN VAQUILLAS DE REEMPLAZO USANDO PROSTAGLANDINA F₂- α Y PROGESTERONA

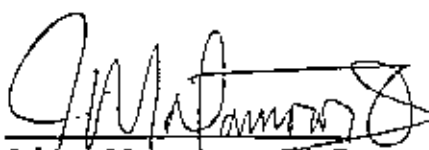
Por

Hugo Eduardo Siliézar Mendizábal

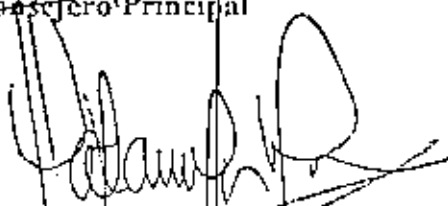
Aprobada:



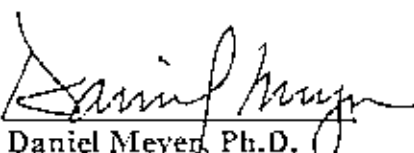
Isidro Matamoras, Ph.D.
Consejero Principal



Isidro Matamoras, Ph.D.
Coordinador PIA



Mario Matamoras, M.V.
Asesor



Daniel Meyer, Ph.D.
Jefe del Departamento



Ernesto Palacios, M.Sc.
Asesor



Antonio Flores, Ph.D.
Decano



Keith Andrews, Ph.D.
Director

DEDICATORIA

A Dios por todas las oportunidades y ventajas que ha puesto en mi vida

A mis padres Hugo Siliézar y Mary Mendizábal de Siliézar, por su eterno cariño y apoyo que me ha marcado el camino correcto. Gracias por estar siempre que los he necesitado

A mis hermanas Doris y Ericka por todo el apoyo que me brindaron

A mi novia Lupi por todo ese cariño que derrumba distancia y tiempo y que alimenta cada día mi corazón

Al Agr. Gilberto Fajardo (Q.E.P.D.) porque vive su recuerdo y fuerza en mi alma por siempre.

A mis amigos Marco Bolaños, Luis Eduardo Sanchez y Oscar Romero por su amistad que trascendió ante las fronteras

A mi "mujer" Ing. Agr. Luis Serrano por su amistad y compañía durante esta jornada de nuestras vidas

A los Ing. Bayardo Etienne, Jesus Bulnes, Enrique Zubieta, Jorge Brenes, Ernesto Paz, Sergio Segovia, Maria Corea, Luis Osorio y Juan Davila, miembros de la "aldea"; por ser mi familia durante este año.

A todos mis compañeros PIA por su amistad

A mi país Guatemala

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque gracias a el he podido dar otro paso más en la vida

A mis padres y hermanas por darme la oportunidad y apoyo para continuar mi superación personal y profesional

A mi Asesor principal Ph D Isidro Matamoros, por su ejemplo, amistad y guía por el duro camino recorrido

A mi Asesor M V Mario Matamoros por su amistad y conocimientos compartidos

A mi Asesor M.Sc Ernesto Palacios por su paciencia y ayuda desinteresada

A el Ph D Raúl Santillan y al M V Julian Pastor por su ayuda en la preparación de la presentación y defensa de este proyecto

Al profesor Revilla por su amistad, consejos, preocupación y ayuda en todo momento

A los trabajadores y compañeros de la sección de Ganado de Carne, especialmente al Ing. Agr. Mauricio Mercado, Francisco "Chico" Avila, Don Carlos Guillen, y Elwin por su valiosa ayuda, sin la cual este trabajo no hubiera sido posible

A mis colegas que de una u otra forma fueron una ayuda en la elaboración de este proyecto

RESUMEN

Para determinar si la sincronización del estro con Progesterona (P4) o Prostaglandina F2 α (PG) puede mantener la fertilidad en vaquillas y al mismo tiempo concentrar el estro en pocos días para facilitar la introducción de la inseminación artificial (IA), se utilizaron 72 vaquillas ciclantes divididas en 3 grupos (n=24) balanceados por peso, edad y raza. El tratamiento 1 (T1) fue el control y no recibió ningún agente sincronizador. El tratamiento 2 (T2) recibió 2 inyecciones de PG (LUTALYZE[®], 5ml, IM) con 11d de separación. El tratamiento 3 (T3) recibió un presario intravaginal (CIDR-B[®]) y una pastilla de Estradiol (CIDIROL[®] 10MG) y el día 11 se retiró. La detección de estro se realizó 2 veces al día por un periodo de 2h cada vez. Las vaquillas se inseminaron con base en la presentación de celo. La preñez se determinó 60d después de la monta. Las variables medidas fueron presentación de celo (%PC), horas post tratamiento a presentación de celo (HPC), preñez total (%PT), vacas preñadas al 1er y 2do celo sincronizado (VP1S y VP2S), servicios por vaca preñada sincronizada (SVPS), servicios por vaca preñada total (SVPT) y días en monta (DEM). Se usó un Diseño Completo al Azar. La PC fue similar (p=0.77, 58.33% y 62.50% para T3 y T2 respectivamente). La HPC (p=0.09) fue de 53h para T3 y de 63h para T2. El porcentaje de VP1S fue moderado (50% en T3 y 66.67% en T2). El total de preñeces después de la sincronización fueron de 37.50% para T3 y de 54.17% para T2 (p=0.247). Considerando la fertilidad de los tratamientos a lo largo de la monta no existieron diferencias (p=0.91) siendo 79.2% para T3 y 83.3% para los demás (T2 y T1). En cuanto a SVPS se presentaron diferencias (p=0.001) en favor de T2 con 1.65 SVPS comparado a T3 con 2.33 SVPS. Para SVPT comparando T2 y T3 con el grupo control (T1) no hay diferencia significativa (P=0.817). Los DEM no fueron diferentes (p=0.39) siendo T1=26.95d, T2=18.3d y T3=23.68d. Con estos resultados bajos a medios en fertilidad y respuesta a sincronización, y los elevados costos por tratamiento hacen esta práctica poco atractiva para el trópico.

TABLA DE CONTENIDO

Derechos de autor	i
Página de firmas	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Resumen	v
Tabla de contenido	vi
Índice de cuadros	viii
Índice de gráficos	ix
Índice de anexos	x
 I INTRODUCCIÓN	 1
Objetivos	2
 II REVISIÓN DE LITERATURA	 3
1 INTRODUCCIÓN	3
2 CICLO ESTRAL	4
2.1 Estro	5
2.2 Metaestro	5
2.3 Diestro	5
2.4 Anestro	6
3 CONTROL ENDOCRINO DE LA REPRODUCCIÓN	6
4 GLÁNDULAS Y HORMONAS DEL SISTEMA ENDOCRINO	7
4.1 Hipotálamo	7
4.2 Hipófisis	7
4.3 Ovarios	8
5 SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO	8
5.1 Métodos generales	10
5.2 Hormonas usadas en la sincronización del estro	11
5.2.1 Progesterona	11
5.2.1.1 Métodos de administración	11
5.2.1.1.1 Inyección	11
5.2.1.1.2 Implante	12
5.2.1.1.3 Oral	12
5.2.1.1.4 Métodos Intravaginales	12
5.2.1.1.4.1 Esponja	12
5.2.1.1.4.2 Presario	12
5.2.1.2 Acerca de CIDR-B	13
5.2.2 Prostaglandina	13
5.2.2.1 Métodos de administración	14

5 2 2 1 1 Sistema de una inyección	14
5 2 2 1.2 Sistema modificado	15
5 2 2.1.3 Sistema de dos inyecciones	15
5 2 2 2 Acerca de LUTALYZE	15
5 2 2 2 1 Funciones	15
5 2 3 Combinación de Progesterona y Prostaglandina	16
5 2.4 Otras hormonas	16
5 2.4.1 Hormona Liberadora de Gonadotropinas	16
5 2 4 2 Estradiol	16
5 2 4 3 Suero de Yegua Preñada	16
6 DETECCIÓN DE CELO	17
7 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	18
 III MATERIALES Y MÉTODOS	 19
1 Localización del Estudio	19
2 Animales usados	19
3 Manejo general	19
4 Tratamientos	20
5 Detección de celo	21
6 Inseminación Artificial	21
7 Determinación de Preñez	21
8 Variables a medir	21
9 Diseño experimental	21
 IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 23
1 Respuesta a Sincronización	23
2 Intervalo post-tratamiento a presentación de estro	25
3 Porcentaje de fertilidad al primer estro sincronizado	29
4 Porcentaje de fertilidad al segundo estro sincronizado	30
5 Porcentaje de preñez total	31
6 Pajillas por vaca sincronizada preñada	32
7 Pajillas por vaca preñada total	33
8 Dias en monta	34
 V COMPARACIÓN ECONÓMICA	 36
VI CONCLUSIONES	39
VII RECOMENDACIONES	40
VIII BIBLIOGRAFÍA	41
IX ANEXOS	45

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO

1.- Respuesta de la sincronización del estro por los animales que recibieron tratamiento hormonal	23
2.- Horas post-tratamiento al estro presentado por las vaquillas tratadas con progesterona (CIDR®) y prostaglandina (LUTALYZE®)	25
3.- Distribución de vaquillas según las horas transcurridas entre el final del tratamiento y el inicio de los signos de estro	26
4.- Fertilidad del estro sincronizado obtenido con dos tratamientos hormonales a base de Progesterona (CIDR®) y Prostaglandina (LUTALYZE®)	29
5.- Total de vaquillas preñadas debido al efecto del programa de sincronización de estro a base de Progesterona y Prostaglandina F _{2α}	30
6.- Número total de vacas que quedaron preñadas durante todo el periodo de monta, comparando entre los tres tratamientos del ensayo (CIDR®-LUTALYZE®-CONTROL)	32
7.- Número de pajillas por vaca preñada en los dos tratamientos hormonales	33
8.- Número total de pajillas por vaca preñada comparando los dos tratamientos con agentes sincronizadores y el control	33
9.- Días en monta de las vaquillas de los tres tratamientos	34
10.- Rubros principales de los costos necesarios para lograr la gestación de una vaquilla de reemplazo	37
11.- Costos por vaquilla en la monta y por vaquilla en el programa de sincronización de los tres diferentes tratamientos	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO

- | | |
|--|----|
| 1.- Respuesta de la sincronización comparando los animales que recibieron tratamiento hormonal | 27 |
| 2.- Horas post-tratamiento de presentación del estro por vaquillas tratadas con progesterona (CIDR) | 28 |
| 3.- Horas post-tratamiento de presentación del estro por vaquillas tratadas con prostaglandina F ₂ α (LUTALYZE) | 28 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

1.- Peso de los animales utilizados.	45
2.- Estado ovárico de las vaquillas determinado por medio de palpación rectal	46
3.- Horas a la presentación del primer estro post-tratamiento presentado por animales con tratamiento hormonal de Progesterona (CIDR [®]) o Prostaglandina (Lutalyze [®])	47
4.- Días a la presentación del primer estro post-tratamiento presentado por animales con tratamiento hormonal de Progesterona (CIDR [®]), Prostaglandina (Lutalyze [®]) y por animales del grupo Control	48
5.- Días a servicio efectivo presentado por animales con tratamiento hormonal de Progesterona (CIDR [®]), Prostaglandina (Lutalyze [®]) y por animales del grupo Control	49
6.- Análisis de varianza para la variable dependiente Días en monta (DEM)	50
7.- Diferencia de medias para la variable Días en monta (DEM)	50
8.- Comparación entre medias para la variable Días en monta	50
9.- Análisis de varianza de la variable dependiente Pajillas por vaca preñada total (PVPT)	51
10.- Diferencia de medias para la variable Pajillas por vaca preñada total (PVPT)	51
11.- Comparación entre medias para la variable Pajillas por vaca preñada total (PVPT)	51

12.- Análisis de varianza de la variable dependiente Pajillas por vaca preñada sincronizada (PVPS).....	52
13.- Medias de la variable Pajillas por vaca preñada sincronizada (PVPS)	52
14.- Análisis de varianza de la variable dependiente Pajillas por vaca sincronizada hasta el segundo celo sincronizado (PVP2CS)	53
15.- Medias de la variable Pajillas por vaca preñada al segundo celo sincronizado (PVP2CS)	53
16.- Análisis de varianza de la variable dependiente Horas para presentación de celo (HPC)	54
17.- Diferencia de medias para la variable Horas para presentación de celo (HPC)	54
18.- Prueba Chi cuadrado para comparación del porcentaje de preñez total entre las vaquillas de todos los tratamientos	55
19.- Prueba Chi cuadrado para comparación del porcentaje de fertilidad entre las vaquillas de los tratamientos que recibieron tratamiento hormonal	55
20.- Prueba Chi cuadrado para la comparación del porcentaje de respuesta a la sincronización entre las vaquillas que recibieron tratamiento hormonal	56
21.- Prueba Chi cuadrado para comparación del porcentaje de fertilidad al segundo celo sincronizado entre las vaquillas de los tratamientos que recibieron tratamiento hormonal	56
22.- Detalle de costos del grupo Control	57
23.- Detalle de costos del tratamiento con Prostaglandina F2- α (LUTALYZE [®]), tomando en cuenta solo el periodo de sincronización y los animales que quedaron preñados durante este tiempo	58

24.- Detalle de costos del tratamiento con Prostaglandina F2- α (LUTALYZE [®]), tomando en cuenta todo el periodo de monta y los animales que quedaron preñados durante este tiempo	59
25.- Detalle de costos del tratamiento con Progesterona (CIDR [®]), tomando en cuenta solo el periodo de sincronización y los animales que quedaron preñados durante este tiempo	60
26.- Detalle de costos del tratamiento con Progesterona (CIDR [®]), tomando en cuenta todo el periodo de monta y los animales que quedaron preñados durante este tiempo.	61

1. INTRODUCCIÓN

Cada día la competencia en el sector agropecuario es más difícil, obligando a los productores a ser más eficientes para poder subsistir. Las explotaciones de ganado de carne de Latino América han funcionado a lo largo del tiempo con recursos tecnológicos escasos y deficientes. Estas empresas trabajan con sistemas extensivos de pastoreo, o bien como explotaciones de doble propósito dependiendo de las circunstancias económicas del momento. Es por esta difícil situación que es necesario introducir al medio técnicas que mejoren, no solo la producción total, sino la productividad de los hatos.

Entre las técnicas que pueden ayudar se encuentran la Monta Estacional, la Inseminación Artificial y el Implante de Embiones. Técnicas que permiten un avance y selección genética mayor y más acelerada, además previenen enfermedades y facilitan el manejo del hato en general. Métodos que son muy eficientes, pero exigen de condiciones especiales que no están al alcance de cualquier productor. Ejemplo de estos requisitos son el buen estado nutricional y sanitario del animal, por estar estrechamente ligados con la fertilidad de cualquier animal de granja. Otro requisito indispensable es una detección de celo sumamente eficiente en caso de la Inseminación artificial, y el conocimiento del estado correcto del ciclo estral en la vaca nodriza, en el caso del Implante de embiones.

Para la adopción de estas técnicas se ha desarrollado una solución, esta es la Sincronización de celo, la cual por medio de tratamientos hormonales a base de productos como Progesterona y Prostaglandina $F_2 \alpha$, permite al productor estar en control del ciclo estral de la vaca y evitarse los problemas que representa la constante y necesaria detección de celo, facilitando así el manejo en general y la introducción de la tecnología a los hatos. Solamente combinando estas técnicas de una manera adecuada y mejorando el manejo se podrán mejorar los resultados productivos de los hatos ganaderos de nuestros países.

OBJETIVOS

GENERAL:

Estudiar la efectividad de dos métodos de sincronización de celo para facilitar la introducción de la inseminación artificial en hatos ganaderos.

ESPECÍFICOS:

1. Establecer la efectividad del uso de un análogo de la Prostaglandina $F_2 \alpha$ (Dinoprost, Lutalyze[®], UpJohn, USA) para la sincronización de celo en vaquillas de reemplazo.
2. Establecer la efectividad del uso de un análogo de la Progesterona (Eazi-Breed, CIDR[®], USA) para la sincronización de celo en vaquillas de reemplazo.
3. Efectuar una comparación económica entre ambos métodos de sincronización.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Introducción

Las empresas orientadas a la producción de ganado de carne en América Latina se enfrentan a un sin número de problemas, siendo uno de los más importantes la baja eficiencia reproductiva. La fertilidad de los hatos es baja, estimándose que el porcentaje de vacas que destetan becerros cada año alcanza un 50% (Latinoconsult, 1984). Esta baja tasa reproductiva se debe a varios factores, entre los cuales la nutrición tiene un papel determinante. Sin embargo, existen otros factores que influyen, como por ejemplo el mal manejo de las hembras de reemplazo, lo que hace que alcancen demasiado tarde la pubertad. Se ha determinado que la edad a primer parto de las vaquillas varía entre 3 y 5 años (Latinoconsult, 1984), lo cual retrasa el potencial productivo, ya que la edad promedio en que deberían ser servidas varía entre los 14 y 22 meses, dependiendo de la raza (Hafez, 1987; Helman, 1986).

Otro problema que reduce el potencial reproductivo en bovinos es el anestro post-parto prolongado, el cual no permite que el intervalo entre partos sea el recomendable, 12 meses. Este problema se atribuye principalmente al amamantamiento excesivo y al mal estado nutricional de los vientres al momento del parto (Ewel, 1994).

Todos estos problemas tienen solución en el manejo correcto y eficiente de los hatos. Parte importante de este manejo es mantener en buen estado sanitario y nutricional en el animal, para que así pueda cumplir con su función reproductiva.

Actualmente existen técnicas, como la Inseminación Artificial y la Transferencia de Embriones, las cuales permiten un acelerado mejoramiento genético y además, ayudan a solucionar las limitantes reproductivas en hatos con bases genéticas reducidas, al introducir material genético de hatos con altos índices reproductivos (Helman, 1986; Sorensen, 1991). Sin embargo, a pesar de que el efecto positivo de la Inseminación Artificial es conocido ampliamente desde hace 60 a 70 años (Sorensen, 1991), todavía es difícil introducir esta técnica en hatos comerciales. Esto puede ser facilitado con técnicas como la Sincronización de celo.

2.1. Estro

El periodo de estro se conoce también con el nombre de celo o calor, y se produce a consecuencia de la presencia de los estrógenos, que son las hormonas femeninas estimulantes (Sorensen, 1991). En la víspera del estro se alcanzan los niveles máximos del estrógeno estradiol-17 β (Sorensen, 1991), que es la hormona ovárica predominante durante esta fase del ciclo. (Bath y col, 1985). En los animales domésticos el apareamiento solo ocurre durante este tiempo, (Hafez, 1987), es decir, solo durante el estro la hembra estará receptiva al macho y aceptará la cópula. (Bearden y col., 1982).

El estro tiene una duración de 12 a 18 horas en el bovino (Bearden y col., 1982). Esto es influenciado por la raza del animal. En los bovinos europeos tiene una duración de 12 a 18 horas, mientras que en los cebuinos es mucho más corto, encontrándose en estro de 3 a 6 horas. (Battaglia y col., 1991; Sorensen, 1991).

Aproximadamente un 5% del hato exhibe signos de celo cada día durante la temporada reproductiva (Sorensen, 1991) sin embargo, esto es afectado por varios factores tales como la lactancia y el estado nutricional del animal

2.2. Metaestro

Esta es la siguiente fase del estro y tiene una duración de 3 días. (Bearden y col, 1982) La ovulación ocurre durante esta fase, aproximadamente de 10 a 12 horas después del final del estro. El proceso de ovulación es provocado por los índices incrementados de secreción tanto de FSH (Hormona Folículo Estimulante) como de LH (Hormona Luteinizante) (Bath y col, 1985). También durante este tiempo los niveles de estrógeno disminuyen y la secreción de progesterona aumenta poco a poco. (Bath y col, 1985).

Durante el metaestro un 90% de las vaquillas y un 50% de vacas tienen una pequeña descarga de sangre de la vagina, lo que indica que el animal presento estro dos a cuatro días antes. (Bath y col, 1985).

2.3. Diestro

También se le llama fase lutea, debido a que durante este periodo el cuerpo luteo es totalmente funcional. (Bearden y col., 1982) Esta fase ocurre desde el día 5 del ciclo estral y tiene una duración de 12 a 15 días (Bath y col, 1985) terminando con la regresión del cuerpo luteo. La prostaglandina producida por el útero es la responsable de la destrucción o regresión del cuerpo luteo.

La duración de todo el ciclo estral esta relacionada con la duración de la fase lútea (Hafez, 1987) esto debido a que si no disminuye la concentración de la progesterona producida por el cuerpo lúteo la vaca se convertirá en acíclica. (Bath y col, 1985).

2.4. Anestro

La interrupción del ciclo estral se denomina anestro. Esto se refiere a un animal que no exhibe libido durante un tiempo prolongado por ser estacional, o bien por una situación temporal (Sorensen, 1991). El anestro es el mayor componente en la infertilidad post-parto y es afectado por varios factores como: estación, enfermedades, raza, distocia, presencia del toro, peso, condición corporal y los más importantes amamantamiento y nutrición (Short y col., 1990; Richards y col., 1989).

Opciones de manejo para disminuir el efecto del anestro son disminuir la época de monta a menos de 45 días, dar una buena nutrición para llegar a parto con condición corporal alta, evitar distocia y estimular la actividad estral (Short y col., 1990).

3. CONTROL ENDOCRINO DE LA REPRODUCCIÓN

El sistema endocrino es el causal de la regulación de los procesos reproductivos a través de las hormonas que produce. Las glándulas de este sistema carecen de conductos siendo de secreción interna directa a la corriente sanguínea. Estas glándulas secretan hormonas (agentes químicos) que regulan actividades específicas. Las glándulas que secretan las hormonas principales en la reproducción son el Hipotálamo, la Hipófisis (anterior y posterior), los ovarios, la corteza suprarrenal, la placenta y el útero (Bearden y col, 1982).

La definición de hormona es: Sustancia fisiológica orgánica producida por ciertas células especializadas que pasa al torrente circulatorio para su transporte, con el objeto de estimular o inhibir la actividad funcional del órgano o tejido blanco (Hafez, 1987).

Las hormonas se dividen en dos grupos: Peptídicas que son proteínas solubles en agua y el segundo grupo Esteroides, que son una clase especial de lípidos, cuyo precursor común es el colesterol (Sorensen, 1991; Bearden y col, 1982).

4. GLÁNDULAS Y HORMONAS DEL SISTEMA ENDOCRINO

4.1 Hipotálamo

El hipotálamo es una estructura que se halla ubicada en la porción inferior del cerebro (Bath y col.,1985), esta ligado a la hipófisis, y el sistema sanguíneo porta-hipofisiario lo conecta con la parte anterior de esta glándula (Bearden y col,1982). Esta es la vía vascular que se encarga del transporte de las hormonas hipotalámicas a la neurohipófisis (Hafez,1987).

El hipotálamo es un centro nervioso regulador y productor de hormonas. Este secreta la GnRH (Hormona liberadora de gonadatropinas) la cual como su nombre indica, provoca la liberación de las hormonas gonadotrópicas, LH y FSH (Bearden y col,1982) La GnRH también es eficaz para disolver quistes foliculares (Hafez,1987).

La hormona oxitocina también se sintetiza en el hipotálamo y es almacenada en la neurohipófisis (Sorensen, 1991). Esta hormona estimula la contracción del músculo liso del oviducto y del útero, por lo que ayuda en el transporte de gametos, además provoca la bajada de la leche durante el ordeño (Bearden y col,1982)

4.2. Hipófisis

La hipófisis está localizada en la base del cerebro (Bearden y col,1982), se encuentra debajo del hipotálamo en una depresión del hueso esfenoideas, llamada silla turca (Hafez,1987). La hipófisis está formada por dos glándulas, el lóbulo anterior, también llamado adenohipófisis y el lóbulo posterior o neurohipófisis (Bearden y col,1982).

La hipófisis anterior produce tres hormonas primarias de la reproducción: LH y FSH conocidas como gonadotropinas y la Prolactina. La hormona folículo estimulante también llamada Foliotropina (Hafez,1987), produce el crecimiento folicular y la producción de estrógenos en los ovarios (Bearden y col,1982). La hormona luteinizante también conocida con el nombre de luteotropina (Hafez,1987), causa la maduración del folículo, la ovulación y la formación del cuerpo luteo (Bearden y col,1982). Una elevación preovulatoria de LH inicia al incrementarse la concentración de estrógenos, y ocasiona la ruptura de la pared folicular y la ovulación (Hafez,1987)

4.3. Ovarios

Los ovarios que son las gónadas femeninas producen estrógenos, progestágenos, relaxina e inhibina. Los estrógenos son esteroides producidos en el folículo de Graaf. El estrógeno de mayor importancia es el Estradiol $17\text{-}\beta$ (Bearden y col, 1982), el cual es producido por las células de granulosa y teca interna del folículo (Sorensen, 1991).

Las principales funciones de los estrógenos según Bearden y col. son:

- El comportamiento de cópula durante el estro.
- Cambios cíclicos en el sistema folicular.
- Desarrollo de los conductos en la glándula mamaria.
- Desarrollo de las características sexuales secundarias.

De los progestágenos, la progesterona es la más importante. Esta hormona es sintetizada en el ovario por el cuerpo luteo (Bearden y col, 1982). También es producida en la placenta y la glándula suprarrenal (Hález, 1987).

Según Bearden las funciones principales de la progesterona son:

- Inhibición del comportamiento sexual.
- Mantenimiento de la preñez.
- Promover el desarrollo alveolar de la glándula mamaria.

Otras funciones de esta hormona son (Hález, 1987):

- Preparar el útero para la implantación.
- Altas concentraciones inhiben el estro y el pico de LH.

Los niveles de Progesterona interactúan con los de Estradiol. Una combinación de Progesterona y Estradiol inhiben la liberación de las hormonas gonadotrópicas, mientras que durante el estro, el aumento de estradiol estimula la LH. Por lo tanto se puede observar una acción recíproca entre gonadotropinas y esteroides para el mantenimiento del equilibrio hormonal (Bearden y col, 1982).

5. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO

La utilización de la Inseminación artificial para conseguir las ventajas que ofrece requiere de tiempo, labor y manejo, que son comúnmente factores limitantes en operaciones extensivas de ganado (Yelich y col., 1995). El mayor problema en estos programas que buscan ser económicos, obteniendo celos fértiles y de poco trabajo (Yelich y col., 1995) es la detección de celo.

(Battaglia y col.,1991). La detección de un grupo de hembras requiere tiempo, es laborioso y esta sujeto a error humano (Hafez,1987). La sincronización del estro podría hacer mucho más atractiva la Inseminación artificial para el productor de ganado de carne comercial, puesto que facilitaría el manejo al eliminar o disminuir la necesidad de la detección del estro (Bearden y col,1982).

La sincronización permite predecir el momento del estro con una seguridad razonable (Hafez, 1987), además reduce el tiempo necesario para detectar el celo, optimizando así la eficiencia de las labores al permitir la inseminación de un grupo grande de vacas (Battaglia y col., 1991). Con el aumento de vacas inseminadas se incrementan las posibilidades de preñez, aumentando así la fertilidad del hato y reduciendo el número de vacas descartadas por fracasos reproductivos (Archbald y col.,1993).

Otra ventaja que se obtiene al hacer uso de la sincronización del estro es el acortamiento de el periodo de monta y con esto el periodo de partos, disminuyendo así costos y a la vez produciendo animales uniformes y de alta calidad (Yelich y col.,1995;Sorensen, 1991). Así mismo, se puede cambiar la estación para que coincida con los patrones de mercado más favorables (Bearden y col., 1982) o bien con las épocas de mayor disponibilidad de alimento.

La sincronización e inducción del celo aporta otras ventajas como lo es el adelantar la pubertad, acortando así el intervalo entre generaciones para acelerar la selección genética (Sorensen, 1991), además se considera que cualquier método que induzca la temprana actividad ya sea de vaquillas o de vacas post-parto mejora la eficiencia reproductiva (Smith y col.,1987).

Haciendo un buen uso de esta técnica de sincronización del estro son pocas las desventajas que se presentan. Bajas tasas de concepción (35-45%) junto con costos elevados podrían ser los problemas más importantes (Sorensen, 1991), pero cada día se investiga más profundamente este tópico para obtener resultados reproductivos iguales o mayores a los obtenidos con métodos naturales.

En hembras domésticas cíclicas se controla el momento del estro por la secreción de progesterona del cuerpo luteo, la cual ejerce una retroacción negativa sobre la secreción de LH, por lo que los eventos endocrinos que conducen al estro serán inhibidos hasta que decline la concentración de la hormona debido a la regresión del cuerpo luteo (Hafez,1987). Esto significa que la sincronización del estro es en sí, el control de la vida del cuerpo luteo (Hafez,1987; Neimann y col,1993).

5.1. Métodos generales para sincronización

Según Hansel y Convey en 1983 citados por Hafez, existen dos vías generales para el control de la vida del cuerpo luteo y el subsecuente inicio del estro y ovulación

El primer método consiste en prolongar la fase lutea del ciclo estral usando progesterona o algún progestágeno (Gordon,1983). Cuando se proporciona la progesterona el cuerpo luteo regresa naturalmente y el progestágeno exógeno continua con la retroalimentación negativa sobre la secreción de LH. Al retirar o disminuir la concentración del progestágeno se presenta el estro de 2 a 8 días después (Hafez, 1987).

El segundo método consiste en acortar el ciclo artificialmente con un agente luteolítico, como lo es la Prostaglandina (Gordon,1983) o el estradiol (Hafez,1987). El agente luteolítico acorta la vida natural del cuerpo luteo, dando como resultado la regresión del mismo 24 a 72 horas después. El estro se presenta posteriormente 2 a 3 días (Hafez,1987). Para que este método sea eficiente los animales forzosamente deben estar ciclando (Gordon,1983) y además encontrarse entre los días 8 y 18 del ciclo para que el cuerpo luteo responda al tratamiento (Laverdiere y col.,1995)

Varios factores afectan la respuesta de un grupo de animales para un programa de sincronización de estro. Estos son la raza, edad del animal, nutrición, nivel de producción láctea, intervalo post parto, estación del año, tipo de alojamiento, temperatura, humedad y precipitación (Hafez,1987).

Otro factor que limita la eficacia de los programas de sincronización en hatos con vaca y ternero es el numero de animales ciclando al inicio de la temporada (Yelich y col.,1995 b). Ha sido comprobado que vacas en lactancia tienen un intervalo de parición a primer estro mayor que vacas que no están criando ternero (Fanning y col.,1995;Yelich y col.,1995 b). Una opción para solventar este problema es el destete temprano, pero corre el riesgo de no ser rentable, por lo que la remoción del ternero por 48 horas es una alternativa importante (Yelich y col ,1995 b) que no causa disminución en el peso al destete (Fanning y col.,1995).

5.2. Hormonas usadas en la sincronización de celo

Los agentes sincronizadores más comúnmente usados son la Prostaglandina $F_{2\alpha}$ y sus análogos, así como también la Progesterona y una combinación de ambos (Neimann y col.,1993)

5.2.1. Progesterona

La progesterona es una hormona esteroide que tiene como precursor al colesterol. La progesterona es secretada por el cuerpo luteo, además por el complejo feto-placenta, el cual es capaz de suplir los requerimientos de esta hormona desde la mitad de la preñez. Las principales funciones de la progesterona en el proceso reproductivo son (Neimann y col.,1993):

- Promueve el crecimiento de las glándulas endometriales.
- Promueve el desarrollo alveolar de la glándula mamaria
- Promueve actividad secretora del oviducto y de las glándulas endometriales
- Previene la contracción del útero.
- Regula la secreción de las gonadotropinas en la pituitaria

La progesterona y los progestágenos son productos ampliamente usados para la sincronización de estro en vacas y vaquillas. La función que tienen es prevenir la liberación de FSH para evitar el estro hasta que se retire la fuente de progesterona (Bearden y col.,1982). Terminado el tratamiento con progesterona los animales presentan signos de estro de 24 a 48 horas (Gordon,1983) y hasta los 6 días (Bearden y col.,1982).

5.2.1.1. Métodos de administración

Existen muchas maneras en que la progesterona o sus análogos se pueden administrar, según Gordon en 1983, las más importantes son por medio de inyecciones, oralmente en el alimento o el agua, implante subcutáneo, tópico, esponja intravaginal y presario intravaginal.

5.2.1.1.1 Inyecciones: Debido a que la progesterona tiene una vida media muy corta, hace necesario la administración continua, provocando que las inyecciones además del tiempo, el trabajo necesario no lo haga una práctica comercialmente factible (Gordon,1983). Las inyecciones deben tener un tiempo suficientemente largo para que el cuerpo luteo involucre (Bearden y col.,1982). Otro factor que influye es que en los programas a largo plazo se reduce la fecundidad, aun cuando el estro este bien sincronizado (Hafez,1987).

5.2.1.1.2. **Implantes:** Comúnmente se usan hules de silicona, los cuales liberan continuamente esteroides. Se colocan subcutáneamente en el oído, consiguiendo buenas respuestas a la sincronización y tasas de fertilidad aceptables (Gordon, 1983). Se pueden usar junto con valerato de estradiol para eliminar cualquier cuerpo luteo que pudiera estar aportando progesterona naturalmente (Sorensen, 1991), esta combinación mejora tanto la sincronización como la fertilidad (Ceva, 1986). El implante se retira a los 9 días esperando la respuesta a la sincronización dentro de los 5 días posteriores a su remoción (Ceva, 1986).

5.2.1.1.3. **Oral:** Los progestágenos se pueden administrar oralmente gracias a que las hormonas pasan por el estómago sin ser digeridas, la desventaja es que pueden haber vacas dominantes que dejen a animales débiles con niveles menores de la hormona (Sorensen, 1991). Estos agentes sincronizadores que se administran oralmente son ventajosos para explotaciones que mantienen los animales confinados o con suplementación continua. La desventaja es que los periodos largos de administración de progestagenos se asocian con bajas fertilidades (Neimann y col., 1993).

5.2.1.1.4. Métodos intravaginales

Los métodos intravaginales consisten en esponjas o presarios, los cuales liberan lentamente progesterona para simular la fase lutea. Son acompañados de pastillas de estradiol para la regresión del cuerpo luteo y así lograr que toda la progesterona circulante sea la provista por el agente sincronizador administrado.

5.2.1.1.4.1 **Esponja:** Las esponjas son aditamentos que se colocan en la vagina haciendo uso de un espéculo. Se hace con el fin de que la mucosa absorba la progesterona que recubre a la esponja (Neimann y col., 1993). Este dispositivo obtiene buena retención, reportándose hasta un 95% de éxito (Gordon, 1983). Anteriormente se necesitaba de 18 a 21 días para obtener resultados favorables, pero actualmente si se acompaña de una dosis de estradiol, para lograr la regresión del cuerpo luteo, el tratamiento se acorta a un periodo de 9 a 12 días (Gordon, 1983).

5.2.1.1.4.2. **Presario:** Es un método relativamente nuevo, el cual consiste en embeber de progesterona un hule de silicona, el cual se introduce a la vagina y por medio de presión se mantiene en su sitio hasta en un 98% de los casos (Sorensen, 1991). Incluyendo una pastilla de estrógeno consistente de 10mg de benzoato de estradiol se ha logrado bajar la duración del tratamiento a 11 días (Gordon, 1983).

5.2.1.2. Acerca de CIDR-B[®]

El producto usado para la administración de la progesterona fue el presario intravaginal EAZI-breed, CIDR-B[®]. La sigla B se refiere a que es específico para los bovinos. Cada presario contiene un 10% de progesterona, equivalente a 1.9g. (CIDR Devices, 1992).

El presario es recomendado para controlar el ciclo estral de vaquillas y vacas adultas, además para tratar anestro post-parto en vacas lactantes. Los resultados se esperan de 48 a 96 horas después de retirado el dispositivo. Junto al presario se administra una pastilla del producto CIDROL[®] 10M, el cual libera 10mg. de benzoato de estradiol (CIDR Devices, 1992).

5.2.2. Prostaglandina

La sincronización del celo tiene mucha aplicación en la producción animal, y los agentes luteolíticos basados en la prostaglandina son ampliamente usados en las especies de ruminantes (Neimann y col., 1993). El uso de las prostaglandinas esta mucho más infundida en los hatos lecheros que en los de carne, donde se les usa mayormente para la inseminación artificial y el transplante de embriones. Otros efectos de la prostaglandina puede ser ayudar en la involución uterina y para restaurar la actividad ovárica, además su función luteolítica también es usada para provocar abortos y para el tratamiento de ciertas condiciones patológicas, como ovarios císticos y piometra (Archbald y col., 1993).

Las prostaglandinas constituyen un grupo de ácidos grasos poli-insaturados esenciales con cadenas de 20 carbonos, que tienen como precursor al ácido araquidónico (Neimann y col., 1993). Las prostaglandinas no son hormonas realmente, por lo que también se les llama para-hormonas. Esto se debe a que no son secretadas por una glándula en particular y también debido a que por su corta vida pueden ejercer funciones locales (Neimann y col., 1993). Existen diferentes prostaglandinas, la liberada por el útero es la prostaglandina $F_{2\alpha}$, la cual juega un papel importante en la reproducción (Neimann y col., 1993).

El estro se puede inducir en vacas usando la Prostaglandina $F_{2\alpha}$ (Laverdiere y col., 1995). Su efecto relevante es la lisis del cuerpo luteo presente (Sorensen, 1991). Al desaparecer el cuerpo luteo la secreción de progesterona baja e inicia un rápido crecimiento folicular (Bearden y col., 1982).

Los animales que se encuentran en los días 4 al 8 del ciclo demuestran tener una respuesta baja a la prostaglandina comparada a las vacas que están en los días 9 al 17 del ciclo (Laverdiere y col.,1995; Yelich y col.,1995). Esta condición se debe a que en la etapa temprana del cuerpo luteo no existen los receptores suficientes para responder a la prostaglandina (Pursley y col.,1995). Más adelante en el ciclo después del día 17 el cuerpo se destruye naturalmente (Bearden y col.,1982) por lo que no se justifica la aplicación de la hormona. Los signos de celo ocurren de 48 a 96 horas después de terminado el tratamiento (Gordon,1983). Estos resultados tardan 1 día mas que con métodos usando progesterona, ya que se demora más en que las concentraciones de progesterona lleguen a niveles basales (Gordon,1983).

Se ha mostrado que la fertilidad del estro inducido es similar al celo normal no inducido (Archbald y col.,1993). Se han obtenido mejores resultados en vaquillas que en vacas lactantes, esto se asocia al tamaño del folículo presente a la hora del tratamiento (Gordon,1983).

Los análogos existentes han demostrado ser más económicos pero menos efectivos, obteniendo tasas de concepción de 33 a 40% (Sorensen, 1991). Estos análogos parecen ser más potentes y con efectos diferentes (Gordon,1983). La potencia de los análogos es atribuida al hecho de que estos compuestos no son inactivados en los pulmones, a diferencia de las prostaglandinas naturales (Bearden y col.,1982).

5.2.2.1. Métodos de Administración

Los métodos principales para la inducción del estro usando prostaglandinas son:

5.2.2.1.1. Sistema de una inyección

Al usar este método se usaban altas dosis de hormona llegando hasta 30mg, o bien un análogo fuerte (Gordon,1983). Se administra intramuscular debido a que la vida media es muy corta, entre 2 y 3 minutos (Sorensen, 1991). El cuerpo luteo inicia su regresión unas horas después de la inyección, pero esto si es un cuerpo luteo funcional, de otra manera no será efectivo el tratamiento (Sorensen, 1991). Su función optima se encuentra entonces del día 7 al 8, donde es más eficiente la sincronización (Laverdiere,1995; Pursley,1995). Se estima que un 40% de las vacas que están ciclando no respondan al método de una inyección debido a que se encuentren antes del día 6 o después del 17 del ciclo estral (Gordon,1983). Con este método se recomienda que las vacas que no mostraron celo se pongan con el toro para lograr la concepción (Neimann y col.,1993).

5.2.2.1.2. Sistema de una inyección modificado

Se efectúa la detección de celo de los animales por 5 días, esperando que un 15-20% entren en estro, los restantes reciben una dosis de Prostaglandina esperando los efectos. Esto se hace con el objeto de reducir el costo del tratamiento hormonal (Palacios, 1988).

5.2.2.1.3. Sistema de dos inyecciones

Un enfoque usado ha sido que para usar prostaglandina para la inducción de celo se necesita de 2 dosis con 11-14 días de separación (Archbald y col., 1993). Al aplicar la segunda dosis todos los cuerpos lúteos deben estar maduros por lo que se espera que la mayoría de los animales entren en celo 3 días después (Sorensen, 1991). Una ventaja del método de dos inyecciones es que mantiene la sincronía 3 semanas después con las vacas que repiten el estro (Hafez, 1987).

5.2.2.2. Acerca de LUTALYZE®

Este producto comercial contiene prostaglandina $F_2\alpha$ (Dinoprost) como sal de trometamina de la $F_2\alpha$ (PGF 2α). Este es un polvo cristalino blanco o blanquecino soluble en agua a temperatura ambiente en concentraciones de por lo menos 200 mg/ml.

5.2.2.2.1. Funciones

Lutalyze® está indicado para usarse en vacas y cerdos para:

- Programar el tiempo de estro y ovulación en vacas con ciclo normal.
- Tratar vacas sin signos estrales externos (subestro o estro silencioso)
- Para inducir el aborto en vacas
- Para inducir el parto en vacas y cerdas.
- Para el tratamiento de metritis crónica y piometra en vacas.
- Para la reproducción controlada en vacas

Se puede utilizar su efecto luteolítico para controlar la presentación del estro en vacas con ciclos estrales normales y que tengan un cuerpo lúteo funcional. Además solamente deben tratarse animales que tengan no menos de 35 días después del parto. Los resultados se esperan de 2 a 5 días terminado el tratamiento (última inyección).

5.2.3. Combinación de prostaglandina y progesterona

Este método es una alternativa para evitar que la dosis de prostaglandina sobre el cuerpo luteo no sea receptiva (Gordon, 1983). Este método utiliza el agente luteolítico para regresar el cuerpo luteo y el progestágeno para simular la acción del cuerpo luteo a fin de prevenir el estro hasta su retiro (Hafez, 1987). Según Bearden y col. la combinación de estas hormonas ha demostrado ser promisoría, obteniendo ventajas como:

- Acorta el periodo de tratamiento con progesterona
- Requiere solo un tratamiento de prostaglandina.
- Acorta la sincronización.
- Proporciona una mejor sincronización.
- Mayor fecundidad.

5.2.4. Otras hormonas

5.2.4.1. Hormona Liberadora de Gonadotropinas

Se usa la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) de 30 a 40 horas después del tratamiento de progesterona o bien 60 horas después del de prostaglandina, esto para mejorar el pico de LH y obtener una ovulación buena (Gordon, 1983).

5.2.4.2. Estradiol

El estradiol acelera la luteolisis y acorta el periodo de tratamiento en el caso de los progestágenos (Bearden y col, 1982). Otra función es que provoca un pico de LH más notable. La desventaja es que se han encontrado bajas en las tasas de concepción usando esta hormona (Gordon, 1983).

5.2.4.3. Suero de yegua preñada

Combinando la utilización de un implemento que libere progesterona como la esponja intravaginal con el suero de yegua preñada (PMSG) se logra la estimulación ovárica fuera de la estación de apareo pero con la desventaja de no lograr fertilidades altas y usualmente el ciclo no se reanuda (Neimann y col., 1993).

6. DETECCIÓN DE CELO

El principal problema en los programas de Inseminación artificial es el detección de celo. Cuando es malo o inexacto, se prolongan los intervalos entre partos, lo que se traduce en animales con mayor número de días abiertos y menores ganancias para el ganadero (Battaglia y col., 1991).

En ganado de carne, en muchos casos es preciso hacer la observación en los pastizales o comederos, lo que demanda más tiempo pues las vacas están dispersas en grandes áreas (Battaglia y col., 1991). El error en detección de celo se ha reportado de ser desde un 5% hasta el 60%, siendo mayor en pastoreo que confinado (Reimers y col., 1985). La eficiencia en la detección disminuye cuando la observación de celos es realizada únicamente dos veces al día, dejando de detectar hasta un 31.5% (Hernandez y col., 1993).

El comportamiento típico suele observarse en la madrugada, disminuye durante el día y vuelve a aumentar cuando atardece (Battaglia y col., 1991). Una vaca se considera en celo si se mantiene inmóvil cuando un toro u otra vaca la monta (Laverdiere y col., 1995). Además las vacas presentan otros signos los cuales, según Battaglia y col. en 1991 son: caminan más, muestran una secreción transparente en la vulva, recarga la cabeza en la grupa de otro animal, levanta la cabeza, muge con frecuencia, poco apetito, vulva roja e hinchada y los pelos levantados en la base de la cola. El clima adverso o cambios de temperatura en ocasiones inhiben estos signos del estro (Battaglia y col., 1991).

La detección de estro se hace visualmente por personal entrenado. Comúnmente se practica dos veces al día, en las mañanas y en la tarde (Laverdiere y col., 1995). También existen técnicas auxiliares que facilitan el trabajo como lo son parches, marcadores de cera de color, marcadores de barbilla, toros con el pene bloqueado o vasectomizados o bien con vacas con tratamiento hormonal (Battaglia y col., 1991).

Otro método auxiliar de detección de celo, y que fue usado en el presente trabajo es el uso de pintura aplicada a la grupa del animal, lugar afectado al permitir la monta por otro animal. Esta técnica ha probado ser efectiva hasta en un 94% (Gordon, 1983).

Es evidente que la baja eficiencia de la detección de celo es una de las causas más importantes de pérdidas económicas de carácter reproductivo (Hernandez y col., 1993). Es por esto que se busca eliminarla o facilitarla mediante la inseminación a una hora específica por medio de la sincronización del estro (Pursley y col., 1995).

7. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La inseminación artificial es la técnica aislada más importante que se ha desarrollado para el mejoramiento genético de los animales (Hafez, 1987). Según Bearden las ventajas de la Inseminación artificial son:

- Mejoramiento genético.
- Control de las enfermedades venéreas y de otro tipo.
- Mejoramiento del control de registros.
- Seguridad al eliminar animales con temperamento peligroso.
- Más económico

Otras ventajas de esta técnica son la facilidad para hacer pruebas de descendencia y permitir las cruas para cambiar el propósito de la producción (Hafez, 1987).

Esta técnica necesita obligatoriamente de la detección eficiente del estro, por lo que toma importancia la sincronización de celo.

Las vacas se inseminan 12 horas después de haber sido detectadas (Laverdiere y col, 1995, Silcox, 1995; Battaglia, 1991). Si muestra estro por la mañana se insemina por la tarde y si la actividad se observa por la tarde se insemina a la mañana siguiente (Battaglia y col., 1991). A esta metodología se le llama la regla AM/PM-PM/AM (Gordon, 1983), y se basa en que la ovulación en la vaca ocurre de 10 a 12 horas después de terminado el estro. Se han obtenido mejores resultados de concepción con AM/PM que con PM/AM, 52.2% vs 47.1% respectivamente (Reimers y col, 1985).

Según Tanabe y Hann en 1984, citados por Hafez se puede Inseminar artificialmente con tiempos fijos los animales sincronizados, pero se obtienen mejores resultados al inseminar con base en la manifestación del celo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización del estudio

Este trabajo se realizó en la sección de Ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el departamento de Francisco Morazán, a 32 km. de Tegucigalpa, Honduras.

Los primeros 15 días (10 de Junio al 25 de Junio) se llevó a cabo con los animales confinados en las instalaciones de estabulación de la sección ubicadas en Colindres. Luego pasaron a los potreros, específicamente Zorrales No. 7 y Monte Redondo No. 5 y 6, los cuales tienen una extensión total de 28 Ha. y donde permanecieron durante el resto de la monta, la cual terminó el día 15 de Septiembre.

2. Animales usados

Se utilizaron 72 vaquillas con buena condición corporal y peso promedio de 397.27 ± 5.01 kg. (Anexo 1). Todos los animales se hallaban con actividad ovárica normal, determinada por medio de palpación rectal el día 20 de Mayo (Anexo 2). La edad de los animales era de aproximadamente dos años. Los animales eran de las razas Brahman ($n=24$), Beefmaster ($n=24$) y encaste de Holstein con Brahman ($n=24$). Los animales fueron asignados en 3 grupos de 24 animales cada uno, balanceados por peso, composición racial y edad. Quedando cada grupo compuesto por 8 animales de cada grupo racial, ver anexo 1.

3. Manejo General

Todos los animales antes de ser distribuidos entre los tratamientos fueron palpados rectalmente para determinar su actividad ovárica, descalificando cualquiera que tuviera alguna anomalía reproductiva o bien no estuviera ciclando.

Además como parte del manejo general antes de iniciar el experimento todos los animales fueron pesados y desparasitados con una ivermectina (IVOMEC®, Merck & Co., EUA) de administración tópica a lo largo de la línea dorsal desde la cruz hasta la inserción de la cola, a una dosis de 1ml/10kg de peso vivo.

4. Tratamientos

Este experimento constó de dos tratamientos con agentes sincronizadores y un testigo o grupo control.

4.1. Grupo Control

Este grupo no recibió agentes sincronizadores y se inseminó según la presentación del celo natural, el cual fue supervisado desde el primer día del experimento y se mantuvo en monta por un periodo de 97 días.

4.2. Grupo Prostaglandina

Se utilizó el producto comercial Lutalyze® (UpJohn, USA), que es un análogo de prostaglandina $F_{2\alpha}$ (Dinoprost trometamina). Se escogió el sistema de dos inyecciones (5ml, IM) como programa de sincronización. Las inyecciones se hicieron de forma intramuscular profunda en la parte posterior del animal haciendo uso de una aguja (18Ga * 1.5") por animal. Un periodo de 11 días transcurrió entre las dos inyecciones. Después de la segunda inyección comenzó el chequeo de celo para estos animales y la Inseminación artificial se realizó en base a celos observados.

4.3. Grupo Progesterona

Se utilizó un presario intravaginal (EAZI-breed, CIDR-B®, InterAg, New Zealand) el cual contiene 1.9 gr. de progesterona, la cual es liberada lenta y constantemente. Al mismo tiempo se administró una cápsula de 10mg. de benzoato de estradiol (CIDIROL 10MG®, InterAg, New Zealand). La inserción del presario se hizo de la manera más aséptica posible haciendo uso de desinfectante (NOVALSAN®, Aveco, USA) y yodo para las herramientas, además del uso de guantes para los trabajadores. A los 6 días del tratamiento se les hizo una aplicación de Prostaglandina $F_{2\alpha}$ usando el producto comercial ILLIREN® (Hoechst, Alemania), a una dosis de 2.5ml, de manera intramuscular profundo. A los 11 días del inicio del tratamiento se retiró el presario y se hizo un lavado intravaginal con una solución al 5% Oxitetraciclina (EMICINA 100®, Pfizer, Costa Rica) en un suero fisiológico a base de una solución salina al 0.9%, esto con el fin de evitar infecciones en la vagina causadas por el presario. Una vez retirado el presario se inició la detección de celo y la Inseminación artificial se realizó en base a celos observados.

5. Detección de celo

La detección de celo se hizo dos veces por día. La primera por la mañana de 5:30 a 7:30 AM y la segunda por la tarde de 3:30 a 5:30 PM. Para este fin se asignó un trabajador el cual fue debidamente entrenado para la observación del celo. Como auxiliar en la detección de celo los animales fueron pintados en la grupa con pintura a base de aceite con un color dependiendo del grupo a que pertenecían. Siendo Amarillo para el grupo Progesterona, Rojo para el grupo Prostaglandina y Rosado para el grupo Control. Además a los 45 días de monta se incluyó un toro celador para mejorar el trabajo de detección de estro.

6. Inseminación artificial

Los animales según se detectaron en estro se reportaban para ser inseminados aproximadamente 12 horas más tarde (regla AM/PM-PM/AM) por un técnico inseminador designado para todo el experimento.

7. Determinación de preñez

La determinación de preñez en todos los animales se realizó en base a palpación rectal. Esta práctica fue llevada a cabo 60 días después de terminada la monta por personal debidamente capacitado.

8. Variables a medir

- 8.1. - Días en monta (días)
- 8.2. - Horas post-tratamiento a la presentación de celo (horas)
- 8.3. - Porcentaje de preñez total (%)
- 8.4. - Porcentaje de presentación de celo (%)
- 8.5. - Porcentaje de vacas preñadas al 1er. celo sincronizado (%)
- 8.6. - Porcentaje de vacas preñadas al 2do. celo sincronizado (%)
- 8.7. - No. de servicios por vaca preñada sincronizada (# de pajillas)
- 8.8. - No. de servicios por vaca preñada total (# de pajillas)

9. Diseño experimental

Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) consistente en dos tratamientos y un grupo control. Para analizar los datos se usó el programa de Sistemas de Análisis Estadístico (SAS). Además se realizaron pruebas de Chi cuadrado para comparar la distribución de frecuencias en las variables Porcentaje de preñez total, Porcentaje de presentación de celo, Porcentaje de vacas preñadas al 1er celo sincronizado.

Porcentaje de vacas preñadas al 2do. celo sincronizado, mientras que para las variables Días en monta, Pajillas por vaca preñada total, Pajillas por vaca preñada sincronizada y Horas a presentación de estro se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y para comparar tratamientos en los casos donde existían diferencias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (SAS, 1991) para la separación de medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. RESPUESTA A SINCRONIZACIÓN

Para comparar la respuesta de sincronización únicamente se toman en cuenta los animales que recibieron tratamiento con agentes sincronizadores, ya sea a base de Prostaglandina $F_{2\alpha}$ (Lutalyze[®]) ó Progesterona (CIDR-B[®]). En el cuadro 1 se presenta la respuesta por tratamiento, observándose que para el CIDR[®], en 14/24 animales se sincronizó el estro, mientras que para el tratamiento con prostaglandina fueron 15/24 las vaquillas sincronizadas. Como se observa no existió diferencia ($p=0.77$) en la respuesta a sincronización entre CIDR-B[®] (58.33%) y $PGF_{2\alpha}$ (62.50%)

CUADRO 1.- Respuesta de la sincronización del estro por los animales que recibieron tratamiento hormonal.

	No.de vacas		Total
	Trat. CIDR [®]	Trat. $PGF_{2\alpha}$	
Animales tratados	24,00	24,00	48,00
En estro sincronizado ¹	14,00	15,00	29,00
Sincronización ²	58.33%	62.50%	60.42%

1: Definido por presentación de celo en los 5 días post-tratamiento.

2: No existe diferencia significativa. ($p=0.77$, Anexo 20)

La respuesta de sincronización de 58.33% de animales sincronizados con el tratamiento de progesterona fue menor que los obtenidos en estudios realizados en la misma localidad (EAP) con resultados de 74% (Martínez,1992) y 100% (Cal, 1991). Esta diferencia se atribuye a la respuesta baja que se obtuvo con las vaquillas Brahman (2/8 animales sincronizados), los cuales no respondieron bien al tratamiento o bien por la falla en la detección del estro a estos animales, debido a que las vaquillas de esta raza presentan estros más cortos y menos intensos que las otras razas, además de tener menor comportamiento homosexual (Randel,1990), por lo que el método de detección de estro de este experimento pudo ser poco efectivo con las vaquillas Brahman.

Otra razón de la diferencia fue el producto usado, siendo en este caso CIDR[®] que es una fuente de progesterona natural y en los otros estudios Syncro Mate-B[®], que tiene como base Norgestomet, que es un progestágeno sintético.

Además, Cal (1991) y Martínez (1992) tenían una mejor relación de animales tipo *Bos taurus*. Esto demuestra que en un programa de sincronización existen muchos factores que influyen en la respuesta de los animales, siendo el producto usado, la raza y el estado nutricional, sanitario y de madurez de los mismos animales factores muy importantes.

Comparada la respuesta de 58.33% (14/24 animales sincronizados) con un estudio hecho por Tribulo (1995) en una localidad distinta, el resultado también permanece inferior al 93% obtenido en este, el cual hizo uso del mismo producto (CIDR⁵). En este caso la diferencia se atribuye al manejo del programa de sincronización, ya que el estudio hecho por Tribulo difiere en el tiempo de exposición al presario (9 días) y al momento de la inyección de PGF α , que fue al retirar el presario. En otro estudio haciendo uso de la misma metodología que Tribulo se obtuvo 83.9% de presentación de estro a las 48-72 horas (Van, 1989) lo que sugiere que el manejo que se da, y las fechas o momentos de administración de los productos son determinantes en la respuesta que se obtiene por parte de los animales.

En el tratamiento de PGF α también se obtuvo resultados menores de lo esperado. El 62.50% de vaquillas que presentaron celo sincronizado comparado con el experimento realizado por Palacios en 1988 en El Zamorano, quien utilizó un análogo de prostaglandina (tiaprost - trometanol), fue menor al 100% de respuesta que obtuvo este autor. Sin embargo este estudio consideraba 8 días y no 5 como periodo de respuesta a sincronización. Aquí nuevamente se puede atribuir la diferencia al producto usado y a la composición racial de los animales. Otros estudios realizados en ambientes diferentes también obtuvieron mayores resultados, los cuales llegan hasta un 95% de respuesta de sincronización (Porrás y col, 1992). Sin embargo en un estudio realizado con animales Brahman se obtuvo una respuesta de 60% (Patterson, 1995), esta con la misma dosis y producto que el presente experimento, lo que sugiere que la composición racial tiene una relación con la respuesta a la sincronización que se obtiene. Otro estudio similar que también utilizó animales Brahman obtuvo una respuesta a la sincronización de 67% después de las dos inyecciones de Prostaglandina F α (Fields, 1987) lo que se asemeja bastante al resultado obtenido en el presente estudio.

Observando las vacas que repitieron o presentaron por primera vez celo a los 21 días después de lo esperado (anexo 4) se encuentra mayor explicación al problema en la respuesta a sincronización, es posible que no halla sido el producto sino una deficiencia en la detección del estro de las vaquillas. Es tan grande el impacto de este factor que si calculamos la respuesta de sincronización incluyendo los animales que probablemente no fueron detectados en celo la primera vez obtenemos en ambos tratamientos una respuesta a sincronización

de 83.3% (20/24 animales). Además, si analizamos las vaquillas con composición racial Beefmaster y Holstein encastado (>50%) la respuesta probable a sincronización es de 100%. Si se lograra esta calidad en la respuesta a sincronización los resultados podrían ser mejores. Esto demuestra la importancia de la detección del estro para asegurar el éxito de un programa de sincronización.

2. INTERVALO POST-TRATAMIENTO A PRESENTACIÓN DE ESTRO

Es sumamente importante conocer el tiempo que pasa entre el final del tratamiento y la presentación del estro. Esto se debe a que muchos programas de sincronización buscan inseminar a tiempos predeterminados excluyendo así por completo la detección del estro. En el cuadro 2. se observa el promedio de horas que transcurrió para que las vaquillas respondieran a cada tratamiento hormonal. Estos promedios de 63.00 ± 3.9 horas para $\text{PGF}_{2\alpha}$ y 53.00 ± 3.9 horas para CIDR[®] no tienen diferencia significativa, pero si muestran una tendencia a diferir en el número de horas post-tratamiento a presentación de estro ($P=0.0901$).

CUADRO 2.- Horas post-tratamiento al estro presentado por las vaquillas tratadas con progesterona (CIDR[®]) y prostaglandina (LUTALYZE[®]).

	Horas a estro	
	CIDR [®]	$\text{PGF}_{2\alpha}$
Mínimo sincronizado	36,00	48,00
Máximo sincronizado	132,00	132,00
Promedio ^{1,2}	53.00 ± 3.9	63.00 ± 3.9

1: No existe diferencia significativa. ($p=0.09$, Anexo 16-17)

2: Promedio tomando sincronización hasta 84 horas.

El promedio de presentación a estro con el tratamiento de prostaglandina de 63.00 horas (ver cuadro 2) es muy similar al encontrado por Laverdiere y col. en 1995, quienes obtuvieron un promedio de 68.4 horas. En el caso del tratamiento con progesterona el promedio obtenido de 53.00 horas fue mejor que el de 69 horas obtenido por Martínez en 1992 en la Escuela Agrícola Panamericana, y muy diferente que el de 30.4 horas en la localidad de Rapaco obtenida por el mismo autor. Otro estudio que utilizó CIDR[®] tuvo un promedio de 50.44 horas a la presentación del estro (Broadbent, 1993) lo cual es parecido al resultado de este estudio.

En la gráfica 1 detallada en el cuadro 3, se observa que existe una tendencia a que las vaquillas tratadas con progesterona respondan 24 horas antes que las tratadas con productos a base de prostaglandina. Esto concuerda con Gordon 1982, quien explica la demora en 1 día para que los efectos con prostaglandina se den, y lo atribuye a que la concentración de progesterona en el animal se tarda más para llegar a los niveles basales que se necesitan para que este entre en celo, mientras que los animales tratados con progestagenos sufren de caídas rápidas de los niveles de progesterona. En este ensayo un 64.3% de las vaquillas que se sincronizaron con el progestageno lo hicieron a 48 horas. Este resultado es aceptable y superior al 42.8% obtenido por Martínez en 1992 en su ensayo realizado en El Zamorano usando vacas post-parto, pero menor que el 94% obtenido por el mismo Martínez en una localidad diferente. Tribulo en 1995 reportó un 93% de respuesta para las 48 horas, dato que supera a nuestro resultado. También Sorensen (1991) indica una respuesta de 71% de animales en estro a las 48 horas pos tratamiento haciendo uso de productos que administran progesterona.

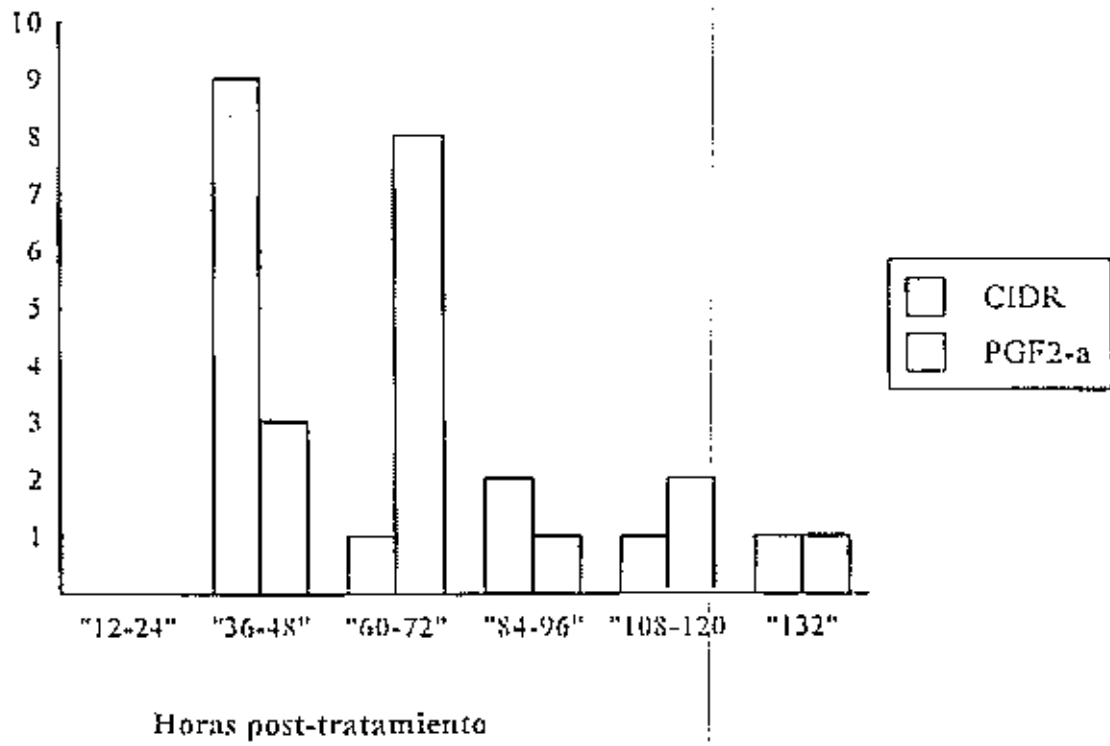
CUADRO 3.- Distribución de vaquillas según las horas transcurridas entre el final del tratamiento y el inicio de los signos de estro.

Horas a 1er. Celos Sincronizado	No. de vaquillas	
	CIDR [®]	PGF _{2α}
36-48	9,00	3,00
60-72	1,00	8,00
84-96	2,00	1,00
108-120	1,00	2,00
132,00	1,00	1,00

Con estos datos notamos que si se hubiera adoptado un programa de inseminación artificial con una hora predeterminada, siendo de 48 horas para progesterona y 72 horas para prostaglandina (Larson, 1992), se hubieran perdido estros debido a que los animales que responden al tratamiento no lo hacen en un tiempo completamente concentrado, es así que en el tratamiento de progesterona (CIDR[®]) se hubieran perdido 5 animales en estro y con el tratamiento de prostaglandina 7 animales, esto hubiera tenido un efecto negativo en la fertilidad del grupo debido a un menor número de animales inseminados.

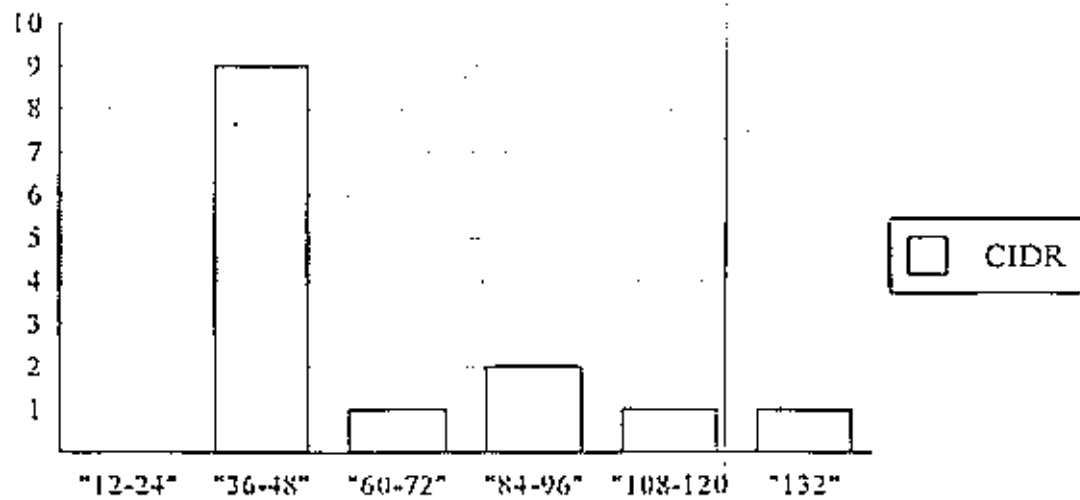
Gráfica 1.- Respuesta de la sincronización comparando los animales que recibieron tratamiento hormonal.

Vaquillas en estro



Gráfica 2.- Horas post-tratamiento de presentación del estro por vaquillas tratadas con progesterona (CIDR[®])

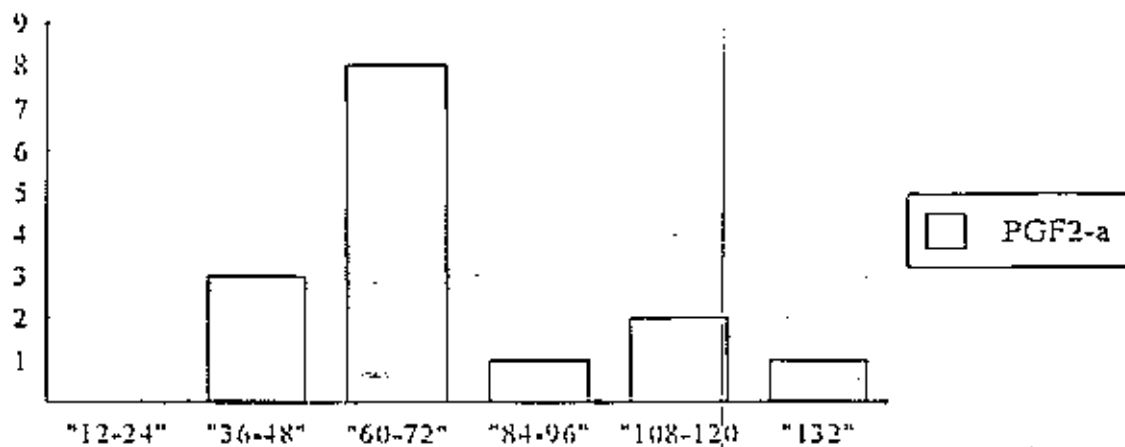
Vaquillas en estro



Horas post-tratamiento

Gráfica 3.- Horas post-tratamiento de presentación del estro por vaquillas tratadas con prostaglandina F₂- α (LUTALYZE[®]).

Vaquillas en estro



Horas post-tratamiento

3. PORCENTAJE DE FERTILIDAD AL PRIMER ESTRO SINCRONIZADO

Por ser el fin primordial de toda práctica de manejo reproductivo el obtener un animal preñado, se analiza la cantidad de vacas que resultaron gestantes después de la inseminación del primer estro del programa de sincronización. Con esto notaremos la calidad del celo que se induce o sincroniza, siendo favorable si necesita de una sola oportunidad para quedar preñado el animal. En el cuadro 4 se nota que el 29.16% (7/24) de las vaquillas que recibieron el tratamiento de CIDR® resultaron preñadas al primer servicio, siendo menor pero no significativamente diferente ($P=0.362$), que el 41.66% (10/24) de vaquillas preñadas del tratamiento con Lutalyze®. Además se observa que en promedio un 58.62% (50.00% para CIDR® y 66.67% para PGF $_{2\alpha}$) de los animales que muestren un celo entre los 2 a 5 días después de cada tratamiento resultó preñado, lo que indica que la fertilidad de los celos sincronizados es en general moderada.

CUADRO 4.- Fertilidad del estro sincronizado obtenido con dos tratamientos hormonales a base de Progesterona (CIDR®) y Prostaglandina (LUTALYZE®).

Vacas de la Sincronización 1	Vacas Preñadas		
	Trat. CIDR®	Trat. PGF $_{2\alpha}$	Total
Hembras Tratadas	24,00	24,00	48,00
Hembras Inseminadas	14,00	15,00	29,00
Hembras Preñadas	7,00	10	17,00
Porcentaje Preñez			
Por Hembra Servida	50.00%	66.67%	58.62%
Por el Total de Hembras	29.16%	41.66%	35.41%

1: No existe diferencia significativa ($p=0.362$, Anexo 19)

La fertilidad del estro en el tratamiento con progesterona es baja, aun así siendo mayor que la obtenida por Martínez en 1992 de 21.3% de las vaquillas sincronizadas preñadas. También el 50% de fertilidad del primer estro sincronizado con progesterona es mayor al obtenido por Cal en 1991, quien obtuvo una fertilidad al 1er. servicio de estro sincronizado de 26.5%. Esta gran diferencia seguramente se debe a que en su trabajo Cal inseminó con un tiempo fijo determinado de 54 horas después del tratamiento.

Comparado el 50% de preñez al 1er. servicio que se obtuvo en este experimento con los altos estándares recomendados por el manual técnico del producto utilizado (CIDR[®]), los cuales dictan de un 60 a 65% de preñez, notamos que la calidad de los estros sincronizados fue normal, por lo que se demuestra un manejo adecuado en general del ensayo y que el bajo índice de preñez total (29.16%) al primer servicio se debió a la baja respuesta a la sincronización.

Con respecto al 66.67% de vaquillas preñadas con el programa de sincronización a base de prostaglandina como agente sincronizador se asemeja mucho al 63.3% y 58.6% obtenidos por Laverdiere y col. en 1995. Esto también demuestra que la fertilidad del celo sincronizado es normal y aceptable. Estos resultados podrían mejorarse si se aumenta la respuesta animal a los agentes sincronizadores.

4. PORCENTAJE DE FERTILIDAD AL SEGUNDO ESTRO SINCRONIZADO

Debido a varios factores es posible que un número de vacas presenten estro 21 días después de lo esperado para la primera sincronización, considerándose ese grupo aun como con celo sincronizado. Las causas pueden ser detección de estro ineficiente, celos silentes, falla en la inseminación o repetición del ciclo. El número de vaquillas que se sincronizaron y quedaron preñadas tomando en cuenta dos ciclos de sincronización se observa en el cuadro 5. Se tuvo un mejor resultado con el tratamiento de Prostaglandina F_{2α} al obtener 13 vaquillas (54.17%) preñadas, mientras que en el grupo tratado con Progesterona se obtuvieron resultados menores al obtener 9 vaquillas preñadas (37.50%) no obstante no existe diferencia significativa ($p=0.247$) entre los tratamientos.

CUADRO 5.- Total de vaquillas preñadas debido al efecto del programa de sincronización de estro a base de Progesterona y Prostaglandina F_{2α}.

Vacías Sincronizadas y Preñadas en 2 Ciclos	Vacías Preñadas		
	Trat. CIDR [®]	Trat. PGF _{2α}	Total
Vacías tratadas	24,00	24,00	48,00
Vacías preñadas	9,00	13	22,00
Porcentaje ¹	37.50%	54.17%	45.83%

1: No existe diferencia significativa ($p=0.247$, Anexo 21)

En total la fertilidad de las vaquillas tratadas con progesterona fue de 37.50%, la cual es menor, pero no muy diferente, que el 41.33% que obtuvo Martínez en 1992 haciendo uso de Syncro Mate-B[®] en la Escuela Agrícola Panamericana. Los bajos resultados obtenidos con el tratamientos de progesterona se deben a que el programa se inició con la certeza de que los animales estaban ciclando pero sin el conocimiento del día exacto del ciclo estral en que se encontraban. Esto repercute en la fertilidad ya que si el animal se encuentra en el día 11 o más de su ciclo el tratamiento prolongará la fase lútea más de lo natural junto con el folículo dominante, el cual al bajar la concentración de progesterona ovulará y no tendrá resultados favorables por estar ya muy viejo (Larson, 1992.; Savio, 1993).

Con las vaquillas tratadas con Prostaglandina se obtuvo un 54.17% de preñez con los estros sincronizados, lo que se acerca al 58% obtenido por Palacios en 1988, y a lo reportado en un manual del producto Lutalyze[®] con un 68%. Nuevamente queda demostrado que ambos tratamientos indujeron o sincronizaron estros con fertilidades medias a bajas conforme a lo reportado por investigaciones anteriores. Si bien son datos bajos se debe más a la baja respuesta a la sincronización en si, por lo que los animales que resultaron preñados debido a el tratamiento hormonal no son representativos de las respuestas esperadas.

5. PORCENTAJE DE PREÑEZ TOTAL

Los tratamientos hormonales intentan concentrar el estro, y al mismo tiempo mantener o aumentar el número de vacas que se preñan. Al ser los tratamientos hormonales no efectivos para sincronizar el 100% de las vacas, después del periodo de inseminación de celos sincronizados se sometió los animales a la presencia del toro celador y a una detección de celo normal, esto con el objetivo de notar si el tratamiento tiene algún efecto negativo sobre la incidencia o fertilidad de los estros que se presenten fuera del ciclo de sincronización esperado. En el cuadro 6, se aprecia que en los tres grupos fue muy parecido el número de vacas que resultaron preñadas ($p=0.910$). Esto muestra que no hubo un efecto negativo por parte de los tratamientos sobre la fertilidad de las vacas, manteniendo el número de vaquillas preñadas al final de la estación de monta.

CUADRO 6.- Numero total de vacas que quedaron preñadas durante todo el periodo de monta , comparando entre los tres tratamientos del ensayo (CIDR[®] - LUTALYZE[®] - CONTROL).

	No de vacas		
	CIDR [®]	PGF _{2α}	CONTROL
Vacas en el grupo	24,00	24,00	24,00
Vacas preñadas	19,00	20,00	20,00
Porcentaje ¹	79.17%	83.33%	83.33%

1: No existe diferencia significativa. (p=0.910, Anexo 18).

El grupo de animales tratados con progesterona obtuvieron un porcentaje de preñez del 79.17%, el cual es considerado alto aunque se esperaba que fuera mayor por ser vaquillas de primera monta en excelentes condiciones. Este resultado fue mayor que el obtenido por Martínez en 1992, siendo este 47.8% y 72.8% en su grupo testigo. Con el grupo de prostaglandina se obtuvo un buen resultado de 83.33% de preñez, el cual supero el 66% obtenido por Palacios en 1988. Lo más relevante de esta variable es que comprueba que los productos hormonales que se usaron dieron estros de buena calidad, y que en los animales que no dio resultado el ciclo estral no se vio afectado la fertilidad, ya que se obtuvo datos similares a los animales que no recibieron ningún agente sincronizador.

6. PAJILLAS POR VACA PREÑADA SINCRONIZADA

Un parámetro para verificar la fertilidad de los estros que se sincronizan es por medio del número de pajillas que se necesitan para preñar un animal. Lo ideal es utilizar solamente una pajilla por vaquilla, pero rara vez se obtiene este resultado. Esto depende de muchos factores como la calidad misma de la pajilla, al técnico inseminador, el momento en que se realiza la inseminación y la fertilidad del estro, que es lo relevante en este estudio. Haciendo uso de un Análisis de Varianza se estudio el número de pajillas por vaca preñada que se inseminó con estro sincronizado. Los valores obtenidos de 1.5 para el tratamiento de prostaglandina y 2.00 para el tratamiento de progesterona en el primer estro sincronizado, y 1.65 vs. 2.33 respectivamente para el segundo estro sincronizado, tienen una diferencia altamente significativa (P=0.001).

CUADRO 7.- Numero de pajillas por vaca preñada en los dos tratamientos hormonales

Tipo de estro	# pajillas/ vaca preñada	
	Trat. CIDR [®]	Trat. PGF _{2α}
Sincronizado 1 ¹	2	1.5
Sincronizado 2 ¹	2.33	1.65

1: Existe una diferencia altamente significativa ($p=0.001$, Anexo 12-14)

Los datos obtenidos para los tratamientos con respecto al número de pajillas necesarias para una gestación es bueno, siendo resultados de 2.0 pajillas o menos por vaca preñada considerados como buenos (Hafez, 1987) Si se nota que el tratamiento a base de prostaglandina tuvo resultados mucho mejores que el tratamiento a base de progesterona. Esto muestra que los celos sincronizados por este producto (Lutalyze[®]) son de mejor calidad, expresado en una mayor fertilidad. Esta es una ventaja que se busca ya que al bajar el numero de pajillas necesarias para preñar un animal se logran ahorros considerables en conceptos como manejo, semen, técnico e incluso en tiempo ya que son menos las vacas que deben esperar otro ciclo completo de 21 días para recibir una segunda dosis de semen.

7. PAJILLAS POR VACA PREÑADA TOTAL

Para comparar la calidad de los estros sincronizados, sincronizados repetidos y totalmente no sincronizados de los animales que recibieron tratamiento hormonal (CIDR[®] o LUTALYZE[®]) con los que no recibieron ninguna agente sincronizador (CONTROL) se analiza el numero promedio de pajillas por animal preñado durante toda la monta. Los promedios, ver cuadro 8, fueron 1.70 pajillas por vaca preñada (PVPT) para el control, 1.55 PVPT para la prostaglandina y 2.05 PVPT para la progesterona. Estos resultados no tienen una diferencia significativa ($P=0.0817$) entre todos, lo que demuestra que la calidad de los estros no es mejorada ni afectada por el agente sincronizador.

CUADRO 8.- Numero total de pajillas por vaca preñada comparando los dos tratamienos con agentes sincronizadores y el control.

	# pajillas/ vaca preñada		
	Trat. CIDR [®]	Trat. PGF _{2α}	Trat. Control
Total ¹	2.05	1.55	1.7

1: No existe diferencia significativa ($p=0.082$, Anexo 9)

Haciendo comparaciones entre los tratamientos por parejas, nuevamente se concluye que si hay una diferencia entre los resultados obtenidos por prostaglandina y progesterona (Anexo 11). Esta diferencia estadísticamente significativa ($P=0.029$) expresa que existe una mejor fertilidad en los celos sincronizados por la prostaglandina y que esto se puede traducir en ahorros considerables. Incluso hubo una ventaja del tratamiento con prostaglandina sobre el grupo control, pero no fue significativa ($P=0.50$), sin embargo Kaim y col. citado por Larson obtuvo resultados parecidos en los cuales la fertilidad de los animales tratados con prostaglandina eran mayores a los naturales.

Con el resultado de 2.05 y 1.55 pajillas por vaca preñada, el cual no tiene diferencia significativa al 1.7 de pajillas por vaca preñada del grupo control terminamos de comprobar que los estros presentados por los animales con tratamiento hormonal y después de este, fueron fértiles y muy parecidos a los estros naturales. El grupo de prostaglandina se puede comparar con el resultado de 2.25 pajillas por vaca preñada obtenido por Palacios en 1988, mostrando un buen ahorro en pajillas.

8. DÍAS EN MONTA

La sincronización del estro busca reducir los días que permanecen los animales en monta y los días a servicio efectivo. Se obtendría un resultado sumamente bajo para los tratamientos con hormonas sincronizadoras si solo se tomara en cuenta los animales que responden a la sincronización, pero por no ser factible dejar fuera de la monta a los animales que no respondieron a los tratamientos, los días que permanecen en monta se incrementan. Se obtuvieron como promedio de días en monta, ver cuadro 9, los siguientes resultados: 23.68 días para la progesterona, 18.3 días para la prostaglandina y 26.95 días para el control (Anexo 5). Estos resultados no difieren entre si ($P=0.39$).

CUADRO 9.- Días en monta de las vaquillas de los tres tratamientos.

Días a Servicio Efectivo	CIDR [®]	Días	
		PGF2 α	CONTROL
Mínimo	2,00	2,00	7,00
Máximo	75,00	65,00	74,00
Promedio ¹	23.68 $\pm$ 4.6	18.3 $\pm$ 4.5	26.95 $\pm$ 4.5

1: No existe diferencia significativa. ($p=0.39$, Anexo 6).

Al observar que no varían mucho los días que permanecieron en monta los animales que recibieron agente sincronizador notamos que para mantener el porcentaje de preñez con celos sincronizados y no sincronizados hay que sacrificar la disminución de días en monta. Este resultado ha sido encontrado también por otros autores, como Palacios en 1988 que no obtuvo diferencia en días en monta entre sus animales tratados (33.6 días) con prostaglandina con los testigos (36 días). Sin embargo obtuvo buenas diferencias con el mismo tratamiento pero en animales post-parto.

V. COMPARACIÓN ECONÓMICA

Para que una práctica de manejo sea adoptada en cualquier tipo de empresa o industria debe ser antes de todo económicamente factible. Esto quiere decir que los costos en que se incurran sean cubiertos por las ganancias que se obtengan (Larson, 1992), ya sea en forma de terneros, carne, leche o cualquier producto que genere mayores ingresos. En este caso lo que se esperaba era que con un incremento moderado en los costos se lograra un número de vaquillas preñadas igual o superior a que con el método natural y en un periodo de tiempo mucho menor. Se pretendía además, cubrir los costos extras causados por los medicamentos, con la disminución de costos en conceptos como pajillas usadas por animal preñado, la relación en tiempo de trabajadores dedicado al manejo reproductivo del hato al concentrar las actividades y la más importante, ahorros en la detección de celo, que es uno de los gastos mayores en que se incurre cuando se tiene un programa de inseminación.

Se nota en el cuadro 10 que los costos del tratamiento con prostaglandina siguiendo el programa de sincronización (28 días de detección de estro e inseminación) son menores que los del tratamiento control. Esto se debe a un ahorro significativo en la detección de celo (Lps. 1242.00). Además disminuyen los costos de cubrición (Lp. 2275.00), esto en consecuencia de un menor número de animales sincronizados e inseminados. Por otra parte el tratamiento con progesterona siguiendo el programa de sincronización obtuvo costos mayores que el tratamiento control, esto a pesar de tener costos menores para la cubrición (Lp. 2450.00) y la misma disminución en costos de detección que en el caso de la prostaglandina. La razón de esto es el elevado costo que tiene el tratamiento en sí, el cual incluye bastantes productos que tienen valores altos, como lo es el mismo presario, la dosis extra de prostaglandina (ILLIREN[®], 2.5ml/vaquilla) y el antibiótico (EMICINA LA[®]) para el lavado intravaginal. Para este tratamiento el alza en los costos junto a la respuesta de sincronización obtenida es suficiente para no hacerlo una alternativa económicamente viable.

Otra forma de comparar los costos de los tratamientos hormonales con el grupo que no recibió ningún agente sincronizador es tomando en cuenta la monta completa para todos los animales, esto con el objetivo de lograr un mayor número de animales preñados además de los que se lograron sincronizar y preñar en el periodo de sincronización. Para lograr esto es necesario sacrificar los ahorros obtenidos en la detección de estro e incurrir en mayores costos de cubrición, ver cuadro 10. Es por esto que en ambos casos los costos de los

tratamientos hormonales (PGF2a = Lp. 8981.00 y CIDRa = Lp. 12355.00) son más altos que el tratamiento con monta natural (control= Lp. 7716.00)

CUADRO 10.- Rubros principales de los costos necesarios para lograr la gestación de una vaquilla de reemplazo.

CONCEPTO COSTO	PGF 2a			CIDR ^a	
	CONTROL	SINCRO	MONTA COMPLETA	SINCRO	MONTA COMPLETA
Tratamiento	0	1'795	1'795	3'994	3'994
Detección de estro	1'766	524	1'586	524	1'586
Cubrición	5'950	3'675	5'600	3'500	6'325
Total	7'716	5'994	8'981	7'968.6	12'355

^a Costos en Lempiras. (US\$1.00 = Lp. 10.90) ver anexos 22 al 26.

Otro parámetro que se puede analizar es el costo por vaquilla que entro a cada tratamiento. Nuevamente se nota, ver cuadro 11., que los costos por vaquilla en monta del tratamiento con Prostaglandina es menor que el tratamiento control (Lp. 249.75 vrs. Lp. 321.50) al tomar en cuenta solamente el periodo sincronizado, pero si se incluye todo el periodo de monta los costos aumentan (Lp. 374.20) debido a la detección de estro y el mayor número de servicios a vaquillas en estro. Con el tratamiento de progesterona se obtienen los mayores costos en ambos escenarios, lo que demuestra el alto costo que tiene este sistema.

Un parámetro que es de suma importancia y por el cual se puede considerar el tomar o dejar un programa de sincronización es el costo por vaquilla que se preña. En el cuadro 11. se nota que la manera más barata es con la monta natural, ya que los tratamientos con sus costos extras son mayores ya que se deben diluir estos costos entre el bajo número de vaquillas preñadas que resultaron únicamente debido al programa de sincronización. Al momento de comparar los animales preñados tomando en cuenta toda la monta para los tratamientos hormonales se nota que los costos por vaquilla preñada son mayores, esto porque el número de vacas asciende aumentando los costos de cubrición y además porque se perdió el ahorro en la detección de celo por lo que el valor del tratamiento en si es la razón de el alza de los costos por animal preñado.

Con estos datos se nota que la forma más económica de lograr animales preñados es la monta natural, ya que los tratamientos hormonales no logran un número de animales preñados en el periodo de monta sincronizada lo suficiente como para diluir los costos extras debido a los productos que se administran.

CUADRO 11.- Costos por vaquilla en la monta y por vaquilla en el programa de sincronización de los tres diferentes tratamientos.

CONCEPTO *COSTO	PGF 1α		CI DR [®]	
	CONTROL	SINCRO MONTA COMPLETA	SINCRO	MONTA COMPLETA
VAQUILLA EN MONTA	321.5	249.75	374.2	332
VAQUILLA PREÑADA	385.8		449.05	650
VAQUILLA SINCRONIZADA Y PREÑADA		461.07	885.4	
VAQUILLA SINCRONIZADA		285.4	398.43	

* Costos en Lempiras. (US\$1.00 = Lp. 10.90) ver anexos 22 al 26.

Es importante señalar que en operaciones ganaderas donde no existe la inseminación artificial, su introducción por medio de la sincronización de celos es realmente necesaria, y que su objetivo principal es concentrar el periodo de tiempo en que los animales presentaran signos de estro, por lo que el tratamiento a base de prostaglandina mostró ser superior no solo en la respuesta de sincronización y fertilidad de los celos sincronizados, sino también más atractivo en lo referente a costos, siendo mucho más factible su uso debido a menor costo con el tratamiento de Prostaglandina, Lp. 285.40 que con el tratamiento de Progesterona, Lp. 398.43 por vaquilla sincronizada.

VI. CONCLUSIONES

La introducción de inseminación artificial mostró una fertilidad moderada (54.17%) cuando se utilizó prostaglandina y baja (37.50%) cuando se utilizó progesterona.

Los patrones de respuesta a sincronización fueron similares para ambos métodos. La moderada respuesta y baja a moderada fertilidad probablemente esta influenciada por factores como raza y el periodo en el cual la vaca esta dentro de su ciclo estral. Además, otros factores como la determinación de estros son determinantes en un programa de sincronización e inseminación artificial.

El porcentaje de preñez después de 90 días en monta no se vio afectado por la sincronización por lo que podemos concluir que la introducción de inseminación artificial en ganaderías donde no existe, es técnicamente factible especialmente si se toman en cuenta factores como mejoramiento genético.

Sin embargo, la baja a moderada fertilidad observada en los tratamientos no justifica el alto costo de los agentes sincronizadores.

VII. RECOMENDACIONES

Conociendo ya las respuestas a la sincronización que se obtienen con estos productos hormonales sería conveniente hacer estudios que contemplen las diferencias entre las diferentes razas que se manejan, ya que en este experimento aunque no se estudió, si se notó que existe una gran diferencia en la respuesta que se obtiene entre las razas cebuinas y las que tienen parte de *bos taurus* en su composición racial.

Por ser la raza Brahman de gran importancia en nuestro medio, y debido a que presenta diferencias en el comportamiento reproductivo, es conveniente realizar investigación específica para esta raza, siendo tal vez un tópico de vital importancia el tiempo optimo para realizar la inseminación artificial.

Por ser la detección de estro un factor determinante en los programas de Inseminación artificial se recomienda realizar estudios que determinen el tiempo optimo necesario para esta práctica. Al mismo tiempo se recomienda la detección de celo constante por 5 días post-tratamiento con agentes sincronizadores.

Un factor importante para mejorar los estudios que se realizan sería aumentar el número de animales que se usan, esto con el fin de obtener resultados mas representativos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ARCHBALD, L.F.; RISCO, C.; CHAVATTE, P.; CONSTANT, S.; TRAN, T. 1993. Estrus and Pregnancy rate of dairy cows given one or two doses of prostaglandin F2 ALPHA 8 or 24 hours apart. *Theriogenology* (EE.UU.) 40(4): 873-883.

BATH, D.L.; DICKINSON, F.N.; TUCKER, H.A.; APPLEMAN, R.D. 1985. GANADO LECHERO; Principios, prácticas, problemas y beneficios. Trad. por Agustín Cartín Sanz. 2 ed. Mexico, D.F. INTERAMERICANA. 541 p.

BATTAGLIA, R.A.; MAYROSE, V.B. 1991. Técnicas de manejo para ganado y aves de corral, bovino, equino, ovino, porcino, caprino y aviar. Tercera reimpresión. Mexico D.F. Limusa. 621 p.

BEARDEN, H.J.; FUQUAY, J. 1982. Reproducción animal aplicada. Trad. por Hector Sumano Lopez y Luis Ocampo camberos. Mexico, D.F. El manual moderno. 358p.

BROADBENT, P.J.; TREGASRES, L.D.; DOLMAN, D.F.; FRANKLIN, M.F.; JONES, R.L. 1993. Synchronization of estrous in embryo transfer recipients after using a combination of PRID or CIDR-B plus PGF₂α. *Theriogenology* (EE.UU.) 39: 1055-1065.

CAL, I. 1991. Evaluación de la sincronización del celo e inseminación artificial en ganado de carne. Escuela Agrícola Panamericana. 48p.

CIDR DEVICES 1992. Usos en el ganado. Manual técnico de EAZI-breed. 27p.

EWEL, R. 1994. Prácticas de manejo reproductivo para aumentar la fertilidad en vacas de carne. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 65p.

FANNING, M.D.; LUNT, D.K.; SPROTT, L.R.; FORREST, D.W. 1995. Reproductive performance of synchronized beef cows as affected by inhibition of suckling with nose tags or temporary calf removal. *Theriogenology* (EE.UU.) 44(5). 715-724.

FIELDS, M.J.; DIXON, P.; 1987. Sincronización de celo en ganado de carne; un nuevo enfoque. Traducido por Edgar Santos. Conferencia Internacional sobre Ganadería y Avicultura en los trópicos (EE.UU.) 10-15 de Mayo de 1987.

GORDON, I. 1983. Controlled breeding in farm animals. Great Britain. Pergamon Press. 436 p.

HAFEZ, E.S.E. 1987. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. por Luis Ocampo Camberos, Carlos García Roig y Hector Sumano Lopez. Sed. México, D.F. Interamericana. 550 p.

HELMAN, M. 1986. Cebutécnia 2ed. Argentina. El Ateneo. 428 p.

HERNANDEZ, C.J.; PORRAS, A.A.; MARTINEZ, A.J. Eficiencia y precisión en la detección de estros en vaquillas y vacas Holstein bajo condiciones intensivas de producción. Ciencia e Investigación Agrícola (Chile) 20(2): 70.

LARSON, L.L.; BALL, P.J. 1992. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: a review. Theriogenology (EE.UU.). 38:255-267.

LATINOCONSULT. 1984. Diagnóstico de la ganadería en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. 412 p.

LAVERDIERE, G.; ROY, G.L.; PROULX, J.; LAVOIE, D.; DUFOUR, J.J. 1995. Estrus synchronization efficiency of PGF2 alpha injection in shorthorn-hereford and crossbred charolais cattle not having exhibited estrus at 4 or 7 days prior to treatment. Theriogenology (EE.UU.) 43(5): 899-911.

MARTINEZ, C.M. 1992. Sincronización de estros en vacas de carne. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 59p.

NEIMANN, A.; SORENESEN. 1993. Reproduction in domestic animals. World Animal Science, Vol B, Disciplinary approach. The Netherlands. Elsevier Science Publishers. 590 p.

PALACIOS, J. 1988. Evaluación de sincronización de celo en ganado de carne. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 36 p.

PATTERSON, D.J.; HALL, J.B.; BRADLEY, N.W.; SCHILLO, K.K.; WOODS, B.L.; KEARNAN, J.M. 1995. Improved synchrony, conception rate and fecundity in postpartum suckled beef cows fed melengesterol acetate prior to prostaglandin F₂ alpha. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 73(4):954-959.

PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF_{2a} and GnRH. *Theriogenology* (EE.UU.) 44(7): 915-923

RANDEL, R.D. 1990. Características reproductivas únicas de vacas Brahman y con base Brahman Traducido por Jorge Beltran. Conferencia Internacional sobre Ganadería y Avicultura en los trópicos (EE.UU) 6-9 Mayo 1990

REIMERS, T.J.; SMITH, R.D.; NEWMAN, S.K. 1985. Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the Northeastern United States. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 68(4): 963-972.

RICHARDS M.W.; WETTEMANN, R.P.; SCHOENEMANN, H.M. 1989. Nutritional anestrus in beef cows, body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 67(6): 1520-1526.

SAS. 1991. SAS Users Guide. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary NC.

SAVIO, J.D.; THATCHER, W.W.; MORRIS, G.R.; ENTWISTLE, K.; DROST, M.; MATTIACCI, M.R. 1993. Effects of induction of low plasma progesterone with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle *Journal of Reproduction and Fertility*. (EE.UU). 98: 77-84.

SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 68(3). 799-816.

SILCOX, R.W. Use of GnRH to synchronize ovulation in Holstein cows and heifers treated with GnRH and Prostaglandin. *Theriogenology* (EE.UU.) 43(1). 1-372

SMITH, V.G.; CHENAULT, J.R.; MCALLISTER, J.F.; LAUDERDALE J.W. 1987. Response of postpartum beef cows to exogenous progestogens and Gonadotropin releasing hormone. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 64(2): 540-552.

SORENSEN, A.M. 1991. *Reproducción Animal, principios y prácticas*. Trad. por Ramon Elizondo Mara. México. McGraw-Hill. 355 p.

TRIBULO, H.E.; BO, G.A.; PAWLYSHYN, V.; BARTH, A.D.; MAPLETOFT, R.J. 1995. Estrus synchronization en cattle with Estradiol-17 β and CIDR-B vaginal devices. *Theriogenology* (EE.UU.) 43(1). 1-372

VAN, J.; MACMILLAN, K.L.; THATCHER, W.W.; LUCY, M.C. 1989. Estrous synchronization and fertility in heifers treated with CIDR before and after insemination. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 65(1):383 abstr.

YELICH, J.V.; MAUCK, H.S.; HOLLAND, M.D.; ODDE, K.G. 1995. Synchronization of estrus in suckled postpartum beef cows with melengestrol acetate and PGF2alpha. *Theriogenology* (EE.UU.) 43(2): 389-400

_____, HOLLAND, M.D.; SCHUTZ, D.N.; ODD, K.G. 1995. Synchronization of estrus in suckled postpartum beef cows with melengestrol acetate 48 hours calf removal and PGF2a. *Theriogenology* (EE.UU.) 43(2): 401-410.

_____, 1986. *Guía para el uso de SMB*. Mexico. CEVA. 12 p

_____, 1979. *Lutalyze Breeding Management Seminar*. The Upjohn Company. Michigan, E.E.U.U. 24p.

IX. ANEXOS

ANEXO 1.- Peso de los animales utilizados.

TRAT.			TRAT.			TRAT.		
CIDR			PGF ₂ α			CTRL		
VACA	RAZA	PESO	VACA	RAZA	PESO	VACA	RAZA	PESO
						A		
93013,00	BM	492.27	93005,00	BM	452.73	93011,00	HO	388.64
93023,00	BM	415.45	93024,00	BM	425.91	93090,00	HO	400
93042,00	BM	462.73	93038,00	BM	452.27	93091,00	HO	377.27
93045,00	BM	441.36	93043,00	BM	398.64	93104,00	HO	380.45
93070,00	BM	485.91	93073,00	BM	415.91	93129,00	HO	400
93102,00	BM	439.54	93107,00	BM	430.91	93135,00	HO	377.72
93123,00	BM	363.63	93133,00	BM	420.45	94702,00	HO	387.72
93146,00	BM	411.36	93136,00	BM	420	94711,00	HO	360.91
93017,00	BR	407.27	93010,00	BR	398.18	93026,00	BR	409.1
93040,00	BR	443.18	93053,00	BR	428.64	93036,00	BR	428.64
93059,00	BR	419.55	93054,00	BR	456.82	93066,00	BR	411.36
93088,00	BR	372.27	93089,00	BR	381.82	93067,00	BR	398.64
93112,00	BR	411.36	93095,00	BR	421.36	93099,00	BR	378.18
93124,00	BR	319.1	93113,00	BR	308.18	93120,00	BR	388.18
93143,00	BR	325.9	93148,00	BR	361.36	93134,00	BR	338.64
93158,00	BR	323.63	93155,00	BR	366.82	93154,00	BR	330.91
93065,00	HO	434.1	93059,00	HO	379.54	93002,00	BM	513.64
93072,00	HO	447.27	93077,00	HO	395.45	93029,00	BM	417.73
93094,00	HO	376.36	93091,00	HO	405	93031,00	BM	375.45
93107,00	HO	389.1	93102,00	HO	438.64	93052,00	BM	422.73
93111,00	HO	420.45	93121,00	HO	434.09	93079,00	BM	371.82
93164,00	HO	332.72	93142,00	HO	385.45	93110,00	BM	375
93197,00	HO	343.18	93221,00	HO	318.18	93115,00	BM	372.73
94714,00	HO	312.27	94716,00	HO	352.27	93152,00	BM	363.64
PROM.			PROM.			PROM.		
399.58*			402.02			390.37		

** desviación estándar de los pesos de los animales entre los tratamientos=5.01 KG

ANEXO 2.- Estado ovárico de las vaquillas determinado por medio de palpación rectal.

TRAT.	CIDR ^s	TRAT.	PGF ₂ α	TRAT.	CONTRO
ID. VACA	ESTADO	ID. VACA	ESTADO	ID. VACA	ESTADO
93013,00	FOD	93005,00	OA	93011,00	CLOD
93023,00	CLOD	93024,00	FOD	93090,00	OA
93042,00	FOD	93038,00	CLOD	93091,00	OA
93045,00	CLOI	93043,00	CLOI	93104,00	CLOD
93070,00	CLOD	93073,00	**	93129,00	CLOD
93102,00	CLOD	93107,00	FOD	93135,00	OI
93123,00	CLOI	93133,00	OA	94702,00	FOI
93146,00	CLOD	93136,00	CLOI	94711,00	CLOI
93017,00	CLOI	93010,00	CLOD	93026,00	CLOD
93040,00	CLOI	93053,00	CLOD	93036,00	CLOD
93059,00	CLOD	93054,00	FOD	93066,00	CLOI
93088,00	FOI-CLOD	93089,00	OA	93067,00	FOI
93112,00	CLOI	93095,00	CLOD	93099,00	FOI
93124,00	CLOI	93113,00	OA	93120,00	**
93143,00	CLOI	93148,00	CLOI	93134,00	CLOD
93158,00	OI	93155,00	CLOI	93154,00	CLOD
93065,00	OA	93059,00	CLOI	93002,00	CLOI
93072,00	CLOI	93077,00	CLOD	93029,00	CLOI
93094,00	CLOD	93091,00	FOD	93031,00	CLOD
93107,00	OA	93102,00	OA	93052,00	CLOD
93111,00	CLOD	93121,00	CLOI	93079,00	CLOD
93164,00	CLOD	93142,00	CLOD	93110,00	FOD
93197,00	CLOD	93221,00	CLOI	93115,00	CLOD
94714,00	OI	94716,00	FOI	93152,00	CLOD

CLOI=Cuerpo luteo ovario izquierdo; CLOD= Cuerpo luteo ovario derecho; OA= Ovario activo; FOI= Foliculo ovario izquierdo; FOD= Foliculo ovario derecho. ** no hay datos.

ANEXO 3.- Horas a la presentación del primer estro post-tratamiento presentado por animales con tratamiento hormonal de Progesterona (CIDR[®]) o Prostaglandina (Lutalyze[®]).

TRAT.	CIDR [®]	TRAT.	PGF ₂ α
ID. VACA	HORAS	ID. VACA	HORAS
93013,00	**	93005,00	60,00
93023,00	108,00	93024,00	72,00
93042,00	**	93038,00	48,00
93045,00	48,00	93043,00	60,00
93070,00	36,00	93073,00	48,00
93102,00	48,00	93107,00	**
93123,00	36,00	93133,00	**
93146,00	36,00	93136,00	**
93017,00	84,00	93010,00	**
93.04	**	93053,00	84,00
93059,00	60,00	93054,00	72,00
93088,00	**	93089,00	60,00
93112,00	**	93095,00	132,00
93124,00	**	93113,00	**
93143,00	**	93148,00	**
93158,00	**	93155,00	**
93065,00	48,00	93059,00	72,00
93072,00	**	93077,00	48,00
93094,00	132,00	93091,00	60,00
93107,00	48,00	93102,00	72,00
93111,00	48,00	93121,00	**
93164,00	**	93142,00	**
93197,00	48,00	93221,00	120,00
94714,00	48,00	94716,00	60,00

** No entró en estro en los primeros 5 días post-tratamiento, por lo que se considera no sincronizada.

ANEXO 4.- Días a la presentación del primer estro post-tratamiento presentado por animales con tratamiento hormonal de Progesterona (CIDR[®]), Prostaglandina (Lutalyze[®]) y por animales del grupo Control.

TRAT.	CIDR [®]	TRAT.	PGF ₂ α	TRAT.	CONTRO
ID. VACA	DÍAS	ID. VACA	DÍAS	ID. VACA	DÍAS
93013,00	20*	93005,00	2,00	93011,00	8,00
93023,00	4,00	93024,00	3,00	93090,00	4,00
93042,00	20*	93038,00	2,00	93091,00	15,00
93045,00	2,00	93043,00	2,00	93104,00	13,00
93070,00	1,00	93073,00	2,00	93129,00	22,00
93102,00	2,00	93107,00	22*	93135,00	6,00
93123,00	1,00	93133,00	22*	94702,00	18,00
93146,00	1,00	93136,00	**	94711,00	6,00
93017,00	3,00	93010,00	40,00	93026,00	13,00
93040,00	17*	93053,00	3,00	93036,00	74,00
93059,00	2,00	93054,00	3,00	93066,00	**
93088,00	29,00	93089,00	2,00	93067,00	8,00
93112,00	19*	93095,00	5,00	93099,00	25,00
93124,00	50,00	93113,00	32,00	93120,00	7,00
93143,00	49,00	93148,00	65,00	93134,00	8,00
93158,00	**	93155,00	21*	93154,00	42,00
93065,00	2,00	93059,00	3,00	93002,00	22,00
93072,00	25*	93077,00	2,00	93029,00	18,00
93094,00	5,00	93091,00	2,00	93031,00	29,00
93107,00	2,00	93102,00	3,00	93052,00	23,00
93111,00	2,00	93121,00	22*	93079,00	40,00
93164,00	19*	93142,00	25*	93110,00	38,00
93197,00	2,00	93221,00	5,00	93115,00	17,00
94714,00	2,00	94716,00	2,00	93152,00	19,00

* Debido a la regularidad y calidad de los celos presentados en el segundo período sincronizado, es probable que estos animales no hayan sido detectados en el primer período

** No presentó estro

ANEXO 6.- Análisis de varianza para la variable dependiente Días en monta (DEM).

FUENTE	GDL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	2,00	762.68	381.34	0.94	0.4
Error	56,00	22'681.26	405.02		
Total	58,00	23'443.93			
	R ²	C.V.	MSE		PROMEDIO DEM
	0.03	87.63	20.13		22.97
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	2,00	762.68	381.34	0.94	0.4
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	2,00	762.68	381.34	0.94	0.4

ANEXO 7.- Diferencia de medias para la variable Días en monta (DEM)

TRT	DEM Media	Error Std. Media	Pr > T Ho: Media = 0
Control	26.95	4.5	0
PGF2- α	18.3	4.5	0
CIDR [®]	23.68	4.6	0

ANEXO 8.- Comparación entre medias para la variable Días en monta (DEM)

Pr > T HO: Media (i) = Media (j).

i / j	Control	PGF2- α	CIDR
Control	0	0.18	0.61
PGF2- α	0.18	0	0.41
CIDR [®]	0.61	0.41	0

ANEXO 9.- Análisis de varianza de la variable dependiente Pajillas por vaca preñada total (PVPT).

FUENTE	GDL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	2,00	2.58	1.29	2.62	0.08
Error	56,00	27.58	0.49		
Total	58,00	30.16			
	R ²	C.V.	MSE		PROMEDIO PVPT
	0.09	39.8	0.7		1.76
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	2,00	2.58	1.29	2.62	0.08
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	2,00	2.58	1.29	2.62	0.08

ANEXO 10.- Diferencia de medias para la variable Pajillas por vaca preñada total (PVPT).

TRT	PVPT Media	Error Std. Media	Pr > T Ho: Media = 0
Control	1.7	0.16	0
PGF2-a	1.55	0.16	0
CIDR ^m	2.05	0.16	0

ANEXO 11.- Comparación entre medias para la variable Pajillas por vaca preñada total (PVPT)

i / j	Control	PGF2-a	CIDR
Control	0	0.5	0.12
PGF2-a	0.5	0	0.03
CIDR	0.12	0.03	0

ANEXO 12.- Análisis de varianza de la variable dependiente Pajillas por vaca preñada sincronizada (PVPS).

FUENTE	GDL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	1,00	1.03	1.03	99'999.99	0
Error	15,00	0	0		
Total	16,00	1.03			
	R ²	C.V.	MSE		PROMEDIO PVPS
	1	0,00	0,00		1.71
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	1,00	1.03	1.03	99'999.99	0
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	1,00	1.03	1.03	99'999.99	0

ANEXO 13.- Medias de la variable Pajillas por vaca preñada sincronizada (PVPS).

TRT	PVPS Media
PGF2-a	1,5
CIDR [®]	2

ANEXO 14.- Análisis de varianza de la variable dependiente Pajillas por vaca sincronizada hasta el segundo celo sincronizado (PVP2CS).

FUENTE	GDL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	1,00	1.9	1.9	99'999.99	0
Error	15,00	0	0		
Total	16,00	1.9			
	R ²	C.V.	MSE		PROMEDIO PVP2CS
	1	0,00	0,00		1.93
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	1,00	1.9	1.9	99'999.99	0
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	1,00	1.9	1.9	99'999.99	0

ANEXO 15.- Medias de la variable Pajillas por vaca preñada al segundo celo sincronizado (PVP2CS).

TRT	PVP2CS Media
PGF2-a	1.65
CIDR*	2.33

ANEXO 16.- Análisis de varianza de la variable dependiente Horas para presentación de celo (HPC).

FUENTE	GDL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	1,00	600	600	3.14	0.09
Error	22,00	4'200	190.9		
Total	23,00	44'800			
	R ²	C.V.	MSE		PROMEDIO HPC
	0.13	23.82	13.81		58
FUENTE	GDL	SC Tipo I	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	1,00	600	600	3.14	0.09
FUENTE	GDL	SC Tipo III	CM	VALOR F	Pr > F
TRT	1,00	600	600	3.14	0.09

ANEXO 17.- Diferencia de medias para la variable Horas para presentación de celo (HPC).

TRT	HPC Media	Error Std. Media	Pr > T Ho: Media = 0	Pr > T HO: Media1= Media2
PGF2-a	63	3.99	0	0.09
CIDR [®]	53	3.99	0	

ANEXO 18.- Prueba Chi cuadrado para comparación del porcentaje de preñez total entre las vaquillas de todos los tratamientos.

Frecuencia Porcentaje %	VACÍA	PREÑADA	TOTAL
Control	4 16.67%	20 83.33%	24,00
PGF ₂ α	4 16.67%	20 83.33%	24,00
CIDR	5 20.83%	19 79.17%	24,00
TOTAL	13 18.06%	59 81.94%	72 100%

Chi cuadrado (GL=2), Prob= 0.910

ANEXO 19.- Prueba Chi cuadrado para comparación del porcentaje de fertilidad entre las vaquillas de los tratamientos que recibieron tratamiento hormonal.

Frecuencia Porcentaje %	REPITIÓ CELO	PREÑADA	TOTAL
PGF ₂ α	5 33.33%	10 66.67%	15,00
CIDR [®]	7 50.00%	7 50.00%	14,00
TOTAL	12 41.38%	17 58.62%	29 100%

Chi cuadrado (GL=1), Prob.= 0.362

ANEXO 20.- Prueba Chi cuadrado para la comparación del porcentaje de respuesta a la sincronización entre las vaquillas que recibieron tratamiento hormonal.

Frecuencia Porcentaje %	NO SINCRONIZADA	SINCRONIZADA	TOTAL
PGF ₂ α	9 37.50%	15 62.50%	24,00
CIDR [®]	10 41.67%	14 58.33%	24,00
TOTAL	19 39.58%	29 60.42%	48 100%

Chi cuadrado (GL=1), Prob.= 0.768

ANEXO 21.- Prueba Chi cuadrado para comparación del porcentaje de fertilidad al segundo celo sincronizado entre las vaquillas de los tratamientos que recibieron tratamiento hormonal.

Frecuencia Porcentaje %	VACIAS	PREÑADA	TOTAL
PGF ₂ α	11 45.83%	13 54.17%	24,00
CIDR [®]	15 62.50%	9 37.50%	24,00
TOTAL	26 54.17%	22 45.83%	48 100%

Chi cuadrado (GL=1), Prob.= 0.247

ANEXO 22.- Detalle de costos del grupo Control.

CONCEPTO	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO
COSTOS DE TRATAMIENTO			Lps. 000.00
	Ninguno		Lps. 000.00
COSTOS DE DETECCIÓN ESTRO			Lps. 1766.00
Personal capacitado	horas hombre	97 días de monta	Lps. 1746.00
Pintura (auxiliar)	pintura aceite	1/4 galón	Lps. 20.00
COSTOS DE CUBRICION			Lps. 5950.00
Técnico Inseminador + Equipo necesario (guante, funda)	vaquilla inseminada	34 vaquillas inseminadas	Lps. 1700.00
Semen	pajilla	34 pajillas	Lps. 4250.00
COSTOS TOTALES			Lps. 7716.00
TOTAL DE VAQUILLAS	Vaquillas	24,00	
COSTO VAQUILLA EN MONTA			Lps. 321,50
VAQUILLAS PREÑADAS	Vaquillas	20,00	
COSTO POR VAQUILLA PREÑADA			Lps. 385.80

ANEXO 23.- Detalle de costos del tratamiento con Prostaglandina F2- α (LUTALYZE[®]), tomando en cuenta solo el periodo de sincronización y los animales que quedaron preñados durante este tiempo.

CONCEPTO	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO
COSTOS DE TRATAMIENTO			Lps. 1795.00
Hormona PGF2- α (LUTALYZE [®])	5ml/ vaquilla	24 vaquillas	Lps 840.00
Hormona PGF2- α (LUTALYZE [®])	5ml/ vaquilla	24 vaquillas	Lps. 840.00
Materiales	jeringa y aguja	48 aplicaciones	Lps. 25.00
Mano de obra	horas hombre	5 hombres - (40 h.)	Lps 90 00
COSTOS DE DETECCIÓN ESTRO			Lps. 524.00
Personal capacitado	horas hombre	28 días de monta	Lps. 504.00
Pintura (auxiliar)	pintura aceite	1/4 galón	Lps 20 00
COSTOS DE CUBRICION			Lps. 3675.00
Técnico Inseminador + Equipo necesario (guantes, funda)	vaquilla inseminada	21 vaquillas inseminadas	Lps. 1050.00
Semen	pajilla	21 pajillas	Lps 2625 00
COSTOS TOTALES			Lps. 5994.00
TOTAL VAQUILLAS TRATADAS	Vaquilla	24,00	
COSTO VAQUILLA			Lps. 245.00
TOTAL VAQUILLAS SINCRONIZADA	Vaquillas	21,00	
COSTO VAQUILLA SINCRONIZADA			Lps. 285.40
TOTAL VAQUILLAS SINCONIZADAS-PREÑADAS	Vaquillas	13,00	
COSTO POR VAQUILLA SINCRONIZADA-PREÑADA			Lps. 461.07

ANEXO 24.- Detalle de costos del tratamiento con Prostaglandina F2- α (LUTALYZE[®]), tomando en cuenta todo el periodo de monta y los animales que quedaron preñados durante este tiempo

CONCEPTO	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO
COSTOS DE TRATAMIENTO			Lps. 1795.00
Hormona PGF2-a (LUTALYZE [®])	5ml/ vaquilla	24 vaquillas	Lps. 840.00
Hormona PGF2-a(LUTALYZE [®])	5ml/ vaquilla	24 vaquillas	Lps. 840.00
Materiales	jeringa y aguja	48 aplicaciones	Lps 25.00
Mano de obra	horas hombre	5 hombres (40h)	Lps. 90.00
COSTOS DE DETECCIÓN ESTRO			Lps. 1586.00
Personal capacitado	horas hombre	87 días de monta	Lps. 1566.00
Pintura (auxiliar)			Lps. 20.00
COSTOS DE CUBRICION			Lps. 5600.00
Técnico Inseminador + Equipo necesario (guante, funda)	vaquilla inseminada	32 vaquillas inseminadas	Lps. 1600.00
Semen	pajilla	32 pajillas	Lps. 4000.00
COSTOS TOTALES			Lps. 8981.00
TOTAL VAQUILLAS	Vaquillas	24,00	
COSTO VAQUILLA MONTA			Lps. 374.20
VAQUILLAS PREÑADAS	Vaquillas	20,00	
COSTO VAQUILLA PREÑADA			Lps. 449.05

ANEXO 25.- Detalle de costos del tratamiento con Progesterona (CIDR[®]), tomando en cuenta solo el periodo de sincronización y los animales que quedaron preñados durante este tiempo.

CONCEPTO	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO
COSTOS DE TRATAMIENTO			Lps. 3944.60
Presario (CIDR [®]) + Estradiol	1 presario + 1 pastilla	24 vaquillas	Lps. 2457.60
Hormona PGF2-a (ILLIREN [®])	2.5ml/ vaquilla	24 vaquillas	Lps. 840.00
Materiales	jeringa, agujas, guantes, desinfectantes.	24 aplicaciones	Lps. 72.00
Lavado intravaginal	Oxitetraciclina + Suero salino	24 lavados	Lps. 440.00
Mano de obra	horas hombre	5 hombres - (60 h.)	Lps. 135.00
COSTOS DE DETECCIÓN ESTRO			Lps. 524.00
Personal capacitado	horas hombre	28 días de monta	Lps. 504.00
Pintura (auxiliar)			Lps. 20.00
COSTOS DE CUBRICION			Lps. 3500.00
Técnico Inseminador + Equipo necesario (guante, funda)	vaquilla inseminada	20 vaquillas inseminadas	Lps. 1000.00
Semen	pajilla	20 pajillas	Lps. 2500.00
COSTOS TOTALES			Lps. 7968.60
TOTAL VAQUILLAS TRATADAS	Vaquilla	24,00	
COSTO VAQUILLA			Lps. 332.00
TOTAL VAQUILLAS SINCRONIZADAS	Vaquillas	20,00	
COSTO VAQUILLA SINCRONIZADA			Lps. 398.43
VAQUILLAS SINCRONIZADA-PREÑADA	Vaquillas	9,00	
COSTO POR VAQUILLA SINCRONIZADA-PREÑADA			Lps. 885.40

ANEXO 26.- Detalle de costos del tratamiento con Progesterona (CIDR[®]), tomando en cuenta todo el periodo de monta y los animales que quedaron preñados durante este tiempo

CONCEPTO	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO
COSTOS DE TRATAMIENTO			Lps. 3944.00
Presario (CIDR [®]) + Estradiol	1 presario + 1 pastilla	24 vaquillas	Lps. 2457.60
Hormona PGF2-a (ILLIREN [®])	2.5ml/ vaquilla	24 vaquillas	Lps. 840.00
Materiales	jeringa, agujas, guantes, desinfectantes.	24 aplicaciones	Lps. 72.00
Lavado intravaginal	Oxitetraciclina + suero salino	24 lavados	Lps. 440.00
Mano de obra	horas hombre	5 hombres - (60 h.)	Lps. 135.00
COSTOS DE DETECCIÓN ESTRO			Lps. 1586.00
Personal capacitado	horas hombre	87 días de monta	Lps. 1566.00
Pintura (auxiliar)	pintura aceite	1/4 galón	Lps. 20.00
COSTOS DE CUBRICION			Lps. 6825.00
Técnico Inseminador + Equipo necesario (guante, funda)	vaquilla inseminada	39 vaquillas inseminadas	Lps. 1950.00
Semen	pajilla	39 pajillas	Lps. 4875.00
COSTOS TOTALES			Lps. 12355.00
TOTAL VAQUILLAS	Vaquillas	24.00	
COSTO VAQUILLA MONTA			Lps. 514.80
VAQUILLAS PREÑADAS	Vaquillas	19.00	
COSTO VAQUILLA PREÑADA			Lps. 650.00