



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“COMPARACIÓN DE METODOS DE SINCRONIZACIÓN DE ESTRO  
E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO EN VACAS HOLSTEIN  
MEZTIZAS”

TESIS DE GRADO  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO ZOOTECNISTA

SANIPATIN CUVI MELIDA ROSANA

RIOBAMBA – ECUADOR  
2006

## I. INTRODUCCION

Los sistemas de producción agropecuarios juegan un rol preponderante en la economía del Ecuador. Su análisis, estudio y planteamiento de alternativas tecnológicas desde el punto de vista bio-económico y social deben ser considerados para contribuir con el desarrollo del país.

La producción de leche en Ecuador presenta problemas de alimentación y manejo reproductivo, factores que afectan a la producción de leche por unidad de superficie. El 30% de las vacas si no son bien manejadas reproductivamente traen problemas de un excesivo número de días abiertos afectando la producción lechera.

Los días abiertos, es decir el periodo del parto a la concepción, es un parámetro de vital importancia a tomar en cuenta, siendo estratégico en la economía de la producción lechera. Lo recomendable es sesenta días post-parto, lamentablemente por falta de observación de celos, expresión del calor de la vaca, presencia nocturna de estro (47%) y celos silentes; se detecta apenas el 50 % de los calores. Estableciendo estrategias como sincronización de celos en lotes de vacas llamadas problema en las unidades de producción y con un tiempo fijo de la hora de inseminación (no es necesario observación de celos), técnicas que nos permiten incrementar la fertilidad del hato y con esto se mejorará la economía de los productores. Con estas técnicas, las vacas problemas pueden ingresar a la producción lechera a través del uso de estos

sincronizadores de celo que en algunas ocasiones un simple quiste ovárico, no observación del celo, falta de minerales se incrementan los días abiertos, comprometiendo la capacidad productiva del hato, a pesar de que en los últimos años se ha mejorado mucho en la alimentación, mejoramiento genético, manejo y control de enfermedades; no obstante aún sigue persistiendo los problemas reproductivos que pueden ser sujetos de solución y que no son aplicados por desconocimiento.

Con los antecedentes expuestos y ante el conocimiento que la sincronización de celos, se ha convertido en una especialización que implica el desarrollo de técnicas que permitan utilizar al máximo la vida reproductiva de las vacas con el fin de alcanzar rendimientos considerables de producción y un buen número de crías, por lo cual se planteo la presente investigación en la Hacienda Experimental Tunshi, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias con la finalidad de reducir el número de días abiertos y mejorar genéticamente los animales existentes en esté centro de producción.

Es así que en la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Mejorar los índices reproductivos, mediante la utilización de dos métodos de sincronización de estro en vacas Holstein mestizas.
- Reducir el número de días abiertos mediante la utilización de estos dos métodos de sincronización de celos.

- Evaluar los porcentajes de presencia de estro y concepción de estos dos sincronizadores de celo.
- Determinar el método óptimo y más económico de sincronización y fertilización.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. REPRODUCCION

#### 1. Ciclo estral y características reproductivas en las especies zootécnicas.

De acuerdo a Trujillo, R (1997) la mayor parte de los animales presentan varios celos al año, por lo que se los llama poliéstricos. Los procesos del ciclo sexual se suceden a intervalos determinados, sobre todo en el ovario, en el útero, e inclusive afectan en escasa medida al oviducto, vagina y cervix.

El ciclo sexual queda interrumpido si se produce una fecundación y no se reanuda hasta después de cierto tiempo desde el parto. También se verá interrumpida por problemas patológicos en los ovarios y causas nutricionales entre otras.

Gutiérrez, J. (1990), indica que los eventos principales del ciclo estral son los relacionados con el crecimiento folicular y los asociados con el crecimiento del cuerpo lúteo. Los sucesos relacionados con el folículo, pueden ser divididos en dos fases; proestro y estro. El periodo del cuerpo lúteo se puede dividir también en dos fases: metaestro y diestro. Estos cambios son consecuencia de las variaciones cíclicas en la secreción y descarga de las

gonadotropinas por la hipófisis, la que se encuentra a su vez bajo la influencia hipotalámica.

Los cambios producidos en el ovario traen consigo la producción de otras sustancias hormonales (esferoides) que continuarán dichos cambios y producirán modificaciones notables a nivel del sistema tubular del sistema reproductor y en la conducta del animal.

El periodo comprendido entre el inicio de un estro o celo y el comienzo del siguiente, es llamado ciclo estral.

Los primates son receptivos sexualmente en cualquier fase del ciclo sexual, además dentro de este ciclo hay presencia de una descarga sanguinolenta denominada menstruación; en estas especies el intervalo entre una menstruación y otra se llama ciclo menstrual. Existen otras hembras que presentan ovulación inducida en las cuales hay maduración folicular, pero los folículos no ovulan a menos que la hembra sea copulada y así haya una carga de hormona luteinizante; estos animales no presentan propiamente ciclos estrales ni menstruales.

En el momento que el animal llega a la pubertad, los ciclos estrales se presentan en forma regular, hasta que los interrumpe una preñez; hay especies que presentan ciclos solo estacionalmente y hay otras en que la lactancia los suprime. El término anestro se usa para nombrar la etapa de inactividad sexual por una u otra causa.

De acuerdo a Trujillo, R. (1997), al ciclo sexual se lo divide en cuatro fases bien diferenciadas:

**a. Proestro**

Gutiérrez, J. (1990) y Trujillo, R. (1997), manifiestan que esta fase no es muy definida, dura de 2-3 días en bovinos, cerdos y ovinos y presenta las siguientes características:

- Empieza la regresión del cuerpo lúteo, a partir de los días 16 a 18 del ciclo estral en bovinos y porcinos y en los días 14 a 16 en ovejas.
- Se inicia un aumento en los niveles de estrógeno.
- Maduran uno o varios folículos ováricos bajo la acción hormonal de la FSH y de la ICSH.
- Hay cambios en el moco cervical, el cual aumenta su flujo, elasticidad y arborización.
- En el útero se produce una proliferación, caracterizándose por el crecimiento de la glándulas, las transformaciones del epitelio y la edematización creciente de la mucosa.
- Se presenta un descenso brusco del nivel de progesterona, un día después del inicio del proestro.

**b. Estro o Celos**

Para Gutiérrez, J. (1990) y Trujillo, R. (1997), es la fase cíclica más definida, externamente presenta una serie de manifestaciones y alta nerviosidad en los animales que intentan montar sobre otros, disminuye el apetito, se incrementa la temperatura corporal en 2 grados centígrados, la producción láctea disminuye, fluye por la vulva un muco transparente.

Esta es la fase en donde ocurre el apareamiento de la hembra, tiene una duración que varía entre especies y por otros factores, en la mayoría de las especies domésticas, la ruptura folicular (ovulación) acontece en esta fase, no ocurriendo esto en la vaca, la cual ovula después del estro; aunque la ovulación y el estro son dos sucesos estrechamente vinculados, pueden realizarse independientemente el uno del otro; la primera manifestación de estro ocurre súbitamente en ovinos, bovinos, cabras y otras especies zootécnicas, pero en otras especies se presenta gradualmente y es antecedido por un período en que la hembra atrae al macho pero no permitiendo ser apareada; el caso anterior ocurre con la pata y la perra.

La duración del período de estro puede diferir dentro de los miembros de una misma especie, debido a influencias medio ambientales, así se observa que la yegua presenta estros más largos (de más de 10 días algunas ocasiones) al comienzo de la primavera y más cortos durante el verano; en el trópico y subtropical, los bovinos presentan estros de menor duración. Aparentemente la edad del animal no influye en la duración del estro; sin

embargo, muchos trabajos revelan que las cerdas, las ovejas y las vacas jóvenes presentan celos de menor duración que aquellos animales adultos; no obstante que otros investigadores han encontrado precisamente lo contrario.

El estro puede comenzar a cualquier hora del día, sin embargo algunos autores opinan que la mejor hora para detectarlo es al amanecer o antes del anochecer. El intervalo entre el parto y el primer estro varía de acuerdo con las especies como se puede observar en el cuadro 1, Gutiérrez, J. (1990).

Cuadro: №1. DURACION DEL CICLO ESTRUAL EN LAS ESPECIES  
ZOOTECNICAS

ESPECIE	DURACIÓN DEL CICLO ESTRAL (días)	VARIACIÓN
Bovinos lecheros	18-24	84%
Oveja (Merino)	16-19	85%
Cabra (Angora)	21 -24	80%
Cerda	18-23	75%
Yegua	13-25	78%

Fuente: Gutiérrez, J. (1990)

Cuadro: №2. PRIMER ESTRO POSTPARTO.

ESPECIE	DÍAS DESPUÉS DEL PARTO Y RANGO	OBSERVACIONES
Bovinos lecheros	33 ±18	En caso de parto normal
Bovinos de carne	54-84	La lactancia alarga la presentación del celo
Yegua y Burra	7-10 (80% de los casos)	En este caso hay ovulación pero fertilidad muy baja.

Cerda	Puede presentar estro a 2 días post-parto.	No hay ovulación, el estro normal reincide después del destete.
Oveja	20-30	No hay anestro lactacional

---

Fuente: Gutiérrez, J. (1990)

**c. Metaestro.**

Para Trujillo, R. (1997), empieza a funcionar terminado el estro y dura de 5 a 8 días en las vacas, se desarrolla el cuerpo amarillo, a partir de los restos del folículo roto formando una glándula endocrina en funcionamiento. Si la hembra es fecundada se desarrolla el embrión, el cuerpo amarillo impide la formación de nuevos folículos. Si no hubo fecundación el cuerpo amarillo regresa; el mismo que cumple con lo siguiente:

- Estimula la secreción de las glándulas uterinas y prepara el endometrio para la implantación y nutrición del cigoto.
- Disminuye la tonicidad de las fibras musculares uterinas y reduce la sensibilidad a la oxitocina.
- Impide la maduración de nuevos folículos.
- Estimula el desarrollo de las mamas.

Gutiérrez, J. (1990), manifiesta que es una fase imprecisa que comprende la organización folicular posterior a la ruptura de éste; el folículo se transformara en una estructura diferente, productora de hormonas, el cuerpo lúteo. Este proceso dura más o menos 3 días después de los cuales aumenta significativamente el nivel de progesterona.

En esta fase se puede observar una descarga sanguinolenta en la vaca que proviene del endometrio (más frecuentemente de los cotiledones). Esta ligera hemorragia se observa en 50 a 60 por ciento de las vacas adultas y en 80 a 90 por ciento de las vaquillas. Se desconoce la causa de esta hemorragia, y no ha sido posible reproducirla artificialmente y tampoco se ha encontrado relación con la fertilidad.

**d. Diestro.**

De acuerdo a Trujillo, R. (1997), sí no se produce la fecundación, el cuerpo lúteo sufre un proceso de involución (fase de regresión); si existe fecundación se incrementa la cantidad de progesterona, la duración en los rumiantes es de 7 a 13 días. El cuerpo amarillo es una glándula importante para regular la evolución del ciclo estral.

Según Gutiérrez, J. (1990), el diestro corresponde a la fase luteínica o progestacional del ciclo estral, tiene una duración de aproximadamente 14 días en la vaca (67% del ciclo estral) es decir que si contamos a partir del día 4 del ciclo, el diestro termina alrededor del 18 que es cuando declina el cuerpo lúteo y la producción de progesterona; esta fase se caracteriza por la abundante actividad secretora de las glándulas endometriales, bajo la influencia de la progesterona.

**e. Estro Silencioso.**

El estro silencioso describe una situación al presentarse la ovulación, pero el estro se muestra levemente y permanece indetectable. Esto se ve comúnmente en ganado de alta producción, en situaciones de confinamiento, el examen de los ovarios muestra la presencia del cuerpo lúteo.

## 2. **Endocrinología del ciclo estral**

A continuación se exponen algunas consideraciones relacionadas con la secuencia de eventos endocrinos durante el ciclo estral en la vaca.

- Recientemente se ha encontrado que los picos de FSH y LH coinciden en el ciclo estral.
- El nivel de progesterona baja bruscamente por el día 17 del ciclo como consecuencia de la lisis del cuerpo lúteo causado por la prostaglandina  $F_{2\alpha}$  producida en el endometrio bajo el efecto de la progesterona.
- Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, los folículos producen grandes cantidades de estrógenos y andrógenos lo cual estimula la rápida descarga de FSH y LH, lo que ocurre aproximadamente a las 12 horas. Los niveles altos de andrógenos y estrógenos provocan la presentación del celo; la ovulación se presenta aproximadamente a las 24 horas siguientes al pico de LH.

- Después de la ovulación se organiza el cuerpo lúteo y comienza la fase lutéica en la cual se eleva el nivel de progesterona que impide la descarga súbita de hormona luteinizante que pudiera causar la ruptura de folículos inmaduros.
- Posterior a la ovulación hay una secreción continua de LH, FSH y prolactina en cantidades pequeñas, durante toda la fase lutéica lo cual mantiene el normal crecimiento folicular y la secreción hormonal del CL.
- La anterior secuencia es similar en la oveja, cabra, cerda y yegua, con la diferencia principal de la duración en tiempo, Gutiérrez, J. (1990).

### 3. Regresión del cuerpo lúteo

Según Gutiérrez, J. (1990), Los mecanismos responsables de la regresión del cuerpo lúteo en una hembra no preñada han desatado interés científico en los años recientes. Actualmente existen dos criterios en las opiniones: uno apoya la teoría que la regresión del cuerpo lúteo obedece a la interrupción del mecanismo lúteo - trópico, por lo que el cuerpo lúteo muere por inanición; el otro criterio sostiene, que existe un mecanismo activo de luteolisis, ocasionado por un agente luteolítico el cual se afirma que proviene del útero.

La sustancia activa en cuestión es la  $PGF_{2\alpha}$ , que es secretada por el útero e incrementa su nivel durante la caída de la actividad secretora del cuerpo lúteo. El mecanismo por el cual llega esta sustancia al ovario, es una

contra - corriente entre la vena uterina y la arteria ovárica. El efecto luteolítico de la PG F<sub>2</sub>α, e F<sub>2</sub>α está comprobado; sin embargo, cabe la duda que sea éste el único factor causante de lisis en el CL que la PG F<sub>2</sub>α sea sintetizada en otro lugar aparte del útero, en el momento de la regresión del CL.

#### **4. Fisiología del ciclo estral.**

Con los antecedentes descritos anteriormente, entonces el ciclo estral se define como el tiempo entre dos periodos de estro. Para la especie bovina que es de nuestro interés tiene una duración de 20 ± 2.3 días en vaquillas y de 21 ± 3.7 días en vacas adultas. El estro tiene poca duración, siendo el promedio de 12 a 24 horas y la ovulación se produce al final del mismo.

Holy (1985) considera que los síntomas y la duración del estro dependen de la especie de animal y varían dentro de razas y líneas; por su parte, Peters (1986) manifiesta que el ciclo se divide en cuatro fases; a saber: proestro estro, metaestro y diestro; sin embargo no son muy definidos e identificables en bovinos, es por esta razón que es más propia la descripción del ciclo estral en términos de funciones ováricas; una fase folicular y una fase lútea donde la receptividad sexual se produce en la segunda fase.

Branton (1972), determinó que el ciclo estral como proceso biológico y fisiológico, presenta un complejo de transformaciones específicas de tipo morfológico e histológico, no solamente en los órganos del individuo.

#### **5. Interacciones Neuroendocrinas durante el ciclo estral.**

El control hormonal del ciclo estral es el resultado de la interacción de la hormona estimulante del folículo (FSH) y de las hormonas comunes en la mayoría de los animales domésticos, sin embargo los patrones de secreción varían entre las especies, según la experiencia de Hafez (1985).

Hansel (1983) considera que la mayor secreción de gonadotropinas ocurre cerca del estro, es puesta en funcionamiento por la retroalimentación positiva, efecto del estradiol del folículo preovulatorio, estas gonadotropinas son liberadas en respuesta a la acción de polipéptidos (GnRH) producido por el hipotálamo y de acuerdo a las aseveraciones de Noakes (1986) esto tiene acción directa con el desarrollo y maduración de los folículos (FSH), así como en la ovulación (LH), ejerciendo también esta última un efecto luteolítico.

El hipotálamo controla la liberación de las hormonas pituitáricas vía neurohormonal y éstas ejercen sus efectos sobre las células específicas vía portal.

Una vez liberadas las hormonas, ellas mismas realizan una retroalimentación sobre el hipotálamo-pituitaria disminuyendo así la cantidad de GnRH. Estas observaciones fueron efectuadas en ejemplares Bos Taurus de edad homogénea, advirtiéndose que en la liberación hormonal pueden estar actuando varios factores determinantes en el proceso hormonal.

## **6. Factores que influyen sobre el inicio de la actividad reproductiva post - parto en vacas lecheras.**

Después del parto y la expulsión de la placenta todos los órganos genitales pasan por un proceso específico durante el cual sobre todo el útero, sufre máximas transformaciones. La incorporación de la vaca a un nuevo ciclo reproductor depende de la renovación del ciclo estral, el cual por lo general se inicia con la aparición del estro. El periodo post- parto en el bovino se caracteriza por un receso ovárico y sexual, el cual se ha tratado de manipular y que la actividad ovárica se reanude lo más pronto posible y hacerla más eficiente, estos resultados en comportamiento fue identificado plenamente por Peters (1986) en sus investigaciones del comportamiento neuroendócrino de los bovinos.

#### **a. Involución uterina**

Es la disminución del tamaño del útero grávido a su estado normal de no preñez, se considera también como el periodo en el que el útero retoma a la cavidad pélvica, según reconocimientos efectuados por Noakes (1986); ya se manifestó anteriormente que inmediatamente después del parto, la vaca no es capaz de mantener otra preñez a menos que ocurra algunos cambios anatómo-fisiológicos en el útero y que el intervalo para completar la involución es de 29 a 54 días.

Holy (1985) considera que la rapidez en la involución uterina depende de factores como alimentación producción láctea, edad, proceso del parto y del

puerperio y que ésta se completa entre los 29 y 45 días postparto y puede detectarse mediante palpación rectal.

Noakes (1986) resume los cambios que ocurren durante la involución uterina en los siguientes puntos:

Los cambios degenerativos ocurren dos días después del parto e involucra la superficie de las carúnculas.

Por el día 5 después del parto la carúncula es cubierta por una capa necrótica de 1 a 2 mm de grosor.

Hasta el día 10 comienza a desprenderse el tejido necrótico el cual se disuelve y forma parte de la lóquia.

Cerca del día 15 comienza la reepitelización de las carúnculas desnudas, la cual es completada cerca del día 25.

La restauración completa de las estructuras endometriales incluyendo las glándulas uterinas probablemente es completa a los 50 a 60 días post parto.

**b. Actividad ovárica.**

En la vaca el crecimiento folicular se inicia una semana después del parto, siendo mayor al acercarse la actividad ovárica y según los estudios de Stevenson (1980), se encontró folículos ováricos detectables de 4 a 5 días post parto y la primera ovulación ocurrió de los 15 a 30 días postparto, diferencia que puede atribuirse al nivel de producción de leche, amamantamiento y nutrición.

Para controlar los cambios que ocurren en el animal después del parto, Ramirez (1981) considera que es preciso conocer los cambios que ocurren en el útero, ovarios, niveles de gonadotropinas en la pituitaria y hormonas ováricas. Noakes (1986) manifiesta que una serie de factores tienen influencia en el retorno de la actividad cíclica, entre las que están:

- Problemas durante el parto como distocias, metritis, retenciones placentarias.
- Alta producción de leche, este factor puede extender el intervalo a la primera ovulación
- Deficiencias nutricionales durante la última fase de la gestación o después del parto pueden retrasar el retomo de la actividad cíclica.
- Número de partos, las primíparas tienen un intervalo más largo que las multíparas.
- Clima, en los tropicales el retomo es más rápido.

Algunos de los factores anteriormente citados son los responsables de la diferencia que existe entre la primera ovulación y el primer estro, ya que éstos pueden impedir la expresión del estro en la primera ovulación.

### **c. Niveles hormonales post-parto.**

En la vaca, durante el período postparto hay un lapso en que los ovarios se encuentran inactivos después de haber un aumento de esteroides ováricos en la sangre durante la gestación y cambios dramáticos en la concentración sanguínea de hormonas que ocurre durante el parto debido a la expulsión de la placenta y regresión del cuerpo lúteo.

Para Peters (1986), el cambio más consistente antes de la primera ovulación postparto y que es considerado como un requisito esencial para que esto ocurra, está constituido por el aumento gradual de las concentraciones plasmáticas de LH, las cuales son bajas al momento del parto y se van incrementando como reflejo de establecimiento de la secreción pulsátil de esta hormona y del aumento en frecuencia y amplitud de sus pulsos.

## **B. SINCRONIZACIÓN DE ESTRO.**

La constante investigación básica y aplicada ha favorecido el desarrollo de diferentes sistemas y métodos de tratamientos hormonales para controlar el ciclo estral; los derivados se resumen en dos modalidades fundamentales:

- Hormonas para simular la presencia de un cuerpo lúteo funcional
- Hormonas para eliminar la actividad del cuerpo lúteo

La sincronización de estro consiste en la agrupación de hembras en estro durante un período corto (3 a 4 días) favoreciendo el uso de la Inseminación Artificial (IA) en bovinos productores de carne, y al mismo tiempo

sincroniza los partos, permite obtener becerros más homogéneos (misma edad), mejora el peso al destete pues permite controlar mejor la alimentación y facilita el manejo y la selección.

La IA de vacas sincronizadas permite al productor servir vacas con sementales probados genéticamente superiores y que son capaces de disminuir partos distócicos, incrementar pesos al destete, incrementar el crecimiento post destete y mejorar la habilidad materna; sin embargo, menos del 1% de los ganaderos inseminan sus vacas lo cual posiblemente se deba a:

- Localización del rancho.
- Tamaño del rancho.
- Tipo de terreno.
- Preferencia personal del ganadero.
- Falta de registros para seleccionar los animales más apropiados.
- falta de instalaciones adecuadas para la IA.
- Falta de buenos técnicos.

La IA es además un medio para controlar transmisión de enfermedades venéreas como la vibriosis y tricomoniasis. El valor económico de dichas técnicas varía en función de factores como costo de mano de obra, costo de las drogas utilizadas, etc.

La sincronización permite reducir la temporada de empadre puesto que si el ciclo estral de la vaca es de 21 días, en un período de 45 días que dura la

época de empadre tendrían tres oportunidades para gestarse, mientras que sin sincronización, para que las vacas tengan las mismas tres oportunidades se requiere de un empadre no menor de 63 días.

#### 1. **Utilidad de la sincronización del estro.**

Debido a su influencia decisiva en la eficiencia reproductiva, en los últimos años se han logrado avances importantes en el conocimiento de la fisiología reproductiva, especialmente sobre el entendimiento del control hormonal del estro y la ovulación. La “sincronización” indica agrupamiento; de esta manera, la terapia hormonal tiene como finalidad lograr la expresión del estro en un número considerable de vacas en un periodo estrecho, de corta duración, a tiempo preestablecido.

Las ventajas del tratamiento hormonal para la sincronización del estro podrían incluir las siguientes:

Optimización de la mano de obra calificada. Permite contratar o destinar personal capacitado por periodos cortos para realizar la IA o transferencia de embriones efectiva y eficazmente, ya que reduce el tiempo invertido en la detección del estro.

Uso y aprovechamiento racional de la IA y transferencia de embriones para el mejoramiento genético.

Epocas definidas de empadre y en consecuencia de partos. Actualmente las explotaciones ganaderas deben concebirse como empresas pecuarias, en

donde la programación requiere de una calendarización de actividades que se cumplan rigurosamente. De manera importante deben de incluir los cuidados en vientres y crías en el parto y mejoramiento de la condición corporal de los vientres antes de iniciar el empadre.

Producción de lotes homogéneos en cuanto a raza, edad y peso, lo cual facilita el manejo, la alimentación y la comercialización.

Aumentar el número de vaquillas gestantes al inicio de la época de empadre.

Las vacas primíparas requieren mayor tiempo para la siguiente concepción posparto que las multíparas, por ello debe darse prioridad para que las vaquillas o novillonas queden gestantes un par de semanas antes que el resto de las vacas.

Aumento en la eficiencia reproductiva con temporadas cortas de parición e inducción de la actividad ovárica en las hembras que paren tardíamente.

## **2. Importancia de la detección del estro en la eficiencia reproductiva.**

El mejor indicador de la eficiencia reproductiva en los hatos es el intervalo entre partos (IPP); sin embargo, el IPP está determinado por el periodo abierto (PA) o intervalo parto concepción (IPC), más la duración de la gestación. En condiciones tropicales el IPC está determinado principalmente por la duración del anestro posparto y la fertilidad de los toros. No obstante, cuando se utiliza la monta controlada o la inseminación artificial, el IPC, a su vez, está determinado por la eficiencia o porcentaje de detección de calores

(PDC), por el porcentaje de concepción (PC) y por el porcentaje de muerte embrionaria y aborto. Entonces, la proporción de vacas que quedan gestantes (PVG) después de cada servicio puede representarse por la fórmula:  $PVG = PDC \times PC$ . A medida que aumente la PDC y la PC, la PVG será mayor y el IPP disminuirá.

En el cuadro siguiente se presenta el impacto sobre la tasa de preñez del hato cuando se tienen diferentes porcentajes en la detección de celos y distintos porcentajes de concepción: Variación del porcentaje de preñez en función de los porcentajes de detección de calores y de concepción en hatos lecheros y cárnicos.

Cuadro Nº 3 VARIACION DE LA PREÑEZ

Detección de celos	Concepción	Preñez
%	%	%
90	X 90	= 81
49	X 90	= 44
49	X 49	= 24
100	X 49	= 49

Adaptado de: de la Sota, RL *et al.*

Las dificultades para la detección diaria del estro aumentan cuando la duración e intensidad del celo son cortas interrupciones en su expresión debidas al manejo, número de animales y condiciones ambientales, repercutiendo en la eficiencia reproductiva. Actualmente se dispone de varias

alternativas para solucionar la baja detección de estros en los hatos lecheros, tales como: toros marcadores (arnés marcador o chin-ball), dispositivos detectores de monta (kamar\*, Bovine Beacom) detectores radio telemétricos (HeatWatch\*) y los podómetros (Aflact\*, Heat Seeker-TX\*), que tienen como objetivo facilitar e incrementar los porcentajes de vacas detectadas en estro. En la ganadería tropical, la forma más común es la observación directa por el personal del rancho, en algunas explotaciones la observación se apoya con toros marcadores preparados quirúrgicamente, en raras ocasiones se utilizan como ayuda las pinturas conjugadas con la observación y toros con arnés o chin-ball.

La sincronización del estro representa otra alternativa más para disminuir el tiempo invertido en la detección del estro conjuntamente con la IA, lográndose buenos índices de fertilidad y avance genético. En términos generales cuanto mejor es la calidad genética del toro, mayor es su costo. De aquí que la sincronización del estro y la IA a celo detectado o a tiempo fijo, representan alternativas económicamente viables para el productor que desea realizar mejora genética utilizando toros con pruebas de diferencia esperada en la progenie.

### **3. Métodos de sincronización**

Existen dos métodos básicos para el control de la ovulación (sincronización):

- Interrupción de la fase lútea del ciclo estrual mediante la utilización de productos luteolíticos.
- Supresión de la ovulación o retraso de los eventos preovulatorios hasta que todas las vacas se encuentren en la fase folicular del ciclo estrual mediante la utilización de progestágenos.

#### 4. Sincronización de estros con Prostaglandina $F_{2\alpha}$

Método conocido también como sincronización de estros por luteólisis. Se utilizan inyecciones intramusculares de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ) agrupando a los animales en estro en un período de 2 a 5 días con un 70% de éxito en vacas que se encuentran ciclando; sin embargo, se debe considerar que las  $PG F_{2\alpha}$  son efectivas en vacas ciclando, no son efectivas los primeros 5 días del ciclo y se les considera abortíferas. La prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PF_{2A}$ ) causa lisis del cuerpo lúteo, por lo que su administración se utiliza entre otras cosas, para lograr la sincronización del estro y la ovulación en los bovinos. Su aplicación entre los días 5 y 16 del ciclo estral, conduce a la disminución de las concentraciones de progesterona a menos de 1 ng/ml en 24 h después de la inyección; se inicia el desarrollo folicular, se elevan los niveles de estradiol y hormona luteinizante seguidos de la presentación del estro y finalmente la ovulación. El estro suele presentarse dentro de los 5 días posteriores a la aplicación de la  $PF_{2\alpha}$ .

Se sabe que el ciclo estrual de los bovinos es de 21 días en promedio, se considera día 0 al día de presentación del celo; del día 0 al día 5 se presenta el período refractario llamado así porque en este se produce la formación del cuerpo lúteo; del día 5 al 18 hay presencia del cuerpo lúteo (CL) razón por la cual se le conoce a este como un período susceptible; del día 18 al 21 hay una regresión del cuerpo lúteo y crecimiento folicular y este se conoce como período folicular. La eficiencia de la sincronización de estros con  $\text{PGF}_{2\alpha}$  o alguno de sus análogos, limita la iniciación natural de la luteólisis en animales que se encuentran ciclando. La destrucción manual del cuerpo lúteo (CL) fue utilizada como una técnica para sincronización de estros, pero los riesgos que esto implica la desecharon como una técnica adecuada.

##### **5. Sistemas para sincronizar estros e inseminar artificialmente con Prostaglandina $\text{F}_{2\alpha}$**

Sistema 1.- Consiste en la aplicación de dos inyecciones con 11 días de intervalo, la detección de celos se efectúa del día 1 al 5 después de la segunda inyección; se realiza la IA después de 12 a 18 horas de detectadas en estro y a partir del día 6 hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 2.- Consiste en la aplicación de dos inyecciones con 11 días de separación y se IA a las 80 horas a las vacas y a las 72 horas a las vaquillas; de 4 ó 5 días después, se sueltan los toros hasta el final del empadre.

Sistema 3.- Consiste en la aplicación de una sola inyección en el día cero, la detección de celos e IA del día 1 al 6 después de la inyección, en el día 6 se reinyecta a las que no presentaron celo y a las 80 horas posteriores de la detección de celos se IA, del día 10 hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 4.- Consiste en la aplicación de una sola inyección en el día 0, del día 1 al 5 se detectan celos e IA a las vacas en calor, del día 5 y hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 5.- Consiste en la detección normal de celos por 5 días y se IA; en el día 6 se aplica una inyección a las vacas que no presentaron calor, del día 6 al 10 se detectan calores e IA y del día 10 al final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 6.- Consiste en la aplicación de dos inyecciones con 11 días de intervalo, a la segunda inyección se aplican parches K-Mar que son detectores de celos; a las 80 horas (vacas), 72 horas (vaquillas) se inseminan solamente las que presenten el K-Mar activado.

El sistema a utilizar debe seleccionarse considerando la cantidad de dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  y de semen disponible, así como las facilidades para detectar estros y días disponibles para la IA.

En este contexto, si se dispone de pocas dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , debería elegirse el sistema 5; si se quieren porcentajes de concepción a la IA,

no podría trabajarse con el sistema 4; y si se dispone de poco tiempo para inseminar debería elegirse el sistema 2. Por otro lado, al tener vacas anéstricas el número probable de vacas preñadas se ve afectado en función del sistema a utilizar.

Con excepción del sistema 4, los demás sistemas presentan un número igual de vacas probablemente preñadas a pesar de que tanto el número de dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  como de semen es menor que el resto de los sistemas. El sistema 2 puede considerarse como el más caro si se compara con el sistema 3 ya que utilizando 200 y 100 dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  y semen respectivamente, logra solamente el 48% de concepción; comparando en cambio con el sistema 1 y 5, requieren utilizar menor número de dosis de semen. Lo que sí es evidente es que todos los sistemas de sincronización tendrían inyección del agente luteolítico y el inicio del estro (Odde, 1990). Resultados similares han sido publicados recientemente por Fernández et al. (1993), en un estudio en el cual, el porcentaje de vaquillas que manifestaron celo dentro de las 96 horas posteriores a la inyección de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  actúe menor en los animales que se trataron en el día 6 al 10 del ciclo estroal (60%) que en las que fueron tratadas en los días 11 al 16 (100%). En este estudio también se vio que el tiempo al estro fue de 14 horas más corto en vaquillas inyectadas el día 6 que en las tratadas el día 11.

El estado o viabilidad del folículo dominante al momento del tratamiento con Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , controla el intervalo al estro. Algunas vaquillas con folículos grandes pero viables, manifiestan estro rápido y sincronizado (48 a 60

horas después del tratamiento con Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ ). Otros animales con folículos grandes pero no viables tienen intervalos al estro mucho más largos, causando un alto grado de variabilidad dentro de un grupo de animales.

### **C. SINCRONIZACIÓN DE ESTROS CON PROGESTÁGENOS.**

Los intentos iniciales para regular el ciclo estrual comprendieron la aplicación de progesterona exógena o progestágenos sintéticos para prolongar la fase lútea del ciclo estrual o para establecer una fase lútea artificial (Patterson et al., 1989). La progesterona natural y los progestágenos sintéticos suprimen el estro y la ovulación por un mecanismo de bloqueo hipotálamo-hipofisiario; esto es, 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 hipofisiarias, 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 progestina, se acaba el bloqueo hipotálamo-hipofisiario, liberando FSH y LH, y los folículos completan su desarrollo en un lapso de tiempo muy estrecho, terminando en el estro y la ovulación sincronizados.

Se han desarrollado varios tipos de progestinas para sincronizar el estro en los bovinos, desde la natural hasta las sintéticas, igualmente, las vías de administración son muy variadas: la inyección diaria de  $P_4$  vía intramuscular(IM), las preparaciones orales, las esponjas y dispositivos

intravaginales y los implantes subcutáneos. También, el periodo de administración varia entre 5 y 18 días.

Con el fin de tener mayor control en la administración del fármaco, se han desarrollado otros preparados a base de  $P_4$  y progestágenos sintéticos, de tal manera que su liberación y absorción paulatina logra mantener niveles circulantes constantes durante un tiempo determinado.

Estas presentaciones incluyen los siguientes:

1. **La Esponja Vaginal.**

Esta forma ha sobresalido como uno de los métodos más prácticos para sincronización de estro en ovinos y caprinos. Su aplicación en los bovinos resultó poco satisfactoria debido a fallas en su retención en la cavidad vaginal por el tiempo apropiado; además, se asoció con infecciones vaginales, que probablemente se debieron a una reacción del organismo al cuerpo extraño o al efecto supresor de las defensas del aparato genital del progestágeno, sin embargo, este efecto también sería aplicable a las demás vías de administración de este tipo de compuestos.

2. **Dispositivos Intravaginales para la liberación lenta de  $P_4$  .**

Basurto, C.H(1997) Al principio el producto comercial para uso en bovinos fue un espiral de acero inoxidable cubierto de silicona e impregnado con P<sub>4</sub> (PRID); más recientemente entra al mercado nacional otro dispositivo intravaginal de plástico flexible en forma de T, también impregnado con P<sub>4</sub> natural micronizada (CIDR-B). Estos productos se aplican por vía intravaginal permaneciendo de 7 a 12 días, la forma de retiro se facilita tirando de un cordón que sobresale de la vulva. Al momento de la inserción se aplica benzoato de estradiol como luteolítico y supresor del folículo dominante, ya sea por inyección I.M., o bien, con una cápsula de gelatina que se adhiere al dispositivo para su absorción desde la mucosa vaginal.

Los dos preparados tienen la capacidad de liberar progesterona en forma constante, la cual se absorbe desde la mucosa vaginal, alcanzan niveles de 1 a 6 mg/ml en la circulación sistémica desde la primera hora de su aplicación, similares a los de una fase lútea del ciclo estral normal. La retención del dispositivo en la vagina supera el 90%. El uso de estos dispositivos intravaginales durante 12 días permite alcanzar un porcentaje de hembras sincronizadas mayor al 88%, con precisión en la respuesta del 95% en un lapso de 96 h después de retirado el tratamiento. Se ha observado un mayor grado de respuesta cuando el tratamiento no excede los 12 días

### **3. Implantes Subcutáneos.**

Las hormonas esteroidales embebidas en silicona como implante subcutáneo, se liberan y se absorben a la circulación sanguínea de manera constante y uniforme por varios días. Existen dos preparaciones en el mercado

con el mismo principio activo: Norgestomet ( $17\alpha$ -acetoxy- $11\beta$ -methyl-19-norpreg.4ene-20,dione, (Crestar y Syncromate-B)).

**a. Norgestomet (Syncro-mate B).**

González Padilla (1975); citado por Odde (1990), reportan que un implante 6 mg de NOR aplicados subcutáneamente por 9 días, más la inyección de 5 mg de Valerato de Estradiol (VE) y 3 mg de NOR al momento de implantar, sincronizó satisfactoriamente el estro de vaquillas de carne. La inyección tiene el fin de elevar la concentración del progestágeno en la sangre desde el primer momento, mientras que el benzoato de estradiol se agrega con fines luteolíticos y de supresión del folículo dominante.

Este tratamiento está hoy disponible comercialmente como Syncro-mate B (SMB). Lo manifestado anteriormente es confirmado por Ramírez-Godínez, (1978) quien reporta que son implantes subcutáneos que se colocan en una de las dos orejas en la parte superior media y se deja por 9 días; cada implante contiene 6 mg de Norgestomet (NOR). Al mismo tiempo se aplica una inyección intramuscular de Valerato de Estradiol (5 mg) o NOR (3 mg).

Se ha determinado que para obtener buenos índices de fertilidad se requieren tratamientos que no excedan a los 12 días y más recientemente las tendencias son a no usarlo por más de 9 días. En condiciones normales la regresión del cuerpo lúteo ocurre entre los días 16 y 18 del ciclo estral, por tal motivo, al retirar un tratamiento con progestágenos con duración menor a 12

días, es posible que algunas vacas aún tengan un CL que interfiera con la respuesta; en estas circunstancias, los tratamientos deben acompañarse con la administración de un agente luteolítico (estrógenos o prostaglandinas), que se aplican al inicio o al final del tratamiento con el progestágeno, Esto permite un buen control del estro y mejores índices de concepción.

Basurto *et al*, en vacas cebú en amamantamiento restringido y destete precoz a 60 días, tratadas con norgestomet por 9 días a partir del día 51 posparto y PMSG el día 60, obtuvieron el 89.5% de preñez con un intervalo parto concepción menor a 100 días, en comparación con las vacas bajo el mismo esquema de tratamiento que amamantaron libremente hasta 6 meses posparto, en donde solo obtuvieron el 50% de preñez en el mismo periodo abierto. Concluyen que al disminuir la frecuencia de amamantamiento, las vacas conservan más su condición corporal o la recuperan en menor tiempo posparto; además, el destete precoz elimina el bloqueo endócrino que ejerce el amamantamiento sobre la actividad ovárica y la respuesta al tratamiento hormonal se refleja en mayor tasa de preñez en un empadre estacional.

#### **b. Tres sistemas de aplicación de Syncro-mate B (SMB):**

Sistema 1. Consiste en aplicar el implante de NOR y la inyección de VE con NOR en el día 0, en el día 9 se realiza la explantación (retiro del implante); del día 9 al 14 se observan estros e inseminar a las vacas detectadas en estro; luego del día 14 y hasta el final del empadre se sueltan los toros. A este

sistema se le conoce como Sistema de Inseminación por Estro (vaquillas y vacas no lactando).

Sistema 2.- Es el sistema Hora Predeterminada (vaquillas) que consiste en implantar e inyectar el VE con NOR en el día 0, se retira el implante en el día 9 y luego de 48 a 54 horas se inseminan artificialmente (día 11); del día 14 al final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 3.- Conocido como Sistema de IA por estro (vacas con cría). Se implanta y se inyecta el VE con NOR en el día 0, se retira el implante en el día 9 y se quitan las crías; se inseminan en el día 11 por estro y se regresan las crías a las madres; en el día 14 hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Odde, (1990) indica que los tratamientos con SMB resulta en porcentajes altos de animales mostrando estro en un tiempo reducido después del tratamiento. El rango de hembras que mostraron estro después de este tratamiento fue de 77 a 100% con valores superiores al 90% en la mayoría de los casos. Sin embargo, la fertilidad fue mucho más variable. La tasa de concepción al primer servicio varía de 33 a 68% y es atribuida en parte al nivel de actividad ovárica (anestro o ciclando).

Porcentajes de sincronización similares fueron encontrados por Brown et al. (1988), en vaquillas ciclando (92.4%) y anéstricas (85.2%) y con similar distribución de los estros después de remover el implante de NOR.

El tratamiento con SMB más una dosis pequeña de gonadotropina sérica (PMSG) al momento de retirar el implante fue efectivo para la inducción de estros fértiles en vaquillas prepúberes. Con el fin de verificar lo anterior, desarrolló un estudio con vaquillas Santa Gertrudis prepúberes. Se aplicó el tratamiento convencional de SMB, más 400 UI de PMSG al momento de retirar el implante, tanto la tasa de sincronización de estros como los porcentajes de fertilidad se vieron favorecidos por el uso de PMSG.

**c. Crestar.**

Basurto, C.H(1997) Este producto es similar al SMB excepto en el tipo de implante y su concentración de NOR es de 3 mg y se puede utilizar tanto en vacas como en vaquillas con los mismos sistemas descritos para SMB; en el día cero se implanta o se inyecta con Crestar, retirándose el implante, a los días 9 ó 10, 48 horas posteriores, se realiza la IA.

La utilización de Crestar en combinación con PMSG induce la ovulación y sincronización de calores. Las vacas deben ser inseminadas a las 48 y 72 horas después de quitar el implante. Cuando se requiere una sincronización de calores aún más precisa, por ejemplo, para la transferencia de embriones o sincronización a gran escala, ésta se puede obtener combinando el tratamiento con una inyección de 2 ml Prosolvin (análogo sintético de la Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ ) dos días antes de quitar el implante. El sistema es llamado Crestar Plus, en este caso solo se requiere de una IA a las 54 - 56 horas de retirado el implante. Se requiere una dosis alta de PMSG en condiciones desfavorables

como una mala condición general, bajo nivel nutricional y condiciones climáticas extremas; se utilizan dosis bajas en animales con buena condición y animales prolíficos. Se implanta e inyecta Crestar en el día 0 y a los 9 ó 10 días posteriores, se inyecta 2 ml de Prosolvin y 48 horas posteriores se retira el implante y se inyecta PMSG inseminándose a las 56 horas posteriores.

Basurto, C.H(1997) manifiesta que en un estudio donde se evaluaron algunas características del ciclo estral en vaquillas Cebú tratadas con norgestomet (Crestar) durante 11 días más valerato de estradiol, el 86.7% manifestó estro en  $36.0 \pm 8.9$  h después de retirado el implante y el estro duró  $17.8 \pm 6.4$  h; la ovulación ocurrió a  $14.6 \pm 2.6$  h y  $68.5 \pm 9.7$  h de finalizado el estro y de retirado el tratamiento, respectivamente. El grado de sincronía del estro y ovulación facilitó el uso de la IA a tiempo preestablecido (48 a 54 h de retirado el implante) logrando el 50% de vaquillas gestantes al primer servicio .

**d. Acetato de Melengesterol.**

Basurto, C.H(1997) El Acetato de Melengesterol (MGA) es un progestágeno oral sintético, el cual se utiliza en dosis de 0.5 mg/animal/día. Este producto es muy antiguo y comúnmente se utiliza para SE en dos estros consecutivos de las vacas. Se proporciona en el alimento diario durante 14 días, los animales presentan estro de 1 a 5 días después del último día del MGA pero su fertilidad es nula, por lo cual se requiere que los animales se inseminen al segundo estro.

Debido a lo anterior se recomienda aplicar una inyección de prostaglandina a los 17 días después del último día de MGA lo cual nos permite sincronizar el segundo estro.

El MCA se utiliza mucho para inhibir el estro en vaquillas en niveles de 0.150 mg aun cuando no inhibe el crecimiento folicular. La respuesta total del MGA frente a SMB muestra superioridad ligera a pesar de que el SMB presenta más sincronía y más vacas en celo. Sin embargo, para utilizar MCA, las vacas deben ser alimentadas muy bien todos los días para que puedan recibir su dosificación adecuada de producto.

El MGA es un esteroide activo cuando se utiliza por vía oral; es capaz de promover la proliferación del endometrio, de mantener la preñez y prolongar el ciclo estrual. Inicialmente los tratamientos a base de MGA fueron diseñados para SE de vacas que normalmente se encontraban ciclando y para ello se utilizaron 0.5 a 1 mg/día durante 14 a 18 días, observándose intervalos promedio al estro después de suspender el suministro del producto de 3 a 7 días y con períodos más largos aun cuando las dosis eran superiores a 1 mg/día.

Selk et al. (1987), evaluaron el uso de MGA en vaquillas para carne, proporcionando 0.5 mg/día durante 14 días, más una dosis de 25 mg de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  16 días después de retirar el suministro de progestágeno. Los animales testigos recibieron 2 inyecciones de la misma dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  con intervalo de 11 días. No se registraron diferencias entre

tratamientos en lo que respecta a tiempo al estro después de la aplicación de Prostaglandina  $F_2\alpha$ . Las tasas de no retorno al primer servicio fueron ligeramente superiores en vaquillas que consumieron MGA (61%) que en las testigo (40%).

En otro trabajo con vaquillas para carne Jaeger et al. (1992), proporcionaron 0.5 mg/día de MGA por 14 días, más 25 mg de Prostaglandina  $F_2\alpha$  17 días después de suspendida la aplicación de MGA. Otro grupo de animales se utilizaron como testigo, la proporción de hembras en celo a los 3 y 6 días después de la aplicación de Prostaglandina  $F_2\alpha$  al grupo tratado, fue mayor en éste (53.4% y 76.8%) que en el testigo (12.4% y 24.7%). Las tasas de concepción al primer servicio fueron similares entre grupos en los días 6, 14 y 21 después del tratamiento. Sin embargo, resultaron superiores en el grupo tratado dentro de los tres días que siguieron a la inyección de PG  $F_2\alpha$ .

Si la tendencia a mejorar la tasa de concepción al primer servicio en el anterior estudio citado, es biológicamente válida, esto puede ser causado por un incremento en el nivel de P4 secretada después de la exposición al MGA, el cual ha sido relacionado con una mejor fertilidad en la ovulación subsecuente (Plugge et al., 1990).administración de progestágenos durante la fase lútea temprana facilita la regresión de la estructura referida, cuando el tratamiento se combina con Prostaglandina  $F_2\alpha$ .

#### **D. CIDR INSERTO PARA GANADO.**

Cada dispositivo de CIDR, contiene la hormona natural "progesterona". El CIDR intravaginal libera los depósitos de progesterona, en un rango de control hacia el torrente sanguíneo del animal tratado. La progesterona se libera por difusión desde una cápsula de silicón sobre una espina de nylon, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina.

La progesterona del dispositivo de CIDR. se absorbe a través de la mucosa vaginal, resultando con niveles en el plasma de progesterona con suficiente magnitud para suprimir la liberación de LH y FSH del hipotálamo, durante el periodo recomendado para tratamiento. Este efecto de retroalimentación (-) sobre el hipotálamo, previene el estro y la ovulación. Remover el CIDR, permite que la LH impulse su frecuencia para incrementarse, lo que resulta en estro y ovulación del folículo emergente dominante.

CIDR O PRID (dispositivo intravaginal liberador de progesterona). Se ha utilizado el PRID o CIDR en ganado lechero en ciertas regiones; se reportan altos porcentajes de sincronización de celos y fertilidad normal en animales con actividad cíclica y la inducción al estro en vacas en anestro.

Durante 1982 se decidió comparar estos productos (prostaglandinas y PRID), midiendo con el uso de ellos el grado de sincronización y la fertilidad en vaquillas de razas productoras de carne.

<http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/reproduccion/R82006.html>.

## 1. **Información general sobre el uso del CIDR.**

El dispositivo de CIDR para vacas, se inserta fácilmente, siguiendo las instrucciones:

Las alas del inserto se doblan hacia el interior y mantienen su posición por el aplicador. Apriete la manija del émbolo, entonces expulse la inserción cuando esté en la posición correcta, en el interior de la vagina.

Cuando está colocado, el extremo de la inserción sobresale desde la vulva. El retiro al final del período requerido, se logra fácilmente tirando suave pero firmemente el extremo.

El dispositivo de CIDR, está especialmente diseñado para asegurar su retención dentro de la vagina. Los porcentajes de retención, normalmente exceden el 98%. en todas las razas de ganado. Los porcentajes por pérdida, frecuentemente se asocian con la posición incorrecta en la vagina o que otros animales jalen el extremo de los insertos y así es como se pierden. Ya que es una hormona natural, la progesterona es perfectamente bien tolerada. Con la carga de progesterona de las inserciones y la liberación de los dispositivos de CIDR, es imposible que las concentraciones de progesterona en el plasma se eleven hacia niveles en los que se clasifique como un producto con efectos tóxicos.

No hay problemas de residuos en leche o en la carne de los animales tratados con los dispositivos de CIDR.

La concentraciones de progesterona en el plasma (CPP) resultantes del tratamiento con los dispositivos de CIDR, se encuentran dentro de los niveles

fisiológicos y son menores que los encontrados durante la fase lútea o durante la gestación. Al retiro del dispositivo de CIDR, el CPP desciende a un nivel bajo, dentro de las próximas 6 horas.

## **2. Indicaciones del uso del CIDR en ganado.**

### **a. Sincronización del estro y de la ovulación para:**

- Inseminación artificial
- Sincronizar el regreso a servicio para subsecuentes sesiones de IA
- Detección más fácil del estro
- Planear apareamiento natural
- Recolección de embriones y programas de transferencia

El programa de sincronización con el CIDR, nos da un control preciso del estro y de la ovulación, permitiéndonos un tiempo específico para la IA.

### **b. Tratamiento de estro silencioso**

Insertar CIDR basándose en un programa de sincronización, nos da un control preciso del comienzo del estro y aumenta los signos del mismo, dándonos el tratamiento más efectivo para manejar esta situación.

### **c. Tratamiento de anestro anovulatorio (vacas sin ciclo).**

El principal papel del tratamiento de progesterona con el dispositivo de CIDR en vacas anéstricas es presionar a la glándula pituitaria e inducir un estro fértil y la ovulación.

**d. Tratamiento de quistes ováricos**

El dispositivo de CIDR se puede usar ya sea como un solo tratamiento o en combinación con otras hormonas reproductivas.

**E. PAPEL DE LA P4 EN EL CONTROL DEL CICLO ESTRAL.**

La alta concentración en el plasma de progesterona (CPP), como en la fase lútea del ciclo, suprime la liberación de LH, que está asociado con el desarrollo final y la maduración del folículo dominante. Si el folículo dominante alcanza su maduración (mayor de 9 mm de diámetro en vacas), mientras que el CPP esta alto, perderá su dominio y desaparecerá gradualmente (atresia). Esto permitirá que un nuevo folículo emerja. Cuando el CPP descienda a sus niveles básicos, después de la luteolisis o después del retiro del dispositivo de CIDR, la liberación de LH incrementa y es suficiente para mantener el crecimiento del folículo. El folículo dominante es promovido y subsecuentemente, bajo la influencia de la onda de LH y FSH.

**F. ESTRADIOL**

El  $17\beta$  estradiol es una hormona esteroide, que se produce para desarrollar el folículo que crece hasta alcanzar su tamaño de 8.5 mm.

Las concentraciones básicas de estradiol en el plasma son menores a 5 picogramos por mililitro (<5pg/ml), pero su incremento es por arriba de los 20 pg/ml durante el estro.

El estradiol producido por la actividad de la onda folicular, durante el ciclo lúteo da inicio a la luteólisis. Esto es regulado a través de la formación de los receptores de oxitocina en el endometrio de los animales que han sido estimulados inicialmente con progesterona. Una vez que se ha iniciado la luteólisis, el folículo ovulatorio dominante produce altos niveles de estradiol, conduciendo al estro y a la ovulación. El estradiol es responsable de provocar el estro. Las concentraciones en el plasma de estradiol, regresan rápidamente a los niveles básicos en la ovulación.

Los efectos del estradiol en la pituitaria, pueden ser tanto positivos, como negativos. En presencia de la progesterona, así como en el ciclo lúteo, el estradiol aumenta el efecto negativo que la progesterona tiene sobre las secreciones de las hormonas LH y FSH y ayuda a inhibir la maduración folicular y la ovulación.

El efecto de retroalimentación positiva ocurre al incrementar la producción de estradiol, en ausencia de la progesterona y es más pronunciado al seguir un período de progesterona inicial. Esto provoca un incremento en la

secreción, de hormona LH, lo que después aumenta la producción de estradiol, que eventualmente produce la onda de LH, que causa la ovulación.

## 1. **Indicaciones para uso en ganado**

La administración de benzoato de estradiol inyectable, junto con el dispositivo de CIDR, causa una supresión del folículo dominante y el surgimiento de una nueva onda folicular, de 4 a 5 días después.

La inyección de benzoato de estradiol en el período pre-estral, siguiendo con el retiro del dispositivo de CIDR, incrementa la presencia del estro, sincronizando a este último y una ovulación más efectiva.

En vacas anéstricas, la administración de la inyección de benzoato de estradiol en ausencia de la progesterona, pero siguiendo un periodo con una preparación de esta misma, fortalece los niveles circulantes de estradiol y se estimula la producción de la hormona LH, que parece ser disfuncional en vacas anéstricas. El resultado es un estro funcional con ovulación.

## 2. **Ondas foliculares y folículo dominante**

El crecimiento de los folículos ováricos se desarrolla en una onda distinta a la onda común. Este patrón se repite de 8 a 12 días durante cada ciclo estral, así como antes de la pubertad, también como a los 0 días postparto, durante el anestro y durante el embarazo temprano.

El desarrollo del folículo ovárico en el ganado es una secuencia de eventos organizados. Cada onda folicular avanza a través de pasos de reclutamiento, selección y dominio. Durante cada ciclo estral, las vacas pueden presentar, dos, tres y a veces cuatro ondas de crecimiento folicular. Esta primera onda folicular de ciclo anéstrico comienza con un reclutamiento de un grupo de folículos de 4 mm en el ovario, continuando con la onda periovulatoria de FSH durante los siguientes días, de este grupo de folículos emergentes, se selecciona un solo folículo, que es el dominante. El folículo dominante suprime el crecimiento de los otros folículos del grupo y se convierten en folículos subordinados. Debido a la presencia del cuerpo lúteo funcional y las altas concentraciones de progesterona suprimiendo la secreción de LH, este primer folículo dominante no ovula y pasa a ser subordinado. Comienza una fase de reclutamiento de la segunda onda folicular. Nuevamente se selecciona un folículo dominante de esta segunda onda folicular y este folículo continúa hacia la ovulación en un ciclo de dos ondas. En un ciclo de tres ondas, el folículo dominante de la segunda onda se convierte en subordinado ante la influencia de la alta presencia lútea de progesterona. La regresión del cuerpo lúteo se asocia con una declinación en progesterona, lo que permite que la onda folicular emergente ovule con el estro. El cuerpo lúteo comienza a retirarse antes en dos ciclos de ondas (día 17), que en los ciclos de tres ondas (día 20), resultando en un estro más corto (20 días vs. 23 días respectivamente).

### **3. Sincronización del estro.**

En este programa el uso de la inyección de benzoato de estradiol, junto con la administración del dispositivo de CIDR, sincroniza el surgimiento de la onda folicular. Por añadidura, la inyección del benzoato de estradiol aplicada al momento de retirar el dispositivo de CIDR, ambos casos aumenta la detección y precisión del estro.

Este programa estimula los ciclos de actividad en vacas anéstricas y trata la enfermedad por quistes en los ovarios.

- La manifestación de la reacción del estro está significativamente aumentada en el segundo tratamiento de benzoato de estradiol inyectable.
- Excelente sincronización, con mas del 95% de animales con estro detectado en los días 10-12 después de la inserción de CIDR.
- El porcentaje de concepción en el primer servicio, es equivalente a aquellos de un estro espontáneo.

#### 4. **Vacas lactantes.**

Debido a la pobre capacidad reproductora del ganado lechero y la necesidad de maximizar los porcentajes de concepción, para esta clase de ganado, se recomienda la inseminación en la detección del estro en los días 10 a 12 después de la administración del dispositivo de CIDR. También se recomienda un programa de sincronización alternativo que no requiere el uso

de prostaglandinas. La sincronización del estro y la ovulación no es lo suficientemente preciso para permitir que haya un tiempo establecido para la inseminación.

## **5. Re-sincronización del Estro.**

La re-sincronización, siguiendo un ciclo completo, nos da la opción de una segunda serie de inseminaciones, con lo cual se incrementa el número de animales en el hato para IA. Esto permite un esfuerzo concentrado e incrementa las oportunidades de una detección exacta del estro. La re-sincronización puede incrementar las utilidades de la sincronización.

La re-sincronización puede ajustar el patrón de estro para permitir la inseminación en los días 1-2. (sin la re-sincronización, las inseminaciones se necesitan hacer en los días 4- 5). Habrá que considerar la re-sincronización para ganados en donde la población de machos es insuficiente.

- Para re-sincronizar los estros, insertar el dispositivo de CIDR 18 días después de que el dispositivo original fue retirado, por 5 días únicamente.
- Asegúrese de que el dispositivo de CIDR sea removido no después del día 23, después de haber retirado el dispositivo original.

El descubrimiento más importante para el tratamiento de vacas con estro silencioso, es la inclusión de una inyección de benzoato de estradiol en el período pre-estral, continuando con el retiro del dispositivo de CIDR. Lo anterior, mejora significativamente la precisión del inicio estral, con el mayor número de animales mostrando señales de estro en un periodo de 24 horas, pero lo más importante, intensifica las señales del estro, facilitando la detección del calor.

## 6. **Anestro An-ovulatorio.**

El estro sin ovulación es la condición en la que, después del parto, las vacas fallan al dar muestras del estro.

El crecimiento de los folículos ováricos por más de 4 ó 5 mm en vacas y su habilidad para producir estradiol, depende de una liberación adecuada de las hormonas LH y FSH desde el hipotálamo. En vacas con desnutrición o lactantes, la liberación de estas hormonas es insuficiente para permitir que el folículo dominante continúe hacia el período abierto y hacia la ovulación. El nivel de estradiol folicular es muy bajo, por la onda de hormona LH, que es necesaria para producir la ovulación, aunque esto ocurre algunas veces sin el periodo abierto ("estro silencioso"), especialmente en la vaca recientemente parida.

- Tratar a todas las vacas sin, un cuerpo lúteo palpable, con un dispositivo de CIDR de 6 a 10 días.

- La prueba del séptimo día arrojó un rango del 90%, con la mayoría de los animales respondiendo dentro de las 24 a las 72 horas después de la inyección de benzoato de estradiol.
- Cuando la involución uterina es normal, las vacas pueden ser tratadas tan pronto como a los 21 días post parto.

El porcentaje de concepción en la primera inseminación está influida por el intervalo del parto al tratamiento; mientras más largo es el intervalo, es más alto el porcentaje de concepción.

## 7. Quistes en los ovarios

Los quistes en los ovarios se presentan generalmente en el post-parto (30 - 60 días después del parto) en vacas más viejas y de más alta producción. Los quistes ováricos se asocian con disturbios en el balance endocrino de la pituitaria, que falla en efectuar la onda pre-ovulatoria de LH y afecta de manera adversa el desarrollo del folículo. El crecimiento de los quistes ováricos es precedido de una falla ovulatoria y se dividen en dos clases: quistes comunes foliculares y quistes lúteos.

Los quistes ováricos pueden tratarse con éxito con la administración de un dispositivo de CIDR por 12 días. De cualquier forma, la combinación del

tratamiento planteado más adelante, ha demostrado ser un método más eficaz a la resolución de los quistes.

- Resuelve ambos tipos de quistes: foliculares y luteos, además otorga un tiempo de estro fértil.
- El GnRH induce la onda de LH y la subsecuente luteinización del quiste y el reclutamiento de una nueva onda folicular.
- La progesterona del dispositivo de CIDR, baja las secreciones básicas de LH y así el refuerzo gonadotrópico del quiste ovárico.
- La prostaglandina causa la luteolisis y la regresión del folículo luteinizado.

#### **G. GnRh.**

La GnRH natural para una óptima actividad ovárica. Los procesos reproductivos están controlados, en última instancia, por mecanismos endocrinos, aunque hay que tener en cuenta que la fertilidad va a depender de gran variedad de factores (ambientales, genéticos, manejo, estado sanitario, etc), por lo que la terapia hormonal no puede conceptuarle como compensador de errores tales como inadecuada detección de celos, deficiencias nutritivas, malas condiciones higiénicas, etc.

De cualquier forma, aun con un óptimo manejo pueden aparecer problemas en los que estén involucrados Trastornos hormonales tales como:

- Quistes ováricos
- Vacas repetidoras.

El tratamiento con GnRH causa ovulación del folículo dominante (si éste esta en la fase de crecimiento) o regresa (si no es mas viable), resultando una nueva onda de crecimiento folicular dentro de los 2 o 3 días. Se han realizado trabajos de sincronización utilizando GnRH, seguido de una inyección de Prostaglandina 6 o 7 días después. Un pequeño porcentaje mostraron celo en el intervalo de GnRH y Prostaglandina, el 60 a 70% de las vacas fueron detectadas en celo dentro de los 4 días del tratamiento con Prostaglandina. Una segunda inyección de GnRH 36 a 48 hs después de la Prostaglandina, o 1 mg de Benzoato de Estradiol a las 24 hs post-tratamiento con Prostaglandina puede incrementar la sincronía de la ovulación.

<http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/pit/capacpit.htm>.

#### 1. **Fertagyl.**

Acetato de. gonadorelina, con idéntica estructura química que la GnRH natural, ha demostrado ampliamente que puede solucionar con éxito estos problemas.

La GnRH, producida por el hipotálamo, ejerce su acción en la hipófisis controlando la producción y secreción de LH y FSH, que se encontrarán a niveles máximos 1.5 horas después de la inyección intramuscular de FERTAGYL si la aplicación es endovenosa, la respuesta es más rápida, pero

el nivel máximo no supera la vía intramuscular. En ambos casos, la respuesta depende de la dosis administrada.

Una vez que ha actuado la GnRH, la LH y FSH actúan directamente en el ovario, estimulando el desarrollo folicular e induciendo la ovulación y luteinización de los folículos con cierto grado de madurez.

La máxima descarga de FSH se obtiene con una dosis de 500/ug de FERTAGYL, la cual permite también una liberación fisiológica de LH (a partir de 100ug). La sensibilidad de la hipófisis varía a lo largo del ciclo, buscándose con esta dosis de GnRH relativamente alta el garantizar una respuesta hormonal segura y constante.

## **H. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, CONCEPTO**

UNGERFELD (2002), indica que la inseminación artificial es la biotecnología de la reproducción que mayor masificación ha alcanzado en bovinos de producción lechera.

VARGAS (2003), manifiesta que la IA, consiste en depositar el semen mecánicamente en el tracto reproductor de la hembra, sin necesidad de la cópula.

### **1. Ventajas de la Inseminación Artificial**

CALINA Y SALTIEL (1995), manifiesta las siguientes:

- Evita la transmisión de enfermedades venéreas.
- Facilita el transporte y la distribución del semen.
- Permite realizar un mejoramiento genético acelerado, mediante el uso de sementales probados.
- Evita la presencia del macho en el hato, gasto de su mantenimiento y elimina el peligro que representa.
- Facilita la implementación de programas de sincronización y cruzamientos.
- Posibilita la adquisición de animales valiosos por parte de ganaderos de escasos recursos.
- Se puede hacer pruebas de progenie de un semental más rápido que con monta natural, ya que permite cubrir un gran número de vacas de diferentes lugares al mismo tiempo.
- La posibilidad de utilizar toros valiosos después de muertos y toros físicamente impedidos por la monta por problemas mecánicos o por peso.

## 2. **Desventajas de la inseminación artificial**

GALINA Y SALTIEL (1995), manifiesta las siguientes:

El costo inicial de un programa de inseminación artificial es alto (compra de equipo, construcción de instalaciones).

Las enfermedades pueden difundirse cuando se utilizan sementales enfermos.

Implica de un dominio de la técnica.

Requiere una muy buena detección del celo. (Capacitar al personal).

### **3. Momento óptimo para la inseminación artificial**

Esta necesidad de actuar en el momento adecuado viene dada por las propias características de ambos gametos: mientras que la vida útil del óvulo tras la ovulación es de sólo 10 ó 12 horas, el esperma puede sobrevivir, una vez depositado en el tracto reproductor de la hembra, entre 24 y 48 horas. Aunque, por la larga vida del esperma, parece que el tiempo en el que se insemina no es un factor determinante, no hay que olvidar que el esperma debe permanecer en el tracto reproductor de la hembra entre 4 y 6 horas antes de ser capaz de llevar a cabo la fertilización del óvulo. Esto explica porqué se obtienen mayores índices de concepción cuando se insemina en la mitad o en el final del celo que cuando se hace después del final de este.

<http://babcock.cats.wisc.edu/spanish/de/pdf/09s.pdf>,

## **I. DIAGNÓSTICO DE LA PREÑEZ**

### **1. Palpación rectal**

UNGERFELD (2002), reporta en un estudio reciente ha demostrado que vacas que fueron diagnosticadas preñadas por palpación rectal entre los días 30 y 36 post-inseminación, tuvieron un intervalo entre partos 2 semanas mas largo que aquellas examinadas más tarde. En dicho trabajo, también se estudió la exactitud del diagnóstico de preñez por palpación rectal. Se observó que el

3,4% de las vacas supuestamente preñadas manifestaron el celo y fueron inseminadas, que otro 1.5% de las vacas eran encontradas vacías en un examen posterior, y que el 5% de las vacas diagnosticadas vacías parieron en el período correspondiente a la supuesta edad de preñez.

Si bien la muerte embrionaria es relativamente importante durante los estadios tempranos de preñez, puede aumentarse iatrogénicamente durante el diagnóstico temprano de preñez por palpación. La mortalidad embrionaria luego de realizar el diagnóstico de preñez por palpación rectal antes del día 35 post-inseminación es de 5,8%, entre los días 35 y 45 es de 6% y luego del día 45 es menor a! 1%. Otros autores confirmaron que la palpación rectal es una causas importante de muerte embrionaria y fetal (Franco et al., 1987). Vailancourt et al. (1979), reportaron una mortalidad embrionaria de 7,5% y 5,6% luego de realizar el deslizamiento de membranas como signo positivo de preñez antes y después del día 50 post-inseminación respectivamente.

**a. Ultrasonografía**

UNGERFELD (2002), la ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de órganos internos y de tejido. Es por ello que tradicionalmente se recomienda realizar el diagnóstico de preñez previamente al segundo celo luego de la IA (38-42 días; Momont, 1991).

Debido a los problemas de muerte embrionaria iatrogénica por realizar un diagnóstico de preñez temprano y a la falta de exactitud y costo elevado en el diagnóstico de preñez mediante la cuantificación de progesterona, el

diagnóstico de gestación temprano (día 25-28 post-inseminación) mediante el uso de ultrasonografía es una herramienta de diagnóstico muy útil para determinar en forma precisa los animales vacíos y rápidamente re-sincronizarlos.

En un estudio determinaron que el diagnóstico precoz de preñez mediante ultrasonografía en explotaciones comerciales posee una sensibilidad y especificidad del 95% y un valor predicho del 98% (Taveme et al., 1985).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La investigación se realizó en la Estación Experimental “Tunshi”, de propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, localizada en el Km. 12 de la vía Riobamba – Licto, Provincia de Chimborazo. La prueba obtuvo una duración de 120 días distribuidos en la aplicación de las Hormonas, prácticas de observación, chequeo y determinación de la preñez.

#### **CUADRO 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TUNSHI**

---

<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Temperatura	°C.	13.15
Humedad Relativa	%	66.25
Precipitación	Mm	558.6

---

**FUENTE:** Estación Meteorológica ESPOCH (2003).

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

En la presente investigación se utilizaron 12 vacas mestizas con una edad promedio de 3 años, sin considerar el número de partos, provenientes de la hacienda Tunshi FCP - ESPOCH.

#### **C. EQUIPOS, MATERIALES E INSTALACIONES**

Los principales materiales, equipos e instalaciones empleados para el desarrollo de la investigación fueron los que se detallan a continuación:

- Corral.
- manga de manejo.
- Hormonas.
- Jeringuillas descartables.
- Agua.
- Jabón.
- Pistola de inseminación artificial.
- Termo de nitrógeno.
- Termo de descongelamiento.
- Termómetro.
- Pajuelas de semen.
- Porta pajuelas.
- Corta pajuelas.
- Guantes ginecológicos.
- Vainas descartables.
- Catéteres.
- ultrasonido.
- Guantes.
- Recipientes.

#### **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los tratamientos para la presente investigación, consistieron en la aplicación de CIRDS + estrógenos y GnRh + prostaglandinas + GnRh en vacas que estuvieron con un promedio de 45 días post parto (T1 y T2, respectivamente) y su efecto sobre el apareamiento del estro, bajo un plan experimental simple con 6 vacas (repeticiones), por cada tratamiento, sin testigo.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables que se analizaron para la evaluación del efecto de los tratamientos fueron:

- Porcentaje de celos en cada uno de los tratamientos.
- Intervalo tratamiento – estro (horas).
- Porcentaje de concepción a los 30 días (ultrasonido).
- Porcentaje de concepción a los 60 días (% de muerte embrionaria).
- Porcentaje de vacas vacías.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

En la presente investigación se utilizó estadística descriptiva, para lo cual se calculó:

1. Promedios y desviaciones estándar.
2. Distribución de frecuencias.
3. “t Student”.

4. Distribución Chi – cuadrado.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Se estableció un estricto control mediante el uso de registros, inmediatamente después del parto con el propósito de detectar cualquier disturbio, como retenciones placentarias, partos distócicos metritis, etc.

Con un promedio de 45 días post parto, las hembras fueron evaluadas de acuerdo a la condición corporal y se sometieron a la evaluación de la actividad ovárica de forma manual y con ultrasonido, 8 días antes las vacas con actividad ovárica fueron sometidas a los tratamientos. A seis de ellas se les aplicó el progestágeno CIDR (que no es más que un cuerpo lúteo artificial), vía vaginal donde permaneció 9 días, luego se retiró y el día 10 se aplicó GnRH. Para estimular la ovulación, el día 11 se les inseminó sin detectar celo (a tiempo fijo).

Las 6 vacas siguientes fueron inyectadas con GnRH, después de 7 días se aplicó la  $PGF_2\alpha$  y el día 10 se inyectó GnRH para ser inseminadas el día 11 a tiempo fijo. Aquellas vacas que repitieron el celo se las volvió a inseminar. El diagnóstico de la preñez se lo realizó a los 45 días para lo cual se utilizó el ultrasonido.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados experimentales de la aplicación de CIDR y GnRH evaluados en vacas Holstein Mestizas a los 45 días  $\bar{X}$  postparto se detalla en el Anexo 1 y 2.

En el (anexo 1), se puede observar las fechas en que se efectuaron los diversos tratamientos iniciándose con la colocación del CIDR como primer tratamiento, luego en el segundo tratamiento se aplicó las inyecciones de GnRH, para conforme la existencia del celo franco en las hembras bovinas proceder a inseminar con lo cual luego del chequeo ginecológico se determinó la preñes de 4 vacas preñadas aplicándose CIDR y 3 con la aplicación de GnRH. Lo datos obtenidos se los tabuló en el (anexo 2), en el cual se presenta un resumen de las variables en estudio: Intervalo tratamiento -estro, intervalo parto - servicio, e intervalo parto – concepción en los dos tratamientos (CIDR y GnRH).

#### **A. PRESENTACION DEL CELO**

En el (anexo 3), se registra los resultados experimentales en los cuales se determinó que las hembras bovinas tratadas con CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto presentaron el celo aproximadamente a las 25 horas con un rango de 27 horas y una desviación estándar de 10 horas; a diferencia de las vacas que fueron evaluadas con GnRH a los 45 días  $\bar{X}$  post parto, las cuales reportaron la presencia del estro a las 27.3 horas, con un límite de 22 a 48 horas y una desviación estándar de 10.15 horas.

El análisis de frecuencia (cuadro 5), reporta que el 83.33% de las vacas aplicadas CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto, presentaron celo entre las 18 y 24 horas luego del tratamiento, a diferencia del resto el 16.67% correspondieron a las hembras que registraron celo entre las 25 y 48 horas; las bovinas que se les aplico el tratamiento con GnRH a los 45 días  $\bar{X}$  post parto, presentaron similar tendencia al anterior tratamiento con un 83.33% de vacas que presentaron celo luego de aplicarse el tratamiento y el inicio del celo entre las 18 y 24 horas, y el 16.67% reportaron la presencia de celo entre 25 y 48 horas.

La prueba "t student" (anexo 3), determino que la diferencia de 2.33 horas entre los dos promedios en los tratamientos aplicados fue no significativa ( $P < 0,05$ ); este comportamiento nos demuestra que las hormonas al haber sido colocadas en el misma época post parto las horas menores la reporto el tratamiento con CIDR y las mayores el tratamiento con GnRH, es decir se registra diferencias numéricas pero no estadísticas. Comparando lo registrado por Vivanco (2003), el cual manifiesta que aplicando PGP2 a los 40 y 50 días post parto en vacas mestizas holstein se presenta el celo a los 40 días entre las 70 y 215 horas y a los 50 días entre los 216 y 361 días los mismos que son superiores a los reportados en la presente investigación.

La variabilidad de los dos tratamientos es mínima con (0.15 horas) en referencia a sus desviaciones estándar. Ortiz (1992), manifiesta que utilizando

**Cuadro 5. PRESENTACION DEL CELO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS  
BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A  
LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO.**

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA N°	%
T- CIDR	18	24	5	83,33
	25	48	1	16,67
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			25,00 10,00	

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA N°	%
T- GnRH	18	24	5	83,33
	25	48	1	16,67
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			27,33 10,15	

$t_{cal} = -0,373 < t_{cal\ 0.05} = 2.571$  ( no significativo  $P > 0,05$ )



prostaglandinas a los 15 y 25 días post parto se logra la presencia de celo en vacas Holstein a los 46.7 y 70 horas más tardío que el presente estudio.

Vivanco (2003), reporta que fisiológicamente la presencia de celo puede ser determinante para mejorar el intervalo de generación; no obstante hay que tomar en cuenta algunos otros factores como son la producción láctea de la hembra, su estado de nutricional y el grado de fertilidad que pueden manifestar las vacas, ya que muchas veces la sola presencia del celo no es indicativo de fertilidad, ya que existe la probabilidad de estros falsos, los mismos que al inseminar o decidir la monta puede terminar en un desperdicio de recursos.

Espinosa (1992), indica que el intervalo tratamiento de PGF2 alfa y la presencia de estros es de 70 a 77 horas luego del tratamiento, aunque no todas las hembras presentaron celo, por lo que se realizó otra dosificación llegando al 87.5% de hembras en celo.

## **B. INTERVALO DE DÍAS PARTO- SERVICIO**

Es el período comprendido entre el parto y el servicio, los principales resultados se describen en el (anexo 4), el tratamiento correspondiente a la aplicación del CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto presentó un rango de 24 días, con un límite de 37 y 61 días y un promedio de 51,16 días, con una desviación estándar de 10.30; en vacas tratadas con la aplicación de GnRH se registró 54,33 días en promedio con una desviación 10,07 y un rango de 26 días con un límite entre 39 y 65 días abiertos como mínimo y máximo respectivamente. Los

valores que reporta esta investigación son superiores e inferiores de acuerdo al tratamiento investigado por Vivanco (2003), el cual registra valores superiores con un promedio de 48,38 días abiertos a los 40 días post parto de aplicado el tratamiento e inferiores los registrados a los 50 días post parto con 62,63 días promedio.

Respecto a la evaluación de la frecuencia (Cuadro 6), en los intervalos partos servicios en el cual el tratamiento aplicando CIDR con un 33% de las vacas Holstein Friesian mestizas presentaron un intervalo parto servicio de 35 a 44 días, el 16,67% entre 45 a 54 días y finalmente el 50 % con un periodo más amplio entre 55 a 65 días, con un número de animales de 2, 1, y 3 respectivamente en su frecuencia. En el tratamiento aplicando GnRH con un 16,67% de las vacas presentaron un intervalo entre 35 y 44 días, un 16,67% entre 45 y 54 días y finalmente el 66,67% de las vacas registraron un intervalo parto servicio entre 55 y 65 días.

La prueba "t student" (anexo 4), registrò una diferencia de 3,17 días entre los dos promedios, en los tratamientos aplicados no existió significancia estadística ( $P < 0,05$ ). En comparación de los promedios en los días abiertos entre los dos tratamientos la variabilidad es de 0,23 días en referencia a sus desviaciones estándar.

En el (gráfico 2), se puede apreciar el comportamiento de las vacas en el intervalo parto servicio tratadas con CIDR y GnRH aplicados a los 45 días post parto en promedio

**Cuadro 6. INTERVALO PARTO - SERVICIO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH.**

TRATAMIENTO	INTERVALO PARTO SERVICIO ( Días )		FRECUENCIA	
			N°	%
T- CIDR	35	44	2	33,33
	45	54	1	16,67
	55	65	3	50,00
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			51,17 10,30	

TRATAMIENTO	INTERVALO PARTO SERVICIO (Días)		FRECUENCIA	
			N°	%
T- GnRH	35	44	1	16,67
	45	54	1	16,67
	55	65	4	66,67
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			63,75 9,36	

Tcal = 0.754 < tcal 0.05 = 2.571 ( no significativo P>0,05)



Gallegos de la Hoya (1989), indica que el registro para el primer servicio luego del parto en su estudio fue de  $64,4 \pm 3,7$  días.

Ortiz (1992), probando de igual manera prostaglandinas en vacas de similar línea genética obtuvo períodos de 39,4 y 50,6 días aplicando a los 15 y 25 días los tratamientos, evidentemente la involución uterina fue un tanto más rápida que las obtenidas en la presente investigación.

A diferencia de lo reportado por Vivanco (2003), el cual reporta una media de 46,90 días  $\pm 5,13$  en vacas tratadas a los 40 días post parto con prostaglandinas y 60,10 días con una desviación de  $\pm 6,21$ , valores que son menores a los reportados en esta investigación.

### **C. INTERVALO DE DÍAS ABIERTOS**

El número de días abiertos o el intervalo entre el parto y el inicio de la gestación y sus resultados se los describe en el (anexo 5); en donde el tratamiento aplicando CIDR presentó una media de 63,75 días de intervalo con un rango de 20 días y un límite mínimo de 53 y un máximo de 73 días y una desviación estándar de  $\pm 9,35$ , en cambio las vacas tratadas con GnRH reportaron un promedio de 66,00 días con un rango de 17 y un límite mínimo de 57 y máximo de 74 días, con una desviación de  $\pm 8,54$  en el intervalo parto gestación días.

El análisis de frecuencias (cuadro 7), en el tratamiento aplicando CIDR

**Cuadro 7. INTERVALO DE DIAS ABIERTOS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GNRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO	DIAS ABIERTOS		FRECUENCIA	
			N°	%
T- CIDR	24	35	3	75,00
	36	48	1	25,00
			4	100
PROMEDIO			63,75	
± DESVIACION ESTANDAR			9,36	

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA	
			N°	%
T- GNRH	24	35	2	66,67
	36	48	1	33,33
			3	100
PROMEDIO			66,00	
± DESVIACION ESTANDAR			8,544	

$t_{cal} = 0.754 < t_{cal} 0.05 = 2.571$  ( no significativo  $P > 0,05$ )



obtuvo que el 75% de las hembras lograron intervalos menores entre (24 y 35 días), y el 25% restante tuvieron de 36 a 48 días abiertos. Por su parte las hembras tratadas con GnRH a los 45 días post parto reportan un 66,67% entre 24 a 35 días abiertos y el restante 33,33% con días abiertos de 36 a 48 días.

El análisis de la prueba "t student" (anexo 5), reporta que en los promedios analizados no existió diferencias estadísticas, es decir la diferencia que se presentó de 2,25 días entre los dos tratamientos fue evidente numéricamente pero no estadísticamente, lo que comprueba que los días de aplicación post parto es un factor decisivo en la reducción del tiempo de servicio que los diferentes productos a aplicarse con lo cual se ratifica con lo registrado por Vivanco (2003) el cual manifiesta que a mayor tiempo de aplicado los tratamientos se alarga el período de servicio de las vacas.

En el (gráfico 3), se ilustra la información descrita anteriormente, observándose los mayores y menores intervalos de días abiertos en los rangos descritos.

Stevenson (1993), reporta intervalos de días abiertos de  $97 \pm 7,0$ , a diferencia lo que registra Ortiz (1992), probando prostaglandinas alfa a los 15 y 25 días de aplicado los tratamientos logra  $39,7 \pm 1,53$  y  $56 \pm 8,5$  días abiertos respectivamente.

Kiracofe (1980), manifiesta que el intervalo de días abiertos se puede extender cuando existen problemas nutricionales y patológicos e incide directamente en el intervalo de generación.

#### **D. TASA DE CONCEPCION**

Esta variable en estudio nos demuestra la efectividad de los tratamientos aplicados en las hembras bovinas mestizas Holstein, los cuales se resumen en el (cuadro 8), en donde se presentan los resultados de la evaluación de la tasa de concepción a los 30 días y en el (cuadro 9) la tasa de concepción a los 60 días.

De los resultados analizados con la aplicación de CIDR, se determinó que existió un 66,67% de vacas gestantes y un 33,33% vacías (gráfico 4), luego del tratamiento hormonal, en tanto que con la aplicación GnRH se obtuvo un 50% de vacas gestantes y un 50% de vacas vacías, notándose que el mejor tratamiento en lo que se refiere a la tasa de concepción resultó el aplicando CIDR.

Gallegos (1989), manifiesta que las bovinas lecheras requieren de al menos 40 días para completar la involución del útero, para que los celos provocados mediante la sincronización sean efectivos

El comportamiento fue analizado mediante la distribución Chi- Cuadrado (cuadro 8 y 9), en donde se pudo determinar que en la aplicación con CIDR el  $X^2 = 0,66$  fue menor que el  $X^2$  tabular (3,84 al 0,05), en tal virtud las tasas de concepción esperadas no difieren estadísticamente, en tanto que para el tratamiento aplicando GnRH el  $X^2 = 1,5$  similar al tratamiento anterior en donde el  $X^2$  tabular (3,84 al 0,05) es mayor que el calculado, con lo que las

**Cuadro 8. TASA DE CONCEPCION 30 DIAS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO VARIABLES		CONCEPCION	
		N°	%
T- CIDR	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	4	66,67
	VACIAS	2	33,33
T- GnRH	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	3	50,00
	VACIAS	3	50,00

$$X^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} = \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} = \frac{(4 - 6)^2}{6} + \frac{(2 - 0)^2}{0} = 0,66$$

$X^2 = 0,66$  menor que  $X^2 \text{ tab } 0,05 = 3.84$  no es significativo CIDR

**Cuadro 9. TASA DE CONCEPCION 60 DIAS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO	VARIABLES	CONCEPCION	
		N°	%
T- CIDR	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	4	66,67
	VACIAS	2	33,33
T- GnRH	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	3	50,00
	VACIAS	3	50,00

$$1,5 \quad X^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} = \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} = \frac{(3 - 6)^2}{6} + \frac{(3 - 0)^2}{0} =$$

$X^2 = 1,50$  menor que  $X^2 \text{ tab } 0,05 = 3.84$  no es significativo GnRH



cantidades de vacas preñadas son iguales en número a las vacas vacías, finalmente por cuanto los valores calculados son menores a los valores tabulares de chi- cuadrado, por lo que no es significativo estadísticamente ambos tratamientos.

## **E. EVALUACION ECONOMICA**

En base a gastos realizados en la aplicación del CIDR, GnRH, chequeos, compra de pajuelas y otros materiales usados en esta investigación se reporto que el costo vaca gestante con el tratamiento aplicando CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto es de 25,17 dólares. Aplicando GnRH a los 45 días promedio post parto de igual manera se registró un gasto de 26,17 dólares, se dice entonces que el tratamiento, más económico y mejor para la sincronización de celo es aplicando el CIDR.

**Cuadro 10. RESUMEN DE GASTOS EN LA UTILIZACION DE CIDR EN  
VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$   
POST PARTO.**

	<b>CANTIDAD ANIMAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>COSTO UNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
# VACAS	6			
VACAS GESTANTES	4			
IMPLANTES CIDR	1	6	6,2	37,2
GONADOTROPINA	(5ml)	6	3,2	19,2
PAJUELAS	1	7	4	28
JERINGAS	1	6	0,25	1,5
GUANTES	1	20	0,2	4
CATETER	1	7	0,16	1,12
I. A.	1	7	5	35
CHEQUEO	1			25
<b>TOTAL COSTO</b>				<b>151,02</b>
<b>COSTO / VACA</b>				<b>25,17</b>

**Cuadro 11. RESUMEN DE GASTOS EN LA UTILIZACION DE GnRH EN  
VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$   
POST PARTO.**

	CANTIDAD ANIMAL	TOTAL	COSTO UNIDAD	TOTAL
# VACAS	6			
VACAS GESTANTES	3			
GnRH	(5ml)	12	3,2	38,4
Prostaglandina	(2ml)	6	3,75	22,5
PAJUELAS	1	7	4	28
JERINGAS	1	12	0,25	3
GUANTES	1	20	0,2	4
CATETER	1	7	0,16	1,12
I. A.	1	7	5	35
CHEQUEO	1			25
<b>TOTAL COSTO</b>				<b>157,02</b>
<b>COSTO / VACA</b>				<b>26,17</b>

## V. CONCLUSIONES

En base a los resultados alcanzados en la presente investigación podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de las hormonas CIDR y GnRH a los 45 días promedio post parto, influyen positivamente en la fisiología reproductiva de la hembra, ya que se produjo la inducción del estro-celo en un 100% de Vacas Holstein mestizas.
2. El 83.33% de las hembras tratadas con CIDR y GnRH aplicadas a los 45 días promedio post parto presentaron el celo entre las 18 y 24 horas. El 16.67% de las vacas en los dos tratamientos registraron el celo entre las 25 y 48 horas posteriores a la aplicación del tratamiento.
3. Con la administración de CIDR a los 45 días promedio post parto se determinó un período de días al parto servicio de  $51,16 \pm 10,30$  días, mientras que en el tratamiento con GnRH después de su aplicación de  $54,33 \pm 10,07$  días sin que exista diferencias estadística en los dos promedios.
4. El intervalo de días abiertos (parto-concepción), reporta que al aplicarse CIDR se obtuvo valores de  $63,75 \pm 9,35$  días y aplicando GnRH se registró  $66 \pm 8,54$  días abiertos, sin que exista diferencias estadísticas.

5. La tasa de concepción aplicando CIDR es superior a la del tratamiento aplicando GnRH, presentando los siguientes valores de 66,67% y 50% respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En virtud de los resultados alcanzados en la presente investigación, se puede recomendar lo siguiente:

1. Aplicar hormonas tanto CIDR como GnRH a los 45 días promedio post parto ya que estimulan la presencia del estro en vacas Holstein mestizas hasta un 100% y en cortos periodos de tiempo (horas).
2. utilizar el implante CIDR, debido a que se obtiene un mayor porcentaje de vacas gestantes.
3. Realizar un chequeo minucioso tanto sanitario, reproductivo y alimenticio de las hembras a evaluarse, antes de la aplicación de cualquier hormona, para evitar la presencia de factores como metritis, endometritis o abortos provocados por otras enfermedades.
4. Utilizar un semen de calidad en la inseminación, para garantizar un mayor porcentaje en la tasa de concepción en vacas tratadas.
5. Deberá existir toros para repase, siempre que se utilice sincronizadores de celo esto para reducir el costo por vaca preñada, además para aprovechar los celos posteriores a la inseminación.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ACELERATED GENETICS. 2002 Sincronización de Estros, programas de sincronización. <http://www>. Sincronización estro. Htm#II.
2. BASURTO, C.H. 1997, Sincronización del estro en bovinos del trópico. Memorias del Curso de Farmacología y su Aplicación en la clínica Bovina. Colegio de Médicos Veterinarios Zootecnistas del D.F. México.
3. BEARDEN, H. Y FUQUAY, J. 1982, Reproducción Animal Aplicada. Edit. El manual moderno, S.A. de C.V. México.
4. DE LA SOTA RL, Domínguez G., Lares S., Migliorisi L. 2001, Resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne, Memorias del Seminario Internacional Tópicos Selectos en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Colombia-Universidad de los Llanos. Colombia.
5. GALINA, C. Y SALTIEL, A. 1995 Reproducción de Animales Domésticos, Edit. Limusa S.A. México .
6. GUTIERREZ, J. 1990. Fisiología de la Reproducción y reproducción animal aplicada, Universidad Autónoma de Chihuahua, escuela de zootecnia, Chihuahua México.
7. HAFEZ, E. 2000. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. 7<sup>a</sup> Edition. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. 4<sup>a</sup> ed. Edit. Interamericana , Mexico.

8. HANSEL, W. Y CONVEL , 1993. Physiology of the estrous cycle, J Animal. Science.
9. NOAKES, D, 1999, Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno. 3 edc. México DF.
10. STEVENSON, J. 1983. Influence of early estratus, ovulation and insemination on fertility in pos – partum Holstein cow Theriogenology.
11. TRUJILLO, R. Manual de Biología y Reproducción de los animales domésticos. Volumen 1 Edit. Pedagógica Freire. Riobamba – Ecuador.
12. UNGERFELD, R. 2002 Reproducción en los Animales Domésticos Tomo I y II. Edit. Melibea, Montevideo – Uruguay.
13. VARGAS, J. 2003, Curso Intensivo de Inseminación Artificial Bovina, Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), Centro de Desarrollo Genético y Capacitación (GENES), Quito – Ecuador.
14. <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/reproduccion/R82006.html>.
15. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/pit/capacpit.htm>.
16. <http://babcock.cats.wisc.edu/spanish/de/pdf/09s.pdf>,
17. [http://html.rincondelvago.com/ciclo-estral\\_eficiencia-reproductiva-de-los-bovinos.html](http://html.rincondelvago.com/ciclo-estral_eficiencia-reproductiva-de-los-bovinos.html)
18. <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt0412/texto/fertilidad.htm>

## **ANEXOS**

**Anexo 1. REGISTRO DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE CIDR y GnRh A LOS 45  
PROGRAMA DE BOVINOS DE LECHE DE LA FCP - ESPOCH**

<b>TRATAMIENTO CON CIDR A VACAS CON 45 DIAS <math>\bar{X}</math> POST PARTO</b>					
<b>Vaca Número</b>	<b>Fecha chequeo</b>	<b>Fecha Tratamiento I</b>	<b>Fecha Tratamiento II</b>	<b>Fecha I Inseminación</b>	<b>Fecha II Inseminación</b>
<b>367</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
<b>218</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
<b>352</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
<b>314</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
<b>157</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
<b>359</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04

<b>TRATAMIENTO CON GNRH A VACAS CON 45 DIAS <math>\bar{X}</math> POST PARTO</b>					
<b>Vaca Número</b>	<b>Fecha chequeo</b>	<b>Fecha Tratamiento I</b>	<b>Fecha Tratamiento II</b>	<b>Fecha Tratamiento III</b>	<b>Fecha I Inseminación</b>
<b>366</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
<b>242</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
<b>274</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
<b>355</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
<b>372</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
<b>310</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04

**ANEXO 2 TABULACION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES EN F  
EVALUACION**

No.	Intervalo tratamiento estro Horas		Intervalo parto Servicio (días)	
	CIDR	GnRh	CIDR	GnRh
<b>1</b>	45,00	23,00	61,00	46,00
<b>2</b>	24,00	24,00	42,00	63,00
<b>3</b>	22,00	48,00	59,00	55,00
<b>4</b>	21,00	23,00	48,00	39,00
<b>5</b>	18,00	24,00	37,00	58,00
<b>6</b>	20,00	22,00	60,00	65,00
<b>Suma</b>	150,00	164,00	307,00	326,00
<b>Media</b>	25	27,33	51,17	54,33
<b>Desviación</b>	10	10,15	10,30	10,07

**Anexo 3. INTERVALO DEL TRATAMIENTO A LA PRESENTACION DEL CELO (HORAS) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRh. A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo tratamiento estro (horas)	
	T. CIDR	T. GnRh
1	45	23
2	24	24
3	22	48
4	21	23
5	18	24
6	20	22

Estadísticas	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	6	6
Media	25,0000	27,3333
Error Típico	4,0825	4,1446
Mediana	21,5000	23,5000
Moda	18,00	23,00
Desviación estándar	10,0000	10,1522
Varianza de la muestra	100,0000	103,0667
Curtosis	5,185	5,887
Rango	27,00	26,00
Mínimo	18,00	22,00
Máximo	45,00	48,00
Suma	150,00	164,00
Cuenta	6	6

## 2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)

<b>ESTADISTICAS</b>	<b>T. CIDR</b>	<b>T. GnRh</b>
Observaciones	6	6
Media	25,0000	27,3333
Varianza de la muestra	100,0000	103,0667
Coefficiente de correlación	-0.154	
Diferencia hipotetica medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.373	
P (T<=t) una cola	0.37	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.73	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

**Anexo 4. INTERVALO DE DÍAS (PARTO – SERVICIO) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL CIDR Y GnRh A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo parto servicio (días)	
	T. CIDR	T. GnRh
1	61	46
2	42	63
3	59	55
4	48	39
5	37	58
6	60	65

ESTADÍSTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	6	6
Media	51,1667	54,3333
Error Típico	4,206	4,1123
Mediana	53,5000	56,5000
Moda	37,00	39,00
Desviación estándar	10,304	10,0731
Varianza de la muestra	106,1667	101,4667
Curtosis	-2.11	-0.888
Rango	24,00	26,00
Mínimo	37,00	39,00
Máximo	61,00	65,00

Suma	307,00	326,00
Cuenta	6	6

---

## 2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)

ESTADADISTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Observaciones	6	6
Media	51,1667	54,3333
Varianza de la muestra	106,1667	101,4667
Coefficiente de correlación	-0.126	
Diferencia hipotetica medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.507	
P (T<=t) una cola	0.316	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.634	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

---

**Anexo 5. INTERVALO ENTRE PARTO - CONCEPCION (DÍAS ABIERTOS) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL CIDR Y GnRh A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo parto concepción (días)	
	T. CIDR	T. Ngr.
1	73	57
2	53	74
3	70	67
4	59	-
5	-	-
6	-	-

ESTADÍSTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	4	3
Media	63.75	66,00
Error Típico	4,679	4,932
Mediana	64,50	67,00
Moda	53,00	57,00
Desviación estándar	9,358	8.544
Varianza de la muestra	87.583	73.00
Curtosis	-3.631	

Rango	20,00	17,00
Mínimo	53,00	57,00
Máximo	73,00	74,00
Suma	255,00	198,00
Cuenta	4	3

---

## 2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)

ESTADÍSTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Observaciones	4	3
Media	63.75	66,00
Varianza de la muestra	87.583	73.00
Coefficiente de correlación	-0.05	
Diferencia hipotética medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.19	
P (T<=t) una cola	0.377	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.754	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

---

## I. INTRODUCCION

Los sistemas de producción agropecuarios juegan un rol preponderante en la economía del Ecuador. Su análisis, estudio y planteamiento de alternativas tecnológicas desde el punto de vista bio-económico y social deben ser considerados para contribuir con el desarrollo del país.

La producción de leche en Ecuador presenta problemas de alimentación y manejo reproductivo, factores que afectan a la producción de leche por unidad de superficie. El 30% de las vacas si no son bien manejadas reproductivamente traen problemas de un excesivo número de días abiertos afectando la producción lechera.

Los días abiertos, es decir el periodo del parto a la concepción, es un parámetro de vital importancia a tomar en cuenta, siendo estratégico en la economía de la producción lechera. Lo recomendable es sesenta días post-parto, lamentablemente por falta de observación de celos, expresión del calor de la vaca, presencia nocturna de estro (47%) y celos silentes; se detecta apenas el 50 % de los calores. Estableciendo estrategias como sincronización de celos en lotes de vacas llamadas problema en las unidades de producción y con un tiempo fijo de la hora de inseminación (no es necesario observación de celos), técnicas que nos permiten incrementar la fertilidad del hato y con esto

se mejorará la economía de los productores. Con estas técnicas, las vacas problemáticas pueden ingresar a la producción lechera a través del uso de estos sincronizadores de celo que en algunas ocasiones un simple quiste ovárico, no observación del celo, falta de minerales se incrementan los días abiertos, comprometiendo la capacidad productiva del hato, a pesar de que en los últimos años se ha mejorado mucho en la alimentación, mejoramiento genético, manejo y control de enfermedades; no obstante aún sigue persistiendo los problemas reproductivos que pueden ser sujetos de solución y que no son aplicados por desconocimiento.

Con los antecedentes expuestos y ante el conocimiento que la sincronización de celos, se ha convertido en una especialización que implica el desarrollo de técnicas que permitan utilizar al máximo la vida reproductiva de las vacas con el fin de alcanzar rendimientos considerables de producción y un buen número de crías, por lo cual se planteó la presente investigación en la Hacienda Experimental Tunshi, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias con la finalidad de reducir el número de días abiertos y mejorar genéticamente los animales existentes en este centro de producción.

Es así que en la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Mejorar los índices reproductivos, mediante la utilización de dos métodos de sincronización de celo en vacas Holstein mestizas.

- Reducir el número de días abiertos mediante la utilización de estos dos métodos de sincronización de celos.
- Evaluar los porcentajes de presencia de estro y concepción de estos dos sincronizadores de celo.
- Determinar el método óptimo y más económico de sincronización y fertilización.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **A. REPRODUCCION**

#### **7. Ciclo estral y características reproductivas en las especies zootécnicas.**

De acuerdo a Trujillo, R (1997) la mayor parte de los animales presentan varios celos al año, por lo que se los llama poliéstricos. Los procesos del ciclo sexual se suceden a intervalos determinados, sobre todo en el ovario, en el útero, e inclusive afectan en escasa medida al oviducto, vagina y cervix.

El ciclo sexual queda interrumpido si se produce una fecundación y no se reanuda hasta después de cierto tiempo desde el parto. También se verá interrumpida por problemas patológicos en los ovarios y causas nutricionales entre otras.

Gutiérrez, J. (1990), indica que los eventos principales del ciclo estral son los relacionados con el crecimiento folicular y los asociados con el crecimiento del cuerpo lúteo. Los sucesos relacionados con el folículo, pueden ser divididos en dos fases; proestro y estro. El periodo del cuerpo lúteo se

puede dividir también en dos fases: metaestro y diestro. Estos cambios son consecuencia de las variaciones cíclicas en la secreción y descarga de las gonadotropinas por la hipófisis, la que se encuentra a su vez bajo la influencia hipotalámica.

Los cambios producidos en el ovario traen consigo la producción de otras sustancias hormonales (esferoides) que continuarán dichos cambios y producirán modificaciones notables a nivel del sistema tubular del sistema reproductor y en la conducta del animal.

El periodo comprendido entre el inicio de un estro o celo y el comienzo del siguiente, es llamado ciclo estral.

Los primates son receptivos sexualmente en cualquier fase del ciclo sexual, además dentro de este ciclo hay presencia de una descarga sanguinolenta denominada menstruación; en estas especies el intervalo entre una menstruación y otra se llama ciclo menstrual. Existen otras hembras que presentan ovulación inducida en las cuales hay maduración folicular, pero los folículos no ovulan a menos que la hembra sea copulada y así haya una carga de hormona luteinizante; estos animales no presentan propiamente ciclos estrales ni menstruales.

En el momento que el animal llega a la pubertad, los ciclos estrales se presentan en forma regular, hasta que los interrumpe una preñez; hay especies que presentan ciclos solo estacionalmente y hay otras en que la lactancia los

suprime. El término anestro se usa para nombrar la etapa de inactividad sexual por una u otra causa.

De acuerdo a Trujillo, R. (1997), al ciclo sexual se lo divide en cuatro fases bien diferenciadas:

**a. Proestro**

Gutiérrez, J. (1990) y Trujillo, R. (1997), manifiestan que esta fase no es muy definida, dura de 2-3 días en bovinos, cerdos y ovinos y presenta las siguientes características:

- Empieza la regresión del cuerpo lúteo, a partir de los días 16 a 18 del ciclo estral en bovinos y porcinos y en los días 14 a 16 en ovejas.
- Se inicia un aumento en los niveles de estrógeno.
- Maduran uno o varios folículos ováricos bajo la acción hormonal de la FSH y de la ICSH.
- Hay cambios en el moco cervical, el cual aumenta su flujo, elasticidad y arborización.
- En el útero se produce una proliferación, caracterizándose por el crecimiento de la glándulas, las transformaciones del epitelio y la edematización creciente de la mucosa.

- Se presenta un descenso brusco del nivel de progesterona, un día después del inicio del proestro.

#### **b. Estro o Celo**

Para Gutiérrez, J. (1990) y Trujillo, R. (1997), es la fase cíclica más definida, externamente presenta una serie de manifestaciones y alta nerviosidad en los animales que intentan montar sobre otros, disminuye el apetito, se incrementa la temperatura corporal en 2 grados centígrados, la producción láctea disminuye, fluye por la vulva un muco transparente.

Esta es la fase en donde ocurre el apareamiento de la hembra, tiene una duración que varía entre especies y por otros factores, en la mayoría de las especies domésticas, la ruptura folicular (ovulación) acontece en esta fase, no ocurriendo esto en la vaca, la cual ovula después del estro; aunque la ovulación y el estro son dos sucesos estrechamente vinculados, pueden realizarse independientemente el uno del otro; la primera manifestación de estro ocurre súbitamente en ovinos, bovinos, cabras y otras especies zootécnicas, pero en otras especies se presenta gradualmente y es antecedido por un período en que la hembra atrae al macho pero no permitiendo ser apareada; el caso anterior ocurre con la pata y la perra.

La duración del período de estro puede diferir dentro de los miembros de una misma especie, debido a influencias medio ambientales, así se observa que la yegua presenta estros mas largos (de mas de 10 días algunas

ocasiones) al comienzo de la primavera y mas cortos durante el verano; en el trópico y subtrópico, los bovinos presentan estros de menor duración. Aparentemente la edad del animal no influencia la duración del estro; sin embargo, muchos trabajos revelan que las cerdas, las ovejas y las vacas jóvenes presentan celos de menor duración que aquellos animales adultos; no obstante que otros investigadores han encontrado precisamente lo contrario.

El estro puede comenzar a cualquier hora del día, sin embargo algunos autores opinan que la mejor hora para detectarlo es al amanecer o antes del anochecer. El intervalo entre el parto y el primer estro varía de acuerdo con las especies como se puede observar en el cuadro 1, Gutiérrez, J. (1990).

Cuadro: №1. DURACION DEL CICLO ESTRUAL EN LAS ESPECIES ZOOTECNICAS

ESPECIE	DURACIÓN DEL CICLO ESTRAL (días)	VARIACIÓN
Bovinos lecheros	18-24	84%
Oveja (Merino)	16-19	85%
Cabra (Angora)	21 -24	80%
Cerda	18-23	75%
Yegua	13-25	78%

Fuente: Gutiérrez, J. (1990)

Cuadro: №2. PRIMER ESTRO POSTPARTO.

ESPECIE	DÍAS DESPUÉS DEL PARTO Y RANGO	OBSERVACIONES
---------	--------------------------------	---------------

Bovinos lecheros	33 ±18	En caso de parto normal
Bovinos de carne	54-84	La lactancia alarga la presentación del celo
Yegua y Burra	7-10 (80% de los casos)	En este caso hay ovulación pero fertilidad muy baja.
Cerda	Puede presentar estro a 2 días post-parto.	No hay ovulación, el estro normal reincide después del destete.
Oveja	20-30	No hay anestro lactacional

Fuente: Gutiérrez, J. (1990)

### c. **Metaestro.**

Para Trujillo, R. (1997), empieza a funcionar terminado el estro y dura de 5 a 8 días en las vacas, se desarrolla el cuerpo amarillo, a partir de los restos del folículo roto formando una glándula endocrina en funcionamiento. Si la hembra es fecundada se desarrolla el embrión, el cuerpo amarillo impide la formación de nuevos folículos. Si no hubo fecundación el cuerpo amarillo regresa; el mismo que cumple con lo siguiente:

- Estimula la secreción de las glándulas uterinas y prepara el endometrio para la implantación y nutrición del cigoto.
- Disminuye la tonicidad de las fibras musculares uterinas y reduce la sensibilidad a la oxitocina.
- Impide la maduración de nuevos folículos.
- Estimula el desarrollo de las mamas.

Gutiérrez, J. (1990), manifiesta que es una fase imprecisa que comprende la organización folicular posterior a la ruptura de éste; el folículo se transformara en una estructura diferente, productora de hormonas, el cuerpo

lúteo. Este proceso dura más o menos 3 días después de los cuales aumenta significativamente el nivel de progesterona.

En esta fase se puede observar una descarga sanguinolenta en la vaca que proviene del endometrio (más frecuentemente de los cotiledones). Esta ligera hemorragia se observa en 50 a 60 por ciento de las vacas adultas y en 80 a 90 por ciento de las vaquillas. Se desconoce la causa de esta hemorragia, y no ha sido posible reproducirla artificialmente y tampoco se ha encontrado relación con la fertilidad.

#### **d. Diestro.**

De acuerdo a Trujillo, R. (1997), sí no se produce la fecundación, el cuerpo lúteo sufre un proceso de involución (fase de regresión); si existe fecundación se incrementa la cantidad de progesterona, la duración en los rumiantes es de 7 a 13 días. El cuerpo amarillo es una glándula importante para regular la evolución del ciclo estral.

Según Gutiérrez, J. (1990), el diestro corresponde a la fase luteínica o progestacional del ciclo estral, tiene una duración de aproximadamente 14 días en la vaca (67% del ciclo estral) es decir que si contamos a partir del día 4 del ciclo, el diestro termina alrededor del 18 que es cuando declina el cuerpo lúteo y la producción de progesterona; esta fase se caracteriza por la abundante actividad secretora de las glándulas endometriales, bajo la influencia de la progesterona.

**e. Estro Silencioso.**

El estro silencioso describe una situación al presentarse la ovulación, pero el estro se muestra levemente y permanece indetectable. Esto se ve comúnmente en ganado de alta producción, en situaciones de confinamiento, el examen de los ovarios muestra la presencia del cuerpo lúteo.

**8. Endocrinología del ciclo estral**

A continuación se exponen algunas consideraciones relacionadas con la secuencia de eventos endocrinos durante el ciclo estral en la vaca.

- Recientemente se ha encontrado que los picos de FSH y LH coinciden en el ciclo estral.
- El nivel de progesterona baja bruscamente por el día 17 del ciclo como consecuencia de la lisis del cuerpo lúteo causado por la prostaglandina  $F_{2\alpha}$  producida en el endometrio bajo el efecto de la progesterona.
- Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, los folículos producen grandes cantidades de estrógenos y andrógenos lo cual estimula la rápida descarga de FSH y LH, lo que ocurre aproximadamente a las 12 horas. Los niveles altos de andrógenos y

estrógenos provocan la presentación del celo; la ovulación se presenta aproximadamente a las 24 horas siguientes al pico de LH.

- Después de la ovulación se organiza el cuerpo lúteo y comienza la fase lutéica en la cual se eleva el nivel de progesterona que impide la descarga súbita de hormona luteinizante que pudiera causar la ruptura de folículos inmaduros.
- Posterior a la ovulación hay una secreción continua de LH, FSH y prolactina en cantidades pequeñas, durante toda la fase lutéica lo cual mantiene el normal crecimiento folicular y la secreción hormonal del CL.
- La anterior secuencia es similar en la oveja, cabra, cerda y yegua, con la diferencia principal de la duración en tiempo, Gutiérrez, J. (1990).

## **9. Regresión del cuerpo lúteo**

Según Gutiérrez, J. (1990), Los mecanismos responsables de la regresión del cuerpo lúteo en una hembra no preñada han desatado interés científico en los años recientes. Actualmente existen dos criterios en las opiniones: uno apoya la teoría que la regresión del cuerpo lúteo obedece a la interrupción del mecanismo lúteo - trópico, por lo que el cuerpo lúteo muere por inanición; el otro criterio sostiene, que existe un mecanismo activo de luteolisis, ocasionado por un agente luteolítico el cual se afirma que proviene del útero.

La sustancia activa en cuestión es la  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , que es secretada por el útero e incrementa su nivel durante la caída de la actividad secretora del cuerpo lúteo. El mecanismo por el cual llega esta sustancia al ovario, es una contra - corriente entre la vena uterina y la arteria ovárica. El efecto luteolítico de la  $\text{PG F}_{2\alpha}$ , e  $\text{F}_{2\alpha}$  está comprobado; sin embargo, cabe la duda que sea éste el único factor causante de lisis en el CL que la  $\text{PG F}_{2\alpha}$  sea sintetizada en otro lugar aparte del útero, en el momento de la regresión del CL.

#### **10. Fisiología del ciclo estral.**

Con los antecedentes descritos anteriormente, entonces el ciclo estral se define como el tiempo entre dos periodos de estro. Para la especie bovina que es de nuestro interés tiene una duración de  $20 \pm 2.3$  días en vaquillas y de  $21 \pm 3.7$  días en vacas adultas. El estro tiene poca duración, siendo el promedio de 12 a 24 horas y la ovulación se produce al final del mismo.

Holy (1985) considera que los síntomas y la duración del estro dependen de la especie de animal y varían dentro de razas y líneas; por su parte, Peters (1986) manifiesta que el ciclo se divide en cuatro fases; a saber: proestro estro, metaestro y diestro; sin embargo no son muy definidos e identificables en bovinos, es por esta razón que es más propia la descripción del ciclo estral en términos de funciones ováricas; una fase folicular y una fase lútea donde la receptividad sexual se produce en la segunda fase.

Branton (1972), determinó que el ciclo estral como proceso biológico y fisiológico, presenta un complejo de transformaciones específicas de tipo morfológico e histológico, no solamente en los órganos del individuo.

#### **11. Interacciones Neuroendocrinas durante el ciclo estral.**

El control hormonal del ciclo estral es el resultado de la interacción de la hormona estimulante del folículo (FSH) y de las hormonas comunes en la mayoría de los animales domésticos, sin embargo los patrones de secreción varían entre las especies, según la experiencia de Hafez (1985).

Hansel (1983) considera que la mayor secreción de gonadotropinas ocurre cerca del estro, es puesta en funcionamiento por la retroalimentación positiva, efecto del estradiol del folículo preovulatorio, estas gonadotropinas son liberadas en respuesta a la acción de polipéptidos (GnRH) producido por el hipotálamo y de acuerdo a las aseveraciones de Noakes (1986) esto tiene acción directa con el desarrollo y maduración de los folículos (FSH), así como en la ovulación (LH), ejerciendo también esta última un efecto luteolítico.

El hipotálamo controla la liberación de las hormonas pituitáricas vía neurohormonal y éstas ejercen sus efectos sobre las células específicas vía portal.

Una vez liberadas las hormonas, ellas mismas realizan una retroalimentación sobre el hipotálamo-pituitaria disminuyendo así la cantidad de GnRH. Estas observaciones fueron efectuadas en ejemplares *Bos Taurus* de

edad homogénea, advirtiéndose que en la liberación hormonal pueden estar actuando varios factores determinantes en el proceso hormonal.

## **12. Factores que influyen sobre el inicio de la actividad reproductiva post - parto en vacas lecheras.**

Después del parto y la expulsión de la placenta todos los órganos genitales pasan por un proceso específico durante el cual sobre todo el útero, sufre máximas transformaciones. La incorporación de la vaca a un nuevo ciclo reproductor depende de la renovación del ciclo estral, el cual por lo general se inicia con la aparición del estro. El periodo post- parto en el bovino se caracteriza por un receso ovárico y sexual, el cual se ha tratado de manipular y que la actividad ovárica se reanude lo más pronto posible y hacerla más eficiente, estos resultados en comportamiento fue identificado plenamente por Peters (1986) en sus investigaciones del comportamiento neuroendócrino de los bovinos.

### **a. Involución uterina**

Es la disminución del tamaño del útero grávido a su estado normal de no preñez, se considera también como el periodo en el que el útero retoma a la cavidad pélvica, según reconocimientos efectuados por Noakes (1986); ya se manifestó anteriormente que inmediatamente después del parto, la vaca no es capaz de mantener otra preñez a menos que ocurra algunos cambios anátomo-

fisiológicos en el útero y que el intervalo para completar la involución es de 29 a 54 días.

Holy (1985) considera que la rapidez en la involución uterina depende de factores como alimentación producción láctea, edad, proceso del parto y del puerperio y que ésta se completa entre los 29 y 45 días postparto y puede detectarse mediante palpación rectal.

Noakes (1986) resume los cambios que ocurren durante la involución uterina en los siguientes puntos:

Los cambios degenerativos ocurren dos días después del parto e involucra la superficie de las carúnculas.

Por el día 5 después del parto la carúncula es cubierta por una capa necrótica de 1 a 2 mm de grosor.

Hasta el día 10 comienza a desprenderse el tejido necrótico el cual se disuelve y forma parte de la lóquia.

Cerca del día 15 comienza la reepitelización de las carúnculas desnudas, la cual es completada cerca del día 25.

La restauración completa de las estructuras endometriales incluyendo las glándulas uterinas probablemente es completa a los 50 a 60 días post parto.

#### **b. Actividad ovárica.**

En la vaca el crecimiento folicular se inicia una semana después del parto, siendo mayor al acercarse la actividad ovárica y según los estudios de Stevenson (1980), se encontró folículos ováricos detectables de 4 a 5 días post

parto y la primera ovulación ocurrió de los 15 a 30 días postparto, diferencia que puede atribuirse al nivel de producción de leche, amamantamiento y nutrición.

Para controlar los cambios que ocurre en el animal después del parto, Ramirez (1981) considera que es preciso conocer los cambios que ocurren en el útero, ovarios, niveles de gonadotropinas en la pituitaria y hormonas ováricas. Noakes (1986) manifiesta que una serie de factores tienen influencia en el retorno de la actividad cíclica, entre las que están:

- Problemas durante el parto como distocias, metritis, retenciones placentarias.
- Alta producción de leche, este factor puede extender el intervalo a la primera ovulación
- Deficiencias nutricionales durante la última fase de la gestación o después del parto pueden retrasar el retomo de la actividad cíclica.
- Número de partos, las primíparas tienen un intervalo más largo que las multíparas.
- Clima, en los tropicales el retomo es más rápido.

Algunos de los factores anteriormente citados son los responsables de la diferencia que existe entre la primera ovulación y el primer estro, ya que éstos pueden impedir la expresión del estro en la primera ovulación.

**c. Niveles hormonales post-parto.**

En la vaca, durante el período postparto hay un lapso en que los ovarios se encuentran inactivos después de haber un aumento de esteroides ováricos en la sangre durante la gestación y cambios dramáticos en la concentración sanguínea de hormonas que ocurre durante el parto debido a la expulsión de la placenta y regresión del cuerpo lúteo.

Para Peters (1986), el cambio más consistente antes de la primera ovulación postparto y que es considerado como un requisito esencial para que esto ocurra, está constituido por el aumento gradual de las concentraciones plasmáticas de LH, las cuales son bajas al momento del parto y se van incrementando como reflejo de establecimiento de la secreción pulsátil de esta hormona y del aumento en frecuencia y amplitud de sus pulsos.

**B. SINCRONIZACIÓN DE ESTRO.**

La constante investigación básica y aplicada ha favorecido el desarrollo de diferentes sistemas y métodos de tratamientos hormonales para controlar el ciclo estral; los derivados se resumen en dos modalidades fundamentales:

- Hormonas para simular la presencia de un cuerpo lúteo funcional
- Hormonas para eliminar la actividad del cuerpo lúteo

La sincronización de estro consiste en la agrupación de hembras en estro durante un período corto (3 a 4 días) favoreciendo el uso de la Inseminación Artificial (IA) en bovinos productores de carne, y al mismo tiempo sincroniza los partos, permite obtener becerros más homogéneos (misma edad), mejora el peso al destete pues permite controlar mejor la alimentación y facilita el manejo y la selección.

La IA de vacas sincronizadas permite al productor servir vacas con sementales probados genéticamente superiores y que son capaces de disminuir partos distócicos, incrementar pesos al destete, incrementar el crecimiento post destete y mejorar la habilidad materna; sin embargo, menos del 1% de los ganaderos inseminan sus vacas lo cual posiblemente se deba a:

- Localización del rancho.
- Tamaño del rancho.
- Tipo de terreno.
- Preferencia personal del ganadero.
- Falta de registros para seleccionar los animales más apropiados.
- falta de instalaciones adecuadas para la IA.
- Falta de buenos técnicos.

La IA es además un medio para controlar transmisión de enfermedades

venéreas como la vibriosis y tricomoniasis. El valor económico de dichas técnicas varía en función de factores como costo de mano de obra, costo de las drogas utilizadas, etc.

La sincronización permite reducir la temporada de empadre puesto que si el ciclo estral de la vaca es de 21 días, en un período de 45 días que dura la época de empadre tendrían tres oportunidades para gestarse, mientras que sin sincronización, para que las vacas tengan las mismas tres oportunidades se requiere de un empadre no menor de 63 días.

#### **1. Utilidad de la sincronización del estro.**

Debido a su influencia decisiva en la eficiencia reproductiva, en los últimos años se han logrado avances importantes en el conocimiento de la fisiología reproductiva, especialmente sobre el entendimiento del control hormonal del estro y la ovulación. La “sincronización” indica agrupamiento; de esta manera, la terapia hormonal tiene como finalidad lograr la expresión del estro en un número considerable de vacas en un periodo estrecho, de corta duración, a tiempo preestablecido.

Las ventajas del tratamiento hormonal para la sincronización del estro podrían incluir las siguientes:

Optimización de la mano de obra calificada. Permite contratar o destinar personal capacitado por periodos cortos para realizar la IA o transferencia de

embriones efectiva y eficazmente, ya que reduce el tiempo invertido en la detección del estro.

Uso y aprovechamiento racional de la IA y transferencia de embriones para el mejoramiento genético.

Epocas definidas de empadre y en consecuencia de partos. Actualmente las explotaciones ganaderas deben concebirse como empresas pecuarias, en donde la programación requiere de una calendarización de actividades que se cumplan rigurosamente. De manera importante deben de incluir los cuidados en vientres y crías en el periparto y mejoramiento de la condición corporal de los vientres antes de iniciar el empadre.

Producción de lotes homogéneos en cuanto a cruza, edad y peso, lo cual facilita el manejo, la alimentación y la comercialización.

Aumentar el número de vaquillas gestantes al inicio de la época de empadre.

Las vacas primíparas requieren mayor tiempo para la siguiente concepción posparto que las multíparas, por ello debe darse prioridad para que las vaquillas o novillonas queden gestantes un par de semanas antes que el resto de las vacas.

Aumento en la eficiencia reproductiva con temporadas cortas de parición e inducción de la actividad ovárica en las hembras que paren tardíamente.

## **2. Importancia de la detección del estro en la eficiencia reproductiva.**

El mejor indicador de la eficiencia reproductiva en los hatos es el intervalo entre partos (IPP); sin embargo, el IPP está determinado por el periodo abierto (PA) o intervalo parto concepción (IPC), más la duración de la gestación. En condiciones tropicales el IPC está determinado principalmente por la duración del anestro posparto y la fertilidad de los toros. No obstante, cuando se utiliza la monta controlada o la inseminación artificial, el IPC, a su vez, está determinado por la eficiencia o porcentaje de detección de calores (PDC), por el porcentaje de concepción (PC) y por el porcentaje de muerte embrionaria y aborto. Entonces, la proporción de vacas que quedan gestantes (PVG) después de cada servicio puede representarse por la fórmula:  $PVG = PDC \times PC$ . A medida que aumente la PDC y la PC, la PVG será mayor y el IPP disminuirá.

En el cuadro siguiente se presenta el impacto sobre la tasa de preñez del hato cuando se tienen diferentes porcentajes en la detección de celos y distintos porcentajes de concepción: Variación del porcentaje de preñez en función de los porcentajes de detección de calores y de concepción en hatos lecheros y cárnicos.

Cuadro № 3 VARIACION DE LA PREÑEZ

Detección de celos	Concepción	Preñez
%	%	%
90	X 90	= 81
49	X 90	= 44

49	X 49	= 24
100	X 49	= 49

---

Adaptado de: de la Sota, RL *et al.*

Las dificultades para la detección diaria del estro aumentan cuando la duración e intensidad del celo son cortas interrupciones en su expresión debidas al manejo, número de animales y condiciones ambientales, repercutiendo en la eficiencia reproductiva. Actualmente se dispone de varias alternativas para solucionar la baja detección de estros en los hatos lecheros, tales como: toros marcadores (arnés marcador o chi-ball), dispositivos detectores de monta (kamar\*, Bovine Beacom) detectores radio telemétricos (HeatWatch\*) y los podómetros (Aflact\*, Heat Seeker-TX\*), que tienen como objetivo facilitar e incrementar los porcentajes de vacas detectadas en estro. En la ganadería tropical, la forma más común es la observación directa por el personal del rancho, en algunas explotaciones la observación se apoya con toros marcadores preparados quirúrgicamente, en raras ocasiones se utilizan como ayuda las pinturas conjugadas con la observación y toros con arnés o chin-ball.

La sincronización del estro representa otra alternativa más para disminuir el tiempo invertido en la detección del estro conjuntamente con la IA, lográndose buenos índices de fertilidad y avance genético. En términos generales cuanto mejor es la calidad genética del toro, mayor es su costo. De aquí que la sincronización del estro y la IA a celo detectado o a tiempo fijo,

representan alternativas económicamente viables para el productor que desea realizar mejora genética utilizando toros con pruebas de diferencia esperada en la progenie.

### 3. **Métodos de sincronización**

Existen dos métodos básicos para el control de la ovulación (sincronización):

- Interrupción de la fase lútea del ciclo estrual mediante la utilización de productos luteolíticos.
- Supresión de la ovulación o retraso de los eventos preovulatorios hasta que todas las vacas se encuentren en la fase folicular del ciclo estrual mediante la utilización de progestágenos.

### 4. **Sincronización de estros con Prostaglandina F<sub>2</sub>α**

Método conocido también como sincronización de estros por luteólisis. Se utilizan inyecciones intramusculares de Prostaglandina F<sub>2</sub>α (PGF<sub>2</sub>α) agrupando a los animales en estro en un período de 2 a 5 días con un 70% de éxito en vacas que se encuentran ciclando; sin embargo, se debe considerar que las PG F<sub>2</sub>α son efectivas en vacas ciclando, no son efectivas los primeros 5 días del ciclo y se les considera abortíferas. La prostaglandina F<sub>2</sub>α (PF2A) causa lisis del cuerpo lúteo, por lo que su administración se utiliza entre

otras cosas, para lograr la sincronización del estro y la ovulación en los bovinos. Su aplicación entre los días 5 y 16 del ciclo estral, conduce a la disminución de las concentraciones de progesterona a menos de 1 ng/ml en 24 h después de la inyección; se inicia el desarrollo folicular, se elevan los niveles de estradiol y hormona luteinizante seguidos de la presentación del estro y finalmente la ovulación. El estro suele presentarse dentro de los 5 días posteriores a la aplicación de la **PF<sub>2</sub>α**.

Se sabe que el ciclo estral de los bovinos es de 21 días en promedio, se considera día 0 al día de presentación del celo; del día 0 al día 5 se presenta el período refractario llamado así porque en este se produce la formación del cuerpo lúteo; del día 5 al 18 hay presencia del cuerpo lúteo (CL) razón por la cual se le conoce a este como un período susceptible; del día 18 al 21 hay una regresión del cuerpo lúteo y crecimiento folicular y este se conoce como período folicular. La eficiencia de la sincronización de estros con PGF<sub>2</sub>α o alguno de sus análogos, limita la iniciación natural de la luteólisis en animales que se encuentran ciclando. La destrucción manual del cuerpo lúteo (CL) fue utilizada como una técnica para sincronización de estros, pero los riesgos que esto implica la desecharon como una técnica adecuada.

##### 5. **Sistemas para sincronizar estros e inseminar artificialmente con Prostaglandina F<sub>2</sub>α**

Sistema 1.- Consiste en la aplicación de dos inyecciones con 11 días de intervalo, la detección de celos se efectúa del día 1 al 5 después de la segunda inyección; se realiza la IA después de 12 a 18 horas de detectadas en estro y a partir del día 6 hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 2.- Consiste en la aplicación de dos inyecciones con 11 días de separación y se IA a las 80 horas a las vacas y a las 72 horas a las vaquillas; de 4 ó 5 días después, se sueltan los toros hasta el final del empadre.

Sistema 3.- Consiste en la aplicación de una sola inyección en el día cero, la detección de celos e IA del día 1 al 6 después de la inyección, en el día 6 se reinyecta a las que no presentaron celo y a las 80 horas posteriores de la detección de celos se IA, del día 10 hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 4.- Consiste en la aplicación de una sola inyección en el día 0, del día 1 al 5 se detectan celos e IA a las vacas en calor, del día 5 y hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 5.- Consiste en la detección normal de celos por 5 días y se IA; en el día 6 se aplica una inyección a las vacas que no presentaron calor, del día 6 al 10 se detectan calores e IA y del día 10 al final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 6.- Consiste en la aplicación de dos inyecciones con 11 días de intervalo, a la segunda inyección se aplican parches K-Mar que son detectores

de celos; a las 80 horas (vacas), 72 horas (vaquillas) se inseminan solamente las que presenten el K-Mar activado.

El sistema a utilizar debe seleccionarse considerando la cantidad de dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  y de semen disponible, así como las facilidades para detectar estros y días disponibles para la IA.

En este contexto, si se dispone de pocas dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , debería elegirse el sistema 5; si se quieren porcentajes de concepción a la IA, no podría trabajarse con el sistema 4; y si se dispone de poco tiempo para inseminar debería elegirse el sistema 2. Por otro lado, al tener vacas anéstricas el número probable de vacas preñadas se ve afectado en función del sistema a utilizar.

Con excepción del sistema 4, los demás sistemas presentan un número igual de vacas probablemente preñadas a pesar de que tanto el número de dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  como de semen es menor que el resto de los sistemas. El sistema 2 puede considerarse como el más caro si se compara con el sistema 3 ya que utilizando 200 y 100 dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  y semen respectivamente, logra solamente el 48% de concepción; comparando en cambio con el sistema 1 y 5, requieren utilizar menor número de dosis de semen. Lo que sí es evidente es que todos los sistemas de sincronización tendrían inyección del agente luteolítico y el inicio del estro (Odde, 1990). Resultados similares han sido publicados recientemente por Fernández et al. (1993), en un estudio en el cual, el porcentaje de vaquillas que manifestaron

celo dentro de las 96 horas posteriores a la inyección de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  actúe menor en los animales que se trataron en el día 6 al 10 del ciclo estrual (60%) que en las que fueron tratadas en los días 11 al 16 (100%). En este estudio también se vio que el tiempo al estro fue de 14 horas más corto en vaquillas inyectadas el día 6 que en las tratadas el día 11.

El estado o viabilidad del folículo dominante al momento del tratamiento con Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , controla el intervalo al estro. Algunas vaquillas con folículos grandes pero viables, manifiestan estro rápido y sincronizado (48 a 60 horas después del tratamiento con Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ ). Otros animales con folículos grandes pero no viables tienen intervalos al estro mucho más largos, causando un alto grado de variabilidad dentro de un grupo de animales.

### **C. SINCRONIZACIÓN DE ESTROS CON PROGESTÁGENOS.**

Los intentos iniciales para regular el ciclo estrual comprendieron la aplicación de progesterona exógena o progestágenos sintéticos para prolongar la fase lútea del ciclo estrual o para establecer una fase lútea artificial (Patterson et al., 1989). La progesterona natural y los progestágenos sintéticos suprimen el estro y la ovulación por un mecanismo de bloqueo hipotálamo-hipofisiario; esto es, 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 hipofisiarias, 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 progestina, se acaba el bloqueo hipotálamo-hipofisiario, liberando FSH y LH, y los folículos completan su desarrollo en un lapso de tiempo muy estrecho, terminando en el estro y la ovulación sincronizados.

Se han desarrollado varios tipos de progestinas para sincronizar el estro en los bovinos, desde la natural hasta las sintéticas, igualmente, las vías de administración son muy variadas: la inyección diaria de P<sub>4</sub> vía intramuscular(IM), las preparaciones orales, las esponjas y dispositivos intravaginales y los implantes subcutáneos. También, el periodo de administración varía entre 5 y 18 días.

Con el fin de tener mayor control en la administración del fármaco, se han desarrollado otros preparados a base de P<sub>4</sub> y progestágenos sintéticos, de tal manera que su liberación y absorción paulatina logra mantener niveles circulantes constantes durante un tiempo determinado.

Estas presentaciones incluyen los siguientes:

1. **La Esponja Vaginal.**

Esta forma ha sobresalido como uno de los métodos más prácticos para sincronización de estro en ovinos y caprinos. Su aplicación en los bovinos resultó poco satisfactoria debido a fallas en su retención en la cavidad vaginal por el tiempo apropiado; además, se asoció con infecciones vaginales, que

probablemente se debieron a una reacción del organismo al cuerpo extraño o al efecto supresor de las defensas del aparato genital del progestágeno, sin embargo, este efecto también sería aplicable a las demás vías de administración de este tipo de compuestos.

## 2. **Dispositivos Intravaginales para la liberación lenta de P<sub>4</sub>** .

Basurto, C.H(1997) Al principio el producto comercial para uso en bovinos fue un espiral de acero inoxidable cubierto de silicona e impregnado con P<sub>4</sub> (PRID); más recientemente entra al mercado nacional otro dispositivo intravaginal de plástico flexible en forma de T, también impregnado con P<sub>4</sub> natural micronizada (CIDR-B). Estos productos se aplican por vía intravaginal permaneciendo de 7 a 12 días, la forma de retiro se facilita tirando de un cordón que sobresale de la vulva. Al momento de la inserción se aplica benzoato de estradiol como luteolítico y supresor del folículo dominante, ya sea por inyección I.M., o bien, con una cápsula de gelatina que se adhiere al dispositivo para su absorción desde la mucosa vaginal.

Los dos preparados tienen la capacidad de liberar progesterona en forma constante, la cual se absorbe desde la mucosa vaginal, alcanzan niveles de 1 a 6 mg/ml en la circulación sistémica desde la primera hora de su aplicación, similares a los de una fase lútea del ciclo estral normal. La retención del dispositivo en la vagina supera el 90%. El uso de estos dispositivos intravaginales durante 12 días permite alcanzar un porcentaje de hembras

sincronizadas mayor al 88%, con precisión en la respuesta del 95% en un lapso de 96 h después de retirado el tratamiento. Se ha observado un mayor grado de respuesta cuando el tratamiento no excede los 12 días

### **3. Implantes Subcutáneos.**

Las hormonas esteroidales embebidas en silicona como implante subcutáneo, se liberan y se absorben a la circulación sanguínea de manera constante y uniforme por varios días. Existen dos preparaciones en el mercado con el mismo principio activo: Norgestomet ( $17\alpha$ -acetoxy- $11\beta$ -methyl- $19$ -norpreg.4ene- $20$ ,dione, (Crestar y Syncromate-B)).

#### **a. Norgestomet (Syncro-mate B).**

González Padilla (1975); citado por Odde (1990), reportan que un implante 6 mg de NOR aplicados subcutáneamente por 9 días, más la inyección de 5 mg de Valerato de Estradiol (VE) y 3 mg de NOR al momento de implantar, sincronizó satisfactoriamente el estro de vaquillas de carne. La inyección tiene el fin de elevar la concentración del progestágeno en la sangre desde el primer momento, mientras que el benzoato de estradiol se agrega con fines luteolíticos y de supresión del folículo dominante.

Este tratamiento está hoy disponible comercialmente como Syncro-mate B (SMB). Lo manifestado anteriormente es confirmado por Ramírez-Godínez, (1978) quien reporta que son implantes subcutáneos que se colocan en una de las dos orejas en la parte superior media y se deja por 9 días; cada

implante contiene 6 mg de Norgestomet (NOR). Al mismo tiempo se aplica una inyección intramuscular de Valerato de Estradiol (5 mg) o NOR (3 mg).

Se ha determinado que para obtener buenos índices de fertilidad se requieren tratamientos que no excedan a los 12 días y más recientemente las tendencias son a no usarlo por más de 9 días. En condiciones normales la regresión del cuerpo lúteo ocurre entre los días 16 y 18 del ciclo estral, por tal motivo, al retirar un tratamiento con progestágenos con duración menor a 12 días, es posible que algunas vacas aún tengan un CL que interfiera con la respuesta; en estas circunstancias, los tratamientos deben acompañarse con la administración de un agente luteolítico (estrógenos o prostaglandinas), que se aplican al inicio o al final del tratamiento con el progestágeno, Esto permite un buen control del estro y mejores índices de concepción.

Basurto *et al*, en vacas cebú en amamantamiento restringido y destete precoz a 60 días, tratadas con norgestomet por 9 días a partir del día 51 posparto y PMSG el día 60, obtuvieron el 89.5% de preñez con un intervalo parto concepción menor a 100 días, en comparación con las vacas bajo el mismo esquema de tratamiento que amamantaron libremente hasta 6 meses posparto, en donde solo obtuvieron el 50% de preñez en el mismo periodo abierto. Concluyen que al disminuir la frecuencia de amamantamiento, las vacas conservan más su condición corporal o la recuperan en menor tiempo posparto; además, el destete precoz elimina el bloqueo endócrino que ejerce el amamantamiento sobre la actividad ovárica y la respuesta al tratamiento hormonal se refleja en mayor tasa de preñez en un empadre estacional.

## **b. Tres sistemas de aplicación de Syncro-mate B (SMB):**

Sistema 1. Consiste en aplicar el implante de NOR y la inyección de VE con NOR en el día 0, en el día 9 se realiza la explantación (retiro del implante); del día 9 al 14 se observan estros e inseminar a las vacas detectadas en estro; luego del día 14 y hasta el final del empadre se sueltan los toros. A este sistema se le conoce como Sistema de Inseminación por Estro (vaquillas y vacas no lactando).

Sistema 2.- Es el sistema Hora Predeterminada (vaquillas) que consiste en implantar e inyectar el VE con NOR en el día 0, se retira el implante en el día 9 y luego de 48 a 54 horas se inseminan artificialmente (día 11); del día 14 al final del empadre se sueltan los toros.

Sistema 3.- Conocido como Sistema de IA por estro (vacas con cría). Se implanta y se inyecta el VE con NOR en el día 0, se retira el implante en el día 9 y se quitan las crías; se inseminan en el día 11 por estro y se regresan las crías a las madres; en el día 14 hasta el final del empadre se sueltan los toros.

Odde, (1990) indica que los tratamientos con SMB resulta en porcentajes altos de animales mostrando estro en un tiempo reducido después del tratamiento. El rango de hembras que mostraron estro después de este tratamiento fue de 77 a 100% con valores superiores al 90% en la mayoría de los casos. Sin embargo, la fertilidad fue mucho más variable. La tasa de

concepción al primer servicio varía de 33 a 68% y es atribuida en parte al nivel de actividad ovárica (anestro o ciclando).

Porcentajes de sincronización similares fueron encontrados por Brown et al. (1988), en vaquillas ciclando (92.4%) y anéstricas (85.2%) y con similar distribución de los estros después de remover el implante de NOR.

El tratamiento con SMB más una dosis pequeña de gonadotropina sérica (PMSG) al momento de retirar el implante fue efectivo para la inducción de estros fértiles en vaquillas prepúberes. Con el fin de verificar lo anterior, desarrolló un estudio con vaquillas Santa Gertrudis prepúberes. Se aplicó el tratamiento convencional de SMB, más 400 UI de PMSG al momento de retirar el implante, tanto la tasa de sincronización de estros como los porcentajes de fertilidad se vieron favorecidos por el uso de PMSG.

### **c. Crestar.**

Basurto, C.H(1997) Este producto es similar al SMB excepto en el tipo de implante y su concentración de NOR es de 3 mg y se puede utilizar tanto en vacas como en vaquillas con los mismos sistemas descritos para SMB; en el día cero se implanta o se inyecta con Crestar, retirándose el implante, a los días 9 ó 10, 48 horas posteriores, se realiza la IA.

La utilización de Crestar en combinación con PMSG induce la ovulación y sincronización de calores. Las vacas deben ser inseminadas a las 48 y 72 horas después de quitar el implante. Cuando se requiere una sincronización de

calores aún más precisa, por ejemplo, para la transferencia de embriones o sincronización a gran escala, ésta se puede obtener combinando el tratamiento con una inyección de 2 ml Prosolvin (análogo sintético de la Prostaglandina  $F_2\alpha$ ) dos días antes de quitar el implante. El sistema es llamado Crestar Plus, en este caso solo se requiere de una IA a las 54 - 56 horas de retirado el implante. Se requiere una dosis alta de PMSG en condiciones desfavorables como una mala condición general, bajo nivel nutricional y condiciones climáticas extremas; se utilizan dosis bajas en animales con buena condición y animales prolíficos. Se implanta e inyecta Crestar en el día 0 y a los 9 ó 10 días posteriores, se inyecta 2 ml de Prosolvin y 48 horas posteriores se retira el implante y se inyecta PMSG inseminándose a las 56 horas posteriores.

Basurto, C.H(1997) manifiesta que en un estudio donde se evaluaron algunas características del ciclo estral en vaquillas Cebú tratadas con norgestomet (Crestar) durante 11 días más valerato de estradiol, el 86.7% manifestó estro en  $36.0 \pm 8.9$  h después de retirado el implante y el estro duró  $17.8 \pm 6.4$  h; la ovulación ocurrió a  $14.6 \pm 2.6$  h y  $68.5 \pm 9.7$  h de finalizado el estro y de retirado el tratamiento, respectivamente. El grado de sincronía del estro y ovulación facilitó el uso de la IA a tiempo preestablecido (48 a 54 h de retirado el implante) logrando el 50% de vaquillas gestantes al primer servicio .

**d. Acetato de Melengesterol.**

Basurto, C.H(1997) El Acetato de Melengesterol (MGA) es un progestágeno oral sintético, el cual se utiliza en dosis de 0.5 mg/animal/día. Este producto es muy antiguo y comúnmente se utiliza para SE en dos estros consecutivos de las vacas. Se proporciona en el alimento diario durante 14 días, los animales presentan estro de 1 a 5 días después del último día del MGA pero su fertilidad es nula, por lo cual se requiere que los animales se inseminen al segundo estro.

Debido a lo anterior se recomienda aplicar una inyección de prostaglandina a los 17 días después del último día de MGA lo cual nos permite sincronizar el segundo estro.

El MCA se utiliza mucho para inhibir el estro en vaquillas en niveles de 0.150 mg aun cuando no inhibe el crecimiento folicular. La respuesta total del MGA frente a SMB muestra superioridad ligera a pesar de que el SMB presenta más sincronía y más vacas en celo. Sin embargo, para utilizar MCA, las vacas deben ser alimentadas muy bien todos los días para que puedan recibir su dosificación adecuada de producto.

El MGA es un esferoide activo cuando se utiliza por vía oral; es capaz de promover la proliferación del endometrio, de mantener la preñez y prolongar el ciclo estrual. Inicialmente los tratamientos a base de MGA fueron diseñados para SE de vacas que normalmente se encontraban ciclando y para ello se utilizaron 0.5 a 1 mg/día durante 14 a 18 días, observándose intervalos promedio al estro después de suspender el suministro del producto de 3 a 7

días y con períodos más largos aun cuando las dosis eran superiores a 1 mg/día.

Selk et al. (1987), evaluaron el uso de MGA en vaquillas para carne, proporcionando 0.5 mg/día durante 14 días, más una dosis de 25 mg de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  16 días después de retirar el suministro de progestágeno. Los animales testigos recibieron 2 inyecciones de la misma dosis de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  con intervalo de 11 días. No se registraron diferencias entre tratamientos en lo que respecta a tiempo al estro después de la aplicación de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ . Las tasas de no retorno al primer servicio fueron ligeramente superiores en vaquillas que consumieron MGA (61%) que en las testigo (40%).

En otro trabajo con vaquillas para carne Jaeger et al. (1992), proporcionaron 0.5 mg/día de MGA por 14 días, más 25 mg de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  17 días después de suspendida la aplicación de MGA. Otro grupo de animales se utilizaron como testigo, la proporción de hembras en celo a los 3 y 6 días después de la aplicación de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  al grupo tratado, fue mayor en éste (53.4% y 76.8%) que en el testigo (12.4% y 24.7%). Las tasas de concepción al primer servicio fueron similares entre grupos en los días 6, 14 y 21 después del tratamiento. Sin embargo, resultaron superiores en el grupo tratado dentro de los tres días que siguieron a la inyección de PG  $F_{2\alpha}$ .

Si la tendencia a mejorar la tasa de concepción al primer servicio en el anterior estudio citado, es biológicamente válida, esto puede ser causado por

un incremento en el nivel de P4 secretada después de la exposición al MGA, el cual ha sido relacionado con una mejor fertilidad en la ovulación subsecuente (Plugge et al., 1990).administración de progestágenos durante la fase lútea temprana facilita la regresión de la estructura referida, cuando el tratamiento se combina con Prostaglandina F<sub>2</sub>α.

#### **D. CIDR INSERTO PARA GANADO.**

Cada dispositivo de CIDR, contiene la hormona natural "progesterona". El CIDR intravaginal libera los depósitos de progesterona, en un rango de control hacia el torrente sanguíneo del animal tratado. La progesterona se libera por difusión desde una cápsula de silicón sobre una espina de nylon, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina.

La progesterona del dispositivo de CIDR. se absorbe a través de la mucosa vaginal, resultando con niveles en el plasma de progesterona con suficiente magnitud para suprimir la liberación de LH y FSH del hipotálamo, durante el periodo recomendado para tratamiento. Este efecto de retroalimentación (-) sobre el hipotálamo, previene el estro y la ovulación. Remover el CIDR, permite que la LH impulse su frecuencia para incrementarse, lo que resulta en estro y ovulación del folículo emergente dominante.

CIDR O PRID (dispositivo intravaginal liberador de progesterona). Se ha utilizado el PRID o CIDR en ganado lechero en ciertas regiones; se reportan altos porcentajes de sincronización de celos y fertilidad normal en animales con actividad cíclica y la inducción al estro en vacas en anestro.

Durante 1982 se decidió comparar estos productos (prostaglandinas y PRID), midiendo con el uso de ellos el grado de sincronización y la fertilidad en vaquillas de razas productoras de carne.

<http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/reproduccion/R82006.html>.

## 1. **Información general sobre el uso del CIDR.**

El dispositivo de CIDR para vacas, se inserta fácilmente, siguiendo las instrucciones:

Las alas del inserto se doblan hacia el interior y mantienen su posición por el aplicador. Apriete la manija del émbolo, entonces expulse la inserción cuando esté en la posición correcta, en el interior de la vagina.

Cuando está colocado, el extremo de la inserción sobresale desde la vulva. El retiro al final del período requerido, se logra fácilmente tirando suave pero firmemente el extremo.

El dispositivo de CIDR, está especialmente diseñado para asegurar su retención dentro de la vagina. Los porcentajes de retención, normalmente exceden el 98%. en todas las razas de ganado. Los porcentajes por pérdida, frecuentemente se asocian con la posición incorrecta en la vagina o que otros animales jalen el extremo de los insertos y así es como se pierden. Ya que es una hormona natural, la progesterona es perfectamente bien tolerada. Con la carga de progesterona de las inserciones y la liberación de los dispositivos de CIDR, es imposible que las concentraciones de progesterona en el plasma se

eleven hacia niveles en los que se clasifique como un producto con efectos tóxicos.

No hay problemas de residuos en leche o en la carne de los animales tratados con los dispositivos de CIDR.

Las concentraciones de progesterona en el plasma (CPP) resultantes del tratamiento con los dispositivos de CIDR, se encuentran dentro de los niveles fisiológicos y son menores que los encontrados durante la fase lútea o durante la gestación. Al retiro del dispositivo de CIDR, el CPP desciende a un nivel bajo, dentro de las próximas 6 horas.

## **2. Indicaciones del uso del CIDR en ganado.**

### **a. Sincronización del estro y de la ovulación para:**

- Inseminación artificial
- Sincronizar el regreso a servicio para subsecuentes sesiones de IA
- Detección más fácil del estro
- Planear apareamiento natural
- Recolección de embriones y programas de transferencia

El programa de sincronización con el CIDR, nos da un control preciso del estro y de la ovulación, permitiéndonos un tiempo específico para la IA.

### **b. Tratamiento de estro silencioso**

Insertar CIDR basándose en un programa de sincronización, nos da un control preciso del comienzo del estro y aumenta los signos del mismo, dándonos el tratamiento más efectivo para manejar esta situación.

**c. Tratamiento de anestro anovulatorio (vacas sin ciclo).**

El principal papel del tratamiento de progesterona con el dispositivo de CIDR en vacas anéstricas es presionar a la glándula pituitaria e inducir un estro fértil y la ovulación.

**d. Tratamiento de quistes ováricos**

El dispositivo de CIDR se puede usar ya sea como un solo tratamiento o en combinación con otras hormonas reproductivas.

**E. PAPEL DE LA P4 EN EL CONTROL DEL CICLO ESTRAL.**

La alta concentración en el plasma de progesterona (CPP), como en la fase lútea del ciclo, suprime la liberación de LH, que está asociado con el desarrollo final y la maduración del folículo dominante. Si el folículo dominante alcanza su maduración (mayor de 9 mm de diámetro en vacas), mientras que el CPP esta alto, perderá su dominio y desaparecerá gradualmente (atresia). Esto permitirá que un nuevo folículo emerja. Cuando el CPP descienda a sus niveles básicos, después de la luteolisis o después del retiro del dispositivo de CIDR, la liberación de LH incrementa y es suficiente para mantener el crecimiento del

folículo. El folículo dominante es promovido y subsecuentemente, bajo la influencia de la onda de LH y FSH.

## **F. ESTRADIOL**

El  $17\beta$  estradiol es una hormona esteroide, que se produce para desarrollar el folículo que crece hasta alcanzar su tamaño de 8.5 mm.

Las concentraciones básicas de estradiol en el plasma son menores a 5 picogramos por mililitro (<5pg/ml), pero su incremento es por arriba de los 20 pg/ml durante el estro.

El estradiol producido por la actividad de la onda folicular, durante el ciclo lúteo da inicio a la luteólisis. Esto es regulado a través de la formación de los receptores de oxitocina en el endometrio de los animales que han sido estimulados inicialmente con progesterona. Una vez que se ha iniciado la luteólisis, el folículo ovulatorio dominante produce altos niveles de estradiol, conduciendo al estro y a la ovulación. El estradiol es responsable de provocar el estro. Las concentraciones en el plasma de estradiol, regresan rápidamente a los niveles básicos en la ovulación.

Los efectos del estradiol en la pituitaria, pueden ser tanto positivos, como negativos. En presencia de la progesterona, así como en el ciclo lúteo, el

estradiol aumenta el efecto negativo que la progesterona tiene sobre las secreciones de las hormonas LH y FSH y ayuda a inhibir la maduración folicular y la ovulación.

El efecto de retroalimentación positiva ocurre al incrementar la producción de estradiol, en ausencia de la progesterona y es más pronunciado al seguir un período de progesterona inicial. Esto provoca un incremento en la secreción, de hormona LH, lo que después aumenta la producción de estradiol, que eventualmente produce la onda de LH, que causa la ovulación.

#### **1. Indicaciones para uso en ganado**

La administración de benzoato de estradiol inyectable, junto con el dispositivo de CIDR, causa una supresión del folículo dominante y el surgimiento de una nueva onda folicular, de 4 a 5 días después.

La inyección de benzoato de estradiol en el período pre-estral, siguiendo con el retiro del dispositivo de CIDR, incrementa la presencia del estro, sincronizando a este último y una ovulación más efectiva.

En vacas anéstricas, la administración de la inyección de benzoato de estradiol en ausencia de la progesterona, pero siguiendo un periodo con una preparación de esta misma, fortalece los niveles circulantes de estradiol y se estimula la producción de la hormona LH, que parece ser disfuncional en vacas anéstricas. El resultado es un estro funcional con ovulación.

## **2. Ondas foliculares y folículo dominante**

El crecimiento de los folículos ováricos se desarrolla en una onda distinta a la onda común. Este patrón se repite de 8 a 12 días durante cada ciclo estral, así como antes de la pubertad, también como a los 0 días postparto, durante el anestro y durante el embarazo temprano.

El desarrollo del folículo ovárico en el ganado es una secuencia de eventos organizados. Cada onda folicular avanza a través de pasos de reclutamiento, selección y dominio. Durante cada ciclo estral, las vacas pueden presentar, dos, tres y a veces cuatro ondas de crecimiento folicular. Esta primera onda folicular de ciclo anéstrico comienza con un reclutamiento de un grupo de folículos de 4 mm en el ovario, continuando con la onda periovulatoria de FSH durante los siguientes días, de este grupo de folículos emergentes, se selecciona un solo folículo, que es el dominante. El folículo dominante suprime el crecimiento de los otros folículos del grupo y se convierten en folículos subordinados. Debido a la presencia del cuerpo lúteo funcional y las altas concentraciones de progesterona suprimiendo la secreción de LH, este primer folículo dominante no ovula y pasa a ser subordinado. Comienza una fase de reclutamiento de la segunda onda folicular. Nuevamente se selecciona un folículo dominante de esta segunda onda folicular y este folículo continúa hacia la ovulación en un ciclo de dos ondas. En un ciclo de tres ondas, el folículo dominante de la segunda onda se convierte en subordinado ante la influencia de la alta presencia lútea de progesterona. La regresión del cuerpo lúteo se asocia con una declinación en progesterona, lo que permite que la onda

folicular emergente ovule con el estro. El cuerpo lúteo comienza a retirarse antes en dos ciclos de ondas (día 17), que en los ciclos de tres ondas (día 20), resultando en un estro más corto (20 días vs. 23 días respectivamente).

### **3. Sincronización del estro.**

En este programa el uso de la inyección de benzoato de estradiol, junto con la administración del dispositivo de CIDR, sincroniza el surgimiento de la onda folicular. Por añadidura, la inyección del benzoato de estradiol aplicada al momento de retirar el dispositivo de CIDR, ambos casos aumenta la detección y precisión del estro.

Este programa estimula los ciclos de actividad en vacas anéstricas y trata la enfermedad por quistes en los ovarios.

- La manifestación de la reacción del estro está significativamente aumentada en el segundo tratamiento de benzoato de estradiol inyectable.
- Excelente sincronización, con mas del 95% de animales con estro detectado en los días 10-12 después de la inserción de CIDR.
- El porcentaje de concepción en el primer servicio, es equivalente a aquellos de un estro espontáneo.

#### **4. Vacas lactantes.**

Debido a la pobre capacidad reproductora del ganado lechero y la necesidad de maximizar los porcentajes de concepción, para esta clase de ganado, se recomienda la inseminación en la detección del estro en los días 10 a 12 después de la administración del dispositivo de CIDR. También se recomienda un programa de sincronización alternativo que no requiere el uso de prostaglandinas. La sincronización del estro y la ovulación no es lo suficientemente preciso para permitir que haya un tiempo establecido para la inseminación.

#### **5. Re-sincronización del Estro.**

La re-sincronización, siguiendo un ciclo completo, nos da la opción de una segunda serie de inseminaciones, con lo cual se incrementa el número de animales en el hato para IA. Esto permite un esfuerzo concentrado e incrementa las oportunidades de una detección exacta del estro. La re-sincronización puede incrementar las utilidades de la sincronización.

La re-sincronización puede ajustar el patrón de estro para permitir la inseminación en los días 1-2. (sin la re-sincronización, las inseminaciones se necesitan hacer en los días 4- 5). Habrá que considerar la re-sincronización para ganados en donde la población de machos es insuficiente.

- Para re-sincronizar los estros, insertar el dispositivo de CIDR 18 días

después de que el dispositivo original fue retirado, por 5 días únicamente.

- Asegúrese de que el dispositivo de CIDR sea removido no después del día 23, después de haber retirado el dispositivo original.

El descubrimiento más importante para el tratamiento de vacas con estro silencioso, es la inclusión de una inyección de benzoato de estradiol en el período pre-estral, continuando con el retiro del dispositivo de CIDR. Lo anterior, mejora significativamente la precisión del inicio estral, con el mayor número de animales mostrando señales de estro en un periodo de 24 horas, pero lo más importante, intensifica las señales del estro, facilitando la detección del calor.

## **6. Anestro An-ovulatorio.**

El estro sin ovulación es la condición en la que, después del parto, las vacas fallan al dar muestras del estro.

El crecimiento de los folículos ováricos por más de 4 ó 5 mm en vacas y su habilidad para producir estradiol, depende de una liberación adecuada de las hormonas LH y FSH desde el hipotálamo. En vacas con desnutrición o lactantes, la liberación de estas hormonas es insuficiente para permitir que el folículo dominante continúe hacia el período abierto y hacia la ovulación. El nivel de estradiol folicular es muy bajo, por la onda de hormona LH, que es

necesaria para producir la ovulación, aunque esto ocurre algunas veces sin el periodo abierto ("estro silencioso"), especialmente en la vaca recientemente parida.

- Tratar a todas las vacas sin, un cuerpo lúteo palpable, con un dispositivo de CIDR de 6 a 10 días.
- La prueba del séptimo día arrojó un rango del 90%, con la mayoría de los animales respondiendo dentro de las 24 a las 72 horas después de la inyección de benzoato de estradiol.
- Cuando la involución uterina es normal, las vacas pueden ser tratadas tan pronto como a los 21 días post parto.

El porcentaje de concepción en la primera inseminación está influida por el intervalo del parto al tratamiento; mientras más largo es el intervalo, es más alto el porcentaje de concepción.

## **7. Quistes en los ovarios**

Los quistes en los ovarios se presentan generalmente en el post-parto (30 - 60 días después del parto) en vacas más viejas y de más alta producción. Los quistes ováricos se asocian con disturbios en el balance endocrino de la pituitaria, que falla en efectuar la onda pre-ovulatoria de LH y afecta de manera adversa el desarrollo del folículo. El crecimiento de los quistes ováricos es

precedido de una falla ovulatoria y se dividen en dos clases: quistes comunes foliculares y quistes lúteos.

Los quistes ováricos pueden tratarse con éxito con la administración de un dispositivo de CIDR por 12 días. De cualquier forma, la combinación del tratamiento planteado más adelante, ha demostrado ser un método más eficaz a la resolución de los quistes.

- Resuelve ambos tipos de quistes: foliculares y luteos, además otorga un tiempo de estro fértil.
- El GnRH induce la onda de LH y la subsecuente luteinización del quiste y el reclutamiento de una nueva onda folicular.
- La progesterona del dispositivo de CIDR, baja las secreciones básicas de LH y así el refuerzo gonadotrópico del quiste ovárico.
- La prostaglandina causa la luteolisis y la regresión del folículo luteinizado.

## **G. GnRh.**

La GnRH natural para una óptima actividad ovárica. Los procesos reproductivos están controlados, en última instancia, por mecanismos endocrinos, aunque hay que tener en cuenta que la fertilidad va a depender de gran variedad de factores (ambientales, genéticos, manejo, estado sanitario, etc), por lo que la terapia hormonal no puede conceptuarle como compensador de errores tales como inadecuada detección de celos, deficiencias nutritivas,

malas condiciones higiénicas, etc.

De cualquier forma, aun con un óptimo manejo pueden aparecer problemas en los que estén involucrados Trastornos hormonales tales como:

- Quistes ováricos
- Vacas repetidoras.

El tratamiento con GnRH causa ovulación del folículo dominante (si éste esta en la fase de crecimiento) o regresa (si no es mas viable), resultando una nueva onda de crecimiento folicular dentro de los 2 o 3 días. Se han realizado trabajos de sincronización utilizando GnRH, seguido de una inyección de Prostaglandina 6 o 7 días después. Un pequeño porcentaje mostraron celo en el intervalo de GnRH y Prostaglandina, el 60 a 70% de las vacas fueron detectadas en celo dentro de los 4 días del tratamiento con Prostaglandina. Una segunda inyección de GnRH 36 a 48 hs después de la Prostaglandina, o 1 mg de Benzoato de Estradiol a las 24 hs post-tratamiento con Prostaglandina puede incrementar la sincronía de la ovulación.

<http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/pit/capacpit.htm>.

#### 1. **Fertagyl.**

Acetato de. gonadorelina, con idéntica estructura química que la GnRH natural, ha demostrado ampliamente que puede solucionar con éxito estos problemas.

La GnRH, producida por el hipotálamo, ejerce su acción en la hipófisis controlando la producción y secreción de LH y FSH, que se encontrarán a niveles máximos 1.5 horas después de la inyección intramuscular de FERTAGYL si la aplicación es endovenosa, la respuesta es más rápida, pero el nivel máximo no supera la vía intramuscular. En ambos casos, la respuesta depende de la dosis administrada.

Una vez que ha actuado la GnRH, la LH y FSH actúan directamente en el ovario, estimulando el desarrollo folicular e induciendo la ovulación y luteinización de los folículos con cierto grado de madurez.

La máxima descarga de FSH se obtiene con una dosis de 500 $\mu$ g de FERTAGYL, la cual permite también una liberación fisiológica de LH (a partir de 100 $\mu$ g). La sensibilidad de la hipófisis varía a lo largo del ciclo, buscándose con esta dosis de GnRH relativamente alta el garantizar una respuesta hormonal segura y constante.

## **H. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, CONCEPTO**

UNGERFELD (2002), indica que la inseminación artificial es la biotecnología de la reproducción que mayor masificación ha alcanzado en bovinos de producción lechera.

VARGAS (2003), manifiesta que la IA, consiste en depositar el semen mecánicamente en el tracto reproductor de la hembra, sin necesidad de la cópula.

## 1. **Ventajas de la Inseminación Artificial**

CALINA Y SALTIEL (1995), manifiesta las siguientes:

- Evita la transmisión de enfermedades venéreas.
- Facilita el transporte y la distribución del semen.
- Permite realizar un mejoramiento genético acelerado, mediante el uso de sementales probados.
- Evita la presencia del macho en el hato, gasto de su mantenimiento y elimina el peligro que representa.
- Facilita la implementación de programas de sincronización y cruzamientos.
- Posibilita la adquisición de animales valiosos por parte de ganaderos de escasos recursos.
- Se puede hacer pruebas de progenie de un semental más rápido que con monta natural, ya que permite cubrir un gran número de vacas de diferentes lugares al mismo tiempo.
- La posibilidad de utilizar toros valiosos después de muertos y toros físicamente impedidos por la monta por problemas mecánicos o por peso.

## 2. **Desventajas de la inseminación artificial**

GALINA Y SALTIEL (1995), manifiesta las siguientes:

El costo inicial de un programa de inseminación artificial es alto (compra de

equipo, construcción de instalaciones).

Las enfermedades pueden difundirse cuando se utilizan sementales enfermos.

Implica de un dominio de la técnica.

Requiere una muy buena detección del celo. (Capacitar al personal).

### **3. Momento óptimo para la inseminación artificial**

Esta necesidad de actuar en el momento adecuado viene dada por las propias características de ambos gametos: mientras que la vida útil del óvulo tras la ovulación es de sólo 10 ó 12 horas, el esperma puede sobrevivir, una vez depositado en el tracto reproductor de la hembra, entre 24 y 48 horas. Aunque, por la larga vida del esperma, parece que el tiempo en el que se insemina no es un factor determinante, no hay que olvidar que el esperma debe permanecer en el tracto reproductor de la hembra entre 4 y 6 horas antes de ser capaz de llevar a cabo la fertilización del óvulo. Esto explica porqué se obtienen mayores índices de concepción cuando se insemina en la mitad o en el final del celo que cuando se hace después del final de este.

<http://babcock.cats.wisc.edu/spanish/de/pdf/09s.pdf>,

## **I. DIAGNÓSTICO DE LA PREÑEZ**

### **1. Palpación rectal**

UNGERFELD (2002), reporta en un estudio reciente ha demostrado que vacas que fueron diagnosticadas preñadas por palpación rectal entre los días

30 y 36 post-inseminación, tuvieron un intervalo entre partos 2 semanas mas largo que aquellas examinadas más tarde. En dicho trabajo, también se estudió la exactitud del diagnóstico de preñez por palpación rectal. Se observó que el 3,4% de las vacas supuestamente preñadas manifestaron el celo y fueron inseminadas, que otro 1.5% de las vacas eran encontradas vacías en un examen posterior, y que el 5% de las vacas diagnosticadas vacías parieron en el período correspondiente a la supuesta edad de preñez.

Si bien la muerte embrionaria es relativamente importante durante los estadios tempranos de preñez, puede aumentarse iatrogénicamente durante el diagnóstico temprano de preñez por palpación. La mortalidad embrionaria luego de realizar el diagnóstico de preñez por palpación rectal antes del día 35 post-inseminación es de 5,8%, entre los días 35 y 45 es de 6% y luego del día 45 es menor a! 1%. Otros autores confirmaron que la palpación rectal es una causas importante de muerte embrionaria y fetal (Franco et al., 1987). Vaillancourt et al. (1979), reportaron una mortalidad embrionaria de 7,5% y 5,6% luego de realizar el deslizamiento de membranas como signo positivo de preñez antes y después del día 50 post-inseminación respectivamente.

**a. Ultrasonografía**

UNGERFELD (2002), la ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de órganos internos y de tejido. Es por ello que tradicionalmente se recomienda realizar el diagnóstico de preñez previamente al segundo celo luego de la IA (38-42 días; Momont, 1991).

Debido a los problemas de muerte embrionaria iatrogénica por realizar un diagnóstico de preñez temprano y a la falta de exactitud y costo elevado en el diagnóstico de preñez mediante la cuantificación de progesterona, el diagnóstico de gestación temprano (día 25-28 post-inseminación) mediante el uso de ultrasonografía es una herramienta de diagnóstico muy útil para determinar en forma precisa los animales vacíos y rápidamente resincronizarlos.

En un estudio determinaron que el diagnóstico precoz de preñez mediante ultrasonografía en explotaciones comerciales posee una sensibilidad y especificidad del 95% y un valor predictivo del 98% (Taveme et al., 1985).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en la Estación Experimental “Tunshi”, de propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, localizada en el Km. 12 de la vía Riobamba – Licto, Provincia de Chimborazo. La prueba obtuvo una duración de 120 días distribuidos en la aplicación de las Hormonas, prácticas de observación, chequeo y determinación de la preñez.

#### CUADRO 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TUNSHI

---

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
Temperatura	°C.	13.15
Humedad Relativa	%	66.25
Precipitación	Mm	558.6

---

**FUENTE:** Estación Meteorológica ESPOCH (2003).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la presente investigación se utilizaron 12 vacas mestizas con una edad promedio de 3 años, sin considerar el número de partos, provenientes de la hacienda Tunshi FCP - ESPOCH.

## **C. EQUIPOS, MATERIALES E INSTALACIONES**

Los principales materiales, equipos e instalaciones empleados para el desarrollo de la investigación fueron los que se detallan a continuación:

- Corral.
- manga de manejo.
- Hormonas.
- Jeringuillas descartables.
- Agua.
- Jabón.
- Pistola de inseminación artificial.
- Termo de nitrógeno.
- Termo de descongelamiento.
- Termómetro.
- Pajuelas de semen.
- Porta pajuelas.
- Corta pajuelas.
- Guantes ginecológicos.
- Vainas descartables.
- Catéteres.
- ultrasonido.
- Guantes.
- Recipientes.

## **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los tratamientos para la presente investigación, consistieron en la aplicación de CIRDS + estrógenos y GnRh + prostaglandinas + GnRh en vacas que estuvieron con un promedio de 45 días post parto (T1 y T2, respectivamente) y su efecto sobre el apareamiento del estro, bajo un plan experimental simple con 6 vacas (repeticiones), por cada tratamiento, sin testigo.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables que se analizaron para la evaluación del efecto de los tratamientos fueron:

- Porcentaje de celos en cada uno de los tratamientos.
- Intervalo tratamiento – estro (horas).
- Porcentaje de concepción a los 30 días (ultrasonido).
- Porcentaje de concepción a los 60 días (% de muerte embrionaria).
- Porcentaje de vacas vacías.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

En la presente investigación se utilizó estadística descriptiva, para lo cual se calculó:

6. Promedios y desviaciones estándar.

7. Distribución de frecuencias.
8. "t Student".
9. Distribución Chi – cuadrado.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Se estableció un estricto control mediante el uso de registros, inmediatamente después del parto con el propósito de detectar cualquier disturbio, como retenciones placentarias, partos distócicos metritis, etc.

Con un promedio de 45 días post parto, las hembras fueron evaluadas de acuerdo a la condición corporal y se sometieron a la evaluación de la actividad ovárica de forma manual y con ultrasonido, 8 días antes las vacas con actividad ovárica fueron sometidas a los tratamientos. A seis de ellas se les aplicó el progestágeno CIDR (que no es más que un cuerpo lúteo artificial), vía vaginal donde permaneció 9 días, luego se retiró y el día 10 se aplicó GnRH. Para estimular la ovulación, el día 11 se les inseminó sin detectar celo (a tiempo fijo).

Las 6 vacas siguientes fueron inyectadas con GnRH, después de 7 días se aplicó la  $PGF_2\alpha$  y el día 10 se inyectó GnRH para ser inseminadas el día 11 a tiempo fijo. Aquellas vacas que repitieron el celo se las volvió a inseminar. El diagnóstico de la preñez se lo realizó a los 45 días para lo cual se utilizó el ultrasonido.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados experimentales de la aplicación de CIDR y GnRH evaluados en vacas Holstein Mestizas a los 45 días  $\bar{X}$  postparto se detalla en el Anexo 1 y 2.

En el (anexo 1), se puede observar las fechas en que se efectuaron los diversos tratamientos iniciándose con la colocación del CIDR como primer tratamiento, luego en el segundo tratamiento se aplicó las inyecciones de GnRH, para conforme la existencia del celo franco en las hembras bovinas proceder a inseminar con lo cual luego del chequeo ginecológico se determinó la preñes de 4 vacas preñadas aplicándose CIDR y 3 con la aplicación de GnRH. Lo datos obtenidos se los tabuló en el (anexo 2), en el cual se presenta un resumen de las variables en estudio: Intervalo tratamiento -estro, intervalo parto - servicio, e intervalo parto – concepción en los dos tratamientos (CIDR y GnRH).

##### **A. PRESENTACION DEL CELO**

En el (anexo 3), se registra los resultados experimentales en los cuales se determinó que las hembras bovinas tratadas con CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto presentaron el celo aproximadamente a las 25 horas con un rango de 27 horas y una desviación estándar de 10 horas; a diferencia de las vacas que fueron evaluadas con GnRH a los 45 días  $\bar{X}$  post parto, las cuales reportaron la

presencia del estro a las 27.3 horas, con un límite de 22 a 48 horas y una desviación estándar de 10.15 horas.

El análisis de frecuencia (cuadro 5), reporta que el 83.33% de las vacas aplicadas CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto, presentaron celo entre las 18 y 24 horas luego del tratamiento, a diferencia del resto el 16.67% correspondieron a las hembras que registraron celo entre las 25 y 48 horas; las bovinas que se les aplico el tratamiento con GnRH a los 45 días  $\bar{X}$  post parto, presentaron similar tendencia al anterior tratamiento con un 83.33% de vacas que presentaron celo luego de aplicarse el tratamiento y el inicio del celo entre las 18 y 24 horas, y el 16.67% reportaron la presencia de celo entre 25 y 48 horas.

La prueba "t student" (anexo 3), determino que la diferencia de 2.33 horas entre los dos promedios en los tratamientos aplicados fue no significativa ( $P < 0,05$ ); este comportamiento nos demuestra que las hormonas al haber sido colocadas en el misma época post parto las horas menores la reporto el tratamiento con CIDR y las mayores el tratamiento con GnRH, es decir se registra diferencias numéricas pero no estadísticas. Comparando lo registrado por Vivanco (2003), el cual manifiesta que aplicando PGP2 a los 40 y 50 días post parto en vacas mestizas holstein se presenta el celo a los 40 días entre las 70 y 215 horas y a los 50 días entre los 216 y 361 días los mismos que son superiores a los reportados en la presente investigación.

La variabilidad de los dos tratamientos es mínima con (0.15 horas) en referencia a sus desviaciones estándar. Ortiz (1992), manifiesta que utilizando

**Cuadro 5. PRESENTACION DEL CELO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS  
BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A  
LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO.**

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA N°	%
T- CIDR	18	24	5	83,33
	25	48	1	16,67
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			25,00 10,00	

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA N°	%
T- GnRH	18	24	5	83,33
	25	48	1	16,67
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			27,33 10,15	

$t_{cal} = -0,373 < t_{cal\ 0.05} = 2.571$  ( no significativo  $P > 0,05$ )



prostaglandinas a los 15 y 25 días post parto se logra la presencia de celo en vacas Holstein a los 46.7 y 70 horas más tardío que el presente estudio.

Vivanco (2003), reporta que fisiológicamente la presencia de celo puede ser determinante para mejorar el intervalo de generación; no obstante hay que tomar en cuenta algunos otros factores como son la producción láctea de la hembra, su estado de nutricional y el grado de fertilidad que pueden manifestar las vacas, ya que muchas veces la sola presencia del celo no es indicativo de fertilidad, ya que existe la probabilidad de estros falsos, los mismos que al inseminar o decidir la monta puede terminar en un desperdicio de recursos.

Espinosa (1992), indica que el intervalo tratamiento de PGF2 alfa y la presencia de estros es de 70 a 77 horas luego del tratamiento, aunque no todas las hembras presentaron celo, por lo que se realizo otra dosificación llegando al 87.5% de hembras en celo.

## **B. INTERVALO DE DÍAS PARTO- SERVICIO**

Es el período comprendido entre el parto y el servicio, los principales resultados se describen en el (anexo 4), el tratamiento correspondiente a la aplicación del CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto presentó un rango de 24 días, con un límite de 37 y 61 días y un promedio de 51,16 días, con una desviación estándar de 10.30; en vacas tratadas con la aplicación de GnRH se registró 54,33 días en promedio con una desviación 10,07 y un rango de 26días con un limite entre 39 y 65 días abiertos como mínimo y máximo respectivamente. Los

valores que reporta esta investigación son superiores e inferiores de acuerdo al tratamiento investigado por Vivanco (2003), el cual registra valores superiores con un promedio de 48,38 días abiertos a los 40 días post parto de aplicado el tratamiento e inferiores los registrados a los 50 días post parto con 62,63 días promedio.

Respecto a la evaluación de la frecuencia (Cuadro 6), en los intervalos partos servicios en el cual el tratamiento aplicando CIDR con un 33% de las vacas Holstein Friesian mestizas presentaron un intervalo parto servicio de 35 a 44 días, el 16,67% entre 45 a 54 días y finalmente el 50 % con un periodo más amplio entre 55 a 65 días, con un número de animales de 2, 1, y 3 respectivamente en su frecuencia. En el tratamiento aplicando GnRH con un 16,67% de las vacas presentaron un intervalo entre 35 y 44 días, un 16,67% entre 45 y 54 días y finalmente el 66,67% de las vacas registraron un intervalo parto servicio entre 55 y 65 días.

La prueba "t student" (anexo 4), registrò una diferencia de 3,17 días entre los dos promedios, en los tratamientos aplicados no existió significancia estadística ( $P < 0,05$ ). En comparación de los promedios en los días abiertos entre los dos tratamientos la variabilidad es de 0,23 días en referencia a sus desviaciones estándar.

En el (gráfico 2), se puede apreciar el comportamiento de las vacas en el intervalo parto servicio tratadas con CIDR y GnRH aplicados a los 45 días post parto en promedio

**Cuadro 6. INTERVALO PARTO - SERVICIO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH.**

TRATAMIENTO	INTERVALO PARTO SERVICIO ( Días )		FRECUENCIA	
			N°	%
T- CIDR	35	44	2	33,33
	45	54	1	16,67
	55	65	3	50,00
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			51,17 10,30	

TRATAMIENTO	INTERVALO PARTO SERVICIO (Días)		FRECUENCIA	
			N°	%
T- GnRH	35	44	1	16,67
	45	54	1	16,67
	55	65	4	66,67
			6	100
PROMEDIO ± DESVIACION ESTANDAR			63,75 9,36	

Tcal = 0.754 < tcal 0.05 = 2.571 ( no significativo P>0,05)



Gallegos de la Hoya (1989), indica que el registro para el primer servicio luego del parto en su estudio fue de  $64,4 \pm 3,7$  días.

Ortiz (1992), probando de igual manera prostaglandinas en vacas de similar línea genética obtuvo períodos de 39,4 y 50,6 días aplicando a los 15 y 25 días los tratamientos, evidentemente la involución uterina fue un tanto más rápida que las obtenidas en la presente investigación.

A diferencia de lo reportado por Vivanco (2003), el cual reporta una media de 46,90 días  $\pm 5,13$  en vacas tratadas a los 40 días post parto con prostaglandinas y 60,10 días con una desviación de  $\pm 6,21$ , valores que son menores a los reportados en esta investigación.

### **C. INTERVALO DE DÍAS ABIERTOS**

El número de días abiertos o el intervalo entre el parto y el inicio de la gestación y sus resultados se los describe en el (anexo 5); en donde el tratamiento aplicando CIDR presentó una media de 63,75 días de intervalo con un rango de 20 días y un límite mínimo de 53 y un máximo de 73 días y una desviación estándar de  $\pm 9,35$ , en cambio las vacas tratadas con GnRH reportaron un promedio de 66,00 días con un rango de 17 y un límite mínimo de 57 y máximo de 74 días, con una desviación de  $\pm 8,54$  en el intervalo parto gestación días.

El análisis de frecuencias (cuadro 7), en el tratamiento aplicando CIDR

**Cuadro 7. INTERVALO DE DIAS ABIERTOS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GNRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO	DIAS ABIERTOS		FRECUENCIA	
			N°	%
T- CIDR	24	35	3	75,00
	36	48	1	25,00
			4	100
PROMEDIO			63,75	
± DESVIACION ESTANDAR			9,36	

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA	
			N°	%
T- GNRH	24	35	2	66,67
	36	48	1	33,33
			3	100
PROMEDIO			66,00	
± DESVIACION ESTANDAR			8,544	

$t_{cal} = 0.754 < t_{cal} 0.05 = 2.571$  ( no significativo  $P > 0,05$ )



obtuvo que el 75% de las hembras lograron intervalos menores entre (24 y 35 días), y el 25% restante tuvieron de 36 a 48 días abiertos. Por su parte las hembras tratadas con GnRH a los 45 días post parto reportan un 66,67% entre 24 a 35 días abiertos y el restante 33,33% con días abiertos de 36 a 48 días.

El análisis de la prueba "t student" (anexo 5), reporta que en los promedios analizados no existió diferencias estadísticas, es decir la diferencia que se presentó de 2,25 días entre los dos tratamientos fue evidente numéricamente pero no estadísticamente, lo que comprueba que los días de aplicación post parto es un factor decisivo en la reducción del tiempo de servicio que los diferentes productos a aplicarse con lo cual se ratifica con lo registrado por Vivanco (2003) el cual manifiesta que a mayor tiempo de aplicado los tratamientos se alarga el período de servicio de las vacas.

En el (gráfico 3), se ilustra la información descrita anteriormente, observándose los mayores y menores intervalos de días abiertos en los rangos descritos.

Stevenson (1993), reporta intervalos de días abiertos de  $97 \pm 7,0$ , a diferencia lo que registra Ortiz (1992), probando prostaglandinas alfa a los 15 y 25 días de aplicado los tratamientos logra  $39,7 \pm 1,53$  y  $56 \pm 8,5$  días abiertos respectivamente.

Kiracofe (1980), manifiesta que el intervalo de días abiertos se puede extender cuando existen problemas nutricionales y patológicos e incide directamente en el intervalo de generación.

#### D. TASA DE CONCEPCION

Esta variable en estudio nos demuestra la efectividad de los tratamientos aplicados en las hembras bovinas mestizas Holstein, los cuales se resumen en el (cuadro 8), en donde se presentan los resultados de la evaluación de la tasa de concepción a los 30 días y en el (cuadro 9) la tasa de concepción a los 60 días.

De los resultados analizados con la aplicación de CIDR, se determinó que existió un 66,67% de vacas gestantes y un 33,33% vacías (gráfico 4), luego del tratamiento hormonal, en tanto que con la aplicación GnRH se obtuvo un 50% de vacas gestantes y un 50% de vacas vacías, notándose que el mejor tratamiento en lo que se refiere a la tasa de concepción resultó el aplicando CIDR.

Gallegos (1989), manifiesta que las bovinas lecheras requieren de al menos 40 días para completar la involución del útero, para que los celos provocados mediante la sincronización sean efectivos

El comportamiento fue analizado mediante la distribución Chi- Cuadrado (cuadro 8 y 9), en donde se pudo determinar que en la aplicación con CIDR el  $X^2 = 0,66$  fue menor que el  $X^2$  tabular (3,84 al 0,05), en tal virtud las tasas de concepción esperadas no difieren estadísticamente, en tanto que para el tratamiento aplicando GnRH el  $X^2 = 1,5$  similar al tratamiento anterior en donde el  $X^2$  tabular (3,84 al 0,05) es mayor que el calculado, con lo que las

**Cuadro 8. TASA DE CONCEPCION 30 DIAS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO VARIABLES		CONCEPCION	
		N°	%
T- CIDR	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	4	66,67
	VACIAS	2	33,33
T- GnRH	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	3	50,00
	VACIAS	3	50,00

$$X^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} + \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} = \frac{(4 - 6)^2}{6} + \frac{(2 - 0)^2}{0} = 0,66$$

$X^2 = 0,66$  menor que  $X^2 \text{ tab } 0,05 = 3.84$  no es significativo CIDR

**Cuadro 9. TASA DE CONCEPCION 60 DIAS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO	VARIABLES	CONCEPCION	
		N°	%
T- CIDR	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	4	66,67
	VACIAS	2	33,33
T- GnRH	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	3	50,00
	VACIAS	3	50,00

$$X^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} = \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} = \frac{(3 - 6)^2}{6} + \frac{(3 - 0)^2}{0} = 1,5$$

$X^2 = 1,50$  menor que  $X^2 \text{ tab } 0,05 = 3.84$  no es significativo GnRH



cantidades de vacas preñadas son iguales en número a las vacas vacías, finalmente por cuanto los valores calculados son menores a los valores tabulares de chi- cuadrado, por lo que no es significativo estadísticamente ambos tratamientos.

## **E. EVALUACION ECONOMICA**

En base a gastos realizados en la aplicación del CIDR, GnRH, chequeos, compra de pajuelas y otros materiales usados en esta investigación se reporto que el costo vaca gestante con el tratamiento aplicando CIDR a los 45 días  $\bar{X}$  post parto es de 25,17 dólares. Aplicando GnRH a los 45 días promedio post parto de igual manera se registró un gasto de 26,17 dólares, se dice entonces que el tratamiento, más económico y mejor para la sincronización de celo es aplicando el CIDR.

**Cuadro 10. RESUMEN DE GASTOS EN LA UTILIZACION DE CIDR EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$  POST PARTO.**

	<b>CANTIDAD ANIMAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>COSTO UNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
# VACAS	6			
VACAS GESTANTES	4			
IMPLANTES CIDR	1	6	6,2	37,2
GONADOTROPINA	(5ml)	6	3,2	19,2
PAJUELAS	1	7	4	28
JERINGAS	1	6	0,25	1,5
GUANTES	1	20	0,2	4
CATETER	1	7	0,16	1,12
I. A.	1	7	5	35
CHEQUEO	1			25
<b>TOTAL COSTO</b>				<b>151,02</b>
<b>COSTO / VACA</b>				<b>25,17</b>

**Cuadro 11. RESUMEN DE GASTOS EN LA UTILIZACION DE GnRH EN  
VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$   
POST PARTO.**

	CANTIDAD ANIMAL	TOTAL	COSTO UNIDAD	TOTAL
# VACAS	6			
VACAS GESTANTES	3			
GnRH	(5ml)	12	3,2	38,4
Prostaglandina	(2ml)	6	3,75	22,5
PAJUELAS	1	7	4	28
JERINGAS	1	12	0,25	3
GUANTES	1	20	0,2	4
CATETER	1	7	0,16	1,12
I. A.	1	7	5	35
CHEQUEO	1			25
<b>TOTAL COSTO</b>				<b>157,02</b>
<b>COSTO / VACA</b>				<b>26,17</b>

## V. CONCLUSIONES

En base a los resultados alcanzados en la presente investigación podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de las hormonas CIDR y GnRH a los 45 días promedio post parto, influyen positivamente en la fisiología reproductiva de la hembra, ya que se produjo la inducción del estro-celo en un 100% de Vacas Holstein mestizas.
2. El 83.33% de las hembras tratadas con CIDR y GnRH aplicadas a los 45 días promedio post parto presentaron el celo entre las 18 y 24 horas. El 16.67% de las vacas en los dos tratamientos registraron el celo entre las 25 y 48 horas posteriores a la aplicación del tratamiento.
3. Con la administración de CIDR a los 45 días promedio post parto se determinó un período de días al parto servicio de  $51,16 \pm 10,30$  días, mientras que en el tratamiento con GnRH después de su aplicación de  $54,33 \pm 10,07$  días sin que exista diferencias estadística en los dos promedios.
4. El intervalo de días abiertos (parto-concepción), reporta que al aplicarse CIDR se obtuvo valores de  $63,75 \pm 9,35$  días y aplicando GnRH se registró  $66 \pm 8,54$  días abiertos, sin que exista diferencias estadísticas.

10. La tasa de concepción aplicando CIDR es superior a la del tratamiento aplicando GnRH, presentando los siguientes valores de 66,67% y 50% respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En virtud de los resultados alcanzados en la presente investigación, se puede recomendar lo siguiente:

1. Aplicar hormonas tanto CIDR como GnRH a los 45 días promedio post parto ya que estimulan la presencia del estro en vacas Holstein mestizas hasta un 100% y en cortos periodos de tiempo (horas).
2. utilizar el implante CIDR, debido a que se obtiene un mayor porcentaje de vacas gestantes.
3. Realizar un chequeo minucioso tanto sanitario, reproductivo y alimenticio de las hembras a evaluarse, antes de la aplicación de cualquier hormona, para evitar la presencia de factores como metritis, endometritis o abortos provocados por otras enfermedades.
6. Utilizar un semen de calidad en la inseminación, para garantizar un mayor porcentaje en la tasa de concepción en vacas tratadas.
7. Deberá existir toros para repase, siempre que se utilice sincronizadores de celo esto para reducir el costo por vaca preñada, además para aprovechar los celos posteriores a la inseminación.

## VII. LITERATURA CITADA

19. ACELERATED GENETICS. 2002 Sincronización de Estros, programas de sincronización. <http://www>. Sincronización estro. Htm#II.
20. BASURTO, C.H. 1997, Sincronización del estro en bovinos del trópico. Memorias del Curso de Farmacología y su Aplicación en la clínica Bovina. Colegio de Médicos Veterinarios Zootecnistas del D.F. México.
21. BEARDEN, H. Y FUQUAY, J. 1982, Reproducción Animal Aplicada. Edit. El manual moderno, S.A. de C.V. México.
22. DE LA SOTA RL, Domínguez G., Lares S., Migliorisi L. 2001, Resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne, Memorias del Seminario Internacional Tópicos Selectos en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Colombia-Universidad de los Llanos. Colombia.
23. GALINA, C. Y SALTIEL, A. 1995 Reproducción de Animales Domésticos, Edit. Limusa S.A. México .
24. GUTIERREZ, J. 1990. Fisiología de la Reproducción y reproducción animal aplicada, Universidad Autónoma de Chihuahua, escuela de zootecnia, Chihuahua México.
25. HAFEZ, E. 2000. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. 7<sup>a</sup> Edition. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. 4<sup>a</sup> ed. Edit. Interamericana , Mexico.

26. HANSEL, W. Y CONVEL , 1993. Physiology of the estrous cycle, J Animal. Science.
27. NOAKES, D, 1999, Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno. 3 edc. México DF.
28. STEVENSON, J. 1983. Influence of early estratus, ovulation and insemination on fertility in pos – partum Holstein cow Theriogenology.
29. TRUJILLO, R. Manual de Biología y Reproducción de los animales domésticos. Volumen 1 Edit. Pedagógica Freire. Riobamba – Ecuador.
30. UNGERFELD, R. 2002 Reproducción en los Animales Domésticos Tomo I y II. Edit. Melibea, Montevideo – Uruguay.
31. VARGAS, J. 2003, Curso Intensivo de Inseminación Artificial Bovina, Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), Centro de Desarrollo Genético y Capacitación (GENES), Quito – Ecuador.
32. <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/reproduccion/R82006.html>.
33. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/pit/capacpit.htm>.
34. <http://babcock.cats.wisc.edu/spanish/de/pdf/09s.pdf>,
35. [http://html.rincondelvago.com/ciclo-estral\\_eficiencia-reproductiva-de-los-bovinos.html](http://html.rincondelvago.com/ciclo-estral_eficiencia-reproductiva-de-los-bovinos.html)
36. <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt0412/texto/fertilidad.htm>

## **ANEXOS**

**Anexo 1. REGISTRO DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE CIDR y GnRh A LOS 45  
PROGRAMA DE BOVINOS DE LECHE DE LA FCP - ESPOCH**

<b>TRATAMIENTO CON CIDR A VACAS CON 45 DIAS <math>\bar{X}</math> POST PARTO</b>					
<b>Vaca Número</b>	<b>Fecha chequeo</b>	<b>Fecha Tratamiento I</b>	<b>Fecha Tratamiento II</b>	<b>Fecha I Inseminación</b>	<b>Fecha II Inseminación</b>
367	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
218	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
352	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
314	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
157	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04
359	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04

<b>TRATAMIENTO CON GNRH A VACAS CON 45 DIAS <math>\bar{X}</math> POST PARTO</b>					
<b>Vaca Número</b>	<b>Fecha chequeo</b>	<b>Fecha Tratamiento I</b>	<b>Fecha Tratamiento II</b>	<b>Fecha Tratamiento III</b>	<b>Fecha I Inseminación</b>
366	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
242	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
274	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
355	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
372	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04
310	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04

**ANEXO 2 TABULACION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES EN F  
EVALUACION**

No.	Intervalo tratamiento estro Horas		Intervalo parto Servicio (días)	
	CIDR	GnRh	CIDR	GnRh
<b>1</b>	45,00	23,00	61,00	46,00
<b>2</b>	24,00	24,00	42,00	63,00
<b>3</b>	22,00	48,00	59,00	55,00
<b>4</b>	21,00	23,00	48,00	39,00
<b>5</b>	18,00	24,00	37,00	58,00
<b>6</b>	20,00	22,00	60,00	65,00
<b>Suma</b>	150,00	164,00	307,00	326,00
<b>Media</b>	25	27,33	51,17	54,33
<b>Desviación</b>	10	10,15	10,30	10,07

**Anexo 3. INTERVALO DEL TRATAMIENTO A LA PRESENTACION DEL CELO (HORAS) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRh. A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo tratamiento estro (horas)	
	T. CIDR	T. GnRh
1	45	23
2	24	24
3	22	48
4	21	23
5	18	24
6	20	22

Estadísticas	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	6	6
Media	25,0000	27,3333
Error Típico	4,0825	4,1446
Mediana	21,5000	23,5000
Moda	18,00	23,00
Desviación estándar	10,0000	10,1522
Varianza de la muestra	100,0000	103,0667
Curtosis	5,185	5,887
Rango	27,00	26,00
Mínimo	18,00	22,00

Máximo	45,00	48,00
Suma	150,00	164,00
Cuenta	6	6

---

## 2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)

ESTADISTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Observaciones	6	6
Media	25,0000	27,3333
Varianza de la muestra	100,0000	103,0667
Coefficiente de correlación	-0.154	
Diferencia hipotetica medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.373	
P (T<=t) una cola	0.37	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.73	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

---

**Anexo 4. INTERVALO DE DÍAS (PARTO – SERVICIO) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL CIDR Y GnRh A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo parto servicio (días)	
	T. CIDR	T. GnRh
1	61	46
2	42	63
3	59	55
4	48	39
5	37	58
6	60	65

ESTADÍSTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	6	6
Media	51,1667	54,3333
Error Típico	4,206	4,1123

Mediana	53,5000	56,5000
Moda	37,00	39,00
Desviación estándar	10,304	10,0731
Varianza de la muestra	106,1667	101,4667
Curtosis	-2.11	-0.888
Rango	24,00	26,00
Mínimo	37,00	39,00
Máximo	61,00	65,00
Suma	307,00	326,00
Cuenta	6	6

---

## 2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)

ESTADADISTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Observaciones	6	6
Media	51,1667	54,3333
Varianza de la muestra	106,1667	101,4667
Coefficiente de correlación	-0.126	
Diferencia hipotetica medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.507	
P (T<=t) una cola	0.316	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.634	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

---

**Anexo 5. INTERVALO ENTRE PARTO - CONCEPCION (DÍAS ABIERTOS)  
EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA  
APLICACIÓN DEL CIDR Y GnRh A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST  
PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo parto concepción (días)	
	T. CIDR	T. Ngr.
1	73	57
2	53	74
3	70	67
4	59	-
5	-	-

6

-

-

<b>ESTADISTICAS</b>	<b>T. CIDR</b>	<b>T. GnRh</b>
Número de observaciones	4	3
Media	63.75	66,00
Error Típico	4,679	4,932
Mediana	64,50	67,00
Moda	53,00	57,00
Desviación estándar	9,358	8.544
Varianza de la muestra	87.583	73.00
Curtosis	-3.631	
Rango	20,00	17.00
Mínimo	53,00	57,00
Máximo	73,00	74,00
Suma	255,00	198,00
Cuenta	4	3

## 2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)

<b>ESTADISTICAS</b>	<b>T. CIDR</b>	<b>T. GnRh</b>
Observaciones	4	3
Media	63.75	66,00
Varianza de la muestra	87.583	73.00
Coefficiente de correlación	-0.05	
Diferencia hipotetica medias	0.00	

Grados de libertad	5.00
Estadístico t	-0.19
P (T<=t) una cola	0.377
Valor crítico de t ( una cola)	2.01
P (T<=t) dos colas	0.754
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57

---

**Cuadro 1. DURACIÓN DEL CICLO ESTRAL EN LAS ESPECIES ZOOTÉCNICAS**

<b>ESPECIE</b>	<b>Duración del Ciclo Estral (días)</b>	<b>VARIACIÓN</b>
Bovinos lecheros	18-24	84%
Oveja (Merino)	16-19	85%
Cabra (Angora)	21 -24	80%
Cerda	18-23	75%
Yegua	13-25	78%

---

Fuente: Gutiérrez, J. (1990)

**Cuadro 2. PRIMER ESTRO POST PARTO.**

<b>ESPECIE</b>	<b>Días después del parto y rango</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Bovinos lecheros	33 ±18	En caso de parto normal
Bovinos de carne	54-84	La lactancia alarga la presentación del celo
Yegua y Burra	7-10 (80% de los casos)	En este caso hay ovulación pero fertilidad muy baja.
Cerda	Puede presentar estro a 2 días post-parto.	No hay ovulación, el estro normal reincide después del destete.
Oveja	20-30	No hay anestro lactacional

Fuente: Gutiérrez, J. (1990)

**Cuadro 3. VARIACIÓN DEL % DE PREÑEZ.**

<b>Detección de celos %</b>	<b>Concepción %</b>	<b>Preñez %</b>
90	90	81
49	90	44
49	49	24
100	49	49

Adaptado de: de la Sota, RL et al.

**CUADRO 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TUNSHI**

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
Temperatura	°C.	13.15
Humedad Relativa	%	66.25
Precipitación	Mm	558.6

**FUENTE:** Estación Meteorológica ESPOCH (2003).

**Cuadro 5. PRESENTACION DEL CELO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO.**

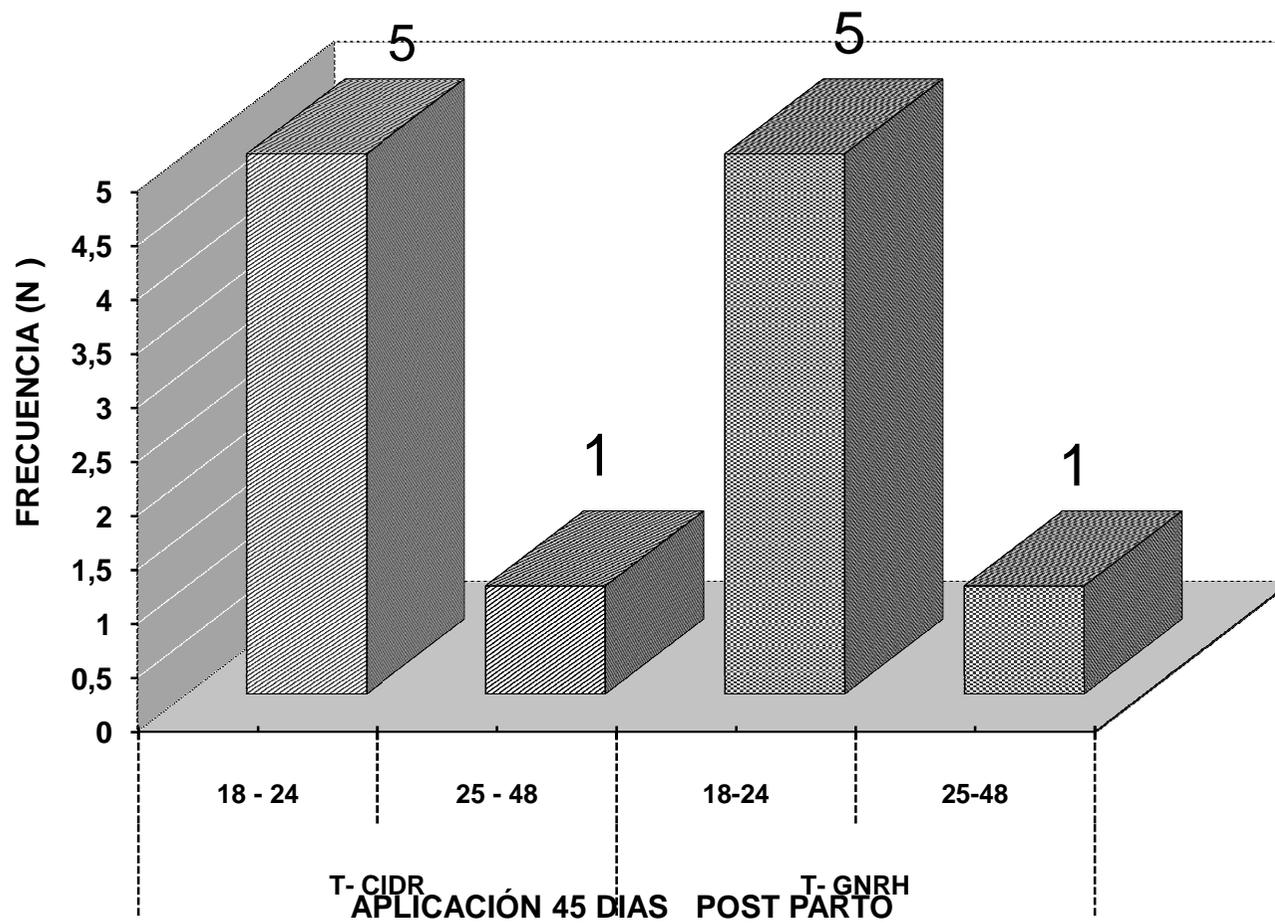
TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA N°	%
T- CIDR	18	24	5	83,33
	25	48	1	16,67
			6	100
PROMEDIO			25,00	
± DESVIACION ESTANDAR			10,00	

---

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA N°	%
T- GnRH	18	24	5	83,33
	25	48	1	16,67
			6	100
PROMEDIO			27,33	
± DESVIACION ESTANDAR			10,15	

---

$t_{cal} = -0,373 < t_{cal} 0.05 = 2.571$  ( no significativo  $P > 0,05$ )



**Gráfico 1. FRECUENCIA DE PRESENTACION DE CELO SEGÚN EL INTERVALO EN HORAS PARA VACAS BAJO EL EFECTO DE CIDR Y GnRH.**

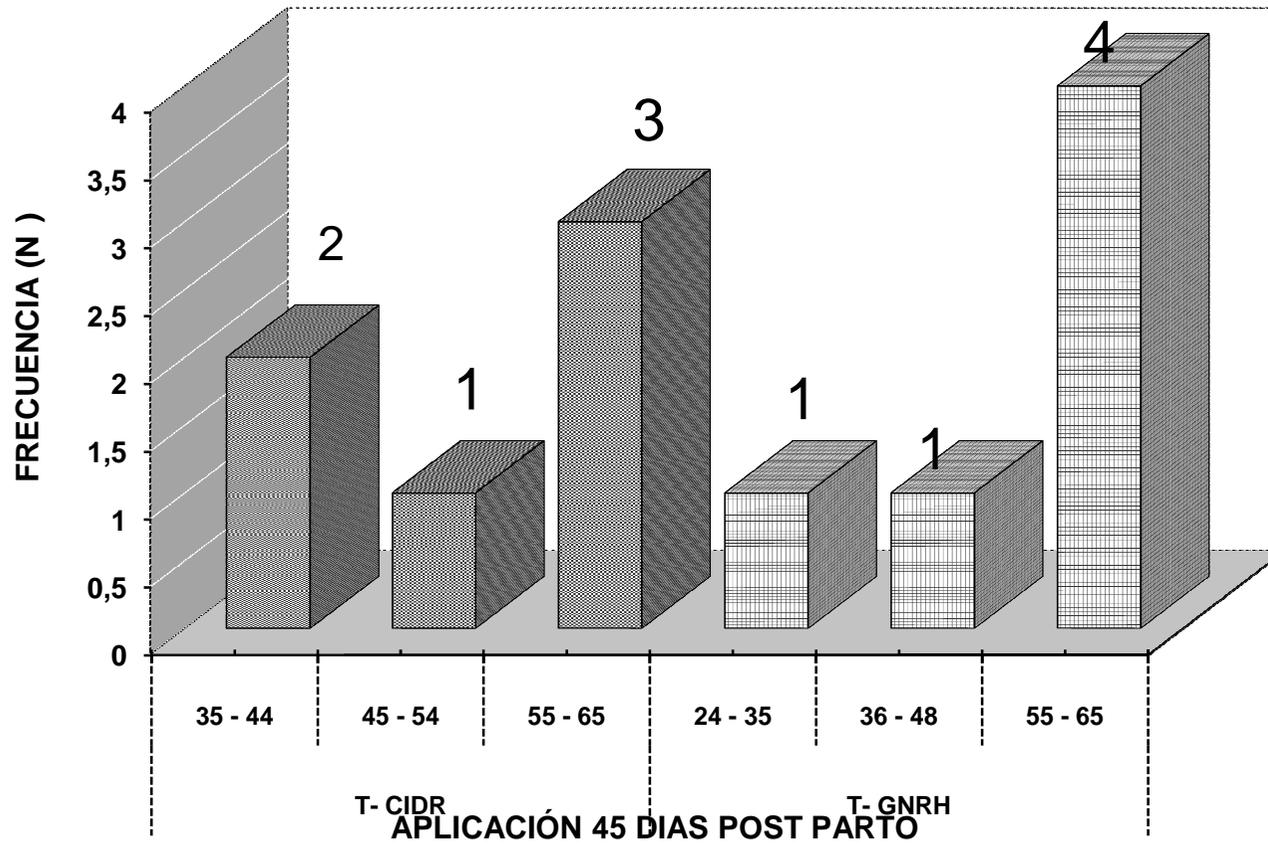
**Cuadro 6. INTERVALO PARTO - SERVICIO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH.**

TRATAMIENTO	INTERVALO PARTO SERVICIO ( Días )		FRECUENCIA	
			N°	%
T- CIDR	35	44	2	33,33
	45	54	1	16,67
	55	65	3	50,00
			6	100
PROMEDIO			51,17	
± DESVIACION ESTANDAR			10,30	

TRATAMIENTO	INTERVALO PARTO SERVICIO (Días)		FRECUENCIA	
			N°	%
T- GnRH	35	44	1	16,67
	45	54	1	16,67

	55	65	4	66,67
			6	100
PROMEDIO			63,75	
± DESVIACION ESTANDAR			9,36	

$t_{cal} = 0.754 < t_{cal} 0.05 = 2.571$  ( no significativo  $P > 0,05$ )



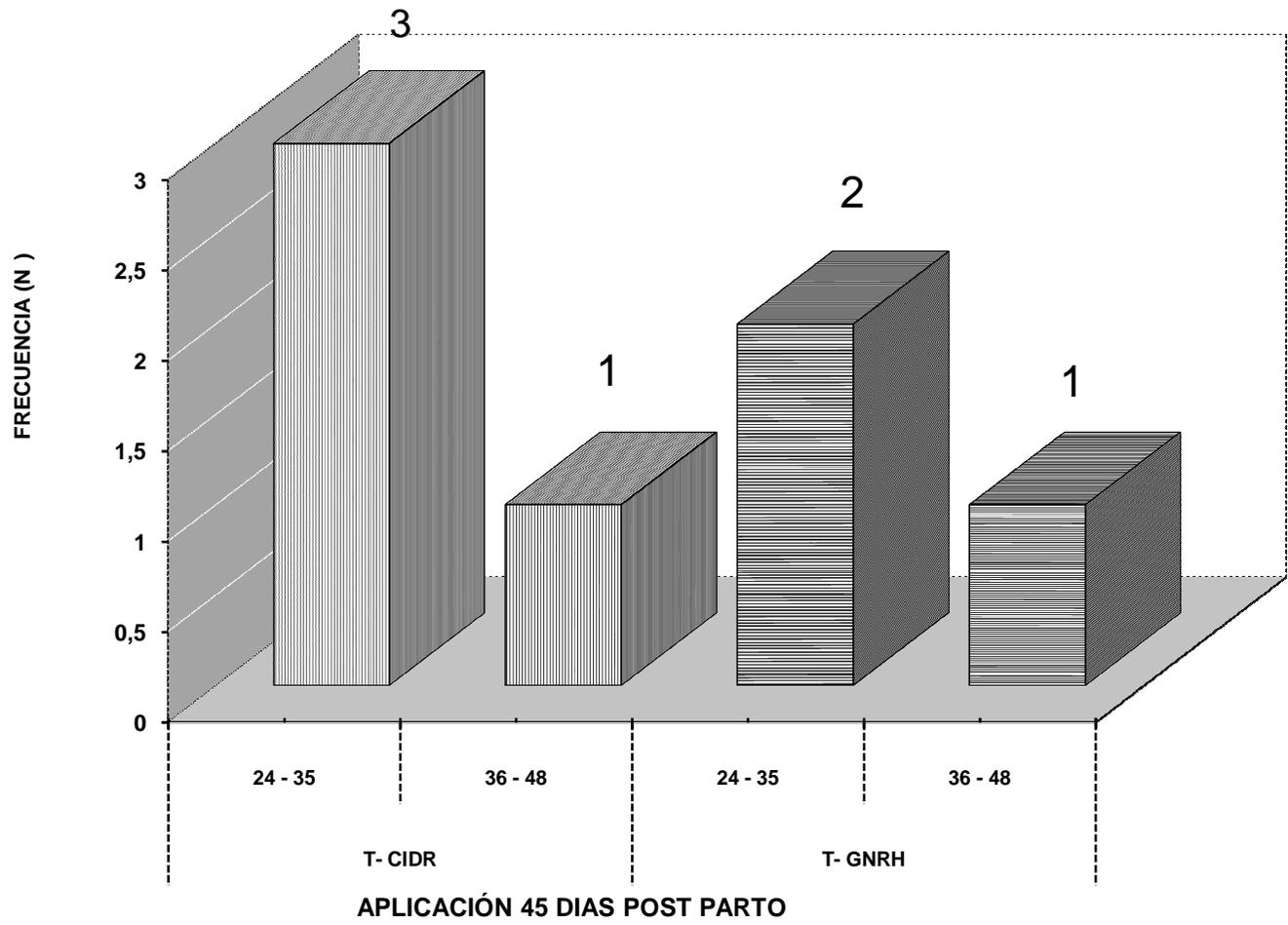
**Gráfico 2. FRECUENCIA DEL INTERVALO PARTO – SERVICIO DIAS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE CIDR Y GnRH**

**Cuadro 7. INTERVALO DE DIAS ABIERTOS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GNRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO	DIAS ABIERTOS		FRECUENCIA	
			N°	%
T- CIDR	24	35	3	75,00
	36	48	1	25,00
			4	100
PROMEDIO			63,75	
± DESVIACION ESTANDAR			9,36	

TRATAMIENTO	HORAS INICIO CELO		FRECUENCIA	
			N°	%
T- GNRH	24	35	2	66,67
	36	48	1	33,33
			3	100
PROMEDIO			66,00	
± DESVIACION ESTANDAR			8,544	

$t_{cal} = 0.754 < t_{cal\ 0.05} = 2.571$  ( no significativo  $P > 0,05$ )



**Gráfico 3. FRECUENCIA DE LOS INTERVALOS DE DÍAS ABIERTO PARA VACAS BAJO EL EFECTO DE CIDR Y GnRh APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$  POST PARTO.**

**Cuadro 8. TASA DE CONCEPCION 30 DIAS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO	VARIABLES	CONCEPCION	
		N°	%
T- CIDR	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	4	66,67
	VACIAS	2	33,33
T- GnRH	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	3	50,00
	VACIAS	3	50,00

$$X^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} = \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} = \frac{(4 - 6)^2}{6} + \frac{(2 - 0)^2}{0} = 0,66$$

$X^2 = 0,66$  menor que  $X^2 \text{ tab } 0,05 = 3,84$  no es significativo CIDR

**Cuadro 9. TASA DE CONCEPCION 60 DIAS EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRH A LOS 45 DIAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

TRATAMIENTO	VARIABLES	CONCEPCION	
		N°	%
T- CIDR	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	4	66,67
	VACIAS	2	33,33
T- GnRH	SERVICIOS	6	100,00
	GESTACIONES	3	50,00
	VACIAS	3	50,00

$$1,5 \quad X^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} + \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} = \frac{(3 - 6)^2}{6} + \frac{(3 - 0)^2}{0} =$$

$X^2 = 1,50$  menor que  $X^2 \text{ tab } 0,05 = 3.84$  no es significativo GnRh

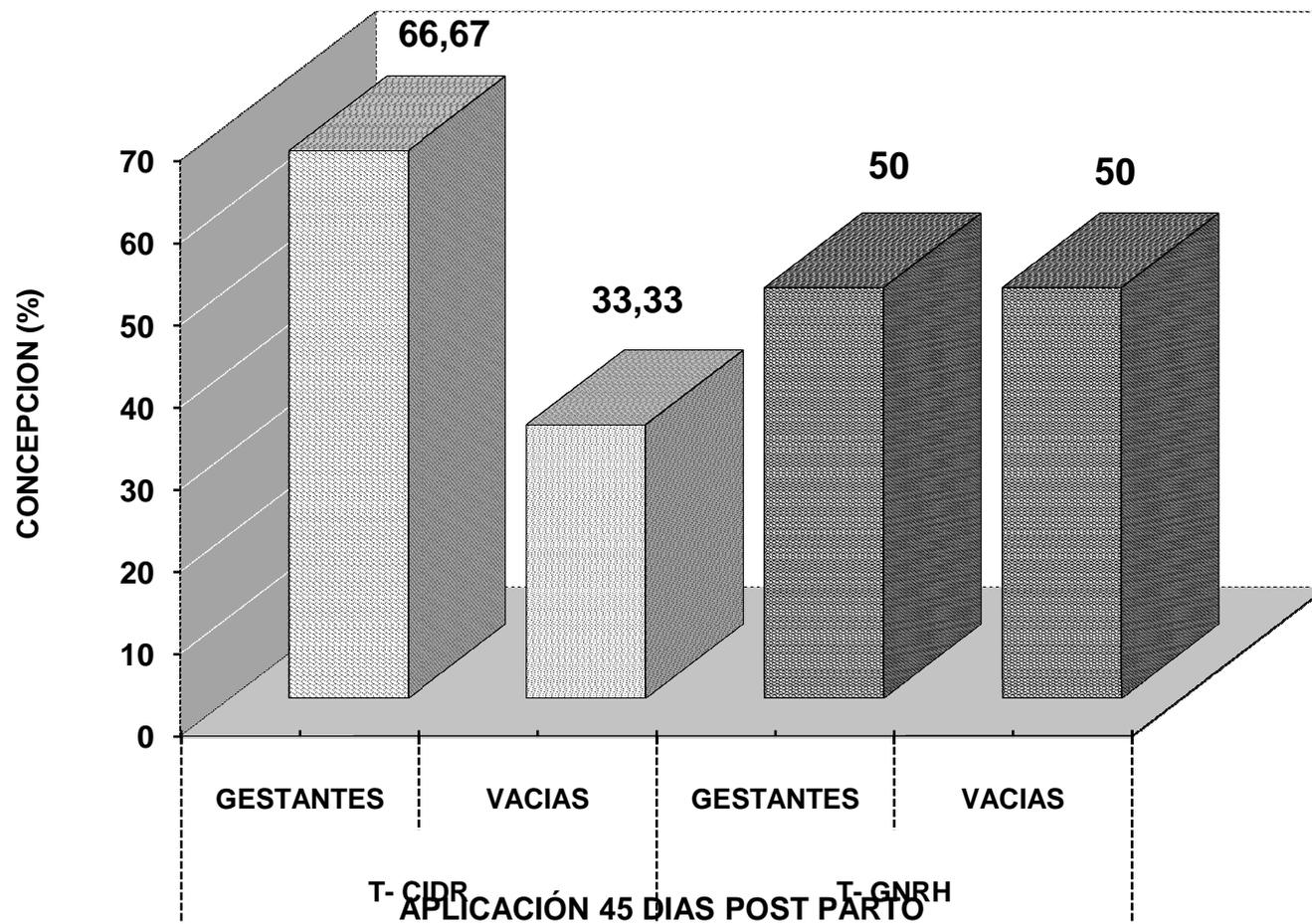


Gráfico 4. TASA DE CONCEPCION EN VACAS BAJO EL EFECTO DE CIDR Y GnRh APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$  POST PARTO

**Cuadro 10. RESUMEN DE GASTOS EN LA UTILIZACION DE CIDR EN VACAS  
HOLSTEIN MESTIZAS APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$  POST  
PARTO.**

	<b>CANTIDAD ANIMAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>COSTO UNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
# VACAS	6			
VACAS GESTANTES	4			
IMPLANTES CIDR	1	6	6,2	37,2
GONADOTROPINA (5ml)		6	3,2	19,2
PAJUELAS	1	7	4	28
JERINGAS	1	6	0,25	1,5
GUANTES	1	20	0,2	4
CATETER	1	7	0,16	1,12
I. A.	1	7	5	35
CHEQUEO	1			25
<b>TOTAL COSTO</b>				<b>151,02</b>
<b>COSTO / VACA</b>				<b>25,17</b>

**Cuadro 11. RESUMEN DE GASTOS EN LA UTILIZACION DE GnRH EN  
VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICADAS A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$   
POST PARTO.**

	<b>CANTIDAD ANIMAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>COSTO UNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
# VACAS	6			
VACAS GESTANTES	3			
GnRH	(5ml)	12	3,2	38,4
Prostaglandina	(2ml)	6	3,75	22,5
PAJUELAS	1	7	4	28
JERINGAS	1	12	0,25	3
GUANTES	1	20	0,2	4
CATETER	1	7	0,16	1,12
I. A.	1	7	5	35
CHEQUEO	1			25
<b>TOTAL COSTO</b>				<b>157,02</b>
<b>COSTO / VACA</b>				<b>26,17</b>

**Anexo 1. REGISTRO DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE CIDR y GnRh A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO EN VACAS MESTIZAS  
PROGRAMA DE BOVINOS DE LECHE DE LA FCP - ESPOCH**

<b>TRATAMIENTO CON CIDR A VACAS CON 45 DIAS <math>\bar{X}</math> POST PARTO</b>							
<b>Vaca Número</b>	<b>Fecha chequeo</b>	<b>Fecha Tratamiento I</b>	<b>Fecha Tratamiento II</b>	<b>Fecha I Inseminación</b>	<b>Fecha II Inseminación</b>	<b>CHEQUEO</b>	<b>OBSERVACION</b>
<b>367</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Preñada</b>	
<b>218</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Preñada</b>	
<b>352</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Preñada</b>	
<b>314</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Preñada</b>	
<b>157</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Vacía</b>	
<b>359</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Vacía</b>	

<b>TRATAMIENTO CON GnRh A VACAS CON 45 DIAS <math>\bar{X}</math> POST PARTO</b>								
<b>Vaca Número</b>	<b>Fecha chequeo</b>	<b>Fecha Tratamiento I</b>	<b>Fecha Tratamiento II</b>	<b>Fecha Tratamiento III</b>	<b>Fecha I Inseminación</b>	<b>Fecha II Inseminación</b>	<b>CHEQUEO</b>	<b>OBSR</b>
<b>366</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Preñada</b>	
<b>242</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Preñada</b>	
<b>274</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Preñada</b>	
<b>355</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Vacía</b>	
<b>372</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Vacía</b>	
<b>310</b>	16-Ago-04	22-Ago-04	29-Ago-04	01-Oct-04	02-Oct-04	03-Oct-04	<b>Vacía</b>	

**ANEXO 2 TABULACION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES EN FUNCION DE LAS VARIABLES DE EVALUACION**

No.	Intervalo		Intervalo parto		Intervalo parto	
	tratamiento estro (horas)		Servicio (días)		Concepcion (días)	
	CIDR	GnRh	CIDR	GnRh	CIDR	GnRh
1	45,00	23,00	61,00	46,00	73,00	57,00
2	24,00	24,00	42,00	63,00	53,00	74,00
3	22,00	48,00	59,00	55,00	70,00	67,00
4	21,00	23,00	48,00	39,00	59,00	-
5	18,00	24,00	37,00	58,00	-	-
6	20,00	22,00	60,00	65,00	-	-
<b>Suma</b>	150,00	164,00	307,00	326,00	255,00	198,00
<b>Media</b>	25	27,33	51,17	54,33	63,75	66,00
<b>Desviación</b>	10	10,15	10,30	10,07	9,36	8,54

**Anexo 3. INTERVALO DEL TRATAMIENTO A LA PRESENTACION DEL CELO (HORAS) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CIDR Y GnRh. A LOS 45 DÍAS  $\bar{x}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo tratamiento estro (horas)	
	T. CIDR	T. GnRh
1	45	23
2	24	24
3	22	48
4	21	23
5	18	24
6	20	22

Estadísticas	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	6	6
Media	25,0000	27,3333
Error Típico	4,0825	4,1446
Mediana	21,5000	23,5000
Moda	18,00	23,00
Desviación estándar	10,0000	10,1522
Varianza de la muestra	100,0000	103,0667
Curtosis	5,185	5,887
Rango	27,00	26,00
Mínimo	18,00	22,00
Máximo	45,00	48,00
Suma	150,00	164,00
Cuenta	6	6

## 2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)

---

<b>ESTADISTICAS</b>	<b>T. CIDR</b>	<b>T. GnRh</b>
Observaciones	6	6
Media	25,0000	27,3333
Varianza de la muestra	100,0000	103,0667
Coeficiente de correlación	-0.154	
Diferencia hipotetica medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.373	
P (T<=t) una cola	0.37	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.73	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

---

**Anexo 4. INTERVALO DE DÍAS (PARTO – SERVICIO) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL CIDR Y GnRh A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo parto servicio (días)	
	T. CIDR	T. GnRh
1	61	46
2	42	63
3	59	55
4	48	39
5	37	58
6	60	65

ESTADÍSTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	6	6
Media	51,1667	54,3333
Error Típico	4,206	4,1123
Mediana	53,5000	56,5000
Moda	37,00	39,00
Desviación estándar	10,304	10,0731
Varianza de la muestra	106,1667	101,4667
Curtosis	-2.11	-0.888
Rango	24,00	26,00
Mínimo	37,00	39,00
Máximo	61,00	65,00
Suma	307,00	326,00
Cuenta	6	6

**2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)**

<b>ESTADÍSTICAS</b>	<b>T. CIDR</b>	<b>T. GnRh</b>
Observaciones	6	6
Media	51,1667	54,3333
Varianza de la muestra	106,1667	101,4667
Coefficiente de correlación	-0.126	
Diferencia hipotética medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.507	
P (T<=t) una cola	0.316	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.634	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

**Anexo 5. INTERVALO ENTRE PARTO - CONCEPCION (DÍAS ABIERTOS) EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL CIDR Y GnRh A LOS 45 DÍAS  $\bar{X}$  POST PARTO**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y ESTADÍSTICAS**

Vacas No	Intervalo parto concepción (días)	
	T. CIDR	T. GnRh.
1	73	57
2	53	74
3	70	67
4	59	-
5	-	-
6	-	-

ESTADÍSTICAS	T. CIDR	T. GnRh
Número de observaciones	4	3
Media	63.75	66,00
Error Típico	4,679	4,932
Mediana	64,50	67,00
Moda	53,00	57,00
Desviación estándar	9,358	8.544
Varianza de la muestra	87.583	73.00
Curtosis	-3.631	
Rango	20,00	17.00
Mínimo	53,00	57,00
Máximo	73,00	74,00
Suma	255,00	198,00
Cuenta	4	3

**2. PRUEBAS DE T STUDENT AL NIVEL (0.05)**

ESTADÍSTICAS	T. CIDR	T. GnRh
--------------	---------	---------

---

Observaciones	4	3
Media	63.75	66,00
Varianza de la muestra	87.583	73.00
Coefficiente de correlación	-0.05	
Diferencia hipotetica medias	0.00	
Grados de libertad	5.00	
Estadístico t	-0.19	
P (T<=t) una cola	0.377	
Valor crítico de t ( una cola)	2.01	
P (T<=t) dos colas	0.754	
Valor crítico de t ( dos colas)	2.57	

---