



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**“EFECTO DE DOS MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN ESTRAL  
SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN NOVILLAS ENCASTADAS  
DE GANADO EUROPEO Y CEBUINO”**

**TESIS**

**Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina  
Veterinaria y Zootecnia de la Universidad San Carlos de Guatemala**

**POR**

**MAURICIO ROJAS HERRERA**

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MÉDICO VETERINARIO**

**GUATEMALA, JUNIO DE 2011**

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTENCIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**DECANO:** Med. Vet. Leonidas Ávila Palma  
**SECRETARIO:** Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina  
**VOCAL I:** Lic. Zoot. Sergio Amilcar Dávila Hidalgo  
**VOCAL II:** Mag. Sc. Med. Vet. Dennis Sigfried Guerra Centeno  
**VOCAL III:** Med. Vet.y Zoot. Mario Antonio Motta González  
**VOCAL IV:** Br. Javier Enríque Baeza Chajón  
**VOCAL V:** Br. Ana Lucía Molina Hernández

**ASESORES**

**Mag. Sc. Freddy Rolando González Guerrero**

**Med. Vet. Leonidas Ávila Palma**

**Med. Vet. Gustavo Taracena Gil**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su  
consideración el Trabajo de Tesis titulado.**

**“EFECTO DE DOS MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN ESTRAL  
SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN NOVILLAS ENCASTADAS DE  
GANADO EUROPEO Y CEBUINO”**

**Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Como requisito previo a optar al título profesional de:**

**MÉDICO VETERINARIO**

## **TESIS QUE DEDICO**

**A DIOS: POR TODO EL APOYO EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES Y POR SER MI GUÍA EN MI VIDA.**

**A MIS PADRES: JUAN AGUSTIN ROJAS RODRÍGUEZ, MARTA EUGENIA HERRERA QUESADA. POR EL APOYO INCONDICIONAL, Y POR EL APOYO EN TODO MOMENTO, AQUÍ ESTA EL FRUTO DEL ESFUERZO;**

**A TODA MI FAMILIA: POR EL APOYO BRINDADO.**

**A MIS AMIGOS: POR TODO EL APOYO BRINDADO EN LA CARRERA, ASÍ COMO TODOS LOS MOMENTOS COMPARTIDOS.**

**A MIS COMPAÑEROS**

**DE CASA: POR TODO EL APOYO BRINDADO EN EL TRANSCURSO DE LA CARRERA Y TODOS LOS BUENOS MOMENTOS COMPARTIDOS.**

**A MI NOVIA: POR APOYARME EN MI VIDA**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**A MIS ASESORES: Mag. Sc. MV. Freddy Rolando González Guerrero, Med. Vet. Leónidas Ávila Palma, Med. Vet. Gustavo Taracena Gil.**

**A MIS CATEDRÁTICOS.**

## **AGRADECIMIENTO**

**AGRADEZO SINCERAMENTE A TODAS LAS PERSONAS QUE COLABORARON DE UNA U OTRA MANERA EN LA ELABORACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO, EN ESPECIAL A MIS ASESORES, PERSONAL DE LA FINCA GANADERA BOCA ARENAL LTDA, DR LEONEL NAVARRO, A MI ABUELO MARCO TULIO ROJAS Y EN GENERAL A TODAS LAS PERSONAS QUE ME AYUDARON EN ESTE PROCESO.**

# ÍNDICE

<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>III</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	4
3.1	Objetivo General .....	4
3.2	Objetivos Específicos .....	4
<b>IV</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
4.1	Importancia de los programas de sincronización .....	5
4.2	Fisiología de la reproducción.....	6
4.2.1	El ciclo estral .....	6
4.2.2	Desarrollo del embrión y del feto .....	9
4.2.3	Hormonas utilizadas en la regulación del ciclo estral .....	10
4.2.3.1	Prostaglandinas.....	10
4.2.3.2	Progestágenos .....	12
4.2.3.3	Factor Liberador de Gonadotrofinas (GnRH) .....	12
4.2.3.3.1	Gonadotrofinas.....	13
4.2.4	Métodos utilizados para la sincronización estral .....	13
4.2.4.1	Sincronización con Prostaglandinas (PGF) .....	14
4.2.4.2	Sincronización con Progestágenos .....	15
4.2.4.2.1	Sincronización con Acetato de Melengestrol (MGA) y Prostaglan- dina (PGF).....	16
4.2.4.2.2	Sincronización con Norgestomet y Valerato de Estradiol .....	16
4.2.4.3	Programa para la sincronización del estro y ovulación utilizando hormona liberadora de las Gonadotrofinas y Prostaglandina.....	18
4.2.4.3.1	Método de Select synch .....	19
4.2.4.3.2	Método Ovsynch .....	19
4.2.4.3.3	Método Cosynch .....	20
4.2.4.3.4	Método Cosynch con un Progestágeno .....	20
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
5.1	Materiales de campo .....	23



5.2	Material biológico y hormona.....	24
5.2.1	Material Biológico .....	24
5.2.2	Material Hormonal .....	24
5.3	Recursos Humanos .....	24
5.4	Centros de Referencia .....	24
5.5	Métodos .....	25
5.5.1	Localización y Descripción del área de trabajo .....	25
5.5.2	Características de los animales a utilizar en el experimento .....	25
5.5.3	Fase experimental .....	25
5.5.3.1	Fase de selección de hembras .....	25
5.5.3.2	Fase de tratamientos e inseminación artificial .....	26
5.5.3.3	Fase de diagnóstico de preñez .....	26
5.5.4	Diseño del estudio .....	27
5.5.5	Variables a analizar .....	27
5.5.6	Análisis estadístico .....	27
5.5.7	Análisis económico.....	27
<b>VI</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>VII</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>VIII</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>IX</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>33</b>
<b>X</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>34</b>
<b>XI</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 .....	21
Cuadro 2 .....	21
Cuadro 3 .....	22
Cuadro 4 .....	22
Cuadro 5 .....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	28
---------------	----

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1 .....	29
-----------------	----

## I. INTRODUCCIÓN

En América Latina, especialmente en Centroamérica, el ganado de carne juega un papel muy importante en la producción animal, donde la mayoría de las fincas usan sistemas extensivos de producción y animales con poco rendimiento reproductivo, esto es debido a la mala detección de celos en los animales por el manejo que reciben, por lo que se debe evaluar el efecto de los diferentes programas de sincronización mediante la utilización de fármacos hormonales.

En los programas de inseminación artificial en hatos de ganado de carne el principal problema es la observación de celo, debido a la orientación que les dan los productores. Los programas de sincronización de la ovulación van a reducir este tipo de problemas así como los gastos en personal para la detección del estro. Entre las ventajas de usar este tipo de protocolos se encuentran: Mejoramiento genético, nacimientos en épocas favorables, programación de animales al mercado, obtención de lotes uniformes y uso eficiente de la inseminación artificial.

Los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero están enfocados a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y un satisfactorio retorno económico. Sin embargo, existen factores que dificultan la posibilidad de alcanzar las metas fijadas, entre los que podemos considerar las deficiencias del nivel nutricional y las diferencias de manejo de los animales en cada uno de los establecimientos.

La sincronización de celo en los bovinos no es un tema nuevo, sin embargo el desenvolvimiento de métodos de sincronización de celos en bovinos con la manipulación del ciclo estral que permitan la utilización de forma eficiente la

inseminación artificial, ha constituido un desafío para la medicina veterinaria, para maximizar los índices reproductivos.

Para programas de inseminación artificial en momentos pre-determinados debe darse preferencia a la hormonoterapia que promueven ovulaciones con mejor uniformidad de tiempo.

La presente investigación tiene como fin evaluar 2 métodos de sincronización de la ovulación en novillas encastadas *Bos taurus x Bos indicus* en Ganadera Boca Arenal Ltda. mediante la tasa de preñez y generar información sobre los programas de inseminación artificial a tiempo fijo.

## II. HIPÓTESIS

La tasa de preñez en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* es similar entre el método de sincronización estral con progestágenos y el de sincronización de la ovulación (Ov-synch).

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 General

- Comparar 2 métodos de manejo reproductivo asistido, sobre la tasa de preñez en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus*.

#### 3.2 Específicos

- Comparar la efectividad de 1 método de sincronización de celo con progestágenos y 1 método de sincronización de la ovulación en novillas encastadas *Bos Taurus* \* *Bos indicus* sobre la tasa de preñez.
- Evaluar la relación costo-beneficio de cada método en novillas.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Importancia de los programas de sincronización

La sincronización estral es una técnica de manejo que utiliza hormonas para controlar o reprogramar el ciclo del estral. (13)

El objetivo de un programa de sincronización es manipular los procesos reproductivos para que un alto porcentaje de hembras en un grupo dado, puedan ser concebidas en un período corto, ya sea utilizando IA o servicio natural. (13)

Cuando se habla de programas de control de celo, es importante discutir con el ganadero los costos y beneficios esperados. Se deben explicar todos los factores y dificultades que pueden influir en el resultado. Se debe tener en cuenta que la fertilidad, en el celo espontáneo como en el celo inducido, varía entre fincas. (7)

Hay que planificar todos los aspectos del programa con atención: Manejo de los animales, disponibilidad del equipo y producto, nutrición, plan profiláctico, semen de buena calidad y suficiente experiencia del inseminador. (7)

Antes de iniciar el programa, se debe determinar el porcentaje de animales cíclicos y su condición corporal, así como hacer un seguimiento del mismo, preferiblemente por detección de celo, aún cuando se emplee IATF. (7)

Entre los objetivos de los diferentes ganaderos están el inseminar un mayor número de animales con semen de un toro determinado, reducir costos de mano de obra al reducir personal en el control de los partos, ya que la mayoría de animales va a parir en un intervalo corto de tiempo, así como reducción de tiempo y dinero en la detección de celos; esto se logra con los programas de sincronización con inseminación a tiempo fijo (IATF). (4)

Antes de iniciar un programa de sincronización, se deben establecer y evaluar los objetivos para lograr los resultados deseados. Además para trabajar un programa de sincronización deben de considerarse varios factores: (13)

1. Nutrición: El ganado debe estar en buena condición corporal. Esto involucra niveles adecuados de materia seca en general, pero específicamente proteína, energía, minerales y vitaminas. Se puede decir que la nutrición es el factor más importante que podría dictar el éxito o fracaso del programa.
2. Para el éxito de algunos protocolos de sincronización de estros, es esencial que las vacas estén ciclando.
3. Salud de las novillas (la prevención y tratamiento de las enfermedades, así como el control de parásitos es importante antes de la sincronización).
4. Tiempo y trabajadores disponibles para la administración del producto y detección del celo sobre todo cuando se utiliza inseminación artificial.
5. Medios adecuados para realizar la inseminación artificial.
6. Semen de alta calidad e inseminador experimentado.
7. Medios adecuados y trabajo adicional para el manejo del ganado durante el tratamiento.

## **4.2 Fisiología de la reproducción**

### **4.2.1 El ciclo estral**

Con el tiempo, ocurren muchos cambios en el aparato reproductor, en respuesta a distintos niveles de hormonas. En una hembra no gestante, estos cambios ocurren cada 18 a 21 días. El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero. Durante el estro, cuya duración es de  $18 \pm 6$  horas, la novilla manifiesta inquietud, ansiedad, brama con frecuencia y pierde el apetito; en el caso de las vacas lecheras, se reduce su producción. Las novillas presentan descarga de mucus con mínima viscosidad, cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), edema de vulva y en el útero se produce un aumento del tono miometrial, detectado fácilmente por palpación transrectal. Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del



centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH. Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico preovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH. Posteriormente, 4 a 12 horas después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular. (12, 13, 15)

Un ovario tendrá un folículo grande, tal vez de 15 a 20 mm de diámetro. Este folículo contiene un óvulo maduro, listo para ovular. Las células dentro del folículo están produciendo la hormona estrógeno. El estrógeno es transportado por la sangre a todas partes del cuerpo, causando que otros órganos reaccionen de distintas maneras: Hace que el útero sea más sensible a estímulos y ayuda en el transporte de espermatozoides después de la inseminación, hace que la cérvix secrete un moco viscoso que fluye y lubrica la vagina. (13)

El estrógeno también es responsable de los síntomas externos del celo. En el día 1 el folículo se rompe, ovula, permitiendo la salida del óvulo al infundíbulo. La producción de estrógenos cesa varias horas antes de la ovulación, causando que la novilla no muestre más síntomas de celo. Después de la ovulación, un nuevo tipo de células, llamadas células lúteicas, crecen en el sitio donde estuvo el folículo. Luego de 12 a 24 horas de comenzado el celo, el sistema nervioso de la novilla se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo. El período inmediato a la finalización del celo, es el metaestro (6 días). En este período ocurre la ovulación, a diferencia de las otras especies que lo hacen durante el celo, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo. La ovulación ocurre 28 a 32 horas de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH. A la ovulación le sigue una hemorragia profunda y el folículo se llena de sangre convirtiéndose en cuerpo hemorrágico. En la formación del cuerpo lúteo (luteinización) se producen una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que

permiten que las células foliculares se transformen en células luteales, estos cambios finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional. (1, 2)

Durante los próximos cinco o seis días, empieza la fase folicular (diestro) donde estas células crecen rápidamente para formar el cuerpo lúteo (CL). El cuerpo lúteo produce otra hormona, la progesterona. La progesterona prepara al útero para la gestación. Bajo la influencia de la progesterona, el útero produce una sustancia nutritiva para el embrión llamada leche uterina; al mismo tiempo, la progesterona causa que se forme un tapón mucoso en la cervix, el cual evita que entren bacterias o virus al útero, la progesterona también evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de gonadotrofinas de la glándula pituitaria en el cerebro. Existen dos gonadotrofinas que la glándula pituitaria produce, almacena y libera. La primera es la hormona folículo estimulante (FSH); tal como su nombre lo indica, esta hormona estimula el rápido crecimiento de folículos pequeños. La hormona luteinizante (LH) es la segunda hormona gonadotrópica, además de ayudar a la producción de progesterona por el cuerpo lúteo, la LH también puede estimular la producción de estrógeno por los folículos grandes. Altos niveles de estrógeno pueden traer al animal de regreso al celo, y complicar la vida del embrión de un animal gestante. Por lo tanto, la regulación que ejerce la progesterona sobre la producción de FSH y LH es un aspecto crítico sobre el mantenimiento de la preñez. Por otra parte, si el animal no había sido inseminado es deseable que vuelva al celo. Los días 16 a 18 del ciclo estral se conocen como " el período de reconocimiento materno," durante este período, el útero busca la presencia de un embrión en crecimiento. Si no se detecta un embrión, el útero inicia la producción de otra hormona, la prostaglandina. Esta hormona destruye el cuerpo lúteo. Cuando se destruye el cuerpo lúteo, cesa la producción de progesterona y la glándula pituitaria empieza a aumentar la secreción de gonadotrofinas. En este período (proestro), cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo. Altos niveles de LH estimulan al folículo dominante a producir estrógeno y traer al animal de regreso al celo. Con esto se completa un ciclo estral. La periodicidad promedia es de 21 días. El ciclo estral está subdividido en dos fases, dependiendo

de la hormona dominante, o en la estructura ovárica presente en cada fase. La fase luteíca empieza con la formación del cuerpo lúteo, 5 ó 6 días después del celo y termina cuando ésta entra en regresión a los 17 o 19 días del ciclo. Durante esta fase, los niveles de progesterona son altos y los de estrógeno son bajos. La otra fase es la folicular, esta fase inicia cuando el cuerpo lúteo de un ciclo entra en regresión y termina cuando se forma el cuerpo lúteo del ciclo siguiente. Por lo tanto, la fase folicular abarca el período de la presentación de celo. Durante esta fase los niveles de estrógeno son altos y los de progesterona son bajos. Pueden haber folículos en los ovarios en cualquier momento del ciclo estral. (1, 2)

Usando tecnología de ultrasonido, se ha detectado que la aparición de folículos sobre los ovarios ocurre en "olas." En un ciclo estral normal de 21 días, un animal puede experimentar 2 ó 3 olas de crecimiento folicular. El inicio de cada ola se caracteriza por un pequeño incremento de FSH, seguido por el rápido crecimiento de varios folículos. De esta ola folicular, un folículo es escogido para crecer más que los otros. Este folículo dominante tiene la habilidad de restringir el crecimiento de todos los otros folículos en los ovarios. Los folículos dominantes solo duran de 3 a 6 días, que es cuando mueren y entran en regresión, u ovulan. En consecuencia, la desaparición del folículo dominante coincide con la formación de la siguiente ola, del cual saldrá otro folículo dominante. Aunque sea normal tener crecimiento folicular durante todo el ciclo estral, los bajos niveles de LH durante la fase luteica, evitan que estos folículos produzcan altos niveles de estrógeno, lo cual traería al animal de regreso al celo. Solamente el folículo dominante presente al momento de la regresión del cuerpo lúteo, cuando los niveles de progesterona son bajos, puede producir suficiente estrógeno para traer al animal al celo y continuar hasta la ovulación. (12)

#### **4.2.2 Desarrollo del embrión y del feto**

Durante los primeros 4 ó 5 días el embrión viaja por el oviducto hacia el útero. Una vez que el embrión llega al útero, es rodeado por fluidos uterinos y sigue su crecimiento. Mientras este embrión esté flotando libremente en el útero, varias membranas se están formando, incluidos el amnios, el corion y el alantoides. En su

conjunto, estas membranas son conocidas como la placenta. Idealmente, cuando llegue el período de reconocimiento materno, entre los días 16 a 18, el feto y la placenta en crecimiento habrán producido suficientes cantidades de señal química necesaria para mantener la gestación. Esta señal inhibe el efecto de la prostaglandina sobre el cuerpo lúteo (CL). El cuerpo lúteo entonces se mantiene intacto y continúa produciendo progesterona, hormona vital para mantener la gestación. Alrededor de los 30 días de gestación, la placenta empieza a adherirse al útero en varios puntos. El sitio de adherencia del lado de la placenta se llama cotiledón, mientras que del lado del útero se desarrollan carúnculas. La unión entre cotiledones y carúnculas es como una mano en un guante. Esto aumenta grandemente la superficie de adherencia en el sitio de la unión, facilitando el intercambio de nutrientes y desechos entre la cría y la madre, por venas y arterias que viajan hacia y a través del cordón umbilical. Al momento del parto, los músculos empiezan a contraerse y expulsan al ternero y sus membranas a través del cérvix y la vagina ya dilatadas. Varias hormonas, incluyendo progesterona, estrógenos, prolactina, relaxina y corticoides, producidos por la madre, el feto y la placenta, se conjugan para realizar este evento. El hecho de dar a luz en un sitio limpio y el cuidado de la vaca después de un parto, ayudan a prevenir problemas reproductivos.

#### **4.2.3 Hormonas utilizadas en la regulación del ciclo estral**

Hay tres grupos primarios de productos utilizados actualmente para la sincronización del estro y la ovulación: Prostaglandinas, progestágenos y gonadotrofinas.

##### **4.2.3.1 Prostaglandinas**

Las prostaglandinas son un conjunto de sustancias que pertenecen a los ácidos grasos de 20 carbonos (eicosanoides), que contienen un anillo ciclo pentano y constituyen una familia de mediadores celulares, con efectos diversos, a menudo contrapuestos.

(13)

La PGE2 como la PGF2 $\alpha$  se halla implicada en varios aspectos reproductivos como regulación de la secreción de gonadotrofinas, la PGE2 es responsable de la secreción del factor liberador de LH desde el hipotálamo. En el ovario, la concentración de prostaglandina dentro de los folículos, aumenta a medida que éstos maduran. Particularmente, la PGF2 $\alpha$  genera contracciones en la musculatura lisa uterina al mismo tiempo que provoca la apertura del cuello. Es la encargada de regular la duración del cuerpo lúteo, ya que se considera que induce la luteólisis del mismo. (1)

Es importante resaltar que si bien las prostaglandinas no son desencadenantes del parto, sí son determinantes en las reacciones necesarias para que éste se produzca, por lo que no se deben administrar a hembras gestantes ya que pueden producir abortos. (3)

La principal limitación de PGF es que no es eficaz en los animales que no poseen un CL. Esto incluye a los animales a los 6-7 días después del celo, las novillas pre púberes y después del parto y animales en anestro. A pesar de estas limitaciones, las prostaglandinas son el método más simple para sincronizar el estro en el ganado. (1, 13)

Una inyección de prostaglandina aplicada entre el día 6-16 del ciclo induce la regresión del cuerpo lúteo que finaliza la fase luteínica; por lo que se inicia una nueva fase folicular y el animal presenta celo y ovula. (7, 13)

La vida media de las prostaglandinas es de sólo unos segundos y se encuentra en circulación unos pocos minutos después de la inyección. Además puede ser empleada en casos de retención de placenta conjuntamente con oxitocina y colagenasa. (3)

#### **4.2.3.2 Progestágenos**

Los que más se han empleado son el Acetato de Melengestrol (MGA), y el Norgestomet, sólo o combinado con estradiol. (13)

El fundamento de su empleo es que tanto la progesterona endógena como la exógena bloquean la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) y cuando se retira se produce un incremento gradual de estas gonadotrofinas, principalmente de la LH que culmina con una oleada ovulatoria, aproximadamente a las 48 horas después de retirado el efecto de la progesterona en las novillas que responden al tratamiento. (13)

El estrógeno (Valerato de Estradiol), conjuntamente con el Norgestomet acorta la fase luteínica si el tratamiento se administra en las primeras fases del ciclo. Al mismo tiempo suprime el celo y la ovulación mediante la inhibición hipofisiaria. El efecto de bloqueo de la hipófisis cesa después de retirado el implante, presentando las hembras de forma sincronizada una fase folicular que da lugar al celo y ovulación. (7, 13)

#### **4.2.3.3 Factor liberador de Gonadotrofinas (GnRH)**

Es segregada por el hipotálamo y afecta a la hipófisis anterior. Como las concentraciones de progesterona son elevados, se reducen las concentraciones de GnRH. Si se hace la regresión del cuerpo lúteo, las concentraciones de progesterona disminuyen en el torrente sanguíneo causando un aumento de las concentraciones de GnRH. Este aumento de la GnRH permite la elevación de las secreciones pulsátiles de la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), provocando el desarrollo y maduración de los folículos, así como la ovulación y la luteinización. (5, 13, 17)

Las hormonas FSH y LH son liberadas por la hipófisis poco después de la aplicación de GnRH, detectándose los niveles máximos de éstas una hora y media después de la inyección intramuscular. La dosis que reporta la literatura oscila entre 0.1 y 0.5mg. (7, 13)

#### **4.2.3.3.1 Gonadotrofinas:**

La gonadotrofina sérica de la yegua preñada (PMSG) se aísla de las yeguas preñadas. Esta gonadotrofina se secreta en las capas endometriales en el útero equino. La PMSG es una gonadotrofina con una alta actividad tanto de FSH como de LH. A causa de su actividad FSH, la gonadotrofina sérica estimula el crecimiento de las células intersticiales del ovario así como el crecimiento y maduración de los folículos. Por su actividad LH, la PMSG induce también la ovulación lo cual se demuestra en estudios de superovulación. En el macho, la PMSG estimula el crecimiento del tejido intersticial de los testículos y de las glándulas sexuales anexas.

(8, 13)

La gonadotrofina coriónica humana (HCG) se excreta en la orina de la mujer gestante. Es una glicoproteína con actividad de la hormona luteinizante (LH). En la hembra, la HCG se puede utilizar para estimular la maduración del folículo en desarrollo e inducir la ovulación y desencadenar la luteinización de las células de la granulosa; para mantener la vida funcional del cuerpo lúteo y aumentar la secreción de progesterona por las células luteinizadas. La HCG también aumenta la acción de la FSH sobre el crecimiento ovárico. En el macho, la HCG estimula la producción de testosterona e influye en el desarrollo y mantenimiento de los caracteres sexuales masculinos primarios y secundarios.

(9, 13)

#### **4.2.4 Métodos utilizados para la sincronización estral**

Hay varios métodos tradicionales disponibles para sincronizar estro en las hembras. Actualmente existen 2 grupos de preparaciones hormonales disponibles en el mercado que pueden ser utilizadas para sincronizar celos en los bovinos: (13)

1. Progestágenos que tienen como efecto principal un bloqueo hipotálamo - hipofisiario simulando una fase lútea.
2. Prostaglandinas y sus análogos que actúan como agente luteolítico sobre el cuerpo lúteo.

Antes de emplear cualquier método para la sincronización del estro u ovulación, se deben agrupar los animales de acuerdo a las estructuras presentes en los ovarios.

#### **4.2.4.1 Sincronización con Prostaglandinas (PGF)**

La utilización de la prostaglandina y sus análogos es ampliamente empleada con la finalidad de sincronizar las manifestaciones del celo en el ganado bovino. La prostaglandina causa la regresión del cuerpo lúteo a partir del día 5 del ciclo estral y su efecto luteolítico es máximo entre los días 12-17. Las prostaglandinas regulan el ciclo del estro de una hembra causando luteólisis o regresión del cuerpo lúteo cuando está presente en el ovario. Porque el cuerpo lúteo produce progesterona, las prostaglandinas eliminan el mecanismo de retroalimentación negativa ejercida por la progesterona para la liberación de hormonas FSH y LH, permitiendo el crecimiento, maduración y subsecuente ovulación de los folículos. Las hembras con un cuerpo lúteo en su ovario, al recibir una inyección de prostaglandina exhiben estro de 2 a 5 días después. (10, 13)

Se pueden aplicar varios programas basados en las prostaglandinas para controlar el celo en función de los objetivos del ganadero, el tipo de animal y las condiciones de la finca. (13)

Las prostaglandinas no involucran cuerpos lúteos inmaduros (1-5 días del ciclo); para que trabajen eficazmente las hembras deben estar entre los días 6 y 17 del ciclo estral. Además para el éxito de la sincronización las hembras deben estar exhibiendo ciclos del estro. (13)

En ganado de carne hay varios métodos de prostaglandinas que se usan en estas hembras: Dos de estos métodos requieren de inyecciones de prostaglandinas y dos requieren simplemente de una inyección, el programa de una inyección es el mejor si no se está seguro de que los animales estén ciclando. En este método se detecta celo durante 5 días y se inseminan las hembras detectadas. Si un 20 a 25% de los animales presentan celo durante esos días, se puede suponer que el hato está ciclando normalmente. Al quinto día, se administra a los animales restantes una inyección de prostaglandinas y se continúa inseminando cuando los animales



presenten celo. Con este sistema es posible cubrir en 10 días casi todos los animales que están ciclando. (13)

Otro método utilizado es una sola inyección de prostaglandina que consiste en inyectar todas las hembras en el día 0 y detectar celos, inseminando aquellas hembras que presenten celo 12 horas después. Con una sola inyección de prostaglandina aproximadamente el 75% de las hembras cíclicas presentarán estro durante los próximos 2 a 5 días. (5, 13)

El programa de 2 inyecciones de prostaglandinas permite inseminar hembras después de cada inyección o inseminar sólo después de la segunda inyección de PG. En este programa se da una inyección de prostaglandina a todas las hembras inseminándose aquellas que presenten celo 12 horas después de detectado el celo. Los animales no descubiertos en celo después de la primera inyección, recibirán una segunda dosis de prostaglandina de 11a 14 días después, inseminándose 12 horas después de la detección de celo. (13)

Al inseminar vacas después de cada inyección, se debe estar seguro de no inyectar prostaglandina en hembras que se inseminaron después de la primera inyección.

Otro programa utilizado consiste en palpar todos los animales e inyectar los que poseen un cuerpo lúteo maduro, se detecta celo y se inseminan según las recomendaciones. Los animales restantes serán inyectados 12 días después, se detectan celo e inseminan; probablemente estas vacas ya hayan desarrollado un cuerpo lúteo durante este período y presenten celo de 2 a 5 días post inyección. (13)

#### **4.2.4.2 Sincronización con Progestágenos**

La progesterona natural y los progestágenos sintéticos suprimen el estro y la ovulación por un mecanismo de bloqueo hipotálamo – hipofisiario; ejercen retroalimentación negativa sobre el hipotálamo impidiendo la secreción cíclica de la

liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y de las mismas gonadotropinas hipofisarias, hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH). Reducen la frecuencia e intensidad de los pulsos de LH, evitando el desarrollo folicular. Al momento de suspender la progesterona, se acaba el bloqueo hipotálamo-hipofisario, liberando FSH y LH, y los folículos completan su desarrollo en un lapso de tiempo muy estrecho, terminando con el estro y la ovulación sincronizada. (10)

#### **4.2.4.2.1 Sincronización con Acetato de Melengestrol (MGA) y Prostaglandina (PGF)**

Utilizado típicamente en novillas, el MGA es una progesterona sintética activa vía oral que ha sido utilizada con éxito para suprimir la presencia de celo en novillas para engorde. La investigación ha demostrado que alimentar con MGA por 14 días a razón de 0,5mg./cabeza/día, retirarlo y luego inyectar prostaglandina 16 a 18 días después, va a producir la involución del cuerpo lúteo, entrando la mayoría de novillas en celo dentro de un período de 5 días. (13)

Hay que tener presente que la mayoría de las hembras van a presentar estro 2 a 5 días después de retirar el MGA. Sin embargo, este celo es sub-fértil y las hembras no deben ser inseminadas en este momento. La mayoría de las hembras tendrán un cuerpo lúteo maduro de 16 a 18 días post-celo sub-fértil de ahí la razón de inyectar prostaglandinas en este período. La mayoría de novillas presentarán celo 48 a 72 horas después de la inyección de prostaglandina; este celo sí es fértil por lo que se inseminan 12 horas después de observado el estro. (13)

#### **4.2.4.2.2 Sincronización con Norgestomet y Valerato de Estradiol**

Este método tiene la ventaja que todos los animales pueden ser tratados con este método y responden al mismo tiempo, independientemente de su estado en el ciclo al inicio del programa. (13)

En este programa, en el día 0 cada novilla es implantada subcutáneamente en la base de la oreja con una progesterona sintética llamada Norgestomet. El implante lo que hace es liberar de forma continúa Norgestomet ejerciendo un efecto inhibitorio en la secreción de LH y FSH, por lo que se suprime el celo e impide la ovulación. El mismo día del implante subcutáneo se les aplica una inyección intramuscular que contiene una combinación de las hormonas Valerato de Estradiol y Norgestomet. El Valerato de Estradiol produce la involución del cuerpo lúteo en cualquier animal que se encuentre en la fase luteal al momento de la inyección. Al mismo tiempo Norgestomet suprime el celo y la ovulación mediante la inhibición hipofisaria, durante un período de 9 días se detiene el ciclo. (4, 7)

El implante es removido el día 9, una vez removido los animales comienzan a liberar hormonas que estimulan el crecimiento folicular y secreción de estrógenos. Los animales que responden van a presentar celo entre 36 – 48 horas post retiro del implante. Si se desea inseminar todas las hembras de una sola vez, hacerlo 48 a 56 horas de removido el implante. Si no, se inseminan aproximadamente 12 horas después de que el animal haya sido observado en celo. La colocación de los implantes en la oreja requiere una mayor sujeción de los implantes, pero este evita el trauma vaginal y la vaginitis que aparece al retirar el dispositivo. (5, 9, 13,)

En vacas lecheras se ha recomendado la administración de gonadotrofina sérica de yegua preñada (PMSG) al retirar el implante, para reforzar el efecto gonadotrópico, estimulando la maduración folicular, el celo y la ovulación. Además se ha aconsejado la aplicación de prostaglandinas 48 horas antes de retirar el implante para mejorar tanto la sincronización como la fertilidad. (1)

En novillas se recomienda el programa básico seguido de una sola inseminación a tiempo fijo, a las 48 horas de retirado el implante. (13)

Para la aplicación en novillas de carne se ha recomendado aplicar una dosis de PMSG al retirar el implante, debido a que es frecuente que estos animales se

encuentren en anestro, realizando una inseminación 48 horas después de retirado el implante. (1)

El anestro de lactación es muy común en vacas de carne. Esta es la explicación a los fracasos de muchos métodos de sincronización que ignoran este hecho. Este método se puede usar en animales cíclicos y no cíclicos. Para estimular actividad ovárica y conseguir un celo de buena calidad en el momento preciso, se recomienda la administración de PMSG en el momento de retirar el implante debiéndose inseminar 56 horas más tarde. La dosis utilizada generalmente es de 400 a 700 UI de PMSG. (13)

Con este método hay 3 opciones para realizar la inseminación:

- Todas las hembras se inseminan entre 48 a 56 horas después de retirado el implante, sin tomar en cuenta la detección de celo.
- Se inseminan animales 12 horas después de haber sido observadas en celo.
- Una combinación de los 2 métodos anteriores. Se inseminan las hembras que muestran celo después de retirado el implante.

Las hembras que no resulten preñadas, posterior a la inseminación, presentan celo sincronizado en un rango de 18 a 24 días después, pudiendo ser inseminadas nuevamente. (13)

#### **4.2.4.3 Programas para la sincronización del estro y ovulación utilizando hormona liberadora de las Gonadotrofinas (GnRH) y Prostaglandinas (PGF)**

Los folículos ováricos crecen e involucionan de forma continua durante el ciclo estral de 21 días. Al comienzo de cada nueva etapa de crecimiento folicular, un grupo de folículos similares en tamaño, se encuentran presentes y comienzan a crecer. A medida que continúa la etapa cíclica, un folículo, el folículo dominante, crece a un tamaño mucho mayor que los demás (12 a 15mm) hay que recordar que la ovulación solo ocurre cuando los niveles de progesterona son bajos, si los signos fisiológicos no son correctos, el folículo dominante no ovula si no involuciona y

muere, siendo remplazado por un nuevo folículo dominante de la etapa folicular siguiente. (13)

El ciclo reproductivo de la vaca ha sido manipulado de tal forma que esté presente el folículo dominante, una inyección de una forma sintética de GnRH, produce que el folículo dominante ovule cuando el nivel de progesterona está bajo. (13)

#### **4.2.4.3.1 Método de Select synch**

El programa consiste en administrar una inyección de GnRH, en el día 0, siguiendo con una inyección de prostaglandina a los 7 días. A pesar de que algunas vacas van a presentar celo el mismo día que reciben la prostaglandina, la etapa pico del celo se presenta 2 a 3 días después de la inyección de prostaglandina. Se deben observar a los animales para detectar celo durante 5 días y se inseminan 12 horas después del celo. (13)

La inyección de GnRH produce ovulación de un folículo dominante y formación de un cuerpo lúteo nuevo. La GnRH también comienza el desarrollo de una nueva ola folicular. Por consiguiente, todas las hembras en el grupo tienen folículos crecientes en la misma fase de desarrollo. La inyección de prostaglandina produce la regresión del cuerpo lúteo que es resultado de la inyección de GnRH que comienza el proceso que conlleva a la ovulación. (13)

El beneficio de la primera inyección de GnRH para sincronizar crecimiento folicular es bueno en vacas pero menos en novillas, esto explica el éxito restringido de este método en ellas. (13)

Algunas vacas presentan celo 36 horas antes de la inyección de prostaglandinas, este celo temprano es fecundo y las vacas pueden inseminarse. (13)

#### **4.2.4.3.2 Método Ovsynch**

Éste involucra el uso de una prostaglandina (PGF $2\alpha$ ) y dos dosis de GnRH. El método involucra una administración de GnRH inyectada en el día

0, para producir la ovulación de los folículos dominantes, una inyección de prostaglandina se aplica 7 días después para la regresión del cuerpo lúteo producido, una segunda inyección de GnRH se da 48 horas después de la prostaglandina aunque algunos proponen un rango de 32-64 horas después de aplicada la prostaglandina, período que el folículo dominante necesita para la maduración. Esta inyección final de GnRH sirve para aumentar la sincronización de la ovulación dentro del grupo de vacas tratadas, además comienza una ovulación fecunda en vacas que no han exhibido estro todavía. Las vacas son inseminadas de 16 a 24 horas después de la última aplicación de GnRH. Generalmente se recomienda que las vacas presenten celo entre la inyección de prostaglandina y la inyección de GnRH sean inseminadas 12 horas después de detectado el celo. (5, 10, 13, 14)

#### **4.2.4.3.3 Método Co- synch**

Este es una modificación específica de Ovsynch ya que las vacas reciben IA inmediatamente después de la administración de la segunda inyección de GnRH.

(10)

En este método se administra GnRH en el día 0, prostaglandina a los 7 días y una segunda inyección de GnRH en el día 9 (48 horas después de la administración de prostaglandina).

(10, 13)

#### **4.2.4.3.4 Método Co-synch con Progestágeno**

Es uno de los métodos más eficaces para sincronizar vacas de carne del post-parto sin descubrimiento de celo. Datos preliminares indican tasas de preñez de hasta 68% en vacas que amamantan. El programa general es similar a Co - synch, solo que el implante se inserta cuando es administrada la primera inyección de GnRH. El implante se retira en el momento en que se inyecta la prostaglandina. El progestágeno impide a las vacas presentar celo entre la administración de GnRH y la prostaglandina. Una ventaja es que vacas que están en anestro antes del programa comienzan sus ciclos estrales brevemente después del retiro del implante. (13)

**Cuadro 1. Nombres comerciales, vías de administración, principio activo y dosis de algunas Prostaglandinas utilizadas para la sincronización del estro en vacas.**

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Vías de administración</b>	<b>Principio Activo</b>	<b>Dosis</b>
Lutalyse	IM	Dinoprost / Trometamina	25mg. (5cc)
Iliren	IM/IV/SC	Tiaprost - trometamol	750mcg(5cc)
Prosolvín	IM	Luprostiol	15mg.(2cc)
Prostal	IM	Cloprostenol	15mg.(2cc)
Estrumate	IM	Cloprostenol	500µg. (2cc)

(13)

**Cuadro 2. Nombres comerciales, vías de administración, principio activo y dosis de algunos progestágenos utilizados para la sincronización del estro en vacas**

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Vías de administración</b>	<b>Principio Activo</b>	<b>Dosis</b>
Syncro - mate B	Implante en oreja	Norgestomet	6mg.
	IM	Norgestomet/Estradiol	3mg./5mg.
MGA	Oral	Acetato de Melengestrol	0.5mg./vaca/día/14 días
Crestar	Implante en oreja	Norgestomet	6mg.
	IM	Norgestomet/Valerato de Estradiol	3mg./5mg.

(13)

**Cuadro 3. Nombres comerciales, vías de administración, principio activo y dosis de algunas hormonas liberadoras de las Gonadotrofinas (GnRH) utilizados para la sincronización del estro en vacas.**

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Vías de administración</b>	<b>Principio Activo</b>	<b>Dosis</b>
Conceptal	IM/IV	Buserelina	2cc
Fertagyl	IM/IV	Gonadorelina	1-2cc
Fertiline	IM	Acetato de Gonadorelina	2cc (100 µg.)
Cystorelin	IM/IV	Gonadorelina	2cc

(13, 16)

**Cuadro 4. Nombre comercial, vía de administración, principio activo y dosis de Gonadotrofina sérica de yegua preñada (PMSG) para la sincronización del estro en vacas.**

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Vías de administración</b>	<b>Principio Activo</b>	<b>Dosis</b>
Folligon	IM	Gonadotrofina Sérica de yegua preñada	500-1000UI

(13)

**Cuadro 5. Nombre comercial, vía de administración, principio activo y dosis de Gonadotrofina coriónica humana (HCG) para la sincronización del estro en vacas**

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Vías de administración</b>	<b>Principio Activo</b>	<b>Dosis</b>
Chorulon	IM	Gonadotrofina coriónica Humana	3000UI (3cc)

(9)



## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Materiales de campo:

- Guantes de palpación
- Aceite mineral
- Jeringas desechables de 3cc
- Jeringas desechables de 5cc
- Pistola para implante subcutáneo
- Hoja de bisturí
- Yodo
- Algodón
- Hielera
- Cuaderno
- Lapicero
- Equipo general de vaquería
- Boletas de recolección de datos
- Computadora
- Fundas de inseminación artificial
- Papel mayordomo
- Varilla para inseminación artificial
- Tijeras
- Termómetro
- Recipiente para agua caliente
- Pinzas Adson
- Termo de inseminación con nitrógeno líquido
- Corrales de manejo del ganado
- Manga de inseminación
- Vehículo

## **5.2. Material biológico y hormonal**

### **5.2.1. Material Biológico**

- 30 novillas encastadas *Bos taurus* de Ganadera Boca Arenal Ltda.
- 2 caballos
- 30 dosis de semen de 0.5ml cada una

### **5.2.2. Material hormonal**

- Dosis de Norgestomet, implante subcutáneo en la oreja.
- Dosis de Norgestomet + Valerato de estradiol, inyectable.
- Dosis de Gonadotrofina sérica de yegua preñada, inyectable.
- Dosis de Gonadotrofina coriónica humana, inyectable.
- Dosis de Acetato de Gonadorelina, GnRH inyectable.
- Dosis de Cloprostenol, PGF alfa sintética, inyectable.

## **5.3. Recursos humanos**

- Inseminador experimentado
- Vaqueros
- Médico veterinario
- Estudiante de medicina veterinaria
- Asesores

## **5.4. Centros de referencia:**

- Biblioteca Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Biblioteca personal
- Internet

## 5.5 MÉTODOS

### 5.5.1 Localización y descripción del área de trabajo

La investigación se llevó a cabo en la Finca Ganadera Boca Arenal Ltda. ubicada en San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Entre los datos geográficos tenemos: Altitud de 200msnm, humedad relativa del 80%, con una temperatura promedio de 28°C, precipitación pluvial de 4000mm al año, perteneciendo a la zona de bosque tropical húmedo. Esta finca se dedica a la crianza y engorde de ganado de carne, se utilizan animales cebuinos así como cruces de *Bos indicus* \* *Bos taurus*. La extensión de la finca es de 300 manzanas y posee 700 cabezas de ganado. La finca posee 50 potreros y entre los pastos que predominan están: *Cynodoon nlemfuensis*, *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria brizantha*.

### 5.5.2. Características y manejo de los animales a utilizar en el experimento

Para dicho experimento se utilizaron novillas mayores de 24 meses, las cuales eran encastadas *Bos taurus*. Este grupo de novillas están alimentadas a base de pasto y reciben sales minerales a libre acceso. El manejo reproductivo de la finca es a través de monta natural.

Los animales en estudio están vacunados contra Brucelosis, Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Diarrea Viral Bovina (DVB), Virus sincitial respiratorio, Parainfluenza 3 (PI3) y Leptospira.

### 5.5.3. Fase experimental

El estudio comprendió 3 fases:

**5.5.3.1 Fase de selección de hembras:** Se realizó un examen ginecológico en el cual las novillas cumplieron las siguientes particularidades:

- Las novillas se encontraban con peso superior a 350 Kg. y eran mayores de 24 meses de edad.
- No presentaron anomalías, ni enfermedades en el tracto reproductor.
- Presentaron estructuras indicadoras de funcionalidad ovárica (cuerpo lúteo).

De las novillas que reunieron las características anteriormente mencionadas se seleccionaron al azar 30 animales. Posteriormente se asignaron 15 animales para cada grupo (A y B).

#### **5.5.3.2 Fase de tratamientos e inseminación artificial:**

Tratamiento 1: Se trabajaron los animales con Norgestomet + Valerato de Estradiol. El protocolo de trabajo fue el siguiente:

- En el día 0 se desinfectó con yodo la oreja y se puso un implante subcutáneo en la base de la oreja izquierda, el cual contiene 3 mg. de Norgestomet, al mismo tiempo se aplicó una inyección intramuscular con 3 mg. de Norgestomet y 5 mg. de Valerato de Estradiol.
- En el día 9 se utilizó una hoja de bisturí para abrir la piel de la oreja y retirar el implante de Norgestomet, además se inyectó 500 UI de Gonadotrofina Sérica de Yegua Preñada (PMSG) vía intramuscular.
- En el día 11, 48 horas después de retirado el implante de Norgestomet se realizó la inseminación a tiempo fijo y además se inyectó 100 µg. de acetato de Gonadorelina, vía intramuscular.

Tratamiento 2: Se trabajaron los animales con el método de Ov-synch, GnRH (Hormona Liberadora de las Gonadotrofinas) PG (Prostaglandina) ECG (Gonadotrofina Coriónica Humana). El protocolo de trabajo fue el siguiente:

- En el día 0 se administró 100 µg. de Acetato de Gonadorelina (GnRH) vía intramuscular profunda.
- En el día 7 se administró 500 µg. de Cloprostenol (PGF) vía intramuscular profunda.
- En el día 9 se administró 3000 UI de Gonadotrofina Coriónica Humana (ECG) vía intramuscular profunda.
- En el día 10, 24 horas después de la aplicación de Gonadotrofina Coriónica Humana, se realizó la inseminación.

**5.5.3.3 Fase de diagnóstico de preñez:** Después de la inseminación a tiempo fijo, se realizó una palpación rectal a los 60 días post servicio.

**5.5.4 Diseño estadístico:**

Se realizó un diseño completamente al azar, con dos tratamientos de 15 repeticiones cada uno.

**5.5.5 Variables a analizar**

- Porcentaje de preñez
- Costo/beneficio de los tratamientos

**5.5.6 Análisis estadístico**

- Para la variable porcentaje de preñez, se utilizó la Prueba de Wilcoxon para 2 poblaciones.

**5.5.7 Análisis económico**

- Para la variable costo/beneficio se utilizó la Tasa de Retorno Marginal.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio se presentan en la Tabla 1 y Grafica 1, donde se obtuvo una tasa de preñez del 33% en el método de sincronización de la ovulación (GnRH – Pg – HCG), versus un 73% de preñez para las novillas tratadas con el método de sincronización estral con progestágenos (Norgestomet – Valerato de Estradiol, al analizar dichos resultados se detectó una diferencia estadísticamente significativa entre los 2 tratamientos ( $P < 0,0309$ ).

**Tabla 1.**

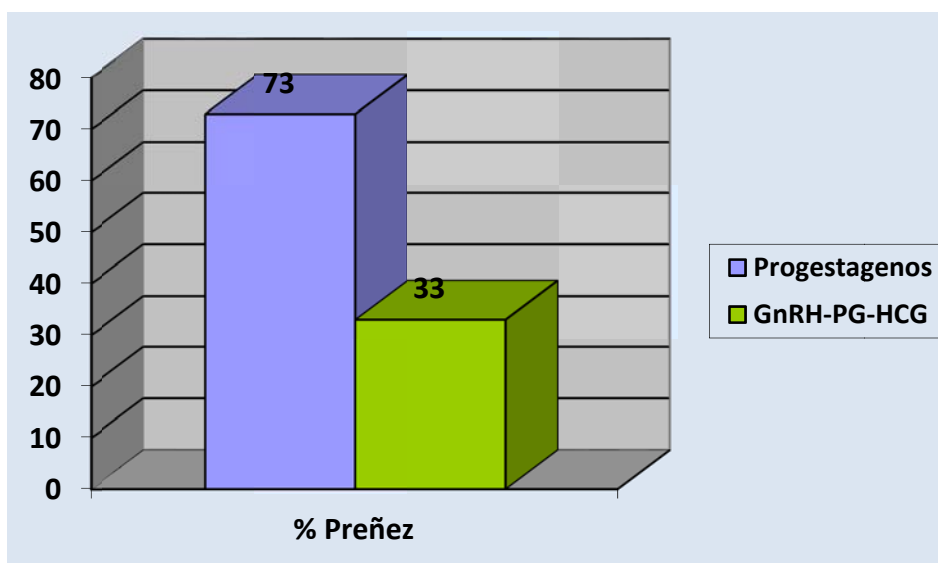
**Porcentaje de Preñez entre los métodos de sincronización estral y de la ovulación en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* en San Carlos, Costa Rica, Febrero 2011.**

Método de tratamiento	# Vacas	Vacas Gestantes	Vacas No gestantes	% Preñez
Sincronización estral	15	11	4	73
Sincronización de la Ovulación	15	5	10	33

Fuente: Elaboración propia

### Grafica # 1

Porcentaje de Preñez entre los métodos de sincronización estral y de la ovulación en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* en San Carlos, Costa Rica, Febrero 2011.



Fuente: Elaboración propia

Estos resultados demuestran, que el método de sincronización estral que utiliza un progestágeno obtuvo una mayor efectividad en cuanto a tasa de preñez en novillas encastadas *Bos taurus* bajo las mismas condiciones de alimentación, sanidad, y manejo.

Una situación que contribuye a explicar los resultados encontrados al utilizar un progestágeno en las novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus*, es que favorece el inicio del ciclo reproductivo por lo que se obtiene una mejor tasa de concepción, además en este tratamiento se utilizó PMSG lo que favorece la presentación de la ovulación.

Estudios hechos en Estados Unidos con vacas de carne lactantes, utilizando métodos de sincronización estral con Norgestomet y Valerato de Estradiol, reportan valores del 77% al 100% con respecto a la presentación de celo y tasas de preñez del 33 – 68% al primer servicio. Se puede observar que los resultados obtenidos en

este estudio con el método de sincronización estral, es superior a lo obtenido en vacas de carne, ya que se logró un 73% de preñez al primer servicio, esto debido a que la tasa de fertilidad en novillas es mayor. Por otro lado se pudo observar partos gemelares en un 26.66 % debido a la aplicación de PMSG, lo cual concuerda con la literatura debido a que este tiene efecto superovulatorio.

Por otra parte recientes experimentos realizados en Virginia y Colorado (E.E.U.U), indican tasas de preñez del 40 al 55% en vacas de carne con el método de sincronización de la ovulación. Estos datos son similares a las tasas de preñez adquiridas en el estudio, utilizando el mismo método. Esto concuerda con otros estudios, que manifiestan que la primera inyección de GnRH para sincronizar crecimiento folicular en novillas ha tenido poco éxito.

Desde el punto de vista económico, el método de sincronización estral alcanzó mejor índice económico (tasa de retorno marginal 4,183 %); eso quiere decir que por cada quetzal invertido se obtiene Q 41,83 (por cada dólar o colón invertido se obtiene \$41.83 - ¢ 41.83 respectivamente). Debido a que este método obtuvo mejores tasas de preñez lo que se traduce en más nacimientos y por ende más beneficios económicos. Es importante destacar que en el método de sincronización estral utilizando PMSG esta tasa aumentó debido a la presencia de parto gemelares, por lo que se obtiene mayor beneficio en el número de terneros al destete. No obstante el método de sincronización de la ovulación generó beneficios en este tipo de ganado, pero en menor proporción. (Ver anexo 2).

Basándose en el análisis económico se puede establecer una serie de ventajas en el uso de ambos métodos de sincronización estral, como reducir costos de mano de obra en el control de partos, así como reducción de tiempo y dinero en la detección de celos y mejoramiento genético.

En resumen el método de sincronización estral que utilizó un progestagénico, obtuvo una mejor tasa de preñez y un mejor índice económico, resultados que podrían justificar la aplicación de este método en novillas encastadas *Bos taurus*.



## VII. CONCLUSIONES

1. El método de sincronización estral en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* que utilizó un progestágeno más Valerato de Estradiol obtuvo una mayor efectividad sobre la tasa de preñez al compararlo con el método de sincronización de la ovulación (73% vrs 33%).
2. Se encontró una diferencia estadística significativa ( $P < 0.0309$ ) a favor del método de sincronización estral respecto al método de sincronización de la ovulación para la variable porcentaje de preñez.
3. El método de sincronización estral en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* que utilizó un progestágeno más Valerato de Estradiol obtuvo un mejor índice económico (4,183 % TRMg).
4. En el método de sincronización estral en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* que utilizó un progestágeno más Valerato de Estradiol se presentaron .partos gemelares (26,66 %) debido al uso de PMSG como inductor de la ovulación.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Para lograr éxito en los programas de sincronización de celo, se deben utilizar novillas con buena condición corporal, adecuada suplementación mineral, con actividad ovárica, con adecuado control sanitario de las enfermedades reproductivas, sin anomalías del tracto genital, por otra parte es importante que el inseminador sea experimentado.
2. En el método de sincronización de la ovulación se recomienda inseminar los animales de acuerdo a la observación de celos para obtener una mejor tasa de preñez.
3. Para el método de sincronización estral que utiliza Norgestomet + Valerato de estradiol se recomienda aplicar Gonadotrofina serica de yegua preñada, para obtener mejores tasas de concepción.
4. Se recomienda manipular los animales de la mejor manera para evitar el estrés que pueda interferir en la liberación y metabolismo de hormonas involucradas en el proceso reproductivo.

## IX. RESUMEN

### EFFECTO DE DOS MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN ESTRAL SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN NOVILLAS ENCASTADAS DE GANADO EUROPEO Y CEBUINO

El presente estudio se realizó, en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus*. En los animales del grupo A se utilizó Factor liberador de Gonadotrofinas, Prostaglandina y Gonadotrofina Coriónica Humana; mientras que los animales del grupo B se trabajaron con un progestágeno (Norgestomet + Valerato de Estradiol) y Gonadotrofina Sérica de Yegua Preñada.

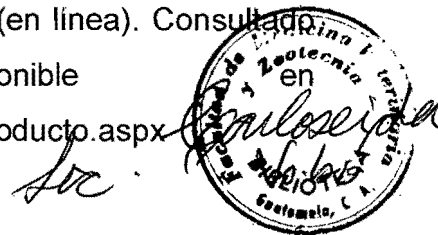
Los resultados obtenidos fueron una tasa de preñez del 33% en el método de sincronización de la ovulación (GnRH – Pg – HCG), versus un 73% de preñez para las novillas tratadas con el método de sincronización estral (Norgestomet – Valerato de Estradiol, al analizar dichos resultados se detectó una diferencia estadísticamente significativa entre los 2 tratamientos ( $P < 0,0309$ ).

En el método de sincronización estral en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* que utilizó un progestágeno más Valerato de Estradiol se presentaron .partos gemelares (26,66 %) debido al uso de PMSG como inductor de la ovulación.

El método de sincronización estral en novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* que utilizó un progestágeno más Valerato de Estradiol obtuvo un mejor índice económico (4,183 % TRMg).

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. DeJarnett, M. 2004. Estrus synchronization: a reproductive management tool. Select Sires (en línea). Consultado 19 sep. 2009. Disponible en [http://www.selectsires.com/reproductive/estrus\\_syn\\_reproman.pdf](http://www.selectsires.com/reproductive/estrus_syn_reproman.pdf)
2. Derivaux, J. 1982. Reproducción de los animales domésticos. Trad J Gómez Piquer. 2 ed. Zaragoza, ES., Acribia. 486p.
3. Echeverría, J. 2006. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Endocrinología reproductiva: Prostaglandina F2 en vacas. volumen VII, Enero, 2006. España (en línea). Consultado 19 sep. 2009. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010603.pdf>
4. Gordon, I. 1996. Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos. Trad M Illera Martín. Zaragoza, ES, Acribia. 514p.
5. Hafez, E; Hafez, B. 2007. Reproducción e inseminación artificial en bovinos. 7 ed. Distrito Federal, ME., McGraw-Hill Interamericana. 519p.
6. Hunter, R. s.f. Fisiología y tecnología de la reproducción de la hembra de los animales domésticos. Trad JM Ibeas Delgado. Zaragoza, ES, Acribia. 362p.
7. Intervet. 1999. Compendium de Reproducción animal. 3 ed. España, Intervet. 254p.
8. Intervet. Schering-Plough Animal Health. 2009(a) Folligon (en línea). Consultado 20 sep. 2009. Disponible en [http://www.intervet.cl/products/folligon\\_/020\\_detalle\\_de\\_producto.aspx](http://www.intervet.cl/products/folligon_/020_detalle_de_producto.aspx)



9. \_\_\_\_\_ 2009 (b) Chorulon (en línea) Consultado 20 sep. 2009. Disponible en <http://www.ceba.com.co/intervetnew2.html>
10. Monroy López, CA. 2004. Evaluación del método de sincronización conjunta (Cosynch) en vacas Doble Propósito de Finca San Julián. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC-FMVZ. 31p.
11. Nalbandov, A. s.f. Fisiología de la reproducción. Trad A Fraile Ovejero. Zaragoza, ES, Editorial Acribia. 303p.
12. Nebel, R. s.f. Anatomía y Fisiología de la reproducción bovina (en línea). Consultado 10 sep. 2009. Disponible en [www.selectsires.com](http://www.selectsires.com)
13. Rodríguez Morales, MJ. 2003. Efecto de la sincronización estral con un progestágeno y del método de sincronización de la ovulación sobre la tasa de preñez en ganado de Doble propósito, en Finca San Julián. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC-FMVZ. 51p.
14. Ruano Ponce, OE. 2004. Efecto de la dosis reducida del factor liberador de gonadotrofinas en la sincronización de la ovulación en vacas de doble propósito en la Finca San Julián. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC-FMVZ. 25p.
15. Syntex. 2005. Fisiología Reproductiva del bovino (en línea). Consultado 10 sep. 2009. Disponible en [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
15. Vetóquinol. s.f. Fertiline (Acetato de Gonadorelina, GnRH) (en línea). Consultado 15 oct. 2009. Disponible en [http://www.vetoquinol.com.mx/images/fichas/F\\_T\\_Fertiline.pdf](http://www.vetoquinol.com.mx/images/fichas/F_T_Fertiline.pdf)
16. Wilson, T. s.f. Estrous synchronization for Beef Cattle (en línea). Consultado 19 sep. 2009. Disponible en <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B123>



# **XI. ANEXOS**

## Anexo # 1

Resumen económico, presupuesto parcial y análisis marginal de los métodos utilizados en la sincronización de novillas encastadas *Bos taurus* \* *Bos indicus* en San Carlos, Costa Rica en Febrero del 2011

Tratamiento	Beneficio Bruto por vacas Preñadas (Q)	Costos de la sincronización (Q)	Beneficio Neto (Q)
Método Sincronización estral	38,000	5,400	32,600
Método de sincronización de la ovulación	15,000	4,863	10,137
Diferencia	*23,000	**537	***22,463

Tipo de cambio: US \$1 – Q 8.3137 / US \$1 - ¢ 563.58

Fuente: Banco de Guatemala / Banco Central de Costa Rica

Los beneficios brutos fueron calculados por la diferencia del precio del mercado nacional de una a preña novilla (Q10, 000) vrs. Una novilla vacía (Q7, 000); obteniéndose una diferencia de Q3000. En los animales con partos gemelares se tomó el valor del ternero al destete con un valor de (Q1, 250)

\* Beneficio bruto Marginal

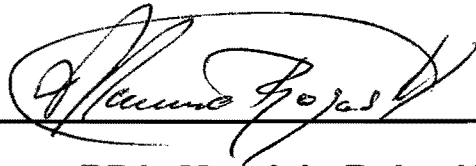
\*\* Costo Marginal

\*\*\* Beneficio Neto Marginal

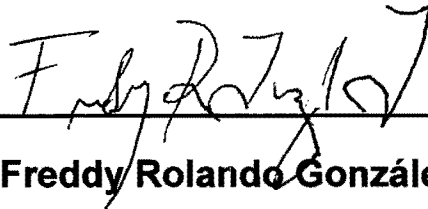
TRMg Tasa de Retorno Marginal

$$\text{TRMg} = \frac{\text{Beneficio Neto Marginal}}{\text{Costo Marginal}} * 100$$

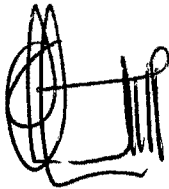
$$\text{TRMg} = \frac{\text{Q } 22,463}{537} * 100 = 4,183 \%$$



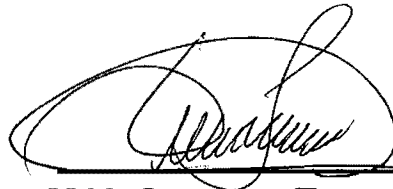
**DPA. Mauricio Rojas Herrera**



**Msc. M.V. Freddy Rolando González Guerrero**

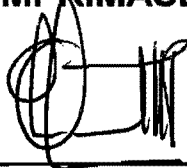


**M.V. Leónidas Ávila Palma**



**M.V. Gustavo Taracena Gil**

**IMPRIMASE**



**Médico Veterinario Leónidas Ávila Palma**

**DECANO**