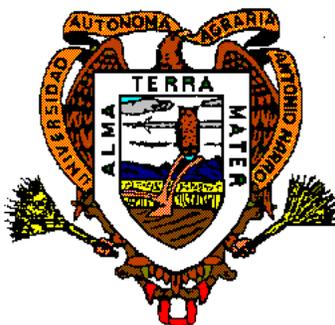


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO ”**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Efecto de la Inducción de Celos Fértiles (GnRH, Progestágenos y Prostaglandinas) en los Porcentajes de Celo y Preñez en Bovinos de Carne.

Por:

BENJAMIN RIVERA MÁRTIR

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

**EFECTO DE LA INDUCCION DE CELOS FÉRTILES (GnRH,
Progestágenos y Prostaglandinas) EN LOS PORCENTAJES DE CELO Y
PREÑEZ EN BOVINOS DE CARNE**

POR
BENJAMÍN RIVERA MÁRTIR

TESIS

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para
Obtener el Título de

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor Principal

Dr. Carlos de Luna Villarreal

Sinodal

Sinodal

MC. Laura E. Padilla González

Ing. Héctor Garza Cantú

Sinodal

Sinodal

MVZ. José Luis Berlanga Flores

Dr. Heriberto Díaz Solís

El Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Carlos de Luna Villarreal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 1998

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro Señor, por haberme permitido ver su majestuosa obra y por darme la oportunidad de llegar hasta donde he llegado que sin su ayuda no lo habría logrado.
GRACIAS DIOS.

*Con cariño y respeto para el **Dr. Carlos J. De Luna Villareal** por la confianza y todo el apoyo brindado en este trabajo y en toda mi carrera, además por sus acertados consejos que permitieron la culminación de este trabajo. Gracias por compartir parte de sus conocimientos y por distinguirme con su amistad.*

*Con un agradecimiento muy especial para la **MC. Laura E. Padilla González** por distinguirme con su amistad y por todo el apoyo brindado en este trabajo que sin su esfuerzo este sueño no se habría hecho realidad. Gracias por todo.*

*Al **Ing. Héctor Garza Cantú** por brindarme su amistad y todo su apoyo noble y desinteresado que permitieron la realización y culminación de este trabajo.*

*Con respeto y cariño al **MVZ. José Luis Berlanga Flores** por darme la confianza y oportunidad para realizar este trabajo, así como todo el apoyo brindado para la culminación del mismo. Gracias por compartir parte de sus conocimientos y por distinguirme con su amistad.*

*Con respecto al **Dr. Heriberto Díaz Solís** por el apoyo desinteresado y por compartir parte de sus conocimientos que permitieron llegar al final de esta gran tarea. Gracias.*

Al Sr. Jesús y a sus hijos Esteban y Narciso por darme su apoyo en el manejo del ganado y por compartir parte de sus experiencias en el campo. A ellos gracias.

*Con mucho cariño a mi **ALMA MATER** por darme la oportunidad de ser parte de ella y a todos mis maestros que juntos me dieron los conocimientos para realizar este gran sueño.*

DEDICATORIAS

A mis Padres:

Benjamín Rivera del Angel y

Luisa Mártir Flores

Con todo mi amor y cariño para ellos, quienes me han dado todo su apoyo tanto económico como moral durante toda mi carrera profesional, además por sus consejos y ejemplos que me permitieron seguir adelante y así realizar uno de mis más grandes sueños.
GRACIAS PAPÁ Y MAMÁ.

*Con cariño para mis hermanas **Vianey y Ana Luisa** que a pesar de la distancia siempre me han demostrado su cariño, además por todas y cada una de las frases de animo y confianza que me brindaron. Gracias.*

*Con cariño y con un agradecimiento muy especial a mi hermano **Ezequiel** y a su esposa **Adriana** que durante todo este tiempo me apoyaron tanto moral como económicamente y por todas las palabras de animo y de aliento que me brindaron cuando más las necesitaba.*

*Con cariño a mis amigos: **Gerardo (Chino), Salvador T., Jorge U., Henry, Jerónimo, Daniel, Aquileo, Valdemar, Juan José, Paulino, Miguel P. y consuelo.***

*Con un agradecimiento muy especial para: **José N., Eduardo H., Miguel S. y Ecsar** por apoyarme en todo momento y por cada una de las observaciones y consejos que me brindaron. Gracias por ser parte de mis amigos.*

*Con cariño para la Secretaria **Lourdes Noriega** por todas las finas atenciones que tuvo para conmigo y por brindarme su amistad.*

*Con un cariño muy especial a quién durante todo este tiempo me apoyó moralmente y me brindó su confianza y supo ganarse mi cariño. Gracias por cada una de las frases de aliento y por todo lo que compartimos. A ti: **Patty C.***

INDICE

	<i>Página</i>
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
1. Sincronización del Estro.....	4
1.1 Ventajas del Control del Estro.....	4
1.2 Desventajas del control del Estro.....	5
1.3 Hormonas Usadas para la Sincronización del Estro.....	5
Estrógenos.....	6
Progesterona.....	6
Prostaglandinas.....	7
Factor Liberador de Gonadotropinas (GnRH).....	8
2. Procedimientos de Sincronización del Estro.....	9
2.1 Procedimiento de los Progestágenos.....	9
Procedimiento de los Dispositivos Intravaginales.....	10
Implante de Norgestomet más Inyección de Valerato de Estradiol.....	11
2.2 Procedimiento de las Prostaglandinas.....	13
2.3 Combinación de Progestágenos y Prostaglandinas.....	15
2.4 Factor Liberador Gonadotrópico (GnRH).....	17
3. Factores que Influyen en la respuesta a la Sincronización del Celo y en los índices de Preñez.....	19
3.1 Edad.....	19
3.2 Nutrición.....	20
3.3 Medio Ambiente.....	21
3.4 Manejo.....	22
Estrés.....	22
Identificación y Detección de Estros.....	22
Momento de la Inseminación.....	23

3.5 Condición Corporal.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
1. Descripción del Area de Estudio.....	25
2. Clima.....	26
3. Vegetación.....	26
4. Suelo.....	27
5. Descripción de la Población.....	27
6. Material.....	28
7. Variables a Evaluar.....	28
8. Metodología.....	28
9. Detección de Estros.....	30
10. Inseminación Artificial (I.A).....	30
11. Diagnóstico de Preñez.....	31
12. Análisis Estadístico.....	31
RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
1. Respuesta a los Tratamientos expresados en por ciento de Celo.....	32
1.1 Respuesta General.....	32
1.2 Respuesta a los Tratamientos en por ciento de Celo en Vacas.....	34
1.3 Respuesta a los Tratamientos en por ciento de celo en Vaquillas.	36
2. Respuesta a los Tratamiento expresados en por ciento de Preñez.....	38
2.1 Preñez General (Inseminación Artificial y Monta Natural).....	38
2.2 Respuesta a los Tratamientos en por ciento de Preñez en Vacas y Vaquillas.....	39
3.Respuesta a los Tratamientos expresados en por ciento de Celos Fértiles.....	41
3.1 Celo Vs Preñez en Vacas y Vaquillas tratadas con sincronizadores	41
4. Análisis Económico de los Tratamientos.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
LITERATURA CITADA.....	48
APENDICE.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro No	página
1. Celo Vs Preñez por Inseminación artificial y Monta Natural.....	43
2. Costo del Tratamiento.....	44
3. Costo del Sincronizador + dosis de Semen Utilizado por Vaca.....	44
4. Costo de celo Fértil por Tratamiento.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
No	
1. Respuesta a los Tratamientos en por ciento de Celo y los Tiempos de Detección.....	34
2. Respuesta a los tratamientos en por ciento de Celo en Vacas y el Tiempo De Detección.....	36
3. Respuesta a los Tratamientos en por ciento Celo en Vaquillas y su Tiempo De detección.....	37
4. Preñez General de los bovinos tratados con Sincronizadores por medio de Inseminación artificial y monta Natural.....	39
5. Respuesta a los tratamientos en por ciento de preñez en vacas y vaquillas Por medio de Inseminación artificial y monta natural.....	40

INTRODUCCION

Hasta el momento uno de los grandes problemas en la ganadería extensiva y específicamente en bovinos de carne es el aspecto reproductivo.

Menos del cinco por ciento de las naciones con hatos de bovinos utilizan la inseminación artificial (Rose, 1997) y a raíz de esto es evidente un estudio más a fondo sobre el control del ciclo estral de las hembras, ya que este aspecto es de gran importancia reproductiva y como consecuencia de la producción animal. Para lograr un eficiente control sobre el ciclo estral se deben de utilizar agentes sincronizantes (hormonas), los cuales deben ser de fácil manejo, económicos y evitar que tengan efectos secundarios indeseables en el aspecto reproductivo de las hembras, además de proporcionarnos un buen porcentaje de preñez o producción para que este sea redituable en su uso.

La posibilidad de inducir estros y ovulación en los ciclos de las hembras mediante la sincronización de estros hace que se incremente el uso de la inseminación artificial y como consecuencia la eficiencia de producción animal. Esto se ve reflejado en lograr concepciones tempranas y así reducir el intervalo entre partos, lo cual hace que los programas de inseminación sean más efectivos en cuanto a porcentajes de preñez y mejoramiento genético.

Durante los últimos 30 años, a través de un mejor manejo se ha progresado de manera considerable en los procesos reproductivos y hoy en día es posible la sincronización de estros manipulando sus ciclos estrales a través de administración de

agentes sincronizantes. Con la sincronización de estros por diferentes medios se puede predecir el avance en días para que los animales entren en celo, además se obtiene una alta fertilidad al controlar y detectar estos estros.

Es importante esta metodología pero se debe tener en cuenta que los estros que se provoquen con estos productos deben de ser celos fértiles, es decir, que ocurra ovulación para lograr con la inseminación artificial un alto porcentaje de preñez y así incrementar la producción y calidad de los hatos, por lo tanto es importante conocer y saber cuál de los agentes sincronizadores a seleccionar se debe de aplicar a los animales.

Estudios recientes realizados por varias dependencias (Universidades, instituciones, laboratorios) han evaluado un nuevo sincronizante dentro del protocolo de la inseminación artificial el cual es el GnRH (factor liberador de gonadotropinas) con el que se pretende causar calores ovulatorios o sea celos fértiles. Este GnRH actúa en la hipófisis anterior estimulando la producción de hormona folículo estimulante (FSH) y de hormona luteinizante (LH). La FSH actúa favoreciendo el desarrollo y crecimiento de los folículos del ovario, y la LH es la responsable de la maduración de dicho folículo y finalmente la ovulación. Este producto según estudios realizados es más efectivo ya que es idéntico a los factores liberadores de gonadotropinas que se liberan en el organismo animal.

Dada la importancia que presenta el aspecto reproductivo en la ganadería extensiva y específicamente en bovinos de carne en el ámbito de la producción animal, se realizó el presente trabajo que va encaminado a plantear alternativas a dichas condiciones y sus objetivos planteados son los siguientes.

OBJETIVOS.

Evaluar cuál de los agentes y procedimientos de sincronización (implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol, (Norg+GnRH)+PG, GnRH+PG y Norg+PG) inducen a un mayor porcentaje de celos fértiles y como consecuencia una alternativa para incrementar los porcentajes de preñez.

Evaluar cuál de estos agentes sincronizantes (implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol, (Norg+GnRH)+PG, GnRH+PG y Norg+PG) es más redituable en cuanto a costo y producción.

HIPOTESIS.

El nuevo sincronizador de estros (GnRH combinado con Progestágenos o prostaglandinas) da mejores resultados en el porcentaje de celo fértiles y preñez comparado con Implante de Norgestomet más una inyección de Valerato de Estradiol y con Prostaglandinas, y una combinación de ambos.

REVISION DE LITERATURA

1. SINCRONIZACION DEL ESTRO.

Durante los últimos 30 años, se ha progresado de manera considerable en los procesos reproductores a través de un mejor manejo. Sin embargo, los encargados de ranchos así como los investigadores han reconocido que ciertos parámetros reproductores naturales se pueden alterar para conveniencia del manejo (Bearden, 1982).

De acuerdo a López (1983) la sincronización del estro en concepto es de tener al mayor número de hembras posibles con sus ciclos estrales ajustados en tiempo para que sean receptoras del macho.

Desde el punto de vista práctico el manejo de este conocimiento o técnica permite programar el manejo aunado a otras actividades requeridas en el rancho.

La sincronización del estro podría ser mucho más atractiva a la inseminación artificial para el productor de ganado de carne puesto que sería posible inseminar todo su ganado en un plazo relativamente corto (Bearden, 1982).

1.1 Ventajas del Control del Estro

- Facilita el uso de la inseminación artificial y por lo tanto mejoramiento genético.
- Mejora el grado de detección del estro al concentrar la aparición de los ciclos en los diferentes individuos, en un periodo relativamente pequeño.
- Manejo de un lote de animales a la hora de inseminación y en la época de pariciones de tal manera que se mejorará, significativamente, la eficacia reproductiva.

- Controla la época de nacimiento, para que éstos ocurran cuando sean más convenientes.
- Se obtienen lotes de crías más uniformes dentro de una época determinada.
- Reduce el intervalo entre parto.
- Permite programar o coordinar los recursos laborales del establecimiento.
- Reduce costos operativos por ahorrar tiempo, viajes y trabajo.
- Reduce el estrés por manejo, al servir a todos los vientres en un tiempo determinado.
- Se mejora el precio del ganado producido por una uniformidad y calidad genética.

(López, 1983; Sorensen, 1982)

1.2 Desventajas del Control del Estro

- El comportamiento reproductor es muy variable, de unos hatos a otros, incluso en el mismo hato hay diferencia en distintos años.
- Los factores económicos son variables.
- Aumento de mano de obra al practicar la inseminación artificial.

(Peters, 1991).

1.3 Hormonas Usadas para la Sincronización del Estro

Las hormonas son sustancias químicas reguladoras del funcionamiento del organismo animal. Estas sustancias provienen de glándulas especializadas, ya que cada una de ellas secreta hormonas que son específicas de esa glándula. Estas hormonas tienen la peculiaridad de ejercer su influencia reguladora lejos de la glándula que las produce. De la glándula productora a la glándula o tejido reproductor, las hormonas son transportadas por la sangre (De Alba, 1985).

Los cambios de concentraciones hormonales que se observan, particularmente los de estradiol, procedentes del folículo en desarrollo, son los responsables de los cambios en el ciclo estral relacionado con el estro.

Las hormonas que intervienen directamente con la reproducción y que son usadas para la sincronización son las siguientes:

◆ **Estrógenos**

Los estrógenos forman un grupo de sustancias de constitución química bastante diferente, pero que todos ellos gozan de la propiedad común de hacer aparecer en los animales ovariectomizados las manifestaciones del estro o celo (Derivaux, 1961).

El principal estrógeno, biológicamente activo, es el 17 β - estradiol los otros estrógenos, estriol y estrona, se consideran metabolitos del estradiol.

Las principales acciones de los estrógenos son: (1) la manifestación del comportamiento de cópula durante el estro; (2) los cambios cíclicos en el sistema femenino; (3) el desarrollo de conductos en la glándula mamaria, y (4) desarrollo de características sexuales secundarias. Los estrógenos son luteolíticos en la vaca y en la oveja, pero son luteotrópicos en la cerda (Bearden, 1982).

La administración de estrógenos provoca una disminución de la hormona folículo estimulante (FSH) y la estimulación de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH). Así mismo, el estrógeno es responsable de la libido y de la preparación de todo el aparato reproductor para la concepción. Los estrógenos actúan como un mecanismo disparador de la liberación de la LH (Derivaux, 1961).

◆ **Progesterona**

Los progestágenos son otro grupo de hormonas con actividad similar a los estrógenos y el más importante es la progesterona.

Tanto los estrógenos como los progestágenos ayudan a regular la liberación de gonadotropinas, actuando a nivel del hipotálamo y de la hipófisis anterior. Niveles elevados de progesterona o una combinación de progesterona y estrógenos inhiben la liberación de

FSH y LH de la hipófisis anterior. Cerca del momento del estro, cuando los niveles de progesterona son bajos, las altas concentraciones de estrógenos estimulan la liberación de LH y de prolactina (Bearden, 1982).

Por otro lado, la progesterona ejerce sobre varios órganos funciones complementarias a la del estrógeno. En el útero especialmente, sus funciones son preparatorias para recibir la implantación del óvulo.

Después del periodo de excitación y preparación ocurre un aumento del nivel de progesterona y surge una etapa de tranquilidad para el desarrollo del óvulo fertilizado. Si no hubo fecundación, el aparato genital detecta el fenómeno y se repite el ciclo para tener otra oportunidad de gestación (De Alba, 1985).

◆ **Prostaglandinas**

Las prostaglandinas son compuestos humorales que han sido aislados de muchos tejidos animales, incluyendo los de la piel, intestino, riñón, cerebro, órganos reproductores, líquido menstrual y líquido amniótico. Dichos compuestos ejercen sus efectos dentro de los órganos en los que son sintetizados.

La prostaglandina $F_2 \alpha$ es la sustancia luteolítica natural que, en ausencia de embarazo, concluye un ciclo estrual en la hembra y permite que comience el siguiente. También termina el embarazo temprano, por tanto, se ha convertido en un medicamento eficaz para sincronizar el estro de los animales domésticos (Frandsen, 1984).

Con la prostaglandina se induce a una regresión prematura del cuerpo lúteo con la consecuente presentación del celo. Esta inducción se logra en la actualidad con la administración de los análogos de la prostaglandinas $F_2 \alpha$; Sin embargo las prostaglandinas no son producidas por ninguna glándula o tejido específico (Bearden, 1982).

◆ **Factor Liberador de Gonadotropinas (GnRH)**

La secreción de hormonas gonadotrópicas por la hipófisis anterior es controlada por una hormona liberadora peptídica, que es producida por células neurosecretorias en el hipotálamo (Bearden, 1982).

El GnRH se libera por el hipotálamo durante las distintas etapas del ciclo estral de la vaca. Este GnRH actúa en la hipófisis anterior estimulando la producción de la hormona folículo estimulante (FSH) y de la hormona luteinizante (LH). A la LH y FSH conjuntamente se conocen como gonadotropinas, porque estimulan a las gónadas. En la hembra, la FSH promueve el crecimiento folicular y la producción de estrógenos por los ovarios, la LH causa maduración del folículo, ovulación (ruptura del folículo y liberación del óvulo) y es luteotrópica. Esto es, estimula la formación de cuerpo lúteo y la producción de progesterona (Derivaux, 1961).

Por otro lado Thacher, *et al.*, (1993) menciona que cualquier uso de GnRH u otros agonistas, en la implementación de un manejo reproductivo u otros usos como el de incrementar los índices de concepción, debe ser basado en la comprensión del GnRH ya que este provoca efectos biológicos en el sistema endocrino – reproductivo.

La administración de GnRH, a vacas, causa una liberación tanto de la hormona luteinizante (LH) como de la hormona estimulante de los folículos (FSH) (Peters, *et al.*, 1991).

De acuerdo a Gonzalez – Padilla (1975) citado por Peters y Ball en 1991, la interacción de varias hormonas hipotalámicas e hipofisarias estimulan al ovario para responder mediante la formación de un óvulo y la presencia del libido, esta interacción es causada por la hormona liberadora (GnRH).

2. PROCEDIMIENTOS DE SINCRONIZACION DEL ESTRO

La llave del éxito en cualquier programa reproductivo es el manejo de sincronizadores siendo esta una herramienta esencial para el ganadero o como una alternativa o solución al problema reproductivo en hatos ganaderos en pastoreo extensivo.

La posibilidad de inducir estros o celos y ovulación dentro de los ciclos estrales de las hembras depende de la manipulación hormonal que se presente durante el ciclo ovárico de la hembra.

Durante las dos últimas décadas ha habido un mayor progreso en desenredar el complejo endocrino relacionado con el control de la función del ovario en las especies domésticas (Stabenfeldt, *et al.* 1978).

Algunos productos utilizados para la sincronización del estro son los siguientes.

2.1 Procedimiento de los Progestágenos

Un procedimiento para controlar el ciclo estral es estimular la función del cuerpo lúteo mediante la administración de progesterona o alguno de sus derivados. Bajo el nombre de progestagenos o con la denominación de cuerpo progestativo se agrupan toda una serie de compuestos cuyas formas de actuar y de administrarse son diferentes pero poseen algunas de las propiedades de la progesterona y en especial el efecto que ejerce sobre el endometrio (Brackett, 1988 ; Diedrich, 1972).

Con el fin de sincronizar el estro a un grupo de hembras, el periodo de administración de progesterona debe ser suficientemente largo como para permitir que el cuerpo lúteo involucre con el fin de obtener la sincronización. Generalmente el periodo del tratamiento es de 16 días para la vaca.

Sin embargo se ha demostrado que los tratamientos prolongados con progesterona (18 - 21 días) proporcionan pobres índices de gestación, lo que parece ser debido a cambios adversos en el ambiente intrauterino que inhibe el transporte de los espermatozoides. Acortando el tiempo del tratamiento (siete a 12 días) se obtienen índices de gestación más aceptables de 60 - 70 por ciento (Roche,1974). Desgraciadamente, el tratamiento a corto plazo no controla adecuadamente el ciclo en cuanto a si el tratamiento comienza al principio del ciclo, el cuerpo lúteo natural puede sobrevivir al tratamiento de progesterona.

El descubrimiento de los progestágenos sintetizados, activos por vía oral, ha abierto nuevos caminos a la investigación sobre la sincronización del celo.

Según Peters y Ball, (1991) los progestágenos también se pueden administrar por inyección aunque se precisan varias aplicaciones y como el ritmo de absorción es muy variable no existen garantías de ovulación al suprimir el tratamiento. Los implantes parecen ser el método más adecuado para administrar los progestágenos.

Con la administración de progestágenos de implante en la oreja durante nueve días, se pueden obtener porcentajes de sincronización del 60 por ciento y de concepción próximos al 40 por ciento en animales no cíclicos (Wiltbank y Mares, 1977).

◆ **Método de los dispositivos intravaginales**

El Dispositivo Intravaginal de Liberación de Progesterona (PRID), es una forma especial de dispositivo que se inserta y se mantiene dentro de la vagina de la vaca por un periodo de siete a 12 días. El PRID está formado por un muelle de acero inoxidable cubierto por una capa de silicon inerte, en la que está impregnada 1.55 mg de progesterona. En la parte interna se encuentra una cápsula de gelatina que contiene 10 mg de benzoato de estradiol.

El PRID se inserta en la vagina por medio de un espejulo y se deja en el lugar hasta unos 12 días.

El estradiol se absorbe rápidamente por la pared de la vagina a la circulación sistémica y se incorpora con el fin de que actúe como sustancia luteolítica. La progesterona se libera durante un periodo prolongado de tiempo, hasta la retirada del aparato. Al retirar el aparato se produce una caída rápida de concentración de progesterona, con la que se simula la luteolisis natural ; en consecuencia, la vaca presentará estro 48 - 72 hr más tarde y se utilizará la inseminación artificial a tiempo fijo (Peters y Ball,1991).

Liberación interna de droga controlada (CIDR-B) está compuesto por silicon inerte sobre un soporte de nylon, a la que se le ha incorporado 1.9 gr de progesterona natural micronizada (Morrow, *et al.*, 1995).

El propósito real del dispositivo CIDR-B es de obtener el máximo número de animales sincronizados en celo dentro de aproximadamente 48 hr después del retiro del dispositivo.

Macmillan, (1993) menciona que el por ciento de retención del dispositivo en vaquillas es del 99 por ciento en tratamientos de 14 a 15 días y en vacas el 98 por ciento con tratamientos de cuatro a siete días.

◆ **(Implante de Norgestomet más inyección de Valerato de Estradiol)**

El sistema del Implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de Estradiol (SMB) tiene el mismo objetivo pero difiere completamente al de la prostaglandinas. El Implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de Estradiol es un producto combinado con el uso de progesterona sintética y estrógenos. El Implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de Estradiol es aprobado para su uso por la FDA (Administración de drogas y alimentos). El implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol es un sistema que envuelve tres pasos, y todos los animales responderán ciclando a voluntad al mismo tiempo a pesar de todos los estados del ciclo cuando el programa es iniciado (Hertman, *et al.*, 1994).

Para la sincronización de estros, proporciona máximos resultados, usando tratamientos que ofrecen efecto de control de formación de cuerpo lúteo y función a todos los estados del ciclo estral (Burns, *et al.*, 1993).

En un estudio realizado por Balasubramanian, *et al.*, (1993) en un grupo de vaquillas cruzadas, de edad de dos a cuatro años tratadas con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol (2 ml), se presentan estros en todas las vaquillas, a 47.2 ± 0.4 hr después de remover el implante. Las vaquillas son apareadas 48 hr después de remover el implante y tres quedan preñadas, obteniéndose un índice de preñez del 42.85 por ciento.

Mientras que Wiggan, *et al.*, (1992) en un trabajo realizado con un conjunto de 815 hembras de ganado vacuno, fueron tratadas con un implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol . El implante fue retirado nueve días después y los animales fueron inseminados 48 - 52 hr después de remover el implante. El índice de preñez en este trabajo es de 27.1 por ciento, este bajo porcentaje es atribuido a una pobre detección de celos.

En un estudio realizado por Rodríguez (1983) con 39 animales de la raza Charolais y Brangus entre vacas y vaquillas, para sincronizar el estro con el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol ha logrado una sincronización de 56 y 23 por ciento (36 y 48 hr respectivamente), después de haber retirado el implante, logrando un 30.7 por ciento de preñez.

Por otro lado, Villegas, *et al.*, (1991) en estudio realizado en Sonora con 96 vacas de las razas Brangus y Charolais distribuidas de acuerdo a raza, peso corporal, condición ovarica y periodo postparto, realizó tres tratamientos: primero: Testigo, únicamente alimentado con forraje tosco, segundo: Con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol y el tercero con punto siete mg / cabeza / día de acetato de melengesterol (MGA) mezclado en un kg de salvado de trigo y una inyección intramuscular

de $\text{PGF}_2 \alpha$ (25 mg). La respuesta obtenida en la sincronización de celo en los tratamientos con implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol y MGA más $\text{PGF}_2 \alpha$, fué de 75 y 56 por ciento respectivamente, y el grupo testigo 28 por ciento. Dentro de la raza Brangus, el implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol presentó la mayor sincronización (89 por ciento) comparado con el MGA más $\text{PGF}_2 \alpha$ (58 por ciento) y el testigo (3 por ciento). La raza Charolais con el implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol también alcanzó el mayor porcentaje de sincronización (57 por ciento) siendo similar al obtenido por el MGA más $\text{PGF}_2 \alpha$ (54 por ciento), pero diferente al testigo (25 por ciento) con un nivel de significancia de ($P>0.05$). Se concluye que las ventajas observadas con el tratamiento del implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol fueron su rapidez de sincronización, eficaz inducción de estro y fácil aplicación.

Numerosas pruebas de campo con este tratamiento se ha establecido que es dos veces más efectivo en los hatos con un buen manejo en comparación con los hatos de manejo no integral. El tratamiento no se debe administrar hasta que las vacas se encuentren aproximadamente 60 días postparto (Bearden, 1982).

2.2 Método de las Prostaglandinas.

Las prostaglandinas causan la regresión del cuerpo luteo, con la consecuente presentación del celo (Galina, et al., 1986).

La prostaglandina es producida en el utero que causa regresión del cuerpo lúteo (luteolisis) y subsecuentemente resulta en una embestida de calor o estro. La prostaglandina sintética es un producto altamente efectivo para inducir estros dentro de la mitad del ciclo de las vacas, estos son administrados por inyección (Bearden, 1982).

De acuerdo a Derivaux, (1976) desde que las prostaglandinas rompen o echan abajo el cuerpo luteo cuando las hembras son inyectadas durante la mitad del ciclo (día seis al 17),

el cuerpo luteo a voluntad regresa prematuro y la vaca puede llegar a entrar en calor y ovular dentro de dos a cinco días.

Las prostaglandinas son usadas solamente dentro de las hembras no preñadas porque esto podría causar aborto si la administramos en vacas preñadas y vaquillas, dependiendo de la etapa de gestación.

Debido a que la prostaglandina en las vacas solo es eficaz cuando se administra en el día cinco y 17 del ciclo, solo se puede esperar que 60 a 65 por ciento de las vacas respondan en cualquier momento.

Generalmente las tasas de concepción después del tratamiento con prostaglandinas han sido comparables con los obtenidos con estro que aparecen en forma natural. Un porcentaje de vacas, mucho más alto, resultan preñadas durante los primeros días de apareamiento ya sea sincronizadas con prostaglandinas o con progestágenos, que cuando solo se detecta calor en las vacas no sincronizadas (Derivaux, 1976).

Brackett, (1988) menciona que la prostaglandina $F_2 \alpha$ actualmente está recibiendo gran atención en el ganado vacuno tanto de aptitud lechera como cárnica.

Por otro lado Colak e Izgür, (1991) en estudio realizado con vacas y vaquillas tratadas con prostaglandinas obtuvieron un porcentaje de sincronización de celos de 100 por ciento en vacas y en vaquillas y con respecto a los índices de preñez para la primera inseminación fue de 50 por ciento para vacas y 40 por ciento en vaquillas.

Otra investigación realizada por Prinzen, *et al.*, (1991) con vacas y vaquillas muestran que el índice de concepción en este trabajo fue de 56.5 por ciento. El índice de concepción se vio afectado por la edad de las vacas (arriba de los cinco años de edad) y por el inseminador.

Wiggan, *et al.*, (1992) menciona en un trabajo realizado con 316 vaquillas inyectadas intramuscularmente con Prostaglandina análoga (cinco ml de Lutalyse) e inseminadas al

observar celos tres a cuatro días después de la inyección. Las que fallaron al presentar celo fueron reinyectadas 11 días después de la primera inyección e inseminadas de nuevo. Los resultados obtenidos fueron: 81 por ciento mostraron celo tres a cuatro días después de la inyección. De las 60 vaquillas reinyectadas el 85 por ciento estaba en celo tres a cinco días después de la inyección. Los índices de preñez fueron de 26.9 y 37.1 por ciento respectivamente. El bajo índice de preñez en la investigación son atribuidos a una pobre detección de celos.

El procedimiento de las dos inyecciones permite cubrir a las vacas sin la necesidad de detectar el estro (Sorensen, 1982).

2.3 Combinación de Progestagenos y Prostaglandinas

El tratamiento combinado posee algunas ventajas:

1. Acorta el periodo de tratamiento con progestágenos, por lo que posiblemente aumente las oportunidades de concepción.
2. Requiere solo de un tratamiento con prostaglandina,
3. Acorta la sincronización y
4. Proporciona una mejor sincronización.

(Bearden, 1982).

La combinación de los dos métodos ha demostrado ser muy promisorio. En vaquillas Holstein, los progestagenos administrados como pesarios vaginales durante siete días combinados con Prostaglandinas $F_2 \alpha$ administrados en el día sexto, a conducido a una buena concepción. Se mejoró la sincronización con esta técnica, 82 por ciento de los animales tratados presentaron estro en un periodo de 17 hr y 100 por ciento en un periodo de 32 hr. (Bearden, 1982).

Productos como las Prostaglandinas $F_2 \alpha$ y combinaciones de progestágenos y estrógenos han dado buenos resultados en la sincronización de estros en vaquillas; así

mismo, estudios recientes han mostrado que la combinación de ambos productos mejoran dichos estros (Bearden, 1982).

Un experimento realizado por Gastelum y Pedroza (1988) con 65 vaquillas de la raza Brangus y Charolais divididas en cuatro grupos; 1.- testigo sin tratamiento (T) sólo inseminación artificial convencional (I.A.C) , 2.- dos inyecciones de progestágenos (25 mg c/u) con 11 días de separación, posteriormente I.A.C. (PG). 3.- Un implante subcutáneo (Norgestomet seis mg) por nueve días mas una inyección (Noergestomet tres mg más Valerato de Estradiol cinco mg), al colocar el implante, posterior al retiro I.A.C. (SMB), y 4.- similar al anterior pero además un día antes de retirarlo una inyección de PG (implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol más PG) la presentación de estros a cinco días de la inseminación artificial. fue menor ($P > 0.01$) en T (27 por ciento) que en PG, implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol e implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol más PG (82,81 y 93 por ciento respectivamente) y los porcentajes de gestación fueron de 53, 88, 62 y 80 por ciento para T, PG, implante de norgestomet más inyección de valerato de estradiol e implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol más PG, respectivamente. En conclusión el uso de sincronizadores agrupa a más del 81 por ciento de estros y con PG y el implante de norgestomet más la inyección de valerato de estradiol más PG se mejoran los porcentajes de preñez con pocos días de trabajo.

2.4 Factor Liberador Gonadotrópico (GnRH)

El GnRH es responsable de la liberación de la hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) de la pituitaria, las cuales van actuar en las gonadas, en este caso en los ovarios donde actuaran para que empiecen a crecer y a desarrollarse los folículos para que provoquen los síntomas del celo y posteriormente la ovulación (Coleman, *et al.*, 1991).

Hipotéticamente, el GnRH induce efectos que pueden ser indirectos a través de la liberación de LH y FSH. (Chenoult, *et al.*, 1990) ó quizá efectos directos de GnRH en tejidos reproductivos (Hsueh y Jones, 1981).

El crecimiento folicular y ovulación en los ciclos de los animales domésticos pueden ser estimulados por la administración de hormonas tales como la actividad de las gonadotropinas.

Estudios realizados por algunas Universidades y laboratorios han evaluado un nuevo sincronizador dentro del protocolo de la inseminación artificial como es el GnRH, (Rose, 1997). Se da una aplicación de GnRH en el día cero, seguido de Prostaglandina F₂ α en el día séptimo, seguido de la detección de calor. El nuevo programa de sincronización establecido por Anderson en 1997, exhibe un dramático mejoramiento en índices de preñez.

Un estudio realizado por Stevenson, (1997) de la Universidad de Kansas probó dos tratamientos: 1.- GnRH más PGF₂ α y 2.- GnRH más Norgestomet más PGF₂ α. A las vacas se les aplicó GnRH y se implantaron con Norgestomet y siete días después los implantes fueron retirados y las vacas recibieron Prostaglandina. Estos tratamientos fueron comparados con el grupo control 2xPGF₂ α, que consiste en dos aplicaciones de Prostaglandina con 14 días de diferencia. Todos los animales fueron monitoreados y se detectaron celos después de la última aplicación de prostaglandinas.

En este trabajo se utilizaron un total de 911 vacas divididas en cuatro hatos, cada uno con los tres tratamientos y los resultados son los siguientes: el tratamiento con GnRH más Norgestomet más PGF₂ α y GnRH más PGF₂ α incrementaron el número de vacas detectadas en celo, 24 y 12.7 por ciento respectivamente más que el tratamiento control, y en los rangos de preñez de 13.1 y 10.5 por ciento respectivamente, más sobre el grupo control. Así el GnRH más Norgestomet más PGF₂ α en este programa resultó con más vacas en celo y rangos de preñez más altos.

Un estudio realizado por Tumen, *et al.*(1994) indujo celos en 61 vacas por una inyección de 15 mg de Luprostiol ($\text{PGF}_2 \alpha$) dobles, en un intervalo de 11 días. Las vacas expusieron signos de celo y se inseminaron seis a 12 hr después de comenzado el celo e inmediatamente después de la inseminación se aplicaron 10 μg de buserelin (GnRH) y posteriormente se palpó a los 60 días después de la inseminación y se obtuvo un índice de preñez de 73.9 por ciento.

Vaquillas tratadas con seis μg de Buserelin (GnRH) seguido de siete días posteriores de una inyección de $\text{PGF}_2\alpha$ incrementa el número de animales sincronizados dentro de un periodo de cinco días y también aumenta la precisión de sincronización dos y tres días después de la inyección de $\text{PGF}_2 \alpha$, comparada con vacas tratadas con $\text{PGF}_2\alpha$ solamente, (Thatcher, *et al.*, 1993).

Varios reportes han indicado que seis o siete días de intervalo entre GnRH y $\text{PGF}_2\alpha$ es un sistema satisfactorio para la sincronización de estros con buena fertilidad. (Coleman, *et al.*, 1991; Guilbault, *et al.*, 1991).

Narasimha Rao y Venkatamiah, (1991) han realizado investigaciones para inducir y sincronizar estros con un aceptable nivel de fertilidad en búfalos en anestro, a los cuales se les ha aplicado GnRH agonista seguido por Doprostenos (siete días de intervalo) comparado con un grupo control. De esta manera el tratamiento GnRH agonista y Cloroprostenol parece inducir primero al desarrollo de folículos y a ovulación en búfalos en anestro.

Guilbault, *et al.* (1991) reportan un programa a seis días con GnRH + $\text{PGF}_2 \alpha$ que da también eficiencia para detección de estros y que tiene efectos diversos en fertilidad como incrementar el índice de preñez.

La sincronización de estros con GnRH agonista seguido por $\text{PGF}_2 \alpha$ a seis o siete días de intervalo es una opción adicional para controlar la crianza.

3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA A LA SINCRONIZACION DEL CELO Y EN LOS INDICES DE PREÑEZ.

3.1 Edad

Existe una edad optima para la primera fecundación: la edad de la madurez sexual. Antes de este periodo el ovario es algo receptivo, pero la tasa de hormonas gonadotropicas es insuficiente para desencadenar la ovulación. La inyección de estas sustancias produce la emisión de óvulos en los animales impúberes, lo que demuestra que tales ovarios son capaces de producir óvulos maduros pero a condición de que el estímulo hipofisiario sea suficiente (Bearden, 1982).

De acuerdo con trabajos recientes, en cubriciones que van seguidas de fecundación en terneras de 14 a 15 meses de edad no tienen ningún efecto desfavorable sobre la capacidad reproductora de los animales; ni sobre el desarrollo final del cuerpo, siempre que la alimentación sea correcta.

Muchos animales jóvenes tienen ciclos anovulatorios, como la ternera; la cerda; o emiten óvulos anormales, (Hancock, 1948; Teskoi, 1944) citados por Derivaux en 1976.

La fecundidad disminuye igualmente con la edad, así, son más difícilmente las vacas y las ovejas después de 10 años y la cerda después de tres años (Derivaux, 1976). Sin embargo no existe nada concreto sobre esta limitación, ya que hay noticias de la existencia de animales de edad avanzada (vacas de 12 a 15 años) en las cuales la capacidad reproductora conservaba un carácter regular sobresaliente.

Hay datos que indican que las vaquillas que se cruzan por primera vez a los cuatro o cinco años de edad tienen un incremento significativo en los problemas reproductivos. Es extremadamente importante que la hembra crezca a una velocidad que le permita alcanzar

el tamaño deseable, compatible con la edad deseada en el momento de la cruce. (Bearden, 1982).

3.2. Nutrición

Una buena nutrición es fundamental para las vacas que lleguen entrar en calor, pues son ellas son las que pueden concebir y producir (Herman, *et al.*, 1994).

Es difícil de precisar la responsabilidad ya que existen numerosas interferencias con otros factores. Varios investigadores han observado una ovulación mejor y un nacimiento más elevado de crías en aquellas ovejas que son sobrealimentadas y que además se alimentan con abundante hierba (Derivaux, 1976).

El equilibrio nutricional tiene, pues, un papel muy importante en la normalidad de los fenómenos de la reproducción, mientras que el desequilibrio alimentario, total o parcial, compromete la capacidad reproductora (Herman, *et al.*, 1994).

El nivel nutricional afecta enormemente la edad que se llega en la pubertad, pero una vez que la hembra llega a ésta, ni el tamaño ni la edad afectan el índice de concepción, siempre y cuando el manejo se encuentre en límites aceptables (Bearden, 1982).

3.3. Medio ambiente

La mayoría de los encargados de animales consideran indeseable la tensión de cualquier naturaleza con relación a la eficacia de la reproducción. La tensión se puede definir como cualquier cambio ambiental (Bearden, (1982).

Tensiones como el frío, transporte y simples cambios en la rutina de manejo han reducido en ocasiones, pero no siempre, la eficacia de la reproducción. Se pueden asociar

varios efectos adversos a la tensión calórica. En hembras con frecuencia ocurren ciclos estrales irregulares, ciclos estrales cortos, estros más silenciosos y una ovulación más retrasada y suprimida. Si la temperatura ambiental es suficientemente alta como para elevar la temperatura rectal de las hembras en uno o dos °C se observarían marcadas reducciones en el índice de concepción (Ulberg y Burtening, 1967). En ovejas y en ganado bovino de carne la tensión calórica durante la gestación ha provocado que las crías sean más pequeñas o en ocasiones enanas.

Por lo general las temperaturas ambientales de más de 30°C reducirán el índice de concepción (Johnston y Branton, 1953) citados por Bearden en 1982. Se pueden tolerar las altas temperaturas del día si las noches son frías (< de 18°C). Las temperaturas ambientales altas son más perjudiciales si la humedad relativa también es alta.

En un estudio que se llevó a cabo en Florida se determinó que los cinco factores climáticos que influían más sobre el índice de concepción eran: a. Temperatura máxima del día después de la inseminación; b. Caída de la lluvia el día de la inseminación; c. Temperatura mínima el día de la inseminación; d. Radiación solar el día de la inseminación y e. Temperatura mínima el día después de la inseminación. Otros investigadores han determinado que el momento más crítico de la inseminación es unos cuantos días después de la inseminación (Bearden, 1982).

3.4. Manejo

◆ Estrés

Desde el punto de vista fisiológico el estrés comprende cualquier factor nocivo que produzca liberación de hormonas corticosteroides y activación del sistema nervioso simpático; con lo que aquí se pueden incluir cambios en la nutrición, manejo erróneo, sustos repentinos y una amplia variedad de otros factores. Las vacas son más susceptibles al

estrés en el momento de la inseminación, unos 30 – 50 días después de la concepción, que es cuando pueden producir pérdidas fetales y en el momento del parto, por lo que en estos periodos se debe evitar cualquier trastorno. El manejo cuidadoso de los animales, a la hora de la inseminación artificial, incluye el disponer todo lo necesario para practicar ésta. En los momentos críticos señalados, se deben evitar cambios bruscos de la alimentación; ya que los factores fisiológicos, físicos y nutricionales, relacionados con cambios en la estructura social, pueden alterar la concepción o gestación (Peters, *et al.*, 1991).

◆ **Identificación y detección de estros**

En los hatos donde se practica la inseminación artificial, una de las prácticas de manejo más importantes es la detección del estro para que la inseminación se pueda llevar a cabo en el momento adecuado (Bearden, 1982).

Varios mecanismos han sido probados y son utilizados en esencia con la ayuda de la identificación de los animales y de las vacas que entran en calor.

Según Herman, *et al.*, (1994) la identificación individual de las vacas en un programa de inseminación es fuertemente recomendado porque esto facilita la detección del estro.

Detectar celos dos veces al día, a las seis hr y a las 18 hr, como método, revisar una vez más a mediodía, dio un incremento de 10 por ciento en la eficacia de la detección para este último método. Una observación más en la noche dio un incremento de 19.9 por ciento en la eficacia de detección con respecto al método de dos revisiones diarias. La revisión matutina del estro (tan pronto como aparezca la luz) es la más importante (Bearden, 1982).

◆ **Momento de la Inseminación**

Es esencial que la inseminación artificial o la monta natural se lleven a cabo en el momento adecuado para lograr un índice máximo de concepción. Se debe puntualizar que

se obtiene el mejor índice de concepción aproximadamente de la mitad del estro hasta casi el final de éste. El índice de concepción de las inseminaciones llevados a cabo cerca del principio del estro es considerablemente más bajo, lo que indica que en la mayoría de los casos los espermatozoides han perdido su viabilidad antes del momento de la inseminación. También parece ser que las inseminaciones que se llevan a cabo a menos de seis hr antes de la ovulación producen una concepción reducida, (Bearden, 1982).

Una buena opción para elegir el momento de la inseminación es guiarse por la regla A.M – P.M, es decir, los animales detectados en celo por la mañana se inseminarán por la tarde y los detectados en la tarde se inseminarán por la mañana del siguiente día. (Herman, *et al.*, 1994).

3.5 Condición Corporal

La condición corporal, o la cantidad de grasa y tejido muscular en el cuerpo que tiene un animal, es un indicador de manejo que es usado para predecir la fertilidad del hato y determinar él o los programas de alimentación. La ventaja de la evaluación de condición corporal es que se aprende fácilmente, es rápida, es simple, barata, no requiere equipo especializado y es suficientemente exacto para muchas investigaciones y situaciones de manejo (Alberta Agriculture, 1998).

Evaluar la condición corporal de las vacas es una herramienta efectiva en el manejo porque hay una fuerte relación que existe entre condición corporal y fertilidad. La condición corporal es una guía de confianza para evaluar a las vacas en su estatus nutricional. (G. Mortimer, *et al.*, 1991).

Por otro lado Wildman, *et al.*, (1982); Horner, (1992) mencionan que la condición corporal representa la forma más fácil, rápida y menos complicada de evaluar las reservas de los tejidos y sus cambios. Las reservas corporales de la vaca son mejor reflejadas a través de la condición corporal que a través de los cambios en su peso vivo, debido a los cambios en el llenado del aparato digestivo.

Patton, *et al.*, (1993), mencionan que los animales sin una adecuada reserva corporal son más susceptibles a padecer enfermedades, desórdenes metabólicos y problemas en su eficiencia reproductiva, así como una producción disminuida.

Se ha observado que el desempeño productivo de las vacas, puede ser predicho con el seguimiento de la condición corporal como medida de manejo (Beverly, 1981).

MATERIALES Y METODOS

1. Descripción del área de estudio

La presente investigación fue realizada en el Rancho experimental ganadero “Santa Teresa de la Rueda”, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, dicho predio se encuentra ubicado en el municipio de Ocampo en el estado de Coahuila, a 417 km de la ciudad de Saltillo, Coahuila, de los cuales 70 Km son camino de terracería Ocampo – Boquillas del Carmen, que conducen a las instalaciones del rancho.

Está localizado a una altitud de 1270 msnm. Dentro de las coordenadas 27° 58' 06'' de latitud Norte y a los 102° 40' 05'' de longitud Oeste, según carta topográfica. (Vázquez, *et al.*, 1979).

Este predio cuenta con una superficie de 5767.72 hectáreas y está dividido para su manejo en únicamente ocho potreros y un potrero pequeño que se usa como reparo del ganado. Cuenta también con una infraestructura la cual permite un manejo más óptimo del ganado, un corral dividido en 4 corraletas, una manga, prensa de manejo, báscula, bebederos y baño de inmersión.

El objetivo del Rancho es la producción de ganado Charolais principalmente para pie de cría y su hato está constituido por ganado puro de registro procedente de Estados Unidos, criollo y ganado de $\frac{3}{4}$ y $\frac{7}{8}$ Charolais-Brahman.

2. Clima

La formula climática para esta región donde se encuentra ubicado el rancho es BWKW (X') (e'), que significa que es un clima muy seco, templado y extremo, con lluvias escasas todo el año, con más dominancia durante el verano. La temperatura media anual es de 17.1 °C. La precipitación media anual es de 270.3 mm.

Las heladas se registran en forma intensa y frecuentemente durante los meses de enero, sin embargo pueden presentarse desde octubre hasta abril. Los vientos predominan del sur con fuertes fluctuaciones durante el año. (Mendoza, 1983).

3. Vegetación

La vegetación es característica de las zonas áridas determinándose cinco tipos de vegetación con descripción cartográfica.

- a). Matorral desértico Rosetofilo (sotol)
- b). Pastizal Halófito de Sporobolus (zacatón alcalino)
- c). Matorral Parvifolio Espinoso de Prosopis (mezquite)
- d). Matorral Parvifolio de Acacia (largoncillo)
- e). Matorral Parvifolio Inerme de Fluorescencia (hojasen)

(Vázquez, et al., 1979)

Especies clasificadas como de valor forrajero excelente, ubicados dentro del área de estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Delea formosa	Engorda cabras plumosa
Bouteloua curtipendula	Zacate banderita
Bouteloua eriópoda	Zacate navajita negra
Bouteloua gracilis	Zacate navajita azul
Panicum hallii	Zacate rizado

4. Suelo

Los suelos del rancho presentan una textura variable, los cuales comprenden desde migajon arcilloso en los lomeríos hasta arcilloso en las partes bajas.

Para la región se clasifican en dos tipos de suelo. En la parte baja, el clasificado como HK+X1/2 que significa en primer término un xerosol cálcico asociado con xerosol lúvico, con textura media y con contenido de sodio intercambiable, más 15 por ciento de saturación de sodio. En los lomeríos se clasifica 1+Rc+E/2, lo que indica la presencia de litosol con regasol calcarico y rendzina, con textura media (DIGETENAL, 1983).

5. Descripción de la población con la que se realizó la investigación

La selección de las hembras para entrar al programa de sincronización e inseminación artificial se realizó tomando en cuenta varios factores como su condición corporal (cuatro a seis en una escala de uno a nueve), de acuerdo a clasificación de Richards, *et al.*, (1986), y a su estado reproductivo (gestante o vacía), el cual fue determinado por palpación rectal por un especialista en el área.

Para este trabajo se utilizó la cantidad de 74 hembras de la raza Charolais de las cuales 38 eran vaquillas y 36 vacas.

6. Material

- Bovinos de la raza Charolais (vacas y vaquillas)
- GnRH
- PGF₂ α
- Implante de Norgestomet + una inyección de Valerato de Estradiol.
- Equipo y material para la sincronización de celos e inseminación artificial

7. Variables a evaluar

- ◆ % de celos ----- % celos fértiles
- ◆ % de preñez (I.A y Monta natural)
- ◆ Vacas
- ◆ Vaquillas

8. METODOLOGIA

La investigación se inicia con la selección de las hembras y posteriormente se realizó la fase de sincronización de celos.

Para esta investigación se utilizaron cuatro grupos experimentales (tratamientos), los cuales fueron asignados al azar y están compuestos de Vacas y Vaquillas de la raza Charolais.

Los tratamientos son los siguientes:

- 1. Implante de Norgestomet + Valerato de estradiol (**SMB**).

Para este tratamiento en el día cero se colocó el implante de Norgestomet en la base de la oreja del animal de manera subcutánea seguido por una inyección intramuscular de valerato de estradiol (2 ml/vaca) y en el día nueve se retiró el implante y a las 36 hr de haber retirado dicho implante se procedió a detectar los estros. En este tratamiento se utilizaron 12 vaquillas y 12 vacas adultas que fueron asignadas al azar.

- 2. (**Norg+GnRH**)+**PG** (Implante de Norgestomet + GnRH (Dalmarelin RH) + Prostaglandinas F₂ α (Lutalyse).

En este tratamiento en el día cero se colocó el Implante de Norgestomet en la base de la oreja y se aplicó una inyección intramuscular de GnRH (2.5 ml/vaca= 62.5 mg) y a los siete días después se procedió a retirar el implante y se aplicó una inyección intramuscular de prostaglandina F₂ α (5 ml/vaca = 25 mg) y a las 36 hr después de la inyección se realizó la detección de estros o celos. En este tratamiento se utilizaron 10 vacas y 10 vaquillas asignadas completamente al azar.

- 3. (**GnRH+PG**) GnRH (Dalmerelin RH) + Prostaglandinas (Lutalyse)

Para este tratamiento se aplicó una inyección intramuscular de GnRH (2.5 ml/vaca=62.5 mg) en el día cero y en el día siete se aplicó una inyección de Prostaglandina (5ml/vaca=25 mg) de manera intramuscular y a las 36 hr después de la aplicación de la inyección de prostaglandina se procedió a detectar el estro. En este tratamiento se utilizaron 10 vaquillas y 10 vacas que fueron asignadas al azar.

▪ **4. (Norg+PG) Implante de Norgestomet + Prostaglandinas (Lutalyse)**

En este tratamiento en el día cero se colocó el implante de Norgestomet en la base de la oreja y para el día siete se procedió a retirar el implante además se aplicó una inyección intramuscular de Prostaglandina F₂ α (5 ml/vaca=25mg) y pasadas 36 hr de esta inyección se realizó la detección de estros o celos. Para este tratamiento se utilizaron seis vaquillas y cuatro vacas, las cuales fueron asignadas al azar.

9. Detección de Estros

Para este trabajo se utilizó el método de observación, registrándose los datos tomados en la mañana y en la tarde por periodos de más de dos horas. El ganado se concentró en un lugar donde se pudieran observar libremente para que existiera una mayor eficiencia y precisión en los datos.

10. Inseminación Artificial (I.A)

Es una técnica que nos permite un mejor uso del material genético y desde el punto de vista productivo nos representa una posibilidad para aumentar la eficiencia de producción de las especies domésticas, (Galina, 1986).

Esta se realizó 12 hr después de haber detectado el celo en las hembras y a las que no manifestaron celo se inseminaron “contra reloj”, es decir, aquellas hembras que no mostraron celo en un tiempo determinado fueron inseminadas.

11. Diagnostico de Preñez

Esta etapa se realizó aproximadamente cinco meses después de haberse llevado a cabo la inseminación artificial. Se utilizó el método de palpación rectal.

12. Análisis Estadístico

Para el presente trabajo se utilizaron las pruebas de Ji-Cuadrada (X^2) con tablas de contingencia de 2 x 2 para variables discretas con un nivel de significancia de ($P < 0.05$), (Snedecor, *et al.*, 1975).

En esta investigación se compararon las siguientes variables entre cada uno de los tratamientos.

- Vaquillas → Celos Vs Sin celo
Preñez Vs Vacía
- Vacas → Celos Vs Sin celo
Preñez Vs Vacía
- Vacas en celo Vs Vaquillas en celo
- Vacas preñadas Vs Vaquillas preñadas
- Celos Vs Preñez
- Celos Vs Celos fértiles

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis estadístico, indican que no existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos para ninguna de las variables evaluadas las cuales fueron: vaquillas en celo, sin celo, preñadas o vacías, vacas en celo, sin celo, preñadas o vacías, comparación entre vacas y vaquillas en celo y sin celo y preñadas o vacías y comparación entre celo y preñez y entre celo y celos fértiles entre los tratamientos resultaron ser no significativas ($P < 0.05$), es decir, que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en las variables evaluadas. Sin embargo con estos resultados se presentan algunas tendencias para discusión.

1. RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS EXPRESADOS EN POR CIENTO DE CELO

1.1 Respuesta General.

En la Figura 1 se observa la tendencia que mostraron los animales para la presentación de celo en los diferentes tiempos en que se estuvieron detectando.

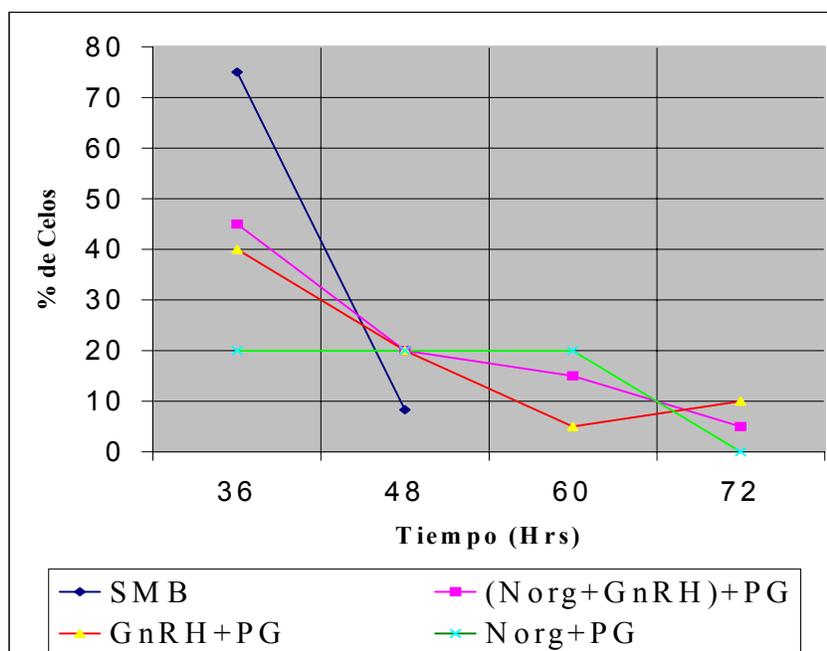
Como se puede ver la mayor exposición de celo se presentó entre las 36 y 48 horas para todos los tratamientos, siendo trascendente el implante de Norgestomet más una inyección de Valerato de estradiol ya que mostró un 75 por ciento a las 36 horas y un 8.33 por ciento a las 48 horas, mientras que el Norg. más PG se mantuvo constante desde las 36 a 60 horas, indicando un 20 por ciento para cada intervalo de tiempo aunque para las 72 horas disminuyó totalmente.

Así mismo el tratamiento que mostró una mejor respuesta general en cuanto a celo es el (Norg. + GnRH) más PG con un 85% seguido del implante de norgestomet más una inyección de Valerato de estradiol con un 83.33%, (como se muestra en el Cuadro A1), aunque en estos resultados no existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, hay una tendencia con el GnRH más la combinación de Norgestomet más prostaglandina a incrementar el número de vacas en celo, como la menciona Stevenson (1997). El GnRH con la combinación anterior muestra una gran respuesta ya que este GnRH induce o libera de una manera natural a las hormonas FSH y LH que van actuar en los ovarios, estimulándolos a crecer y desarrollarse y a medida que esto sucede se va a secretar estrógeno ya que este se produce en el folículo y una alta concentración de estrógenos y una baja concentración de progesterona hace que se manifiesten los síntomas del celo.

Por otro lado también se muestra que a medida que el tiempo transcurre el número de animales en celo va siendo menor, es decir, las hembras van saliendo de la etapa del estro y no mostrarán signos de éste.

Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los registrados por varios investigadores como: Stevenson (1997), quién menciona que el GnRH combinado con el implante de Norgestomet más Prostaglandinas incrementa el número de vacas en celo.

Varios reportes realizados por Tumen, *et al.*, (1994); Coleman, *et al.*, (1991); Guilbault, *et al.*, (1991) y Thatcher, *et al.*, (1991), indican que el GnRH combinado con implantes o prostaglandinas es un buen sistema para la sincronización de estros. Así mismo, Villegas, *et al.*, en un trabajo con 96 vacas de la raza Charolais y Brangus, obtuvo una respuesta en la sincronización de celo del 75 y 56% para el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol y MGA+PGF₂ α respectivamente.



SMB (Implante de Norgestomet más Inyección de Valerato de Estradiol).

* Los resultados son no significativos ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

Figura 1. Respuesta a los tratamientos en % celo y los tiempos de detección.

1.2 Respuesta a los tratamientos en por ciento de celo en vacas

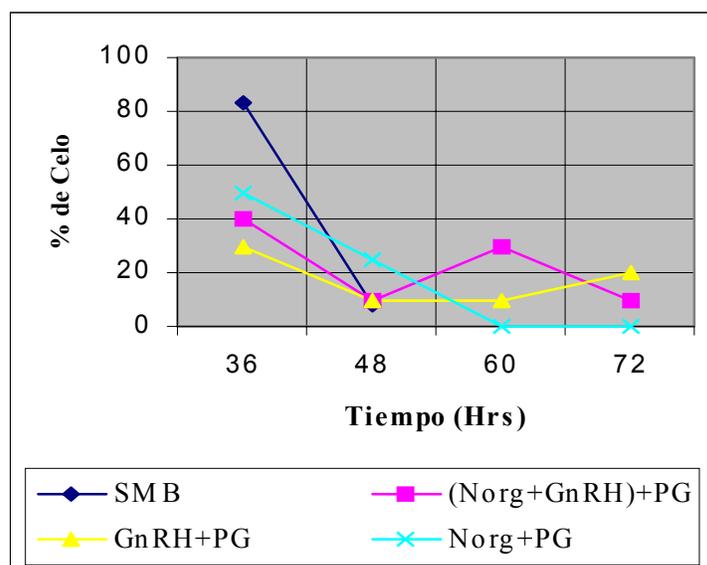
En la Figura 2 se puede ver el porcentaje de vacas que estuvieron manifestando celo en los diferentes tiempos en que se estuvieron detectando y son el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol con un 91.66% y el (Norg+GnRH)+PG con un 90% (como se muestra en el Cuadro A2) los que muestran una mejor respuesta en cuanto a celo total, aunque el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol a las 36 horas había manifestado un 83.33% mientras que el (Norg+GnRH)+PG apenas un 40%. Los resultados obtenidos no muestran diferencia significativa ($P < 0.05$), es decir, no hay diferencia entre los tratamientos para la respuesta de celo, pero se observa que el GnRH muestra una buena respuesta para la sincronización del celo.

Por otro lado se observa que las vacas muestran una mayor actividad entre las 36 y 48 horas para todos los tratamientos, mas sin embargo a medida que transcurre el tiempo las

vacas en celo van disminuyendo, por lo tanto es muy importante en un programa de sincronización de estros tener en cuenta estos tiempos ya que se deberá poner más atención en las primeras 48 horas ya que en este tiempo es donde las vacas presentan más actividad de celos y así poder detectarlas en el tiempo exacto para tener éxito en la inseminación.

Así mismo, se muestra que las vacas mostraron una buena respuesta con el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol y con el (Norg+GnRH)+PG, aunque el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol agrupó más animales en menos tiempo que el (Norg+GnRh)+PG. La tendencia de esta respuesta se debe a que los implantes de norgestomet se mantuvieron por nueve días y con la combinación de GnRH solamente por siete días, y esto da lugar y tiempo para que los niveles de progesterona con el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol se hayan disminuido y se hayan incrementado los niveles de estrógenos y como consecuencia la pronta reacción de los animales para que presentaran el celo y con el GnRH y los implantes no hubo el tiempo necesario para que los niveles de progesterona disminuyeran para que se diera una rápida reacción del celo. Además esta respuesta se ve afectada por varios factores como la condición corporal, el nivel nutricional, el estrés causado por el manejo, el medio ambiente, etc. ya que los animales se asignaron completamente al azar y como consecuencia varios animales de diferente condición tanto corporal como nutricional están en diversos tratamientos.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez (1983), en un trabajo realizado con animales de la raza Charolais y Brangus entre vacas y vaquillas tratadas con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol, logrando una sincronización de 56 y 23% entre las 36 y 48 horas respectivamente.



SMB (Implante de Norgestomet más Inyección de Valerato de Estradiol)

*Los resultados son no significativos ($P < 0.05$) entre los tratamientos

Figura 2. Respuesta a los tratamientos en % de celo en vacas y el tiempo de detección.

1.3. Respuesta a los tratamientos en por ciento de celo en vaquillas

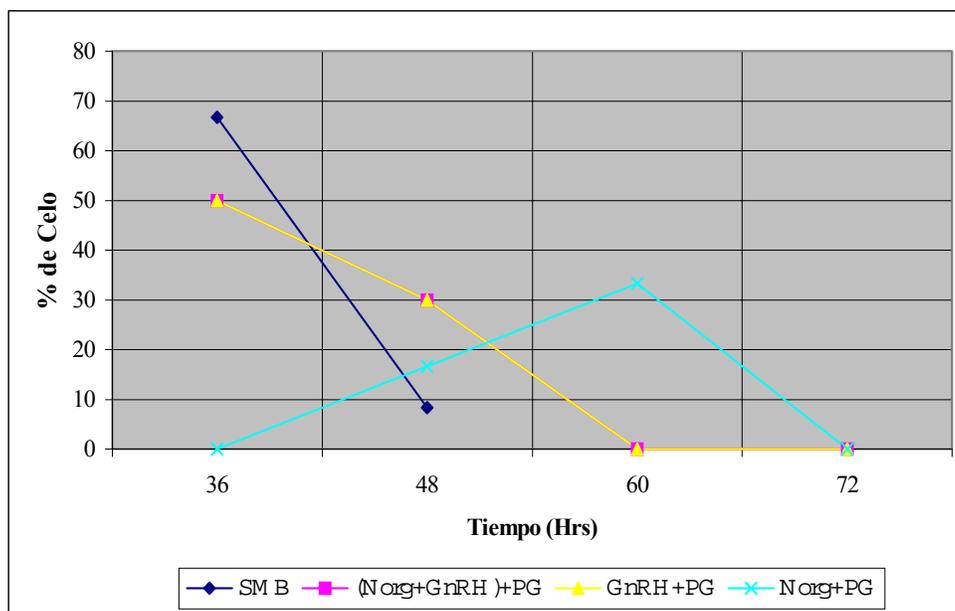
Como se puede ver en la Figura 3 la mayor presentación de celo de las vaquillas al igual que en vacas se dio entre las 36 y 48 horas para los tratamientos con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol, (Norg+GnRh)+PG y GnRH+PG, ya que el Norg+PG no mostró respuesta hasta las 48 horas y se incrementó hasta las 60 horas para disminuir totalmente a las 72 horas.

El (Norg+GnRH)+PG y GnRH+PG fueron los tratamientos que se comportaron exactamente igual mostrando una respuesta de un 80% de celo general en los dos tratamientos, seguido del implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol con un 75%, es decir, las vaquillas mostraron una mejor respuesta a los tratamientos que contenían GnRH, a pesar que al igual que en las vacas los implantes se mantuvieron por siete días y se obtuvo una mejor respuesta con el GnRH y su combinación, debido a que las vaquillas no tienen las mismas necesidades que las vacas, además que con

el GnRH se les estimuló un poco más para que existiera una retroalimentación positiva para que se incrementaran los niveles de estrógenos y así lograr el celo en un mayor número de animales. Esta respuesta se ve afectada por diversos factores como el medio ambiente, nutrición, manejo, condición corporal y otros.

En los resultados obtenidos no hay diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos para la respuesta de celo, es decir, estadísticamente son iguales, pero existe la tendencia que con el GnRH se puede incrementar el número de animales en celo.

Por otro lado, al transcurrir el tiempo el número de animales en celo va siendo menor, ya que los animales están saliendo de la etapa del celo. Aunque la mayor presentación de celo se dio entre las 36 y 48 horas, este resultado es similar al de varios investigadores como: Balasubramanian, *et al.*, (1993) donde la exposición de celo de todas las vaquillas tratadas con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol ocurrió entre las 47.2 ± 0.4 horas.



SMB(Implante de Norgestomet más Inyección de Valerato de Estradiol)

*Los resultados son no significativos ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

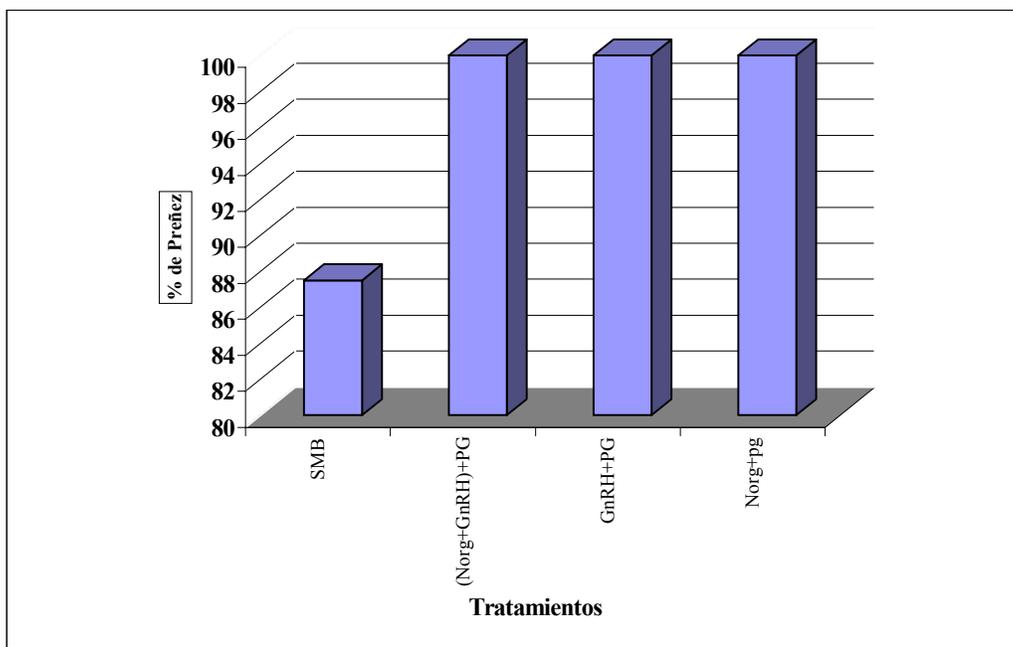
Figura 3. Respuesta a los tratamientos en % de celo en vaquillas y su tiempo de detección.

2. RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS EXPRESADOS EN POR CIENTO DE PREÑEZ EN BOVINOS

2.1 Preñez general (Inseminación Artificial y Monta Natural)

En la Figura 4 podemos observar que todos los tratamientos dieron una buena respuesta en porcentajes de preñez mostrando un 87.5, 100, 100 y 100% para el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol, (Norg+GnRH)+PG, GnRH+PG y Norg+PG respectivamente, siendo el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol el que obtuvo un menor porcentaje de preñez en comparación a los demás tratamientos, aunque en estos resultados no hay diferencias significativas ($P < 0.05$), la tendencia indica que los componentes de los agentes sincronizantes ayudan a incrementar los índices de preñez.

Algunos resultados obtenidos son parecidos y otros totalmente diferentes a los reportes realizados por varios investigadores como; Colak e Izzur (1991) en un trabajo con vacas y vaquillas, reportan un índice de preñez de 50 y 40% respectivamente, tratadas con $\text{PGF}_2 \alpha$. Una combinación de implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol más $\text{PGF}_2 \alpha$, de acuerdo a Gastelum y Pedroza (1988) muestra un 80% de preñez y con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol un 62%. Otro estudio por Balasubramanian, *et al.*, (1993) en vaquillas tratadas con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol reportan un índice de preñez del 42.85%. Stevenson, (1997) menciona que el GnRH ayuda a incrementar los rangos de preñez, ya que con este sincronizador se provocan celos fértiles, es decir, ocurre ovulación y por ende el animal tiene más oportunidad de quedar gestante.



SMB (Implante de Norgestomet más una inyección de valerato de estradiol).

*Los resultados son no significativos ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

Figura 4. Preñez general de los bovinos tratados con sincronizadores por medio de Inseminación artificial y Monta natural

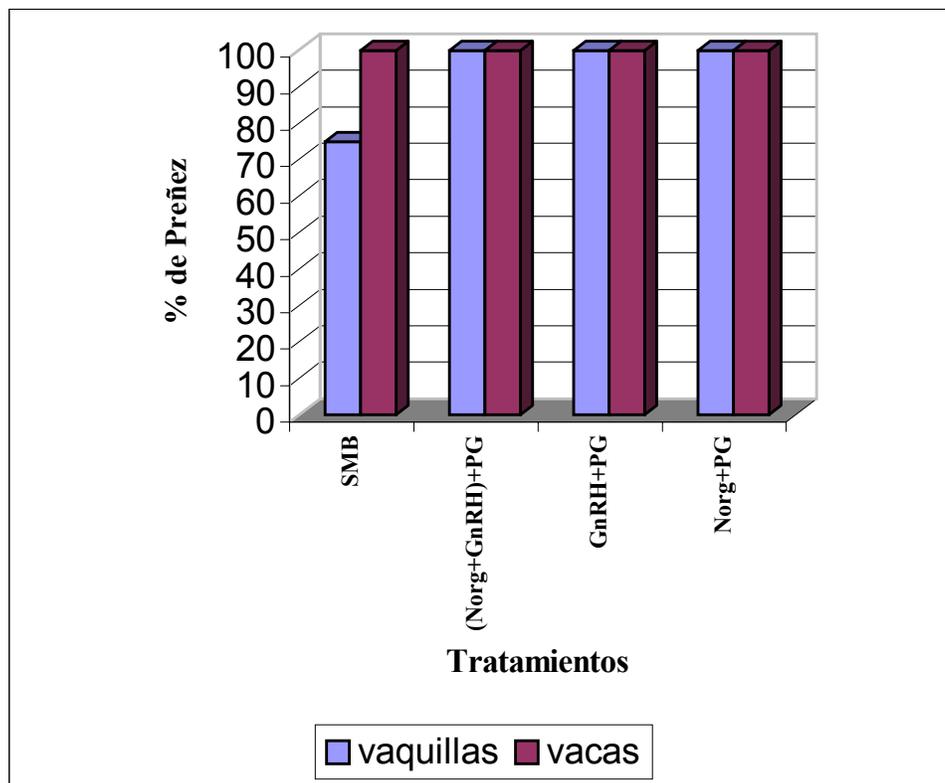
2.2 Respuesta a los tratamientos en por ciento de preñez en vacas y vaquillas

En la Figura 5 se muestra que tanto las vacas como las vaquillas tuvieron una excelente respuesta a los tratamientos, únicamente las vaquillas que fueron tratadas con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol se observa que hubo un 25% de vaquillas vacías, ya que tanto en vacas y vaquillas para los tratamientos (Norg + GnRH)+PG, GnRH+PG y Norg+PG se obtuvo un 100% de preñez y con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol el 100% de preñez para vacas y 75% para vaquillas por medio de inseminación artificial y monta natural.

En las vaquillas tratadas con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol hubo una respuesta de 75 por ciento para celo y para preñez, esto no quiere decir que todas las vaquillas que presentaron celo quedaron preñadas, sino que algunas de las que

mostraron celo quedaron vacías y aquellas que no manifestaron celo quedaron preñadas, es decir, no todos los celos provocados van a causar ovulación y van a dar la oportunidad de que los animales queden preñados, sino que a veces estos celos son infértiles y en otros animales se presentan celos silenciosos, es decir, no muestran ningún síntoma característico de este pero que permiten la ovulación. Por lo tanto en cualquier programa reproductivo se recomienda inseminar a todos los animales tratados con agentes sincronizantes ya que no todos los animales presentan los síntomas del celo por uno u otro factor. Esta respuesta se ve afectada por factores como el manejo, la condición de las vaquillas tanto corporal como nutricional, el medio ambiente, el manejo y otros factores, ya que estos animales fueron seleccionados completamente al azar, y por tal razón afectó más al tratamiento con el implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol que fue el que mostró animales vacíos.

Los resultados estadísticos para estas variables mostraron ser iguales, es decir, no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos para las variables respectivas evaluadas, pero se observa que los índices de preñez se mejoraron notablemente usando agentes sincronizantes ya que estos ayudaron a incrementar los índices de preñez.



SMB (Implante de Norgestomet más una inyección de Valerato de Estradiol).

* Los resultados son no significativos ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

Figura 5. Respuesta a los tratamientos en % de Preñez en vacas y vaquillas por medio de Inseminación artificial y Monta Natural

3. RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS EXPRESADOS EN POR CIENTO DE CELOS FERTILES^a

3.1 Celo Vs preñez en vacas y vaquillas tratadas con los sincronizadores.

En el Cuadro 1 se puede observar el número de vacas y vaquillas que mostraron celo según cada tratamiento, así mismo muestra aquellas que quedaron gestantes por medio de inseminación artificial (I.A) y por monta natural (M.N), además de las hembras que quedaron vacías y la respuesta mostrada para los celos fértiles para cada tratamiento.

a. Para esta investigación se refieren a aquellos celos mostrados por los animales y que quedaron preñados por inseminación artificial.

Por otro lado observamos que la mayoría de los animales tratados con los diferentes agentes sincronizantes presentaron signos de celo, es decir, las hormonas sintéticas

aplicadas actúan en el animal de diferente manera según su tipo para provocar el celo, algunas actúan en los cambios cíclicos del sistema femenino, preparación del aparato reproductor para recibir al óvulo, otras provocan la liberación de hormonas para que actúen en el ovario y puedan llegar a ovular, pero todos estas hormonas tienen un fin, provocar el celo en las hembras.

Así mismo podemos ver que una sincronización de estros ayuda a incrementar los índices de preñez, ya que éstos inducen al celo y permiten detectarlos en los tiempos oportunos para que se lleve a cabo la inseminación, además de que la mayoría de estos celos son fértiles, es decir, causan ovulación en el animal y le dan oportunidad de quedar preñado. Como se puede ver, la mayoría de los animales tratados quedan gestantes ya sea por medio de inseminación artificial o monta natural.

También en este Cuadro se muestra que no todos los celos provocados en las hembras por medio de agentes sincronizantes son celos fértiles, es decir, que no todos los celos provocados vienen acompañados de una ovulación y por ende las hembras no tienen oportunidad para quedar gestantes.

Los resultados obtenidos en esta investigación resultaron ser no significativos ($P < 0.05$) para las variables de celos fértiles y preñez entre los tratamientos, es decir, estadísticamente no hay diferencia entre los tratamientos para estas variables evaluadas, pero se observa que con el tratamiento GnRH más PG se obtiene un mayor índice de celos fértiles (86.66%), es decir, 86.66 por ciento de los celos causados con este sincronizador se provoca la ovulación en las hembras y por ende tienen mayor oportunidad para quedar gestantes.

Cuadro 1. Celos Vs Preñez por Inseminación Artificial y Monta Natural.

TRATAMIENTOS	# ANIMALES	CELO	IA	M.N	VACÍA	CELOS FERTILES
SMB	Vacas (12)	11 (91.66%)	9 (81.81%)	2	0	70.0%
	Vaquillas (12)	9 (75.0%)	5 (55.55%)	2	2	
(Norg+GnRH)+PG	Vacas (10)	9 (90.0%)	6 (66.66%)	3	0	76.47%
	Vaquillas (10)	8 (80.0%)	7 (87.5%)	1	0	
GnRH+PG	Vacas (10)	7 (70.0%)	6 (85.71%)	1	0	86.66%
	Vaquillas (10)	8 (80.0%)	7 (87.5%)	1	0	
Norg+PG	Vacas (4)	3 (75.0%)	3 (100.0%)	0	0	83.33%
	Vaquillas (6)	3 (50.0%)	2 (66.66%)	1	0	

SMB (Implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de Estradiol)

NOTA: Los números que hacen falta corresponden a los animales que no presentaron Celos.

4. ANALISIS ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS.

Como se observa en el Cuadro 1 el tratamiento GnRH más PG es el que da mejores resultados en cuanto a celos fértiles y en el Cuadro 2 se muestra que resulta muy económico ya que con este por ciento de celos fértiles se puede obtener una mayor probabilidad de que las hembras queden preñadas.

Así mismo se muestra que el GnRH más PG al permitir mayor posibilidades de hembras gestantes se obtendrán más crías y por lo tanto permite usar un semen de mayor calidad (como se observa en el Cuadro 3), ya que el número de crías lo permite.

Por otro lado el GnRH+PG resulta barato y nos da muy buena producción en comparación con los demás tratamientos.

Cuadro 2. Costo del Tratamiento (precios del mes de mayo de 1998).

TRATAMIENTOS	COSTO/DOSIS/VACA
(Norg+GnRH)+PG	\$ 98.51
Norg+PG	\$ 65.70
GnRH+PG	\$ 54.31
SMB	\$ 44.20

SMB (Implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de Estradiol)

Cuadro 3. Costo del sincronizador + dosis de semen utilizado por vaca.

TRATAMIENTOS	SEMEN 159	SEMEN 290	SEMEN 155
SMB	\$ 131.65	\$ 159.47	\$ 187.20
GnRH+PG	\$ 141.96	\$ 169.58	\$ 197.41
Norg+PG	\$ 153.15	\$ 180.97	-----
(Norg+GnRH)+PG	\$ 185.96	\$ 213.78	\$ 241.61

SMB (Implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de Estradiol)

En el Cuadro 4 se muestran los costos de celo fértil por tratamiento los cuales se calcularon haciendo una correlación entre el costo del tratamiento y su porcentaje de celos fértiles y es el GnRH+PG el que sigue mostrando una buena respuesta. Con este tratamiento el costo de celo fértil por animal es más barato en comparación con los demás tratamientos, aunque es casi igual con el implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de estradiol el GnRH + PG muestra mejor respuesta en cuanto a cantidad de celos fértiles producidos como se observa en el Cuadro 1, es decir, con este tratamiento la inversión que se hace se asegura con una alta probabilidad de que los animales queden preñados.

Cuadro 4. Costo de Celo Fértil por Tratamiento

TRATAMIENTO	% DE CELO FÉRTIL ^B	COSTO/VACA PREÑADA
SMB	70.0	63.14
GnRH+PG	86.66	62.67
Norg+PG	83.33	78.84
(Norg+GnRH)+PG	76.47	128.82

SMB (Implante de Norgestomet más la Inyección de Valerato de Estradiol)

B: vaca preñada por inseminación artificial

LITERATURA CITADA

- A. R. Peters y Ball, P.J.H. 1991. **Reproducción del Ganado Vacuno**. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Alberta, Agriculture: Food and Rural Development. 1998. **Body Condition: Implications for Managing Beef Cows**.
- Balasubramanian, S. y Quayan Abdul, S. 1993. **Oestrus Synchronization and Pregnancy Rates in Crossbred Heifers Treated with Syncromate-B**. Animal Breeding Abstracts, Vol. 61, No 3 (1296).
- Bearden, H. J. Y Fuquay W. J. 1982. **Reproducción animal Aplicada**. Editorial, El Manual Moderno, S.A de C.V. México, D.F.
- Chenoult, J. R., Kratzer, D. D., Rzepkowski, R. A. and Goodwin, M. C. 1990. **LH and FSH response of Holstein heifers to Fertirelin Acetate, Gonadorelin and Buserelin**. Theriogenology, 34: 81-98.
- Colak, A., Izgur, H. 1991. **Studies on oestrus syncronization with PGF₂ α , medroxyprogesterone acetate y Norgestomet in cows and heifers**. Animal Breeding Abstracts, Vol. 59, No 8 (5404).
- Coleman, D. A., Bartol, F.F., Spencer, T. E., Floy, J. G., Wolfe, D. F. and Brendemuehl, J. P. 1991. **Efects of a Potent GnRH Agonist on Hormonal Profiles, Synchronization of Estrus and Fertility in Beef Catle**. J. Anim. Sci., 69 (Suppl. 1) : 396. (Abstr.)

Derivaux, J. 1976. **Reproducción de los Animales Domésticos**. Editorial, Acribia, Zaragoza, España.

_____ 1961. **Fisiopatología de la Reproducción e Inseminación Artificial de los Animales Domésticos**. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

De Alba, J. 1985. **Reproducción Animal**. Editorial Ediciones Copilco, S. A. México, D.F.

Dirección General de Estudios del Territorio Nacional (DIGETENAL). 1983. **Síntesis Geográfica de Coah. Carta de Suelos**. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.

Frandsen R. D. y Whitten, H. E. 1984. **Anatomía y Fisiología de los animales Domésticos**. Tercera Edición, Editorial Interamericana, S.A de C.V. México, D.F.

G. Mortimer, R. 1991. **Evaluating the Impact of Body Condition on Production Parameters in Beef Cows**. Veterinary Medicine.

Galina, C. H. 1986. **Reproducción de Animales Domésticos**. Editorial Limusa, México, D.F.

Gastelum P. L. E. y Pedroza, P. D. 1988. **Sincronización del Estro en Vaquillas con Progestágenos o Prostaflandinas y una Combinación de ambos**. Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria. México.

Guilbault, L.a., Villeneuve, P., Laverdiere, G., Proulx, J. and Dufour, J.J. 1991. **Estrus synchronization in beef cattle using a potent GnRH analog (buserelin) and Cloprostenol**. J. Anim. Sci., 69 (supp. 1): 419.

- Herman, et al. 1994. **The Artificial Insemination and Embryo Transfer of Dairy and Beef Cattle**. Eighth Edition, Edit. Interstate Publishers, INC. Danville, Illinois.
- Horner, J. L. 1992. **La Condición Corporal, una Herramienta de Manejo**. México Holtein. No 23.
- Hsueh, A.J.W. and Jones, P.B.C. 1981. **Extrapituitary actions of Gonadotropin-releasing hormone**. Endocrine Rev., 2:437-461.
- López Magaldi, M. A. 1983. **Hormonas**. Editorial Albatros, SACI, Buenos Aires, República de Argentina.
- Macmillan, K. L. 1993. **A New Intravaginal Progesterone Releasing Device for Cattle (CIDR-B) for Estrus Synchronization, Increasing Pregnancy Rate and the Treatment of Postpartum Anoestrus**. Anim. Reprod. Sci., 33:1-25.
- Narasimha Rao, A. V. and Venkatramiah, P. 1991. **Induction and Synchronization of Oestrus and Fertility in Seasonally Anoestrus Buffaloes with GnRH and a PG analog**. Anim. Reprod. Sci., 25:109-113.
- Prinzen, R.; Allgayer, F.; Bartz, U.; Huber, E. 1991. **Effects of PGF₂α ON Conception Rate in Heifers and Cows**. Animal Breeding Abstracts, Vol. 59, No 10 (6690).
- Rose Hermel, S. 1997. **Synchronization: For Cows Only**. Revista Beef. Vol. 33, No 7.
- Snedecor, W. G. y Cochran, G. W. 1975. **Métodos Estadísticos**. Tercera edición, Editorial Continental, S.A, México, D.F.
- Sorensen. 1982. **Reproducción animal, Principios y Prácticas**. Primera edición, Editorial McGraw-Hill, México, D.F.

- Thatcher, w.w., M. Drost, J.D. Savio, K. L. Macmillan, K.w. Entwistle, E.J. Schmitt, R.L. de la Sota, G.R. Morris. 1993. **New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle**. Anim. Reprod. Sci., 33:27-49.
- Tümen, H.; Gokeen, H. 1994. **A Study on the Effects of GnRH and HCG on the Fertility of Cows**. Animal breeding Abstracts, Vol. 62, No 9 (5043).
- Vázquez, A.R., J.A. de la Cruz. Y R. de Luna V. 1979. **Plan inicial de operación del Rancho Ganadero "Santa Teresa de la Rueda", Municipio de Ocampo, Coahuila**. Monografía técnico-científica, Vol. 5 No 3. Depto. de Recursos Naturales, UN, Saltillo, Coahuila, México.
- Villegas, M., J. C. Correa, Avendaño R., L., Saucedo P., J.S., Zapien S.A., Pedroza D. y Gastélum P.L.E. 1991. **Efecto del Synchronate-B (SMB) y acetato de Melengesterol (MGA) más Prostaglandinas F₂ α sobre la Inducción y sincronización del estro en ganado de carne**. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamps.
- Wiggan, L.S., Hepburn, E., García-Velez, C. 1992. **Fertility in beef cattle following oestrus synchronization and artificial insemination**. Animal Breeding Abstracts, Vol. 60, No 11 (6940).

APENDICE

Cuadro A1. Respuesta General de Celo

TRATAMIENTO	% DE CELO
(Norg+GnRH)+PG	85.00
SMB	83.33
GnRH+PG	75.00
Norg+PG	60.00

Cuadro A2. Respuesta de Celo en Vacas y Vaquillas

TRATAMIENTO	VACAS	VAQUILLAS
SMB	91.66%	75%
(Norg+GnRH)+PG	90.00%	80%
GnRH+PG	70.00%	80%
Norg+PG	75.00%	50%

