

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACION  
ARTIFICIAL EN GANADO DE DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN  
DEL SOCONUSCO CHIAPAS.**

**TESIS  
QUE PRESENTA  
ULBER MORALES VÁZQUEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**JUNIO 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACION  
ARTIFICIAL EN GANADO DE DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN  
DEL SOCONUSCO CHIAPAS.**

**TESIS  
QUE PRESENTA  
ULBER MORALES VÁZQUEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**JUNIO 2011**

**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**  
**División de ciencia Animal**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACION ARTIFICIAL EN  
GANADO DE DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO  
CHIAPAS.**

Tesis que presenta:  
Ulber Morales Vázquez

Elaborado bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como  
requisito parcial para obtener el grado de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**



**MVZ. Rodrigo Simón Alonso**

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Coordinación de la División  
de Ciencia Animal



**MC. Juan Luis Morales Cruz**  
Asesor

Torreón, Coahuila, México

Junio 2011

**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**  
**División de ciencia Animal**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACION ARTIFICIAL EN  
GANADO DE DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO  
CHIAPAS.**

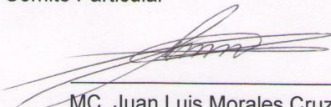
Tesis que presenta:  
Ulber Morales Vázquez

Elaborado bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como  
requisito parcial para obtener el grado de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOTECNISTA**

Comité Particular

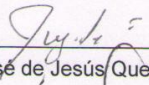
Presidente

  
MC. Juan Luis Morales Cruz


Vocal

  
Dr. Carlos Leyva Orasma

Vocal

  
MC. José de Jesús Quezada Aguirre

Vocal suplente

  
MC. Sergio Ignacio Barraza Araiza

Torreón, Coahuila, México

Junio 2011

## AGRADECIMIENTOS

### *A DIOS*

*Que me dio esta oportunidad tan hermosa de tener esta vida, de estar siempre conmigo y de darme fuerzas para terminar una de mis metas, por cuidarme, guiarme y protegerme.*

### *A MI ALMA TERRA MATER*

*Por ser la universidad que me permitió realizar mis estudios profesionales, por formarme como persona y profesionista, por ser mi segundo hogar, por esto y más te doy las gracias siendo orgullosamente UNBUITRE UL.*

### *A MIS PADRES*

*Sr. Rafael Morales Méndez y la Sra. Margarita Vázquez Cruz Por apoyarme en todo momento, por ser tan buenos padres y amigos. Por todo gracias, los amo. Por haberme dado unos hermanos maravillosos.*

### *A MIS HERMANOS*

*Rafael y Adriana Morales Vázquez por ser tan buenos hermanos, por haberme apoyado siempre. Los amo mucho.*

### *A MI ABUELO*

*El Sr. Rafael Morales Cruz por su apoyo incondicional en toda mi carrera y en todo momento, por confiar en mí, por ser excelente consejero por su cariño y paciencia.*

### *A MI FAMILIA*

*Por apoyarme y estar presente a pesar de la distancia, por darme su cariño y confiar en mí.*

### ***A MIS TIOS***

*El MC. Juan Luis Morales Cruz y la QFB Cristina Esparza Alcalá a sus Padres el Profesor Juan María Morales Cruz y la Sra. Rosa Cruz Ibarra, el Sr José Ángel esparza Lucina Alcalá Rodríguez por haberme recibido en sus hogares, haberme apoyado en todo momento, por haberme impulsado en seguir estudiando, por todo eso y mucho mas les doy las gracias.*

### ***A MIS AMIGOS***

*Por brindarme su amistad y apoyarme siempre, a todos ustedes que han llegado a mi vida en el momento indicado, por los consejos y buenos deseos. Gracias.*

### ***AMIS ASESORES***

*MC. Juan Luis Morales Cruz, Dr. Carlos Leyva Orasma, MC. José de Jesús Quezada Aguirre, MC. Sergio I. Barraza Araiza. Por haberme ayudado en este proyecto y darme la oportunidad de trabajar con ellos.*

*A esa persona tan especial que llegó a mi vida y que se quedó por siempre en mi corazón, por todos los momentos que viví asu lado. Gracias*

## DEDICATORIAS

### *A MIS PADRES*

*Sr. Rafael Morales Méndez y Sra. Margarita Vázquez Cruz.*

*Les dedico este trabajo por ser tan excelentes padres, por darme una buena educación a lo largo de mi vida, por enseñarme a valorar las oportunidades que se presentan en la vida. Por el gran sacrificio que han hecho para sacarnos adelante a mí y a mis hermanos. Yo sé que no ha sido fácil el camino pero hemos podido llegar a la meta. Les dedico mi carrera y de aquí en adelante les dedicare cada uno de mis logros en mi vida profesional. No existen palabras para expresar lo agradecido que estoy con ustedes y sé que con nada les pagare, solo me queda decirles muchas gracias.*

### *A MIS HERMANOS*

*Adriana Morales Vázquez y Rafael Morales Vázquez y su esposa Fabiola*

*Por ser tan buenos hermanos, por estar siempre juntos. Los amo mucho*

### *A MI ABUELO*

*Sr. Rafael Morales Cruz*

*Por su apoyo incondicional, por su cariño y comprensión. Le dedico este logro por que sin él me hubiese sido muy difícil terminar mi carrera. Y sobre todo por confiar en mí. Lo amo abuelito porque me ha demostrado ser una excelente persona. Nunca lo abandonare y no me queda más que tratar de devolver un poquito de lo mucho que usted me ha dado. Muchas Gracias.*

### *A TODA MI FAMILIA*

*Por siempre estar conmigo apoyándome y por creer en mí. Mil gracias*

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	III
RESUMEN .....	IV
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Hipótesis .....	4
1.2 Objetivo General .....	4
<b>II. Revisión de literatura .....</b>	<b>5</b>
2.1 Fases del ciclo estral .....	5
2.2 Etapas del ciclo estral .....	5
2.3 Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral .....	8
2.3.1 Hipotálamo .....	11
2.3.2 Hipófisis .....	11
2.4 Dinámica folicular .....	11
2.4.1 Atresia folicular y apoptosis .....	13
2.5 Formación y activación del cuerpo lúteo .....	15
2.6 Implementación de un programa reproductivo en bovinos de agostadero .....	17
2.6.1 Lineamientos generales para el manejo reproductivo .....	17
2.6.2 Importancia de la reproducción bovina .....	21
2.6.3 Manejo de la alimentación .....	23
2.6.4 Destete temporal del ternero para mejorar los programas reproductivos .....	24
2.7 Implementación de la inseminación artificial mediante métodos hormonales de sincronización .....	26
2.7.1 Ventajas y desventajas de la inseminación artificial .....	28



2.8 Métodos de sincronización de estro y ovulaciones en ganado de agostadero.....	30
2.8.1 Sincronización de estro.....	30
2.8.2 Algunos métodos para la sincronización de la ovulación.....	33
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
3.1 Descripción del área de trabajo .....	41
3.2 Descripción de los animales del experimento.....	41
3.3 Distribución de los animales y materiales utilizados .....	43
3.4 Diseño del experimento .....	44
3.6 Análisis Estadístico .....	46
3.5 Variables analizadas.....	46
<b>IV. Resultados y Discusión .....</b>	<b>47</b>
<b>V. Conclusión .....</b>	<b>54</b>
<b>VI. Literatura citada.....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Experimento en vacas (grupo 1) .....	43
Tabla 2. Experimento en vaquillas (grupo 2) .....	44
Tabla 3. Tasa de concepción de las vacas tratadas y testigos del experimento realizado con vacas en el hato .....	47
Tabla 4 Tasa de concepción de las vaquillas tratadas y testigos del experimento realizado en las vaquillas del hato .....	47

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Influencia de la vaca en la fertilidad de nuestro hato .....	20
Figura 2. Influencia del toro en nuestro hato.....	21
Figura 3. Sincronización de estro con PGF2 $\alpha$ .....	32
Figura 4.- protocolo Ovsynch .....	35
Figura 5.- Protocolo Heatsynch.....	36
Figura 6. Sincronización Selectiva de Estros y Ovulaciones (Selectsynch).....	37
Figura 7. Sincronización coordinada de ovulación e inseminación artificial(Cosynch) .....	38
Figura 8: Tasa de concepción relacionada con la presencia de celo y celo silente al momento de la IATF en los grupos tratados .....	51

## Resumen

### IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACION ARTIFICIAL EN GANADO DE DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO CHIAPAS.

Por:

Ulber Morales Vázquez

El objetivo de este trabajo fue lograr el mejoramiento genético implementando la biotecnología de la inseminación artificial apoyado de algunos protocolos de sincronización de estro midiendo las siguientes variables como son la tasa de concepción y la presencia de celo al momento de la IATF en la región del soconusco, para buscar alternativas de mejoramiento genético.

Para analizar a los grupos de vacas gestantes y vacías, se realizó una comparación de proporciones mediante la prueba de Chi cuadrada ( $X^2$ ) para las variables a analizar del experimento.

Después de analizar nuestros resultados, podemos concluir que:

La inseminación artificial junto con los programas de sincronización de estro aumenta la tasa de concepción en menos tiempo que si estuviera en forma natural. Esto mismo nos ayuda a programar nuestros partos en los ranchos en referencias en la alimentación y precio de la leche que es lo que se busca en este caso. Así mismo tenemos mejores resultados reproductivos.

**Palabras claves:** inseminación artificial, sincronización, tasa de concepción, hormonas y manejo reproductivo.

## I. INTRODUCCIÓN.

La ganadería bovina de doble propósito, es un sistema de producción que basa la alimentación en el pastoreo, utiliza animales cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus*, la ordeña se realiza de manera manual con el apoyo del becerro para facilitar el descenso de la leche. La producción de carne se sustenta por la venta de becerros destetados y vacas de desecho. La leche tiene tres destinos: consumo como leche bronca, elaboración de derivados lácteos y procesamiento en empresas agroindustriales(Pérez, *et al.* 2002).

Se procesa el 50% de la leche generada en este sistema de producción. La industria artesanal absorbe el 70% y el resto la agroindustria para la obtención de leche fluida pasteurizada, leche industrializada y derivados lácteos.

La comercialización consiste en el acopio y distribución de leche. Es importante la participación de acopiadores que revende la materia prima, propiciando que los productos pasen por varias manos antes de llegar al consumidor final.

La problemática en las explotaciones de doble propósito sigue siendo la misma desde hace varios años; se continúa con problemas productivos, reproductivos, climáticos, disponibilidad de forraje, genéticos, de manejo, de alimentación, sanitarios, y económicos; de conservación, transformación y comercialización de los productos; de asistencia técnica, financiamiento y organización de los productores(Pérez, *et al.* 2002).

Es necesario fomentar la organización entre los productores mediante esquemas que propicien su integración a la industria y la utilización de biotecnologías. Se requiere que el productor sea proveedor constante de leche y carne de calidad y que sea beneficiario del valor agregado generado en el procesamiento. Con ello se reduce el “coyotaje”, se contribuye a la estabilización e incremento de los precios y se mejora la comercialización de los productos finales(Pérez, *et al.* 2002).

En México, la ganadería tropical aporta el 19.5% de la leche y el 40% de la carne consumida en el país; de esta cantidad, la mayor parte de leche y aproximadamente el 50% de la carne se producen en la cadena bovinos de doble propósito. Esta cadena productiva se localiza en las costas del Golfo de México y Océano Pacífico, siendo principalmente Veracruz (38%), las Huastecas (19%), Chiapas (16%) y Tabasco (8%), ubicados en la región tropical, que comprende el 25% del territorio nacional (48.8 millones de hectáreas) y concentra el 45% del ganado bovino. (Pérez, *et al.* 2002)

Estudios recientes señalan que el incremento de la producción de leche y carne en el estado de Chiapas obedece al aumento de la superficie de pastizales permanentes, más que al mejoramiento de la productividad de los animales. Es por esta tendencia que surge la necesidad de buscar y utilizar métodos que favorezcan el desarrollo sustentable de los sistemas ganaderos de doble propósito, así como plantear estrategias y tecnologías de producción congruentes con el uso racional de los recursos naturales, que mejoren la eficiencia de los sistemas(Randel, *et al.* 1999).

La I.A. junto con la Sincronización de la Ovulación han demostrado ser una herramienta eficiente y rentable de conseguir un mejoramiento genético en base a una selección minuciosa; dentro de la selección de material genético se buscan cualidades como longevidad, peso al nacer, facilidad de parto, producción de carne, sólidos en leche, producción láctea, etc. Por esto podría pensarse que implementar una biotecnología como la inseminación artificial podría enficientar los índices reproductivos en este ganado. Por otro lado, las vaquillas cruce cebú presentan particularidades en su fisiología reproductiva, lo que motiva una menor respuesta a la sincronización de celo. Es de interés comparar la efectividad de distintos protocolos de sincronización en este tipo de vaquillas, especialmente aquellos que buscan inducir celo en vaquillas peripúberes de tipo cruce cebú. (Randel, *et al.* 1999)

El manejo reproductivo representa una de las actividades más importantes en el ganado bovino, el conocimiento y funcionamiento de la reproducción es decisivo para la economía del productor, por eso es importante en una producción animal obtener una eficiencia reproductiva. Teniendo como objetivo primordial el que cada vaca en edad de reproducirse produzca una cría al año. Si en una explotación se obtiene un bajo porcentaje de pariciones, es obvio que existen problemas reproductivos en el manejo del hato (Cantú, 2006).

El conocimiento y funcionamiento de los parámetros reproductivos son decisivos para la economía del productor, por todo ello es importante para la reproducción animal obtener una buena eficiencia reproductiva, teniendo como objetivo que cada animal en edad de reproducirse produzca el mayor número de crías al año, si en una explotación se obtiene un bajo porcentaje de pariciones, es probable que existan

problemas reproductivos en el manejo del hato, y estos problemas puedan provocar una baja eficiencia reproductiva(Díaz, 2007).

Para lograr una buena eficiencia reproductiva se han utilizado los métodos de inducción y sincronización del estro por medio de productos hormonales y sus análogos, las acciones de las hormonas involucradas y la interacción que entre ellas existe. Es necesario conocer la fisiología de las distintas especies de interés en la reproducción de animales domésticos para la producción de alimentos importantes dentro de la nutrición humana(Díaz, 2007).

Por lo anterior se plantea implementar la IATF en una zona en donde el uso de la biotecnología es poca, tratando de hacer más eficiente la producción animal.

### **1.1 Hipótesis.**

Los protocolos de sincronización de estro y ovulación favorece el uso más efectivo de inseminación artificial en ganado de doble propósito en la región del Soconusco, Chiapas.

### **1.2 Objetivo General.**

Lograr mejoramiento genético implementando la biotecnología de la inseminación artificial.

## II. Revisión de literatura

### 2.1 Fases del ciclo estral.

Galina *et al.*, 2006 menciona que el ciclo estral consta de dos grandes etapas, dependiendo de las estructuras ováricas predominantes: la fase folicular y la fase lútea. La fase folicular inicia con la regresión del cuerpo lúteo y finaliza con la ovulación. Durante esta fase ocurre la maduración folicular, por lo que el esteroide gonadal dominante es el estradiol. La fase lútea se refiere a la etapa del ciclo en la cual se forma y tiene su mayor funcionalidad el cuerpo lúteo, por lo tanto, la hormona dominante es la progesterona.

A su vez estas dos etapas pueden ser subdivididas de acuerdo con las características endocrinas y conductuales que manifiestan los animales en:

- ❖ **Fase folicular:** proestro y estro
- ❖ **Fase lútea:** metaestro y diestro.

### 2.2 Etapas del ciclo estral

#### **Proestro.**

Este período es cuando el cuerpo lúteo entra en franca regresión y empieza a formarse un nuevo folículo, este dura de 3 a 4 días. Este periodo es tras la regresión del CL de la fase anterior y anterior al estro,



durante esta fase el folículo ovulatorio se va a desarrollar más rápidamente, a causa de la disminución de concentración de progesterona ( P4 ) y un aumento en la concentración de Gonadotropina, culminando en el crecimiento acelerado del folículo ovulatorio, con un incremento en las concentraciones de estrógenos ( E2 ), durante esta fase varios folículo pueden desarrollarse, pero solo uno será el seleccionado para ovular ( Folículo Primordial ) este folículo estimulado por FSH y LH producirá E2(Frickeet *al.*, 2001; Beal, 2010).

## **Estro**

En esta etapa la hembra acepta la cópula o la monta de una compañera (o) de hato. Esta conducta es determinada por un incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por un folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. La conducta estral tiene como fin llamar la atención del macho para el apareamiento. Por efecto de los estrógenos la hembra está inquieta, camina más, interactúa con sus compañeras y acepta la monta de otra hembra (conducta homosexual). También los estrógenos provocan turgencia del útero, edema en los genitales externos y producción de moco cervical. La duración del estro es de 12 a 18 h y varía de acuerdo con el tipo de ganado y las condiciones ambientales. La ovulación mantiene una relación temporal constante con el pico de LH; en general, la ovulación ocurre de 28 a 30 h después del pico de LH o, visto de otra manera de 30 a 36 h después del inicio del estro(Hernández,2007).

Beal, 2010menciona que en las razas cebuinasel estrodura + / - 12 a 14 horas, en la Holstein dura + / - de 30 a 36.

## **Metaestro**

El Metaestro es la etapa posterior al estro y tiene una duración de 4-5 días. Durante esta fase ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente aparece el cuerpo hemorrágico, el cual es el cuerpo lúteo en proceso de formación. Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/ml, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral(Hernández, 2007).

## **Diestro**

Esta fase se caracteriza por la presencia y dominio del cuerpo lúteo en el ovario y la producción de progesterona, y está regulada por las secreciones de la glándula pituitaria anterior, útero, ovario y la presencia de un cuerpo lúteo y va desde el día 5 del ciclo estral hasta el día 18 (Rippe, 2009). Durante esta fase, la progesterona alcanza sus máximas concentraciones y ejerce un efecto negativo en la liberación de LH debido a que inhibe la formación de receptores hipofisarios a GnRH, así como la secreción de GnRH.

El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos: entre ellos están el eje hipotálamohipófisis, el ovario y el útero. Las hormonas sirven como mensajeros químicos que viajan por la sangre hacia

órganos y tejidos específicos que contienen receptores para hormonas específicas y que regulan las fases del ciclo estral (Lamb et al., 2009).

### **2.3 Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral.**

Durante su vida reproductiva, las hembras de las especies domésticas presentan ciclos estrales. Estos comprenden una serie de eventos ováricos, endocrinos y conductuales recurrentes que tienen la finalidad de que ocurra la ovulación, el apareamiento y la gestación. Las hembras de las especies domésticas nacen con un número determinado de ovocitos y folículos ováricos, gran parte de los cuales sufrirán atresia y nunca serán ovulados. El desarrollo folicular es un proceso continuo que culmina ya sea con la ovulación del folículo madurado o con la regresión del mismo (Galina et al., 2006).

Un ciclo estral inicia con el momento de receptibilidad sexual o estro y concluye con el siguiente estro. Si después de la copula se logra la fertilización, los ciclos estrales se ven interrumpidos por un anestro fisiológico. En algunas especies esta ciclicidad puede verse bloqueada por la época del año. Adicionalmente, eventos patológicos como infecciones reproductivas, persistencia del cuerpo lúteo, mal nutrición y estrés. Pueden causar la inhibición de los ciclos estrales. (Galina et al., 2006) Según Fricke et al., (2001). El ciclo estral de una hembra se define como el intervalo entre dos ovulaciones y esto varía entre 14 a 25 días para las hembras domésticas utilizadas en la producción animal tradicional como son los bovinos de carne y leche. Varios autores mencionan que la duración promedio del ciclo estral es de 21 días tomando un rango de 17 a 24 días.

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovario. La interrelación entre estos componentes se lleva a cabo a través de la vía neurohormonal, donde la mayor importancia se encuentra en el proceso hormonal. El conocimiento de los procesos neuroendocrinos e interacciones, representa un punto focal mediante el cual el hombre puede influir sobre su entorno económico y social. (Galina et al., 2006)

El sistema endocrino es un sistema de comunicación que tiene por objeto mantener la homeostasis del organismo, promover su desarrollo, crecimiento y reproducción y permitir su adaptación a los cambios en el entorno. Se trata de un sistema de comunicación de tipo inalámbrico, a diferencia del sistema nervioso que es un sistema de comunicación alámbrica. Ambos sistemas de comunicación interactúan entre sí, dando origen al sistema neuroendocrino. (Michael et al., 2004).

Dentro del tema de hormonas que intervienen en la reproducción se cuenta con dos diferentes tipos de estas hormonas hipofisarias y hormonas no hipofisarias.

#### *Hormonas no hipofisarias*

- Estrógenos: Son hormonas producidas por la Teca interna del ovario, responsable de la aparición de manifestaciones sexuales en la hembra durante el Proestro y el estro (Fricke, 2001 y Galina et al, 2006). Según Ahuja, (2003) los estrógenos son hormonas esteroidales que tienen como fuentes principales a las células de la granulosa de los folículos maduros y a la placenta en la gestación

avanzada. Los estrógenos son luteolíticos y se aplican al inicio del tratamiento con progestágenos para inducir o sincronizar celos.

- Progesterona: Son hormonas producidas por la Teca externa del ovario esta aumenta durante el período de gestación la placenta igual la produce pero en menor cantidad (Fricke, 2001 y Galina *et al*, 2006). Según Ahuja, (2003) la progesterona es una hormona esteroidal producida por el cuerpo lúteo. Se presente en la sangre en forma libre y ligada a proteínas, y tiene componentes de desaparición rápida (2 a 3 minutos), media (10 a 28 minutos) y lenta (54 minutos). La progesterona prepara al cerebro para permitir que los estrógenos provoquen comportamiento estral, suprime la secreción de GNRH. Para obtener una función lútea normal subsecuente a la maduración folicular y a la ovulación en respuesta a la aplicación de gonadotropinas.

#### Hormonas hipofisarias

- L. H. Hormona Luteinizante: Se encuentra en niveles máximos al final del estro, esta produce en el lóbulo anterior de la hipófisis. Se usa para inducir la ovulación de folículos maduros.
- FSH: Hormona folículo estimulante: Su función es el crecimiento folicular, esta se produce en el lóbulo anterior de la hipófisis. Se usan para la inducción de estro y súper ovulación.
- Oxitocina: Hormona que tiene como función el de provocar contracciones uterinas así como la bajada de la leche, esta es producida en el lóbulo posterior de la hipófisis y en menor cantidad en CL (Fricke, 2001 y Galina *et al*, 2006).

### **2.3.1 Hipotálamo.**

Forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas o (GnRH); la GnRH se difunde a través de los capilares al sistema hipofisiario y de allí a las células de la hipófisis anterior, en donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisarias Hormona Folículo Estimulante (FSH) y Hormona Luteinizante (LH) entre otras.(Rippe, 2009)

### **2.3.2 Hipófisis.**

Consta de una parte anterior y otra posterior. La hipófisis anterior o adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la Hormona Folículoestimulante(FSH) y la Hormona Luteinizante (LH)cumplen un papel relevante en el ciclo estral. La FSHes la encargada del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la LHes la que interviene en el proceso de ovulación,formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. La hormona oxitocina, que también es producida en elhipotálamo, es almacenada en la adenohipofisis e intervendrá en los procesos de parto, bajada de leche, transporte de espermatozoides en el útero así como en el proceso de luteolisis o ruptura del cuerpo lúteo enel ovario.(Rippe, 2009)

### **2.4Dinámica folicular**

Los folículos son estructuras llenas de fluidos, que contienen los óvulos en desarrollo, durante cada ciclo estral de la vaca se desprenden dos o tres oleadasfoliculares que son un grupo de folículos de unos 4.0 mm debido a la estimulación de la FSH, de los cuales se desarrolla un

folículo dominante que es el de mayor tamaño. Se postula que la esencia de la selección de un folículo dominante es debido a dos vías de acoplamiento funcional entre la evolución de las concentraciones de FSH y el crecimiento folicular (Ginther et al., 2000)

Según un estudio realizado en novillas se dice que existen tres periodos diferentes de desarrollo de folículos dominantes durante un ciclo estral, (celo, principios del diestro y mediados del diestro), y que cada uno de los períodos de crecimiento del folículo dominante tiene tres distintas fases: reclutamiento, selección, dominancia y atresia o la ovulación (Sunderland et al., 1994).

*Reclutamiento.* Durante esta etapa un conjunto de folículos se desarrollan simultáneamente por estímulo de FSH. El tamaño en el que el folículo es dependiente de gonadotropinas y puede ser reclutado varía según la especie (folículo preantral: bovino 4 mm de diámetro). En esta fase inician la secreción de estradiol e inhibina, hormonas que paulatinamente suprimen la liberación de FSH.

*Selección y dominancia.* De acuerdo con la tasa ovulatoria de cada especie, uno o varios folículos se convierten en dominantes y continúan desarrollándose. El folículo dominante bloquea el soporte hormonal para el resto de los folículos que comenzaron su crecimiento, induciendo su atresia y reprimiendo el reclutamiento de una nueva oleada. Esto se logra mediante la disminución de la secreción hipofisiaria de FSH inducida por retroalimentación negativa de estradiol e inhibina que secreta el folículo. Durante el ciclo estral, bajo la influencia de progesterona lútea, se presentan oleadas de crecimiento folicular en las cuales el folículo dominante sufre atresia y se inicia un nuevo reclutamiento. Una vez

que las concentraciones de progesterona disminuyen, el aumento en la frecuencia de secreción de LH es suficiente para que concluya la maduración folicular y se produzca la ovulación (Galina *et al*, 2006).

#### **2.4.1 Atresia folicular y apoptosis**

La atresia folicular es un fenómeno consistente en la pérdida o eliminación de la mayoría de los ovocitos antes de llegar a la ovulación, es un término griego que significa *a* = no, *tresos* = perforación.

En el ovario se distinguen diversas fases de degeneración celular, como la degeneración de células germinales, que ocasiona gran pérdida de ovocitos que se da en el ovario antes del nacimiento y de la degeneración folicular (atresia) en la etapa posnatal (Flores *et al*, 2005).

Como ya se mencionó, el proceso de muerte celular programada es esencial en diversos procesos de diferenciación. En el caso del ovario, tienen un papel fundamental las etapas perinatales y reproductivas en aves, bovinos, ratones, conejos y humanos. En la atresia folicular se han centrado la mayoría de los estudios que aportan evidencias de la importancia de la apoptosis en el ovario, siendo la degeneración específica que ocurre en las células de la granulosa la más estudiada.

En los fenómenos de desarrollo y atresia folicular se encuentran implicados factores reguladores locales, como las hormonas esteroides sexuales, factores de crecimiento y las citosinas, pero también las gonadotropinas hipofisarias FSH y LH. En la presentación del fenómeno de muerte celular programada, las hormonas son de importancia al participar como factores que inhiben o promueven la presentación de



apoptosis que contribuirá a la presentación o ausencia de atresia folicular y es un proceso sistemático de tipo cíclico de muerte celular controlado hormonalmente (Flores *et al*, 2005).

### **Mecanismos reguladores de apoptosis folicular**

Se han considerado hasta el momento tres mecanismos reguladores de apoptosis: a) Apoptosis regulada por hormonas y factores tróficos; b) apoptosis dependiente de p53; c) apoptosis inducida mediante Fas (Flores *et al*, 2005).

### **Apoptosis regulada por hormonas y factores tróficos**

Constituye un conjunto de hormonas y factores que se producen de manera local y son determinantes para iniciar el programa de apoptosis. Tienen un papel muy importante, ya que funcionan como factores de sobrevivencia que evita la apoptosis. En este grupo se encuentran las gonadotropinas FSH y LH, hormonas esteroidales, factores como EGF, FGF e insulina. La respuesta a estas moléculas dependerá necesariamente de los receptores a dichos factores que en ese momento se estén expresando en la célula. Sin embargo, no siempre la célula responderá al estímulo aunque posea el receptor.

Los receptores a estrógenos (RE) y a progesterona (RP) sufren cambios recíprocos en las células de la granulosa, ya que los primeros desaparecen y los segundos reaparecen en el momento del pico de LH en humanos, o bien durante la inducción de la ovulación por la administración secuencial de FSH y hCG en bovinos (Flores *et al*, 2005).

La apoptosis está determinada por la interacción celular, ya que la adhesión célula-célula es esencial en las señales de sobrevivencia de los folículos.

La “N” cadherina es una proteína de adhesión dependiente de calcio que se expresa en las células de la granulosa de folículos en crecimiento y folículos antrales. En los folículos en degeneración hay pérdida de la expresión de la “N” cadherina.<sup>48</sup> Se ha propuesto que la regulación a la baja o la ausencia de la expresión de N-cadherina sea una señal que contribuya a iniciar la apoptosis en las células de la granulosa. La etapa específica de ejecución del programa de apoptosis, independientemente del receptor y el estímulo, convergerán en la mitocondria en donde la familia de genes Bcl-2 tendrá prácticamente la “decisión de vivir o morir”. Dicha decisión a nivel celular dependerá de la expresión de los genes de esta familia, ya que algunos poseen propiedades antiapoptóticas y otras propiedades proapoptóticas. Finalmente, lo que determinará si la célula muere o no será la concentración de cada uno de estos genes; es decir, si existe mayor concentración de los genes de la familia proapoptótica la célula inevitablemente morirá; si el caso es contrario y hay mayor concentración de genes anti-apoptóticos la célula vivirá (Flores *et al*, 2005).

## **2.5 Formación y activación del cuerpo lúteo.**

Díaz,(2007)menciona que durante el ciclo estral de la vaca solo una generación de cuerpos lúteos (CL)está presente en el ovario inmediatamente después de un ciclo precedente, sinembargo, menciona que pueden existir uno o más generaciones de cuerposlúteos.

Además, parece ser que las células del CL tienen dos orígenes, basados sobre observaciones anatómicas e histoquímicas, describió que el CL se origina de la granulosa y de células tecales del folículo preovulatorio. En el diestro el CL alcanza su máximo tamaño, el cual se mantiene a través del metaestro del siguiente ciclo estrual.

Es en el diestro de este segundo ciclo en que el cuerpo lúteo (CL) regresa abruptamente. La regresión coincide con una estrechez de los vasos sanguíneos, dando una apariencia de infiltración leucocitaria, incrementando el contenido de 20 -hidroxiesteroide deshidrogenasa. Cada CL si está presente en un animal que no se ha apareado es referido como CL no funcional, es decir no secreta suficiente progesterona para provocar una reacción química inducida por un mecanismo traumático del endometrio uterino.

Sin embargo, estos CL no son completamente “no funcionales” , desde que la progesterona se secreta el CL del metaestro hasta el diestro; secretando además, cantidades representativas de otro progestágeno, 20 -hidroxiprogestero. Por el contrario, si el animal es apareado (aún con machos infértiles) el útero se estimula para secretar cantidades suficientes de luteotropina para permitir que el CL se mantenga y persista por un número de días para dar paso a una fase lútea típica de los mamíferos. Si el apareamiento es fértil, esta fase lútea permanece por todo el periodo de la preñez.

## **2.6 Implementación de un programa reproductivo en bovinos de agostadero.**

### **2.6.1 Lineamientos generales para el manejo reproductivo.**

Los criterios para establecer un programa reproductivo en una región, obviamente depende del ambiente, y básicamente de dos factores: agua y forraje. Con base en que tanta accesibilidad se tenga a cantidades constantes de agua y con cuanto alimento se puede contar durante el año, es factible establecer programas reproductivos anuales (empadre continuo), o un segundo tipo de programa, que se basa en tener el nacimiento de las crías en determinada época del año (empadre estacional). Sin embargo, es importante enfatizar que el técnico encargado de diseñar un programa reproductivo debe de tomar en cuenta no solo la eficiencia reproductiva de las hembras, si no también la sobrevivencia de las crías. Es indispensable que los becerros no sufran los cambios extremos de temperatura y se cuente con el alimento disponible para la madre y, por ende, una buena producción láctea para obtener becerros más grandes y fuertes (Galina *et al.*, 2006).

En los últimos años ha habido grandes avances en el conocimiento de la fisiología reproductiva del bovino, y en especial en el entendimiento del control hormonal de algunos eventos fisiológicos, como el que regula la presentación del estro y de la ovulación. Los factores que intervienen en los problemas de fertilidad de un hato se consideran: 15 % al toro, 10 % a la vaca y un 75 % el medio ambiente entre los que se incluyen en este último, la alimentación así como el desbalance nutricional, la temperatura ambiente, manejo, detección de calores, suplemento de minerales y vitaminas (Ramírez *et al.*, 2008).

Las razas de bovinos y en particular la dedicada a esta práctica en los trópicos, son de baja calidad (preferentemente en ganado cebuino) y con muy poca eficiencia en producción, evaluado esto con parámetros reproductivos y productivos obtenidos en estas zonas y al compararlas con los promedios de producción de razas europeas en los mismos climas y bajo condiciones semejantes generalmente son menos eficientes por lo tanto es necesario buscar mecanismos que permitan dar mejores opciones para este tipo de explotación con las razas cebuinas aprovechando su adaptación al clima (Cutaiia *et al.*, 2006; González *et al.*, 2005).

El 55% de la producción bovina mundial está localizada en los trópicos. Debido a las condiciones extremas de estas zonas los animales *Bos indicus* son los más frecuentemente encontrados (Forero, 2005).

Las características reproductivas de esta especie son diferentes de las reportadas en ganado *Bos taurus* y se caracterizan principalmente por presentar baja eficiencia reproductiva. En México, por ejemplo, se reportan intervalos parto-primer servicio por encima de los 100 días, intervalos parto concepción muy cercanos a los 150 días e intervalos entre partos de más de 450 días, lo que indica que a pesar de manejar sistemas asistidos con Inseminación artificial (IA) y otros adelantos tecnológicos, el rendimiento reproductivo del ganado en el trópico está influido negativamente por factores que impiden la expresión del potencial genético de los animales en las diferentes explotaciones (Forero, 2005).

En diferentes estudios se ha fortalecido el concepto de que el aspecto más débil y que probablemente tiene mayor peso en los parámetros reproductivos mencionados anteriormente es la deficiente

detección de celos en los bovinos tipo cebú explotados en condiciones tropicales. Porcentajes del 36 % en la detección de calores reportados en México, contrastan con datos de explotaciones ubicadas en climas templados cuyos porcentajes varían entre un 40 y un 65 %. Esta baja detección de estros puede ser explicada debido a que el celo en animales tipo cebuino es significativamente más corto y su manifestación es menos evidente e intensa comparada con la reportada para ganado *Bos Taurus* (Forero, 2005).

En la mayoría de los países tropicales existen todavía un elevado porcentaje de programas reproductivos basados en monta natural, sin embargo debido a exigencias productivas la implementación de inseminación artificial (IA) ha aumentado considerablemente en el manejo reproductivo de las ganaderías de carne y doble propósito (Forero, 2005).

### **Fertilidad.**

Antes de implementar un programa reproductivo en cualquier tipo de explotación de ganado bovino se debe conocer los puntos principales que pueden ser un obstáculo durante el esfuerzo por lograr o mantener los parámetros reproductivos ideales de nuestro hato y lograr las metas establecidas en cada uno de las explotaciones ganaderas. Estos puntos son muy importantes ya que es común cometer errores en cada uno de estos puntos. (Galina et al., 2006)

Los factores que intervienen en los problemas de fertilidad de un hato se le atribuyen al toro, a la vaca y al medio ambiente. Sin embargo esta vez nos vamos a enfocar más en la relación que tiene que ver la vaca

y el toro con obtener los parámetros ideales de la fertilidad en nuestro ganado.(Cantú, 2006; Galina et al., 2006; Ramírez et al 2008).

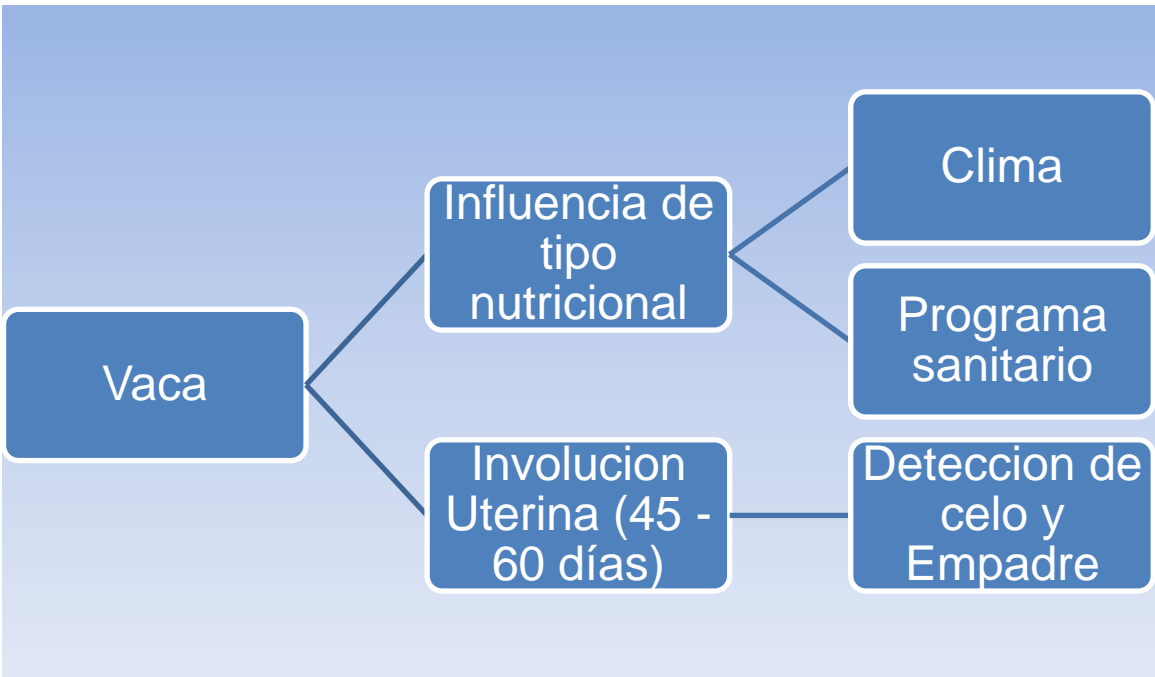


Figura 1. Influencia de la vaca en la fertilidad de un hato

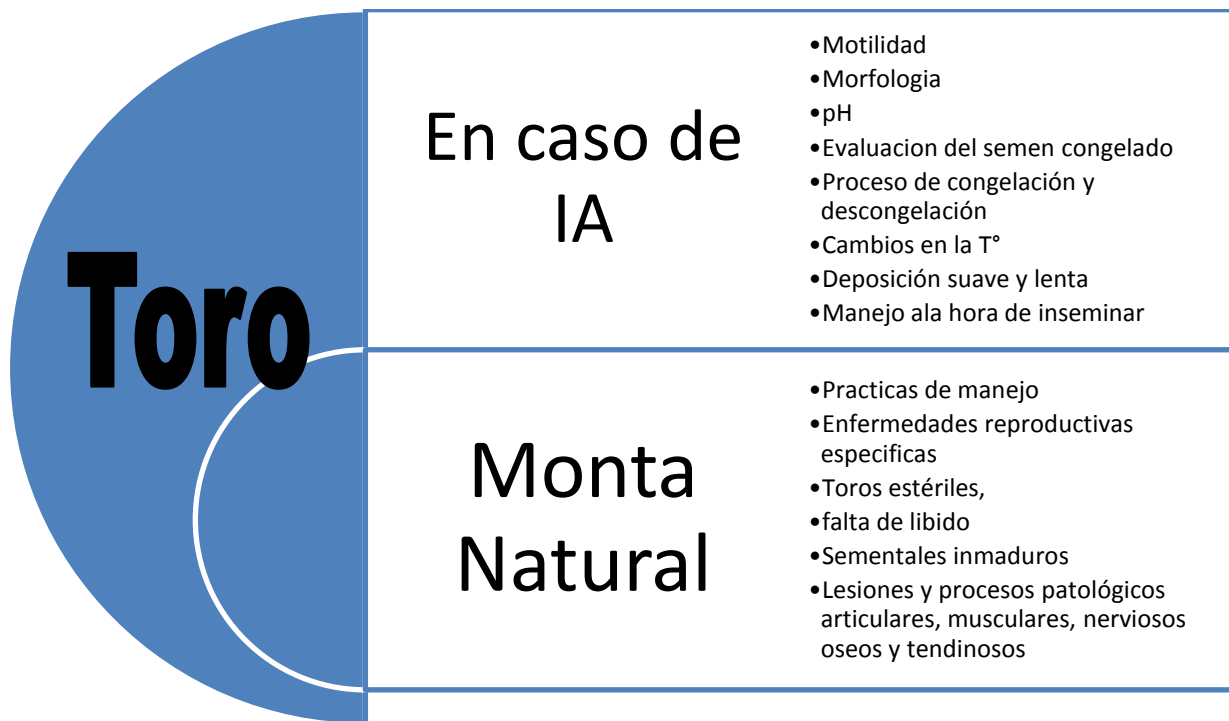


Figura 2. Influencia del toro en un hato.

### 2.6.2 Importancia de la reproducción bovina.

La importancia de la reproducción bovina son las siguientes:

- Incrementa la producción pecuaria y por ende los ingresos.
- Aumento de la fertilidad del hato.
- Desechar animales indeseables e improductivos.
- Conservación de las especies útiles para el hombre.

El conocimiento y funcionamiento de la reproducción es decisivo para la economía del productor, por eso es importante en la producción animal obtener una eficiencia reproductiva, teniendo como objetivo primordial en que cada vaca en edad de reproducirse produzca una cría al año. Si en una explotación se obtiene un bajo porcentaje de pariciones, es obvio que



existen problemas reproductivos en el manejo del hato, lo que ocasiona que se presente una baja capacidad reproductora y deficiente en cualquier explotación de ganado bovino (Silva *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2008).

Existen algunos factores que afectan la capacidad reproductora del hato que influirán para no alcanzar las metas fijadas en cada explotación ganadera entre los que se tienen los siguientes:

- Alimentación deficiente
- Incidencia de enfermedades reproductivas específicas.
- Selección del sistema de empadre inadecuado.
- La proporción vaca/toro inadecuada.
- Retrasos de la pubertad o de la madurez sexual en vaquillas de primera monta o servicio.
- La utilización de toros inmaduros, estériles o falta de libido.
- Falta de habilidad en el manejo de crías y en la producción de vacas.
- Bajas tasas de concepción por problemas congénitos.
- Utilización inadecuada de razas en ciertos ambientes.
- Cambios extremos en la temperatura.
- Falta de un programa preventivo de enfermedades más comunes de la región y de control de parásitos.
- Baja condición del pastizal
- Mal manejo de los animales (Rodríguez *et al.*, 1993; Cantú; 2006; Ramírez *et al.*, 2008).

### **2.6.3 Manejo de la alimentación.**

Está basado en su totalidad a pastoreo con manejo rotacional de potreros durante todo el año, adicionalmente. El recurso forrajero (gramíneas, leguminosas y árboles forrajeros) es fundamental para la alimentación del ganado en los sistemas de producción de agostadero en México.

El alimento más antiguo y natural para el ganado es el pasto. La vaca tiene un rumen que le permite asimilar los nutrientes del pasto sin peligro para su salud. Es el alimento más barato ya que crece rápido y no requiere de terrenos especiales. En ganadería de doble propósito se tiene una marcada dependencia del uso de pastos y cultivos forrajeros sin embargo a pesar de que pastos y forrajes proveen nutrientes a menor costo de los alimentos concentrados, su valor nutritivo es muy variable ya que dependen de numerosos factores, como son; Especie de la planta, clima, estado de madurez, etc. Por tal motivo se tiene que tener presente proporcionar Suplementación a los rumiantes. El sistema de alimentación en la finca es con base de pastoreos en los potreros sembrados con la gramínea (Rodríguez *et al.*, 1993; Cantú; 2006).

Es conocido que los requerimientos nutricionales en las vacas secas pueden ser cubiertos con buenos pastos y suplementos minerales. Por el contrario, en las vacas paridas la demanda de elementos nutricionales incrementa en forma considerable debido a la influencia de los niveles de producción de leche, la continuidad del crecimiento en las novillas primerizas y las pérdidas ocasionada por el traslado y el mantenimiento fisiológico de los animales. Cuando las vacas no poseen suficientes reservas corporales al momento del parto y se continúa con un desbalance

energético negativo desde el inicio de la lactancia, las pérdidas corporales se acentuarán repercutiendo en un prolongado atraso en el reinicio de la ciclicidad reproductiva posparto. Igualmente, en los ovarios de vacas con pobre condición corporal ha sido demostrada una disminución del potencial de fertilidad de los ovocitos recolectados (Botana et al., 2002).

#### **2.6.4 Destete temporal del ternero para mejorar los programas reproductivos.**

Es bien conocido que las vacas que se ordeñan sin ternero ciclan más temprano que aquellas que amamantan sus crías. Este diferencial de comportamiento reproductivo está asociado con un bloqueo en la liberación de la hormona ovulatoria LH, por parte de la hipófisis anterior en las vacas que amamantan. Un destete temporal con la separación total de los terneros durante 3 a 5 días hacia otro lugar, permite que las vacas en anestro reinicien con más rapidez su actividad reproductiva. Esta práctica origina ciertas implicaciones en el manejo de los animales, tal como una dificultad en el apoyo y ordeño de las vacas después del retiro del ternero y la posterior alimentación de las crías durante ese periodo (Esperonet *al.*, 1996).

Los mejores resultados se obtienen cuando se usa la lactancia controlada, que es la restricción, desde el momento del nacimiento del amamantamiento solo unas cuantas horas diarias en vez de que la cría este las 24 horas diarias con la madre. La disminución consecuente de la frecuencia de amamantamiento es el factor determinante para que se reinicie pronto la actividad ovárica posparto y prácticamente no se presenta el anestro lactacional, siempre y cuando la vaca este sana y en buena condición física. Pero lamentablemente en la mayoría de los casos

en las explotaciones de agostadero hay una relación madre - cría durante el día, lo cual vamos a adaptar nuestro programa reproductivo a este tipo de explotaciones(Esperon *et al.*, 1996; Callegas *et al.*, 2007).

La combinación de los métodos hormonales con el manejo de la lactancia en vacas productoras de carne que entran a empadrear con cría mejora los resultados en los programas de sincronización de celos y ovulaciones. El anestro lactacional es de duración variable y depende de varios factores aparte del amamantamiento. El destete suprime este factor inhibitorio de la ciclicidad estral y termina el anestro en caso de no haber otra causa (Callegas *et al.*, 2007).

La causa del anestro lactacional es que el amamantamiento de la cría, además de estimular la liberación de oxitócina por la hipófisis posterior para la bajada de la leche y de prolactina por la hipófisis anterior, induce la secreción de endorfinas en el hipotálamo las cuales inhiben la liberación de GnRH, por lo tanto no habrá liberación de las hormonas folículo estimulantes (FSH y LH) por consiguiente la inhibición de la aparición del ciclo estral. Conforme crece el becerro este comienza a consumir otros alimentos aparte de la leche disminuye el amamantamiento y con él la secreción de endorfinas en el hipotálamo y paulatinamente se quita la inhibición que las endorfinas ejercen sobre el hipotálamo y se liberan GnRH en pulsos cada vez más anchos y frecuentes lo que hacen que se liberen FSH y LH que viajan al ovario para ejercer su función en el ciclo estral, culminando con la ovulación, reiniciando la actividad ovárica posparto (Galina *et al.*, 2006; Callegas *et al.*, 2007).

Como el amamantamiento no es el único factor del anestro lactacional, a veces el reinicio de la actividad ovárica se da hasta el

destete o después del mismo, en ocasiones bastante después debido principalmente a la mala condición física de la vaca por deficiencias nutricionales, infestaciones parasitarias, enfermedades infecciosas o metabólicas (Callegas *et al.*, 2007).

Existen varias prácticas de manejo de la lactancia que pueden usarse para sincronizar o inducir celos. El destete definitivo se hace tradicionalmente a los 7-8 meses de edad de la cría lo cual resulta muy tardío para lograr la meta del intervalo entre partos de un año. Se ha usado el destete precoz a los dos meses que resulta muy efectivo para terminar con el anestro y gestar pronto a las vacas, pero es impráctico pues los becerros deben criarse artificialmente. El destete temporal, que consiste en retirar la cría (con edad de por lo menos un mes de edad) durante 2-4 días tras los cuales se regresa con la madre, es bastante efectivo y solo se requiere atender a los becerros durante unos días. (Galina *et al.*, 2006; Callegas *et al.*, 2007).

## **2.7 Implementación de la inseminación artificial mediante métodos hormonales de sincronización.**

Uno de los principales factores que afectan la reproducción en los bovinos es la falta de detección de celos, una forma de solucionar este problema es sincronizar el momento en que se produce el estro. Durante las tres décadas pasadas varios protocolos de sincronización de celo han sido desarrollados y empleados para la eficacia reproductiva en ganado bovino (Amiridis, 2000).

Controlar el ciclo estral de vacas es una técnica importante en la gestión de las explotaciones para mejorar el desempeño reproductivo. Hay

dos formas para la sincronización del estro, una es utilizar progestágenos para imitar el medio ambiente de la fase lútea y la otra es utilizar PGF2 alfa para inducir el retroceso del cuerpo lúteo. Por lo cual muchos protocolos de sincronización del estro se han desarrollado mediante estas hormonas ya sea solas o en varias combinaciones para controlar la fisiología del ciclo reproductivo y sincronizar el comportamiento del estro (Takenobuet *et al*, 2005). El principal obstáculo en la sincronización del estro y el logro de óptimas tasas de preñez en vacas de carne es la superación del anestro postparto (Larson *et al.*, 2006).

La inseminación artificial es una técnica que permite un mejor uso del material genético de los machos cuyas características zootécnicas son superiores a la mayoría de los animales de su especie. Desde el punto de vista productivo, representa una posibilidad para aumentar la eficiencia en la producción de las especies domesticas (Galina *et al*, 2006).

Para lograr la inducción y sincronización del ciclo estral por medio de productos hormonales, es necesario conocer la fisiología reproductiva de la especie de interés, la acción de las hormonas involucradas y la interacción que entre ellas existe (Galina *et al*, 2006).

La manipulación del estro en los animales domésticos ha avanzado buscando métodos que intentan optimizar los costos, tiempo y porcentajes de fertilidad. Los métodos de sincronización de estros han evolucionado basados en los conocimientos presentes de la endocrinología del ciclo estral y, recíprocamente, estos protocolos han servido como herramientas para ampliar el saber sobre las hormonas reproductivas. Los esquemas que se han desarrollado para sincronizar el estro no solo buscan una

presentación concentrada del estro, sino aumentar la fertilidad por medio de la sincronización del desarrollo folicular (Galina *et al*, 2006).

La gran ventaja que ofrece la inseminación artificial es la incorporación de animales con mérito genético superior, lo que permite lograr el tipo de animal que el mercado demanda, en función de objetivos fijados previamente en cada uno de nuestras explotaciones ganaderas. Es decir, producir el tipo de animal que realmente es útil para cada uno relacionado con los objetivos establecidos. En cuanto a la implementación de la técnica, es prioritario considerar el lote a inseminar y la época de servicio primavera, verano, invierno u otoño (Hafez *et al.*, 2000).

### **2.7.1 Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.**

Según (Galina *et al*, 2006; Ramírez *et al* 2008; Martínez *et al.*, 2002). Las ventajas y desventajas de la inseminación artificial son:

#### a) Ventajas

- ✚ Permite el mejoramiento acelerado, mediante el uso de sementales probados.
- ✚ Mejor utilización del semental, ya que a partir del eyaculado es posible inseminar a varias hembras.
- ✚ Evita la transmisión de enfermedades venéreas.
- ✚ Facilita el transporte y la distribución del semen.
- ✚ Con uso de la inseminación artificial se puede probar rápidamente el potencial productivo y reproductivo de un semental. Este se puede evaluar sobre un grupo de vacas en una sola generación, mientras que por monta

natural se utilizara demasiado tiempo incluso toda la vida del semental.

- ✚ Evita la presencia del macho en el hato y el gasto de su manutención, así como el peligro que representa.
- ✚ Estimula el uso de registros.
- ✚ Facilita la implementación de programas de sincronización y cruzamientos.
- ✚ Posibilita la adquisición de semen de animales valiosos por parte de ganaderos de escasos recursos.
- ✚ pueden servir hembras jóvenes o de talla pequeña por otros grandes o pesados sin temor de lastimarlas o por el contrario, en ocasiones se pueden emplear sementales jóvenes o pequeños de talla para realizar la copula.

#### b) Desventajas

- ✚ Implica un dominio de la técnica.
- ✚ Se requiere detección del estro.
- ✚ Puede diseminar características indeseables.
- ✚ Si no se tiene un buen manejo del termo (nivel de nitrógeno o de la de semen descongelación se puede reducir e incluso llegar a cero el porcentaje de concepción del hato.



## **2.8 Métodos de sincronización de estro y ovulaciones en ganado de agostadero.**

### **2.8.1 Sincronización de estro.**

La sincronización del estro no es un método para aumentar la fertilidad o la producción de crías sino que se usa como un instrumento de gran utilidad para implementar programas de inseminación artificial y/o facilitar el manejo de los animales y agruparlos para darles servicio. El método se puede usar también para programas de servicio con monta natural, con las ventajas de un mejor aprovechamiento de los toros y una concepción más temprana de las hembras (Michael *et al*, 2004).

Los métodos de sincronización de estro han evolucionado basado en los conocimientos presentes de la endocrinología del ciclo estral y, recíprocamente, estos protocolos han servido como herramienta para ampliar el conocimiento sobre las hormonas reproductivas. (Galina *et al* y Valencia, 2006)

La sincronización del ciclo estral se logra con el acortamiento o la extensión de la fase lútea del ciclo. El primero se puede alcanzar con agentes luteolíticos. Los cuales acortan la vida del cuerpo lúteo, y la extensión con progestágenos cuya misión es alargar la vida del mismo. (Galina *et al*, 2006)

La PGF2 $\alpha$ , hormona producida en el endometrio, provoca la regresión del cuerpo lúteo (CL), proceso que marca el fin del diestro y el inicio del proestro. La administración de PGF2 $\alpha$  entre los días 6 y 17 del

ciclo estral produce la regresión del CL y, con ello, la presentación del estro en las siguientes 48 y 144 horas (Hernández, 2007).

La PGF<sub>2</sub> $\alpha$  se utiliza tanto para sincronizar el estro en grupos de vacas como para inducirlo en forma individual en vacas que tienen un cuerpo lúteo. La respuesta de los animales tratados es variable; en vaquillas se puede lograr hasta 95% de efectividad en animales en estro, mientras que en vacas adultas, particularmente vacas en lactación, la respuesta positiva fluctúa entre 45 y 70% (Hernández, 2007).

Esta hormona está disponible comercialmente y muchos estudios han demostrado que el uso de PGF<sub>2</sub> $\alpha$  puede reducir el intervalo entre los ciclos estrales detectado y mejorar la eficiencia de detección del estro. Sin embargo, la PGF<sub>2</sub> $\alpha$  no regresa el cuerpo lúteo temprano (menos de 6 días después del estro); por lo tanto, dos inyecciones de PG F<sub>2</sub> $\alpha$  administradas con diferencia de 14 días se requiere para sincronizar en forma efectiva el estro de vacas en lactancia (Fricke *et al*, 2001).

Se ha llegado a recomendar la inseminación artificial (I.A.) a tiempo fijado después de la última inyección de prostaglandina, pero generalmente se obtiene baja fertilidad. La prostaglandina solo funciona en animales ciclando y con cuerpo lúteo (CL) y son abortivas en animales gestantes (Fricke *et al*, 2001).

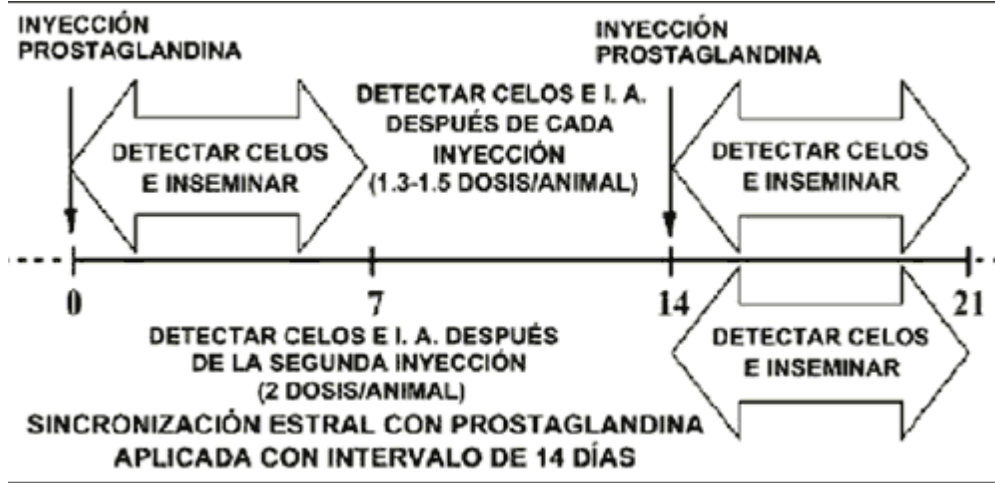


Figura 3. Sincronización de estro con PGF2 $\alpha$  (www.absmexico.com.mx, 2010)

Según Michael *et al*, 2004 y Galina *et al.*, 2006 Desde el punto de vista endocrino, no existen diferencias entre la lutéolisis que ocurre de forma natural y la que es inducida por prostaglandina exógena. Tampoco existe distinción en la intensidad de la presentación de los signos de estro ni en su duración. Sin embargo cuando se utilizan prostaglandinas para sincronizar el estro se observa una gran dispersión de la presentación del estro, debido a la diferencias en la etapa de desarrollo folicular en la que se encuentran los animales tratados, por lo tanto las diferencias temporales descritas en relación con el intervalo entre tratamientos y la presentación del estro son una de las principales razones del fracaso de la inseminación artificial a tiempo fijo después de la sincronización con prostaglandinas. Si el hato está en un estado nutricional de baja energía se reducirá la eficiencia reproductiva en vacas altas productoras con fases de cuerpo amarillo prolongadas.

### **2.8.2 Algunos métodos para la sincronización de la ovulación.**

La sincronización de la ovulación es la técnica que utiliza la aplicación de hormonas que pueden ser estimulantes de la liberación de otras hormonas implicadas directamente en el proceso de la ovulación, o que pueden actuar reemplazando las hormonas que se liberan en dicho proceso. La aplicación de esta técnica permite realizar la I.A. a tiempo fijo sin la necesidad de observar los celos, lo cual sirve como herramienta a los criadores en la optimización del uso de biotecnologías reproductivas como la transferencia de embriones y monta dirigida (Muñoz *et al.* 2004).

Existen hoy numerosos protocolos de sincronización de celos y ovulación y cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas. Es por esto que el médico veterinario debe tener un conocimiento profundo de la fisiología reproductiva del bovino para determinar cuál es el método más adecuado para los distintos ambientes y animales con los que se debe trabajar (Bo, 2002).

Entre otros protocolos podemos mencionar algunos como el, selectsynch, cosynch, ovsynch y heatsynch. Para alcanzar la máxima precisión en la sincronización de la ovulación, es necesario tener recientemente un folículo dominante seleccionado al termino del programa (Fricke *et al.*, 2003; Rabiee *et al.*, 2005).

#### **Ovsynch**

Un programa, conocido con el nombre de GPG u Ovsynch está indicado, principalmente, para vacas lecheras e implica dos inyecciones de un análogo de la GnRH separadas por una única administración de

PGF<sub>2</sub>α. Como en el campo lo más probable es que se use la sincronización en vacas que pueden estar en cualquier fase del ciclo estral, la combinación de la GnRH con las prostaglandinas da lugar a una mayor homogeneidad del estado folicular ovárico en el momento de la inducción de la luteolisis. Como resultado de ello, la precisión con la que el estro puede predecirse tras la luteolisis inducida mediante prostaglandinas y la sincronía del pico de LH se ve mejorada, lo que permite la sincronización del desarrollo folicular y la regresión del cuerpo lúteo. La primera administración de GnRH es proporcionada en un momento aleatorio del ciclo estral y provoca la ovulación o la luteinización de un folículo dominante, si está presente, en alrededor del 85% de las vacas (Pursley *et al.*, 1995).

La capacidad de los protocolos basados en la GnRH-PGF<sub>2</sub>α para sincronizar el estro y la ovulación de forma efectiva depende de la etapa del desarrollo folicular en el momento de la inyección inicial de GnRH. La fertilidad obtenida con el protocolo Ovsynch es mayor cuando las vacas ovulan con la primera inyección de GnRH (Vasconcelos *et al.* 1999) evaluaron la influencia del día de ciclo estral en el que se inicia el protocolo Ovsynch y los porcentajes de gestación en vacas lecheras lactantes a partir de este estudio se puede concluir que los porcentajes de concepción deberían ser mayores cuando el protocolo Ovsynch se inicia entre los días 5 y 12 del ciclo estral.

El ovsynch consiste en una inyección de GNRH dada al azar durante el ciclo estral, que causa ovulación o luteinización del folículo dominante presente en el ovario y sincroniza el reclutamiento de una nueva oleada folicular, 7 días después de la inyección de GNRH, una inyección de prostaglandina F<sub>2</sub>α (PG F<sub>2</sub>α) que induce la regresión del

cuerpo lúteo y permite la maduración final de la sincronización del folículo dominante. En 48 horas después de la inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , una segunda inyección de GNRH que sincronice la ovulación del folículo dominante, que ocurre aproximadamente 28 horas después. La sincronización programada de la ovulación permite una inseminación artificial a tiempo en aproximadamente 16 horas después de la segunda inyección de GRH (Brusveen *et al.*, 2008).

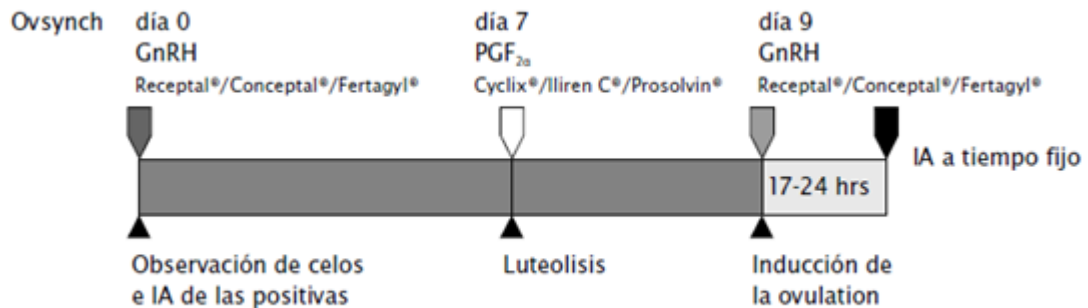


Figura 4.-Protocolo Ovsynch (Ptaszynska, 2007).

### Heatsynch.

En el protocolo heatsynch se sustituye a la segunda GNRH por cipionato de estradiol (ECP) que induce el estro, la oleada preovulatoria de LH, la ovulación y un cuerpo lúteo normal. Esta substitución de estrógeno por la segunda inyección de GNRH es una razón lógica por muchas razones, incluyendo el costo y la inducción de las características estrales normales tales como la secreción mucosa, tono uterino, y comportamiento sexual. El estrógeno aumenta la oleada de LH accionada en el hipotálamo, por la GNRH (Stevenson *et al.*, 2004). Este protocolo consiste en una GNRH en el día cero seguido de una  $\text{PGF}_{2\alpha}$  en el día 7, 24 horas después ECP y se

insemina 48 horas después del ciprotrato de estradiol (Pancarciet *al.*, 2002).

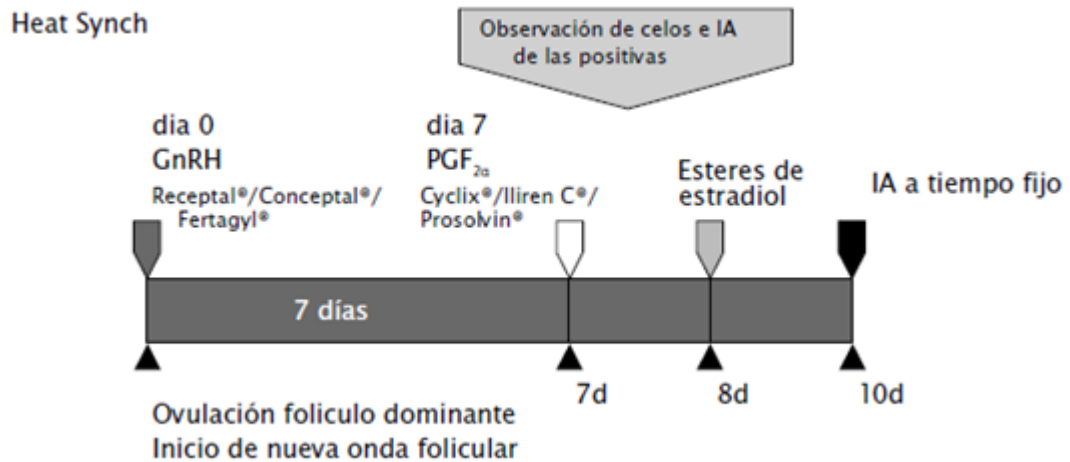


Figura5.-Protocolo Heatsynch (Ptaszynska, 2007).

### Selectsynch.

El método Selectsynch (Selective Synchronization) se desarrolló con base en los resultados obtenidos al inseminar a calor detectado las vacas sometidas a los tratamientos anteriores. El protocolo es: GnRH - (7 días) - PGF2 alfa - I.A. al calor detectado (am-pm). La observación para detección de celos se hace desde 24 - 48 horas antes de la prostaglandina y se continúa por 5 - 7 días. Si hay celo antes de la prostaglandina se debe suspender el tratamiento e inseminar (am-pm). Como algunas hembras no manifiestan el celo después del tratamiento la alternativa para estos casos es la de detectar celos hasta 48 - 60 horas después de la PGF2 alfa, inseminar las que manifiesten celo y las que no lo hicieron se inseminan a las 60 - 72 horas aplicándoles GnRH al momento de la I. A.,

convirtiendo el tratamiento en un Cosynch con unas horas más entre laprostaglandina y el servicio. En la Figura 7 se presentan las dos alternativas de este método (Añez, 2005).

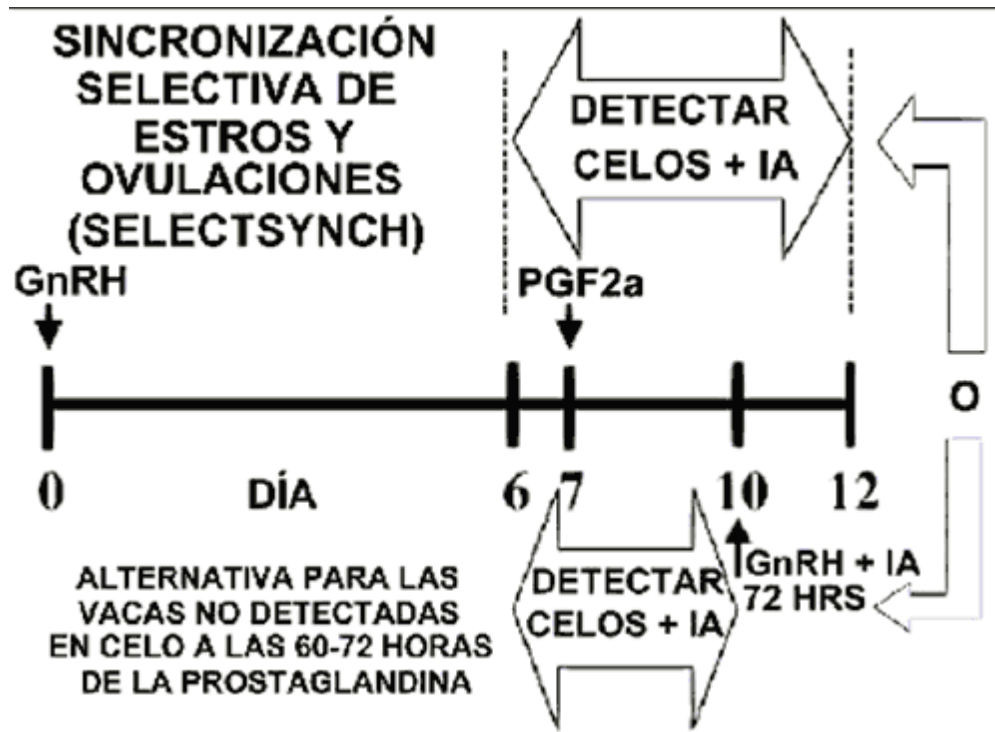


Figura 6. Sincronización Selectiva de Estros y Ovulaciones (Selectsynch). (Cesáreo, 2005).

El Selectsynch es más sencillo y barato que Ovsynch y Cosynch, pues solo 30 - 40% de las vacas reciben la segunda inyección de GnRH, pero requiere detección de celos. La mayoría de las vacas muestran calor 2 - 4 días después de la prostaglandina. Con presentación de celos de 70 - 75% y fertilidad de 60 - 70% (mayor que en los otros métodos por el hecho de inseminar en un mejor momento) se obtiene 45 - 50% de gestación (Cesáreo, 2005).



## Cosynch.

A fin de simplificar un poco el Ovsynch se desarrolló el protocolo Cosynch (Coordinated Synchronization), en el que se reduce de 4 a 3 el número de veces que se maneja el ganado al realizar la inseminación al mismo tiempo que se aplica la segunda GnRH: GnRH - (7 días) - PGF2 alfa - (2 días) - GnRH + I.A. Se usa más en ganado productor de carne, aunque se puede emplear en ganado lechero, con o sin presincronización. Los resultados son similares al Ovsynch, siendo posible obtener 40 - 45% de gestación en ganado de carne. En Ovsynch y Cosynch la fertilidad es mejor con I.A. a calor detectado (am-pm)(Fricke et al., 2003).

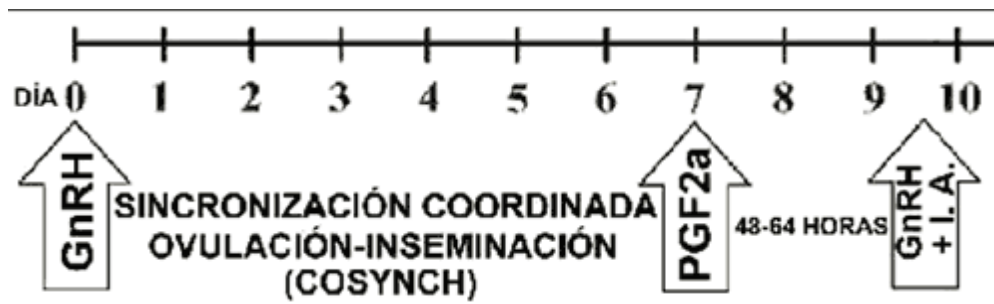


Figura 7. Sincronización coordinada de ovulación e inseminación artificial(Cosynch) (Cesáreo, 2005).

## Sincronización del estro con progestágenos.

Los progestágenos son hormonas esteroides que pueden obtenerse por vía natural (progesterona) o sintética. Su estructura química característica los hace compuestos capaces de ser administrados en forma inyectada (progesterona), incluidos en implantes de silicón (progesterona, norgestomet), en esponjas de liberación

intravaginal(acetato de fluorogestona, acetato de medroxiprogesterona), o por vía oral (allyl-trembolona, acetato de megestrol) (Galina *et al.*, 2006).

El empleo de progestágenos (progesterona o sus análogos) se fundamenta en la acción inhibitoria de la progesterona para la manifestación del celo. Al administrarlos en dispositivos vaginales (durante 7 días), implantes subcutáneos (9 días) o por vía oral (14 días) actúan como un cuerpo lúteo (CL) artificial y mientras ejercen su acción la vaca no manifiesta estro. Al retirarlos permiten la presentación del celo. En animales que están en anestro logran inducir el estro y en animales ciclando funcionan en cualquier etapa del cicloestral. Se puede emplear la inseminación artificial (I.A.) a tiempo fijo después de terminar la administración del progestágeno, pero se obtiene mejor fertilidad si se insemina a celo detectado (am-pm) (Fricke *et al.*, 2003).

En animales que probablemente estén en anestro y en vacas lecheras en producción se recomienda aplicar gonadotropina coriónica equina (eCG o PMSG) al momento de retirar el progestágeno para estimular una mejor respuesta al tratamiento (Fricke *et al.*, 2003).

Diversas investigaciones han revelado que al retirar el dispositivo intravaginal con progesterona hay una inmediata reducción de los niveles de progesterona, esto es uno de los principales determinantes de la inducción de celo dentro de los tres días posteriores que se retira el dispositivo. Sin embargo algunos estudios han demostrado que el momento en que se aplica de tratamiento hormonal influye en la eficacia de los dispositivos con progesterona. El tratamiento con dispositivos intravaginales con progesterona disminuye la presencia de estro cuando se inicia el tratamiento en la fase lútea temprana (Takenobu *et al.*, 2005).

La retención del dispositivo en las vacas es uno de los factores que afecta en el uso de dispositivos intravaginales con progesterona, El porcentaje de pérdidas de dispositivos durante los tratamientos suele ser muy bajo, no debe exceder más del 5 %. Una de las ventajas de los dispositivos intravaginales con progesterona es que pueden ser reutilizados por una o dos ocasiones, ya que liberan cantidades suficientes de progesterona para bloquear la ovulación y sincronizar el estro en forma equivalente a su primer uso (Ryan et al., 1995).

La progesterona del dispositivo, se absorbe a través de la mucosa vaginal, resultando con niveles de plasma de progesterona con suficiente cantidad para suprimir la liberación de LH y FSH del hipotálamo, durante el período recomendado para tratamiento. Este efecto, previene el celo y la ovulación. Retirar el dispositivo de la vaca, permite que la LH impulse su frecuencia para incrementarse, lo que resulta en celo y ovulación del folículo emergente dominante. Estos tratamientos funcionan igualando la función del cuerpo lúteo. Se ha demostrado que los tratamientos con progesterona a largo plazo (18-21 días) resultan con tasas de preñez bajas. Los tratamientos de menor plazo (7-12 días) generalmente den como resultado tasas de preñez aceptables. Desafortunadamente los tratamientos a corto plazo no controlan el ciclo de manera adecuada, ya que si el tratamiento comienza en una etapa temprana del ciclo. El cuerpo lúteo natural puede durar más que el tratamiento con progesterona. Por lo tanto es necesario incorporar un agente luteolítico en los tratamientos de progesterona a corto plazo con el fin de eliminar cualquier cuerpo lúteo existente (Andrew et al; 2004).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 Descripción del área de trabajo.**

La presente investigación se llevó a cabo en distintos agostaderos del municipio de Pijijiapan, Mapastepec y Tapachula que se encuentran localizados en la parte sur del estado de Chiapas, México, comprendido dentro de la región VII, conocida como la región Soconusco. La región de Soconusco se localiza en los 15°19' N de longitud y los 92°44' W de latitud, cubriendo 5.475 km<sup>2</sup> (el 7,2 % del territorio del estado de Chiapas). El Soconusco es la región extremo sudeste del Estado mexicano de Chiapas, comprendida entre la Sierra Madre de Chiapas al norte, el mar Mexicano al sur, fronteriza al este con Guatemala. En Chiapas, limita con los municipios de Siltepec y Motozintla de la Región VII de la Sierra al noroeste, Ángel Albino Corzo, La Concordia y Montecristo de Guerrero en la Región IV Frailesca al norte, y Pijijiapán en la Región IX Istmo-Costa al oeste. Anteriormente el Soconusco estaba integrado por toda la franja costera que hoy tiene el Estado de Chiapas así como una parte de la sierra, cabe señalar que la desintegración del soconusco se debió a la creación de las 9 regiones socioeconómicas del Estado, por lo que el Soconusco después de haber estado integrado por 27 municipios paso a estar constituido por los 16 municipios actuales.

#### **3.2 Descripción de los animales del experimento**

El trabajo se realizó entre los años 2008 – 2011 en la región del Soconusco Chiapas, durante las vacaciones escolares de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Las vacas del hato que se encontraron en producción láctea con más de 90 días postparto, condición corporal de las vacas que oscila en 3 a 3.5 puntos en una escala de 1 a 5 (1=extremadamente delgado, 5 = muy obeso) dependiendo de la época del año con pesos que oscilan entre 400 – 600 kg, multíparas, no gestantes, con estructuras ováricas sugerentes de actividad cíclica, y sin alteraciones anatómicas en el tracto reproductor que pudieran afectar su fertilidad.

Los animales experimentales se mantuvieron en condiciones de libre pastoreo, en praderas de zacate estrella africana, zacate pangola y otros de la región con agua a libre acceso y que fueron suplementadas con sal mineral, melaza, caña de maíz y azúcar, pacas de zacate pangola, pollinaza, maíz molido, silo de maíz y sorgo.

Las vacas del hato que se inseminaron con estro natural y con los protocolos de sincronización de la ovulación e IATF son las que se encuentran en producción.

Las vaquillas tratadas con prostaglandina  $f2\alpha$  y con los protocolos de sincronización de la ovulación e IATF se seleccionarán de edad de 3 a 3.5 años de edad, no gestantes, con estructuras ováricas sugerentes de actividad cíclica, y sin alteraciones anatómicas en el tracto reproductor que pudieran afectar su fertilidad. Las vaquillas seleccionadas presentan una condición corporal de 3 a 3.5 puntos de la misma escala descrita anteriormente con pesos corporales que oscilaran entre 380 – 450 kg. La asignación de grupos (PGF $2\alpha$  y IATF) fue hecha aleatoriamente y la alimentación fue igual que en las vacas.

### 3.3 Distribución de los animales y materiales utilizados

Los animales en este trabajo fueron separados en vacas y vaquillas. Los grupos de las vacas fueron separados en animales inseminados a estro natural y animales tratados con protocolos de sincronización de la ovulación. Las vaquillas están separadas en tratadas con PGF2 $\alpha$  y vaquillas tratadas con protocolos de sincronización de la ovulación.

El total de vacas inseminadas a estro natural son 138 y las inseminadas con protocolos de sincronización de la ovulación fueron 61. Las vaquillas sincronizadas conPGF2 $\alpha$  son 42 y las inseminadas con protocolos de sincronización de la ovulación son 99. Tomando como base la presencia de estro ya que se inseminaron conforme fueron presentando celo, aunque algunas veces se hicieron al azar por motivo del manejo en el rancho como se muestra en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Experimento en vacas inseminadas con estro natural y protocolos de sincronización de la ovulación (grupo 1).

<b>TX</b>	<b>n</b>
<b>Estro natural</b>	<b>138</b>
<b>Protocolos de sincronización de la ovulación</b>	<b>61</b>

Tabla 2. Experimento en vaquillas tratadas con PGF2 $\alpha$  y protocolos de sincronización de la ovulación (grupo 2).

TX	n
<b>Tratadas con PGF2<math>\alpha</math></b>	<b>42</b>
<b>Protocolos de sincronización de la ovulación</b>	<b>99</b>

En este trabajo se usaron hormonas sintéticas descritas a continuación:

- ✚ PGF2 $\alpha$  (Croniben; Biogénesis –Bagó, S.A. de C.V., 2 ml IM (15 mg de D-Cloprostenol).
- ✚ GNRH (GNRH; Sanfer. 2 -2.5 ml IM (Gonadorelina 100  $\mu$ g/ml).
- ✚ Se utilizaron agujas estériles y jeringas dosificadoras.

### 3.4 Diseño del experimento.

Las vacas inseminadas a estro natural no se les dio ningún tratamiento hormonal sólo se limitó a detección de celo y realizar la inseminación artificial al momento de dicha detección siguiendo el protocolo am – pm.

En las sincronizadas con los protocolos de sincronización de la ovulación e IATF el proceso que se sigue es, al día 0 se administra 100  $\mu$ g de GnRH intramuscularmente, al día 7 se 150  $\mu$ g de D-Cloprostenol (PGF2 $\alpha$ ) por la vía intramuscular a cada animal, al día 9 se aplica intramuscularmente por la tarde 100  $\mu$ g de GnRH y se insemina a las 16-24 horas posterior a la GnRH.

El protocolo para las vaquillas sincronizadas con PGF2 $\alpha$  es, al día 0 se aplica 15 mg de D-Cloprostenol (PGF2 $\alpha$ ) se insemina a las vaquillas que presenten estro que por lo general son de 48 – 72 horas post inyección, a los 11 días después de la aplicación de la primera pgf2 $\alpha$  se aplica la segunda pgf2 $\alpha$  a los animales que no presentaron estro a la primera inyección, y se insemina las vaquillas que presenten estro, el celo se comenzó a monitorear a partir de las 24 horas 3 veces al día post aplicación de la pgf2 $\alpha$  de las 6 – 9 am, 2 – 5 pm y 6 – 9 pm durante 3 días seguidos. La detección de celo es importante para obtener mejores resultados al momento de la IATF, es un manejo que se tiene que hacer para complementar la IATF.

Para las sincronizadas con los protocolos de sincronización de la ovulación e IATF los pasos a seguir son los mismos a los de las vacas antes descritas.

#### *Detección de la conducta estral*

La detección de la conducta estral para las vacas inseminadas a celo natural se realizó de manera visual (monta homosexual o con toro celador) todos los días por la mañana iniciando a las 5 am que es cuando se inicia la ordeña y terminando a las 10 am al término de la ordeña. Para las vacas tratadas con los protocolos de sincronización de la ovulación e IATF solamente se seguirá el protocolo indicado.

Para las vaquillas tratadas con PGF2 $\alpha$  la detección de estro se realizó de manera visual (monta homosexual o con toro celador), iniciando 24 horas después de haber aplicado la pgf2 $\alpha$  la observación fue hecha tres veces al día (7:00 am, 2:00 pm y 6:00 pm) con 3 horas de duración en



cada período. Las vaquillas tratadas con los protocolos de sincronización de la ovulación e IATF al igual que las vacas tratadas solo se siguen el mismo protocolo.

### *Procedimiento de la inseminación artificial*

Después de haber detectado la conducta estral en las vacas de celo natural y vaquillas sincronizadas con  $pgf2\alpha$  se procede a inseminar 12 horas después haber detectado el celo siguiendo el protocolo am – pm. Los animales sincronizados con los protocolos de sincronización de la ovulación e ITF se inseminarán a las 12-16 horas después de aplicar la segunda GnRH.

El diagnóstico de preñez se realizó a los 45 días post inseminación artificial.

### **3.5 Variables analizadas.**

1. Tasa de concepción.
2. Tasa de detección de celo

### **3.6 Análisis Estadístico.**

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SYSTAT (versión 10). Para analizar las variables con proporciones de los grupos de vacas y vaquillas se utilizó el método de  $X^2$ .

#### IV. Resultados y Discusión

Tabla 3. Tasa de concepción de las vacas tratadas con protocolos de sincronización de estro y testigos (celo natural) del experimento realizado con vacas en el hato.

<b>Grupos</b>	<b>Animales Inseminados</b>	<b>Presencia de celo</b>	<b>Animales Gestantes</b>	<b>Tasa de Concepción</b>
<b>Tratado con Sincronización de ovulación</b>	<b>61</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>62.29<sup>(a)</sup></b>
<b>Testigo (Celo natural)</b>	<b>138</b>	<b>138</b>	<b>95</b>	<b>68.84<sup>(a)</sup></b>
<b>Total</b>	<b>199</b>	<b>178</b>	<b>134</b>	<b>67.33<sup>(a)</sup></b>

Literales iguales entre columnas no difieren estadísticamente ( $P > 0.05$ )

Tabla 4. Tasa de concepción de las vaquillas tratadas y testigos del experimento realizado en las vaquillas del hato.

<b>Grupos</b>	<b>Animales Inseminados</b>	<b>Presencia de celo</b>	<b>Animales Gestantes</b>	<b>Tasa de Concepción</b>
<b>Tratado con PGF2<math>\alpha</math></b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>64<sup>(a)</sup></b>
<b>Programas de sincronización de ovulación</b>	<b>99</b>	<b>68</b>	<b>58</b>	<b>58.58<sup>(a)</sup></b>
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>93</b>	<b>74</b>	<b>59.67<sup>(a)</sup></b>

Literales iguales entre columnas no difieren estadísticamente ( $P > 0.05$ )

En el presente estudio se demostró que la implementación del uso de la combinación de varios protocolos de sincronización de la ovulación junto con la inseminación artificial puede mejorar la eficiencia reproductiva en ganado de doble propósito.

Pursley *et al.*, (1998) mencionan que la tasa de preñez por inseminación artificial después de los protocolos de sincronización de la ovulación es similar o solo relativamente bajo en las vacas de agostadero inseminadas artificialmente después de detectado el estro, coincidiendo con los resultados de este estudio en donde tampoco se encontró diferencia estadística entre los grupos. Bo (2002) en un estudio realizado menciona que es importante realizar prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción, se deben utilizar este tipo de biotecnologías reproductivas para lograr eficiencia reproductiva óptima. Este mismo autor menciona que el éxito de los programas de sincronización de la ovulación puede ayudar al mejoramiento genético siempre y cuando se tome en cuenta factores de manejo tales como la nutrición, salud, instalaciones y el personal encargado de la implementación del programa.

Por lo contrario, Stevenson y Phatak (2005) en un estudio realizado compararon la tasa de concepción de vacas inseminadas después de la IATF contra las vacas después de detectado el estro, los resultados fueron que esas vacas inseminadas después de la expresión del estro tuvieron mayor ( $P < 0.001$ ) tasa de concepción (45.3 vs 23.2 %) que las que recibieron la inseminación artificial con cualquiera de los protocolos utilizados en el experimento, lo cual fue diferente lo encontrado en este trabajo, ya que la tasa de concepción en vacas fue (62.29 % en tratadas con protocolo de sincronización de la ovulación vs 68.84 % en

estronatural) y en vaquillas la tasa de concepción fue (64 % en tratadas con PGF2 $\alpha$  vs 58.58 en tratadas con PGF2 $\alpha$ ). Estadísticamente no existe diferencia, pero tomando en cuenta los porcentajes obtenidos en este trabajo los cuales son superiores a los de Stevenson y Phatak (2005) económicamente si difiere ya que a cualquier productor le interesa es producir mucho en menos tiempo y costo.

Fernández *et al.*, (2001) concluyeron en su trabajo que cualquiera de los protocolos de sincronización de la ovulación utilizados como lo es el ovsynch y heatsynch fueron efectivos en la sincronización de la ovulación en vacas Nelore ciclando y permite aproximadamente un 45 % de preñez después de la IATF, sin embargo estos protocolos en vacas anestricas resulta en una tasa de preñez baja cercana al 20 %. Se debe recordar que para este estudio se utilizaron vacas ciclando, probablemente por esto no se obtuvieron % bajos. Este mismo autor menciona que para mejorar este último porcentaje sugiere la utilización de progestágenos en los protocolos de sincronización de la ovulación ya que nos ayuda en el control de las oleadas foliculares, como fue utilizado en algunos animales en este trabajo, sin considerarse para este estudio un análisis específico.

Fricke *et al.*, (2003) sugieren que el éxito de toda sincronización de estro y ovulación en vacas de agostadero depende del estatus de ciclicidad y de la etapa del ciclo estral a la iniciación del mismo. Así pues la estrategia de usar diferentes tipos de protocolos de sincronización ya sea de celo u ovulación nos ayuda mucho en la reproducción de los animales disminuyendo costos, tiempo, entre otros y aumenta la genética de los animales. En este trabajo se logró tener buenos resultados y así mismo el productor se convenció de la importancia y ventajas que ofrece

la inseminación artificial. Así mismo Bo (2009) menciona que la implementación de programas de IATF produce retornos económicos inmediatos, basado en la diferencia de producción de las crías. Esta diferencia ocurre básicamente por el adelantamiento y la concentración de los partos y por otra parte por la diferencia de producción.

En algunos estudios reportan que presincronizar vacas con GNRH mejora la tasa de preñez en vacas, pero en vaquillas los resultados mostrados con la presincronización de GNRH 7 días antes de la iniciación del ovsynch, el porcentaje de preñez no fue significativamente diferente a la del grupo tratado con el ovsynch 45 vs 51 % respectivamente Rivera et al (2006). Por lo contrario económicamente la presincronización con GNRH no es redituable en la implementación de un programa de inseminación artificial por los resultados obtenidos en este trabajo fueron mejores que los que reporta el autor antes mencionado teniendo un 62.29 % de tasa de concepción. Aunque podría pensarse que la presincronización con GNRH podría mejorar aún más el porcentaje de concepción, aunado al uso de otras hormonas como la somatotropina.

Moreira, *et al* (2001) reporta en su estudio un significativo incremento en la tasa de preñez después de iniciar un protocolo de sincronización de la ovulación a primer servicio, comparándolo con un grupo testigo a base de PGF2 $\alpha$ . Esto difiere a lo encontrado en este trabajo no teniendo diferencia estadística en el protocolo de sincronización de la ovulación utilizado vs el tratamiento con PGF2 $\alpha$ , cabe aclarar que este trabajo fue realizado en vaquillas, esto puede influenciar en los resultados obtenidos encontrados por este autor.

Otra evaluación es la tasa de concepción en animales en relación con la presencia de celo o celo silente al momento de la inseminación artificial en los animales tratados con protocolo de sincronización de la ovulación en relación con la fertilidad obtenida.

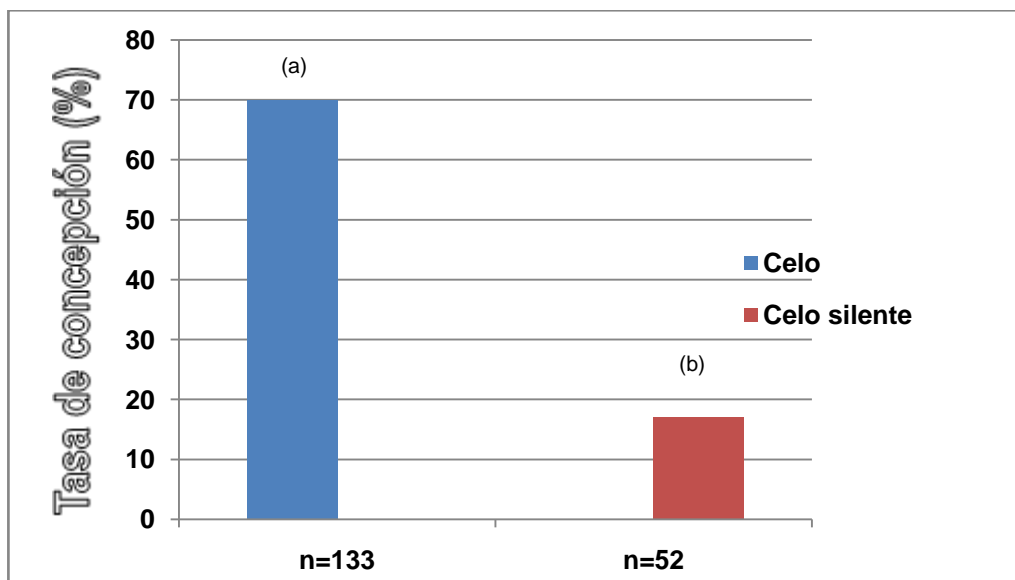


Figura 8: Tasa de concepción relacionada con la presencia de celo y celo silente al momento de la IATF en los grupos tratados. (a, b) valores con superíndices distintos difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

En esta grafica podemos observar que las vacas que presentaron celo al momento de la IA tuvieron mayor fertilidad independientemente del programa de sincronización de la ovulación al que fueron sometidos la evaluación coincide estadísticamente con lo descrito en la literatura de Stevenson y Phatak (2005) mencionan que los resultados de preñez no difieren entre los programas de sincronización de la ovulación, por que la

tasa de concepción de las vacas inseminadas después de cualquiera de los protocolos, cuando el estro ocurrió, fue casi igual estadísticamente sin importar cuál de los protocolos fue utilizados en la IATF aunque numéricamente exista una diferencia. Esto indica que debemos de elegir el protocolo que más tasa de concepción tenga, ya que económicamente es más redituable.

Fricquet, *et al.*, (2003) que mencionan en su estudio que solo 24 (5.6 %) de 425 animales, fallaron en la concepción de los protocolos de sincronización y fueron visualmente detectadas en estro e inseminadas y el 60 % fueron diagnosticadas preñadas en el primer diagnóstico de los protocolos de sincronización.

En un análisis realizado en Texas en 123 vacas, se reportó que la tasa de preñez es más alta para vacas que presentaron estro que en las que no presentaron estro en el día de la IATF en los grupos de los protocolos de sincronización de la ovulación (Pancarci *et al.*, 2002). Esto indica que las vacas que presentan estro en cualquier protocolo de sincronización de estro y ovulación provoca un mayor número de vacas que ovulan y por lo tanto obtienen una mayor tasa de concepción como sucedió en este trabajo. Seguramente de acuerdo a lo que dice Fernandes y Barros, ya que aquellas vacas que muestran calor tiene un aumento de estrógenos lo que produce el pico preovulatorio de LH y con ello la ovulación acompañado de signo de estro.

Esterman *et al.*, (2009) menciona que la utilización de progestágenos en los protocolos de sincronización de la ovulación aumenta considerablemente la presencia de estro y por lo tanto la tasa de concepción obteniendo un 70 % de fertilidad. Este porcentaje coincide

con lo obtenido en este trabajo, cabe señalar que en este trabajo son distintos tipos de sincronización de la ovulación los cuales en algunos animales se hizo uso de progestágenos. También Leitman *et al*,(2008) realizaron un estudio en donde sincronizaron 12 vacas con un liberador de progesterona y todas mostraron celo dando un 100 % de eficacia y un 75 % de tasa de concepción. Con lo que se concluye que el uso de dispositivo intravaginales con progesterona mejora la sincronización de estrógeno y ovulación, así mismo es una buena opción a utilizar para la implementación de inseminación artificial en lugares donde no existe esta biotecnología.

Del Águila *et al* (2007) en un estudio realizado la tasa de detección de celo se puede apreciar que de 34 vacas sincronizadas con progesterona, 20 presentaron celo y de estas, se preñaron 9 (45 %). Y de las 14 que no presentaron celo, preñaron 7 (50 %). Lo cual difiere de los resultados encontrados en este trabajo. Esta diferencia podría deberse al manejo de los animales, alimentación entre otros factores sin olvidar la respuesta de cada animal.



## **V. Conclusión.**

Después de analizar nuestros resultados, podemos concluir que:

Que los protocolos de sincronización de estro y ovulación son una herramienta eficaz en ganado de doble propósito en la región soconusco y nos ayuda a tener mejores resultados en la inseminación artificial. Es por esto que la implementación de la inseminación artificial es una herramienta que mejora los índices reproductivos tales como el porcentaje de natalidad y tasa de concepción en la zona.

## VI. Literatura citada

Abad Zavaleta J 2006 Benzoato de Estradiol en Vaquillas Sincronizadas con Prostaglandinas F2 $\alpha$  Arch. Zootec. 55 209 15-20.

Añez, G. J. C. 2005 Uso del Protocolo Ovsynch en el Control del Anestro Postparto en Vacas Mestizas de Doble Proposito. Revista Científica, vol. 15 (1), 7-13.

Amiridis G.S., Belibasaki S., Leontides L., Lymberopoulos A., Vainas E., 2000.

Reproductive efficiency of three estrus synchronization schemes comprising fixed-time insemination in dairy cows, J.Vet Med, A 47, 271 - 276.

Beal W. E. 2010. Current Estrus Synchronization and Artificial Insemination Programs for Cattle. Journal of Animal Science, vol., 76.P, 30-38.

Botana L. M. Landoni, F. Martin T. Jiménez G. 2002, Farmacología y terapéutica veterinaria, primera edición, España Editorial McGraw-Hill Interamericana de España S.A.U.p, 734.

Bó, A. G. 2002. Dinámica folicular y tratamientos hormonales para sincronizar la ovulación en el ganado bovino. In: I. d. R. A. Córdoba. Ed. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal, Córdoba, Argentina.

Bó, G. A. Cutaia, L. E. Souza, A. H. y Baruselli, E. S. 2009. Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. Taurus, Bs. As. 11 (41): 20- 34.

Brusveen, D. J. Souza, H. A. and Wiltbank M.C. 2008, effects of additional prostaglandin F2 $\alpha$  and estradiol-17 $\beta$  during Ovsynch in lactating dairy cows, American Dairy Science Association, vol. 92 No. 4, November 15, p 1412 -1422.

Cantú B.J.E.2006, sistemas de producción de ganado bovino productor de carne, universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna, departamento de producción animal. Cuarta edición. Impreso en México. Pág. 150-152-168.

Callejas, S. S. 2007. Uso de dispositivos intravaginales con progesterona para controlar el ciclo estral en rodeos de cría y lecheros. Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Cesario G, Butter H, 2005 Resincronización del Estro en Vaquillonas Después de un Tratamiento de Sincronización de Celo Con Prostaglandina F2 $\alpha$ , vol. 7 (27); 35-38.

Cutaia, L. Pérez L. Pincinato, D.A. and Menchaca, D. A. 2006, Nuevos avances en programas de sincronización de celos en vaquillonas inseminadas a tiempo fijo, Instituto de reproducción animal Córdoba, p 1-8.

Díaz Cervantes, C. A. 2007. Métodos de sincronización de celo en bovinos. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna, departamento de producción animal. PP 1 -41

De Jarnette M y Nebel R. 2005 Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina.  
[http://www.selectsires.com/reproductive/reproductive\\_anatomy\\_spanish](http://www.selectsires.com/reproductive/reproductive_anatomy_spanish).

Del Águila L.; Camacho J.; Ampuero A.; F. Suárez; HuamánH y Huanca W. 2007. Impacto de la sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo sobre el comportamiento reproductivo en vacas cebuinas. Sitio argentino de producción animal. Pp 1 - 5

Esperon S. E. A. 1996. Efecto estacional en la fertilidad de hembras cebuinas inseminadas después de aplicar un implante hormonal, Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias pecuarias. Universidad de Colima Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colima, Col.9 México.

Esterman D.R, Austin B.R, Woodall S.A, Hansen GR, Hersom M, Yelich J.V.2009. Evaluation of a New or Once-used CIDR and Two Different Prostaglandin F2 Treatments to Synchronize Suckled Bosindicus, Bostaurus Cows. UF-IFAS North Florida Research and Education Center.

Fernández, P., A. B. Teixeiras, A. J. Crocci, y C. M. Barros. 2001. Timed artificial insemination in beef cattle using gnrh agonist, pgf2 $\alpha$  and estradiol benzoate. *Theriogenology* 55: 1521 – 1532.

Fike, K.E. Day, M. L. Inskeep, M.E. Kínder, J. E. Lewis, P.E. Short R. E. and Hafs, H. D. 2010. an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with of estradiol benzoate, *Journal of Animal Science*, Vol 75, p 2009-2015.

Flores P. F. I., Rosas V. C., Romano P. M. C., Pérez M. M. 2005. Apoptosis and follicular atresia: An essential binomial for ovarian Development. Vol. 36, pp. 87 - 103

Forero, S. L. E. 2005. Aspectos reproductivos del ganado Bosindicus: sincronización de celos. Asistente Dirección Científica Laboratorios Provet S.A. pp 1 – 4.

Fricke, P.M. 2001, Entendiendo la clave para una reproducción exitosa. Institute Babcock. Departamen of Dairy Science University of Wisconsin-Madison.

Fricke, P.M. 2001. Estrategias Agresivas de Manejo para Mejorar la Eficiencia Reproductiva. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.

Fricke, P.M., and Randy, D. 2001. Manejando Trastornos Reproductivos en Vacas Lecheras. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.

Fricke, P. M., D. Z. Caraviello, K. A. Weigel; y M. L. Welle. 2003. Fertility of dairy cows after resynchronization of ovulation at three intervals following first timed insemination. *J. Dairy. Sci.* 86:10.

Galina Carlos, Javier valencia, 2006 Reproducción de los animales domésticos, Segunda Edición, México, Editorial Limusa, 578 p.

Ginther, O.J., Bergflet, D.R., Kulick, L.J., Kot, K. 2000. Selection of the dominant follicle in cattle: Role of two-way functional coupling between follicle-stimulating Hormone and the follicles. *Etology of Reproduction* 62,920-927.

González F. Romualdo MV. 2005. ERA. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela Venezolana de Inseminación Artificial y Trasplante de Embriones-2005 C.A. (VIATECA) iateca11@cantv.net-

Hafez, B. E.S.E, 2000; Reproducción e inseminación artificial en animales, séptima edición, México, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 519 p.

Hernández C. J. 2007. Reproducción bovina. 1 ed., Ed.: FMVZ Universidad Autónoma de México. 316 pp.

Hernández C.J. 2010. El folículo: unidad funcional del ovario. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/reproduccion/boletin/actual.html> ; 38., pp 21

Lamb, G.C., M.F. Smith, G.A. Perry, J.A. Atkins, M.E. Risley, D.C. Busch, and D.J. Patterson. 2009 *Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle*. North Florida Research and Education Center, University of Florida.

Larson J.E., Lamb G.C., Stevenson J.S., Johnson S.K., Day M.L., Geary T.W., Kesler D.J., Dejarnette J.M., Schrick F.N, Dicostanzo y Arseneau J.D., 2006. Synchronization of estrus in suckled beef cows for detected estrus and artificial insemination and timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F2a, and progesterone, *J Anim Sci*84:332-342.

Leitman N.R, Busch D.C, Bader J.F, Mallory D.A, Wilson D.J, Lucy M.C, Eilersieck M.R, Smith M.F, Patterson D.J. 2008. Comparison of protocols to synchronize estrus and ovulation in oestrus-cycling and prepubertal beef heifers. *J. AnimSci*, 86:1808-1818.

Martínez, M.F. Kastelic J. P. Adams, G. P. and Mapletoft, R. J. 2002 The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or megestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers, *Journal, Animal Science*. Vol. 80, p 1746-1751.

Michael J. Fields and Mordechai S. 2004. Extragonadal Luteinizing Hormone Receptors in the Reproductive Tract of Domestic Animals, *Biology of Reproduction*, Vol. 71. P 1412-1418.

Moreira, F. De la Sota R. L., Díaz T., y Thatcher W. W. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocolo on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 78: 9.

Muñoz, L., Angulo, A., González, M., Álvarez, L. 2004. Sincronización de la ovulación e inseminación artificial en búfalas a tiempo fijo. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Reproducción animal. Montería, Colombia. (En línea). Consultado el 20 de abril de 2005. <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz-92/92-5.pdf>

Panparci, S. M. et al. 2002. Use of estradiol cypionate in a presynchronized timed artificial insemination program for lactating dairy cattle. *J. Dairy. Sci.* 85: 10.

Pérez H. P., Rojo R. R., Gallegos S.J. 2002. Caracterización y problemática de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz.

[http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu\\_Publi/Avances2004/CADENA\\_BOVINOS\\_DE\\_DOBLE\\_PROP%20SITO.html](http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/CADENA_BOVINOS_DE_DOBLE_PROP%20SITO.html)

Pursley, J. R., M. O. Mee y M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using pgf2 alpha and gnrh. *Theriogenology* 44: 915 – 923.

Pursley, J. R., M. O. Mee y M. C. Wiltbank. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 81: 2139 – 2144.

Ptaszynska M. 2007. Compendio de reproducción animal. Editorial.: Intervet Internacional bv. Edición, Latino Americana., pp. 422. [Http://www.sinervia.com/library\\_files/503416277\\_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf](http://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf)

Rabiee, A. R., I. J. Lean, y M. A. Stevenson. 2005. Efficacy of ovsynch program on reproductive performance in dairy cattle: A meta-analysis. *J. Dairy. Sci.* 88:17.

Ramírez R. B. Anderson L. Q. F. 2008. Evaluación de dos protocolos de sincronización con inseminación a término fijo en vacas previamente sometidas al destete precoz, Tesis para obtener el título de zootecnista, Bogotá, Universidad de la Sallé Facultad de Zootecnia.

Randel, R. D. Holloway, J. W. Villarreal J. y González, A. 1999. Manejo reproductivo y nutricional- la importancia de la condición corporal. *Texas Agricultural Experiment Station Uvalde and Overton*, n° 6, p 1526. <http://www.unionganaderanl.org.mx/revista.asp>.

Rippe C.A. 2009. Ciclo estral. Dairy Cattle Reproduction Conference. Minneapolis, MN Boise, ID. PP. 111 – 116 [http://www.dcrcouncil.org/EDUCATIONAL\\_RESOURCES/PDFs/16\\_Rippe\\_EI%20CicloEstral\\_Final.pdf](http://www.dcrcouncil.org/EDUCATIONAL_RESOURCES/PDFs/16_Rippe_EI%20CicloEstral_Final.pdf).

Rivera, H. Sterry R. A. y Fricke. 2006. Presynchronization with gonadotropin – releasing hormone does not improve fertility in Holstein heifers *J. Dairy. Sci.* 89:3810 – 38 16.

Rivera M. H., MS. 2009 Revisión anatómica del aparato reproductor de las vacas. Ed.: DairyCattleReproductionConference., pp 103 - 110

Rodríguez R.O.L. González PE. 1993. Sincronización de dos estros consecutivos e inseminación artificial sin detección del estro en vacas y vaquillas. *TécPecMéc* ; 44:52-7.20.

Ryan DP, Snijders S, Yaakub H, O'Farrell KJ. An evaluation of oestrus synchronization programs in reproductive management of dairy herds. *J AnimSci* 1995 ;( 73):3687-3695.

Silva. M, C. Guzmán-C, R. Delgado-L, R. Aké-L, R. 2002 Respuesta de novillas brahmán a la sincronización del estro con progestágenos; conducta sexual y tasa de gestación. Biomed. Vol. 13, RevBiomed. Vol. 13, 4 . P 265-271.

Solorzano H. C. W., Mendoza J. H., Galina H. C., Villa G. A., Vera A. H.R., Romo G.S. 2008. Reuse of a progesterone releasing device (CIDR-B) for estrus synchronization within an embryo transfer program in bovines. Vol 46.Pp 119 – 135.

Stevenson, J. S., y A. P. Phatak. 2005. Inseminations at estrus induced by presynchronization before application of synchronized estrus and ovulation. J. Dairy. Sci. 88: 7.

Sunderland, S.J., Crowe, M.A., Boland, M.P., Roche, J.E., y Ireland, J.J. 1994). Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrus cycle of heifers. Journal of Reproduction and Fertility101, 547-545.

Takenobu K.,Masaharu F.,Seungjoon K., Tomomi T., Hideo K.,2005. Estrus synchronization and conception rate after a progesterone releasing intravaginal device(PRID)treatment from the early luteal phase in heifers, Journal of reproduction and development, vol. 51, No. 5.