



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CENTRO DE POSTGRADO**  
**MAESTRÍA EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

**Trabajo de grado para la obtención de título de:**  
**Magister en Reproducción Animal**

**"TASA DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN DE ALTA  
CRUZA INSEMINADAS EN EL CELO DE RETORNO  
PRODUCIDO TRAS UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN  
CON PROGESTÁGENOS"**

**Autor:**

**Edwin Francisco Larriva González.**

**Director:**

**Dr. Jhonny Narváez Terán.**

**Cuenca – Ecuador**

**Mayo, 2013**



## RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Hacienda "Sara Capac" ubicada en el Cantón Nabón perteneciente a la provincia del Azuay, a una altitud de 3000 msnm, en esta zona la principal actividad es la producción láctea, por lo que se trata de contribuir con técnicas prácticas para mejorar los parámetros reproductivos.

En este estudio se determinó la tasa de preñez en vacas Holstein de alta craza inseminada en el celo detectado tras un protocolo de sincronización con progestágenos.

Se escogió este tema porque se pudo observar que los resultados de preñez en protocolos con inseminación artificial a tiempo fijo eran inferiores a los obtenidos al inseminar en un celo de retorno tras estos protocolos y dentro de las ganaderías es muy importante mejorar estos resultados.

Se utilizaron 36 vacas con una condición corporal entre 2.5 y 3.5 en la escala de 1 a 5, con un período posparto entre 40 a 120 días y con un promedio entre 2 y 4 partos.

Se distribuyó en dos grupos (n=18) bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación.

Luego de la aplicación de los dos tratamientos, se comparó los resultados y se determinó que la tasa de preñez con inseminación a celo natural es de un 77.8%, y la IA a tiempo fijo es 50%, e inferimos que la inseminación en el celo natural tras un protocolo de sincronización con progestágenos es un 27.8% más eficiente.

Por lo tanto al realizar este trabajo aportamos a mejorar la tasa de preñez, la misma que es de mucha importancia para mejorar la rentabilidad en las ganaderías modernas además de aportar a tener más partos dentro de los hatos lecheros, obteniendo más animales para la reposición y venta.

Recomendamos seguir adelante con investigaciones similares que contribuyan a encontrar métodos eficientes en el manejo reproductivo.

**Palabras clave:** Benzoato de estradiol, GnRH, FLH, LH, progesterona, prostaglandinas, IA.



## ABSTRACT

This investigation was made in the "Sara Capac" farm the localization is in el canton Nabon in the Azuay province, the high is 3000m over the sea in this zone the principal activity is the milk production, and this work is going to help the farmers to increase the productions levels

The present study was performed to determine the pregnancy rate in cows inseminated with Holstein High crosses in produced natural estrus synchronization protocol after a progestogen.

This theme was chosen because it was possible to observe that the pregnancy results in protocols with timed artificial insemination were lower than those obtained inseminate return a zeal after these protocols, and within herds is very important to improve these results.

We used 36 cows with a BCS of 2.5 to 3.5 on a scale of 1 to 5, with a postpartum period between 40 to 120 days and an average between 2 and 4 labor.

Was distributed into two groups (n = 18) under the same management and feeding conditions.

After application of the two treatments, we compare the results and determine that the pregnancy rate with insemination natural zeal of 77.8%, and timed AI is 50%, and infer that insemination in natural estrus after a synchronization protocol progestogen is 27.8% more efficient.

So to bring this work to improve the pregnancy rate, the same that is very important to improve profitability in modern farms.

We recommend pursue similar investigations that contribute to finding effective methods reproductive management.

Keyword: estradiol benzoate, GnRH, FLH, LH, progesterone, prostaglandins, IA.



## INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Justificación del tema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Fisiología de la reproducción	5
a. Desarrollo prenatal	5
b. Adquisición de la pubertad	5
c. Funcionamiento del tracto reproductivo	5
d. Regulación de la reproducción	6
e. Ciclicidad	6
f. Comportamiento reproductivo y copulación	6
g. Ovulación y fertilización	7
h. Embriogénesis temprana y reconocimiento materno de la preñez	8
i. Placentación y endocrinología de la gestación y parto	8
2.1.1 Control endócrino del ciclo estral	9
2.1.2 Eje Hipotálamo Hipófisis Gonadal	10
2.1.3 Fases del Ciclo Estral	12
2.1.4 Síntomas de Celo	13
2.1.5 Tasa de Preñez	15
2.1.6 Dinámica Folicular en Bovinos	18
2.2 Utilización de Hormonas	18
2.2.1 Hormonas utilizadas en los protocolos de sincronización de la ovulación	19
2.2.1.1 Progesterona	19



2.2.1.2 Prostaglandinas	20
2.2.1.3 Estrógenos	20
2.2.1.4 P4 + Benzoato de Estradiol	21
2.3 Sincronización del Celo	22
2.3.1 Metodologías de Inseminación Artificial	22
2.3.2 Ventajas de la sincronización y la inseminación artificial	23
2.3.2.1 Ventajas de un buen programa de sincronización de celos	24
2.3.3 Métodos de sincronización de celo	26
2.3.4 Fisiología de la sincronización de celo y ovulación	28
a. Prostaglandina F2 ALFA	28
b. Utilización de GNRH	29
c. Tratamiento con dispositivos de liberación de progesterona	30
2.3.5 Sincronización con Progestágenos	30
2.4 Condición Corporal	31
2.4.1 Estado funcional de los animales	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Materiales	35
3.1.1 Materiales químicos	35
3.1.2 Materiales para la inseminación	35
3.1.3 Instrumentos de diagnóstico	35
3.2 Experimento	36
3.2.1 Criterios de Inclusión	37
3.3 Marco Espacial	37
3.4 Técnica de Campo	38
3.4.1 Tratamientos de sincronización	38
3.4.2 Técnicas e instrumentos	38
3.5 Diseño Estadístico	39
3.6 Variables e indicadores	40
3.6.1 Variable independiente	40
3.6.2 Variable dependiente	40



3.6.3 Indicadores	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1 Resultados	41
4.2 Discusión	47
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. BIBLIOGRAFÍA	51
IX. ANEXOS	54
Anexo 1. Presencia y medida de folículo pre ovulatorio.	55
Anexo 2. Observación celo día 18 al 24	56
Anexo 3. Fotografías de trabajo de campo	57



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de la preñez de un servicio natural (S.N) vs una IATF	3
Cuadro 2. Zonas anatómicas para evaluar la condición Corporal	37
Cuadro 3. Porcentajes de celos presentados en las vacas a las que se les aplicó el tratamiento 1	45
Cuadro 4. Número y porcentajes de las variables presencia de folículo dominante vs. Celo	46
Cuadro 5. Número y porcentajes de las variables presencia de folículo dominante vs. Preñez	47
Cuadro 6. Resultados para la variable preñez según el tratamiento administrado	48
Cuadro 7. Diferencia de medias para la variable preñez según el tratamiento administrado.	49
Cuadro 8 IC y Prueba T pareada: preñez con el tratamiento 1, preñez con el tratamiento 2	50



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases del Ciclo Estral	15
Figura 2. Dinámica folicular	19
Figura 3: Puntos anatómicos para evaluar la condición corporal	38

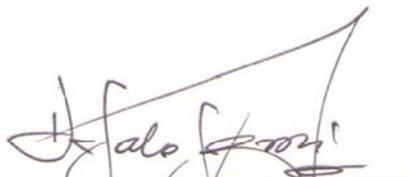


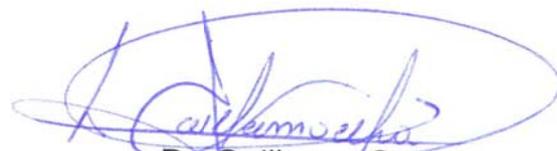
El Tribunal de Tesis de Grado,

**CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de Tesis: **"TASA DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN DE ALTA CRUZA INSEMINADAS EN EL CELO DE RETORNO PRODUCIDO TRAS UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN CON PROGESTÁGENOS"** elaborado por el Doctor Edwin Francisco Larriva González, ha sido revisado minuciosamente, quedando autorizada su presentación.

Cuenca, Mayo 6 de 2013

  
Dr. Galo Guzmán  
Tribunal

  
Dr. Guillermo Serpa  
Tribunal



El Director de Tesis de Grado,

**CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de Tesis: **"TASA DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN DE ALTA CRUZA INSEMINADAS EN EL CELO DE RETORNO PRODUCIDO TRAS UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN CON PROGESTÁGENOS"** elaborado por el Doctor Edwin Francisco Larriva González, ha sido revisado minuciosamente, quedando autorizada su presentación.

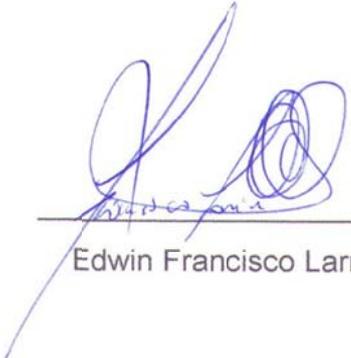
Cuenca, Mayo 6 de 2013

  
Dr. Jhonny Narvaez Terán  
Director

**AUTORIA**



Yo Edwin Francisco Larriva González, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de MAGÍSTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.



---

Edwin Francisco Larriva González

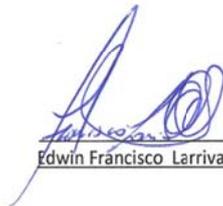


UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Edwin Francisco Larriva González, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 14 de mayo del 2013



Edwin Francisco Larriva González

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail [cdjbv@ucuenca.edu.ec](mailto:cdjbv@ucuenca.edu.ec) casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



### **AGRADECIMIENTO:**

Al Ing. Juan Diego Peñaherrera P. por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo.

Al Dr. Jhonny Narváez T. Director de Tesis y a la Dra. Michael Cueva P. por su colaboración en el presente trabajo.



**DEDICATORIA:**

A mis padres, a mi esposa, a mis hijos



## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El porcentaje de preñez al primer servicio es el que nos da a conocer la fertilidad del hato, y como óptimo debe ser de 60 a 65% (Brito, 1992), constituyéndose como un problema cuando es menor de 45%. (Hincapié, 2002)

Uno de los problemas que enfrenta el sector productor de leche es la baja tasa de preñez (40%) (Espinoza, 2010)

Al aplicar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), luego de una sincronización con progestágeno. Al realizar, en cambio, la inseminación artificial en el celo post sincronización de la ovulación tenemos mejores tasas de concepción, y si esto se realiza en un tiempo de espera voluntario no mayor a los 70 días, se reducen los días abiertos, número de pajuelas por preñez y crías por año.

Esta investigación se llevó a cabo en la zona "SARA CAPAC" de la parroquia Cochapata del cantón Nabón de la provincia del Azuay, la misma que tiene como actividad principal la producción de leche con animales de la raza Holstein.

Dentro de las actividades importantes en la ganadería tenemos la reproducción, que está ligada a una serie de factores como la nutrición y la salud animal, la misma que tiene por objetivo llegar a parámetros aceptables en días abiertos, tasa de preñez, tasa de concepción, para de esta manera



mejorar la rentabilidad de las explotaciones lecheras; además, al tener más crías y disminuir los días abiertos, la producción se incrementa debido a que se tiene un mayor número de animales dentro de las mejores etapas productivas.

Bajo las mejores circunstancias, la inseminación artificial y el servicio natural brindan igual éxito, siempre que la detección de celo sea exacta y la inseminación se realice correctamente. (Ortiz Salazar, García Terán, & Morales Terán, 2005)

Cuanto más vacas estén en celo por día, más fácil es la detección por la formación del grupo sexualmente activo. (Sara, 2000)

#### **Cuadro N° 1. Distribución de la preñez de un servicio natural (S.N) vs una IATF**

Ciclos de 21 días de un servicio.	Distribución de la preñez por S. N	Distribución de la preñez por IATF	
Preñez 1° día de servicio	0 %	50 %	80 %
0%			
Preñez 1° ciclo	42 %	30 %	
Preñez 2° ciclo	35 %	11 %	
Preñez 3° y 4° ciclo	19 %	7 %	
Preñez Total	96 %	98 %	

Fuente: Inseminación artificial a tiempo fijo. (Cutaia M. L., 2006)

Así, optimizar la tasa de concepción y la tasa de servicio ayuda a mejorar el control de la reproducción y la rentabilidad de los hatos lecheros.



## 1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

En las explotaciones ganaderas se vuelve necesario mantener los días abiertos dentro de los 120 días; esto permite tener un mayor número de animales incluidos en una curva de producción lechera alta (25 a 40 litros diarios), mediante una óptima utilización de las herramientas para la reproducción. Con ello se puede lograr una ganadería más rentable, para lo cual es necesario mantener investigaciones constantes sobre este tema.

Entre estas herramientas se cuenta con la sincronización de celos, ya sea que se insemine a tiempo fijo, o al siguiente celo visto.

A pesar de que la detección del celo es considerada por muchos como una complicación, la inseminación artificial en el celo natural post sincronización tiene un índice de fertilidad más alto, y el presente trabajo pretende confirmarlo.



## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Optimizar la dinámica reproductiva en hatos lecheros Holstein Alta Cruza, mediante el incremento de la tasa de concepción.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Establecer las tasas de preñez con IA en celo natural y con inseminación a tiempo fijo, tras la sincronización con progestágenos en vacas Holstein Alta Cruza.

Comparar las tasas de preñez entre la IA en celo natural y la inseminación a tiempo fijo, tras la sincronización con progestágenos en vacas Holstein de Alta Cruza.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

#### 2.1.1. Regulación hormonal del ciclo estral

##### a. Desarrollo prenatal

El sexo del embrión es determinado en el momento de la fertilización. Sin embargo, el desarrollo de tracto reproductivo macho o hembra y de la pituitaria anterior y posterior ocurre durante el desarrollo del embrión.

( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie <sup>2</sup>, Rodríguez Fernando <sup>3</sup> y Rodero Evangelina <sup>4</sup>, 2003)

##### b. Adquisición de la pubertad

Después que nace el animal, entra en un período de crecimiento y desarrollo el cual precede al desarrollo de la función reproductiva. Después de que un tamaño corporal mínimo es alcanzado, el hipotálamo y la pituitaria comienzan a producir hormonas y así el sistema reproductivo alcanza su funcionamiento pleno. ( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie <sup>2</sup>, Rodríguez Fernando <sup>3</sup> y Rodero Evangelina <sup>4</sup>, 2003)

##### c. Funcionamiento del tracto reproductivo

La habilidad de la vaca para concebir un ternero dentro de los mejores parámetros es primordial para una ganadería rentable, las vacas no son estacionales como otros mamíferos, pues presentan ciclos estrales durante



todo el año siendo estos el resultado de una serie de factores definidos y que siguen un orden determinado.

Para que el proceso reproductivo pueda tener lugar se requiere de las estructuras anatómicas completas y funcionales del macho y de la hembra. El conocimiento de la función y la estructura de los órganos reproductivos son esenciales para un buen entendimiento. ( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie<sup>2</sup>, Rodríguez Fernando<sup>3</sup> y Rodero Evangelina<sup>4</sup>, 2003)

#### **d. Regulación de la reproducción**

Después que el animal alcanza la pubertad, el sistema reproductivo es ajustadamente regulado por un intrincado juego de hormonas producidas por la pituitaria anterior y las gónadas, lo que resulta en la ciclicidad de la hembra y la espermatogénesis en el macho. (Aguilar, 2001)

#### **e. Ciclicidad**

La hembra debe manifestar ciclos estrales. Un ciclo estral se caracteriza por una secuencia repetida de eventos, que generalmente comienza con el comportamiento de estro (celo) y finaliza con otra posterior manifestación de estro unas pocas semanas más tarde. El ciclo estral consiste en una fase folicular y una luteal. ( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie<sup>2</sup>, Rodríguez Fernando<sup>3</sup> y Rodero Evangelina<sup>4</sup>, 2003)

#### **f. Comportamiento reproductivo y copulación**

Una de las características asociadas con la adquisición del potencial reproductivo pleno es la de demostrar comportamiento reproductivo que culmina con la copulación y la deposición de semen en el tracto reproductivo de



la hembra. La regulación fisiológica del comportamiento reproductivo es uno de los componentes más interesantes, pero aún no muy comprendido, de la fisiología reproductiva. ( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie<sup>2</sup>, Rodríguez Fernando<sup>3</sup> y Rodero Evangelina<sup>4</sup>, 2003)

### **g. Ovulación y fertilización**

Una vez que se ha producido la ovulación, el óvulo sale del ovario hacia el Oviducto. La fecundación de este óvulo ocurre específicamente en la zona Ampula-Itsmo del oviducto.

El huevo fecundado pasa alrededor de tres días en el oviducto antes de migrar al útero. Esta migración se produce por contracciones del oviducto y por movimientos de los cilios que recubren su interior. Luego el embrión llega al útero, se implanta 30 días después de la fertilización en vacas, para posteriormente comenzar su gestación.

En algunas especies la ovulación ocurre después de la cópula. La fertilización ocurre entonces y es el resultado de una serie de cambios celulares en el espermatozoide y el óvulo dentro del tracto reproductivo de la hembra. (Aguilar, 2001)

### **h. Embriogénesis temprana y reconocimiento materno de la preñez**

El reconocimiento de la preñez se define como el momento crítico en el cual el conceptus muestra su presencia a la madre, en este momento el conceptus cambia su forma de cilíndrico a ovalado para aumentar la superficie de



contacto con el epitelio uterino. Estimulando la formación del factor antiluteínico, (interferon TAU).

La membrana alantocoriónica es la contribución fetal de la placenta y provee la superficie de contacto con el endometrio.

La progesterona debe estar en niveles lo suficientemente altos para evitar la luteolisis, ya que al final del estro el endometrio a producido gran cantidad de receptores de oxitocina para la acción de la prostaglandina. Para esto el interferon actúa bloqueando los receptores de oxitocina. (Universidad, 2010)

Después de la fertilización, el embrión comienza a desarrollar y envía señales bioquímicas a la madre para "notificar" fisiológicamente que se encuentra preñada. (Aguilar, 2001)

La falla en el envío o reconocimiento de estas señales resulta en la terminación de la gestación.

#### **i. Placentación y endocrinología de la gestación y el parto**

La unión del embrión con el endometrio para recibir nutrientes es temporal, para que esta unión tenga éxito es necesario la formación de membranas placentarias, órgano que produce hormonas esteroideas así como hcg y fsh, y también sirve como barrera inmunológica para el feto. (Universidad, 2010)

Si el reconocimiento materno de la preñez ocurre exitosamente, entonces el feto se implantará en el útero formando la placenta que controla el intercambio de nutrientes y gases entre el feto y la madre. Este órgano transitorio (placenta) también produce hormonas importantes para la gestación. El nacimiento exitoso (parto) concluye la serie de eventos reproductivos. El parto es un



evento cuidadosamente orquestado de eventos endocrinos y musculares (Aguilar, 2001).

### **2.1.2 Control endócrino del ciclo estral**

Ciclo estral se define como el ritmo funcional de los órganos femeninos que se establece a partir de la pubertad y comprende las modificaciones cíclicas, la fisiología y la morfología de los órganos genitales y el perfil hormonal. Durante el ciclo estral ocurre una cadena de eventos que se repiten hasta el momento de la luteólisis o la gestación. La hembra bovina es poliéstrica anual. (Blanco, 2006)

La duración del ciclo estral es de 21 días, con una variación de  $\pm 4$  días, dependiendo del número de ondas, y la ovulación se produce 18 a 24 horas luego de iniciado el estro u 8 a 15 horas de terminado el mismo. (Blanco, 2006)

El ciclo estral está dividido en cuatro fases, basado en eventos fisiológicos y endocrinológicos: estro (día 0), metaestro (día 1-4), diestro (día 5-18) y proestro (día 19 antes del estro). Existe una división más simplificada: fase folicular, que comprende desde el crecimiento folicular hasta la ovulación y fase luteínica, que va desde el surgimiento del cuerpo lúteo (CL), hasta la producción de progesterona. Se puede dividir también en dominio estrogénico, que sería la fase folicular y dominio progestágeno o fase luteínica. (Blanco, 2006)

El ciclo estral es regulado por mecanismos endócrinos y neuroendocrinos, principalmente por hormonas hipotalámicas, las gonadotrofinas y los esteroides



secretados por los ovarios, caracterizado por el crecimiento y regresión de folículos de CL, la GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropina) es secretada por el hipotálamo a través del sistema portahipotalámico- hipofisario, estimulando la liberación de gonadotropinas: o FSH (Hormona Folículo Estimulante) y de LH (Hormona Luteinizante). (Blanco, 2006)

### **2.1.3 Eje Hipotálamo Hipófisis Gonadal**

El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero.(Hansen, 2011)

#### **HIPOTÁLAMO**

Forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH.(Hansen, 2011)

El GnRH, en la eminencia media, difunde a los capilares del sistema porta hipofisario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisarias, FSH y LH.(Hansen, 2011)



## HIPÓFISIS

Está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y LH cumplen un papel relevante en el control neuroendócrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroideogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico. (Hansen, 2011)

El sistema tónico produce el nivel basal circulante de hormonas hipofisarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El sistema cíclico es evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. El modo cíclico tiene por función primaria causar la ovulación. La neurohipófisis almacena la oxitocina producida en el hipotálamo. Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático y proceso de luteólisis.(Hansen, 2011)

Existen dos gonadotropinas que la glándula pituitaria produce, almacena y libera. La primera es la hormona Folículo Estimulante (FSH), que estimula el rápido crecimiento de folículos pequeños, y la hormona luteinizante (LH) que ayuda a la producción de progesterona y también estimula la producción de estrógeno.(Hansen, 2011)



#### 2.1.4 Fases del ciclo estral

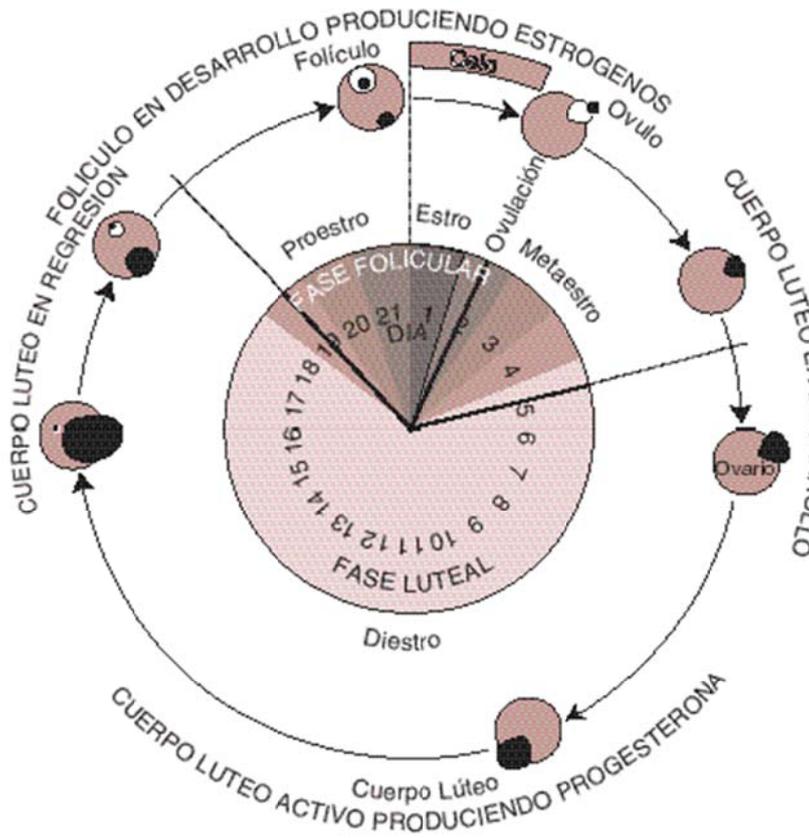
A continuación se realiza una descripción de los principales acontecimientos del ciclo estral.

El ciclo estral se puede dividir en tres fases:

- 1) Fase folicular o de regresión lútea (proestro)
- 2) fase periovulatoria (estro y metaestro)
- 3) fase luteal (diestro). (Hansen, 2011)

El día 0 del ciclo estral es el día del celo, signo visible a simple vista; sin embargo desde el punto de vista fisiológico, la descripción se realizará a partir de la destrucción del cuerpo lúteo y finalizará en la destrucción del cuerpo lúteo del próximo ciclo. (Hansen, 2011)

Figura 1. Fases del Ciclo Estral



Fuente: [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (www.slideshare.net/engormix, 2011)

### 2.1.5 Síntomas de celo

El celo natural en las vacas Holstein de alta craza se presenta en animales que ya han alcanzado la madurez sexual y en vacas que están ciclando correctamente por lo general cada 18 a 24 días dependiendo del número de ondas foliculares que presente cada animal, el celo se evidencia por una serie de síntomas que presentan las vacas especialmente cuando están agrupadas y mejor aún si tienen toros en el rebaño. (Blanco, 2006)



Dentro de los síntomas principales del celo tenemos la producción de moco cristalino similar a la clara de un huevo, las vacas empiezan a olfatearse e intentan montarse en otras vacas sobre todo en las primeras etapas del celo luego presentan el reflejo de inmovilidad cuando son montadas por otras vacas pero se ha reportado que un 18% de las vacas que se inseminan no estuvieron en celo, esto se debe a malas prácticas de detección del estro y también a falsos celos que muchas veces se producen en vacas que están preñadas.(González Lluen; Román Benigno, 2008)

En vacas Holstein se ha determinado que el 68% de las mismas presentan los síntomas de celo en horas difíciles de detectar siendo esta otra causa de fallas en la observación si es que no tenemos claro el estado del ciclo estral de las mismas y no ponemos especial énfasis en los días de posible estro.(A. Flores Mariñelarena, 2006)

En las ganaderías tecnificadas cada vez se vuelve más difícil la observación de los celos naturales, esto se debe a que los animales cada vez se encuentran en condiciones que se alejan de su naturaleza, el hecho de aglutinar gran cantidad de animales en espacios relativamente pequeños además de que se les aparta de su entorno natural.  
([http://www.infocarne.com/bovino/manejo\\_reproductivo\\_ganado\\_bovino.htm](http://www.infocarne.com/bovino/manejo_reproductivo_ganado_bovino.htm))



### 2.1.6 Tasa de preñez

La tasa con la cual las vacas quedan preñadas, comúnmente denominada tasa de preñez, es definida como el número de vacas elegibles de un rodeo (ej. vacas vacías que han finalizado el período de espera voluntario) que conciben cada 21 días. Los dos factores principales que determinan la tasa de preñez son: 1) la tasa de concepción y 2) la tasa de servicio. La ecuación de reproducción puede ser expresada como: Tasa de preñez=Tasa de concepción x Tasa de servicio. (Fricke, 2003)

Con protocolos de sincronización de celo con progestágenos, alcanzamos cada vez mejores resultados debido a que se inseminan un número mayor de animales sin importar la detección del celo natural, pudiendo ser estas inseminaciones menos fértiles que las que se realiza a celo detectado; pero por el número de animales tratados el porcentaje de fertilidad en relación al hato es mayor en un 20%; sin embargo, las vacas que no se preñan y regresan en celo natural mejoran sus tasas de preñez.(Gabriel A. Bó1, Lucas E. Cutaia1, Alexandre H. Souza2 y Pietro S. Baruselli2, 2007)

### 2.1.7 Dinámica folicular en bovinos

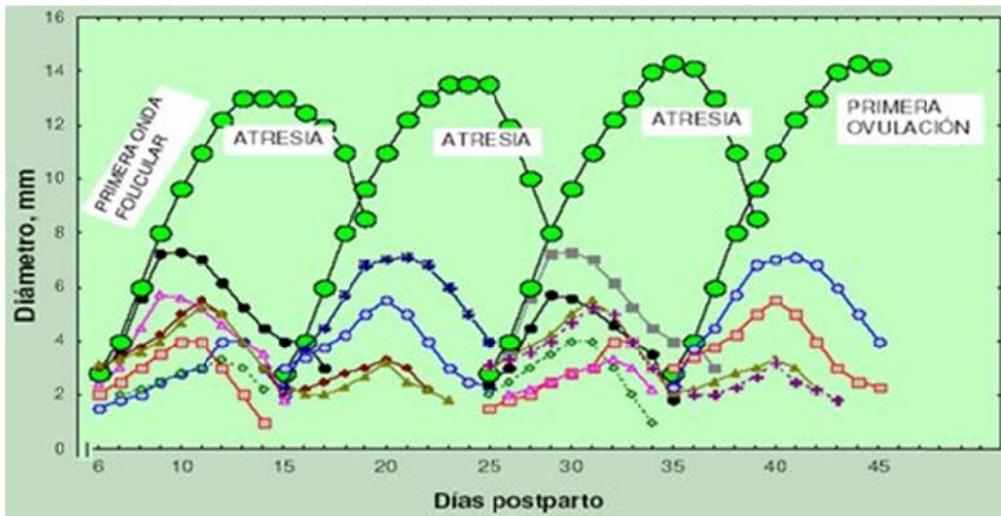
La dinámica folicular es el proceso continuo de crecimiento y de regresión de un grupo de folículos antrales, donde uno de ellos se desarrolla hasta formar un folículo preovulatorio. (Lucy, 1992)



Estos folículos, que son la unidad fundamental, determinan desde el momento del nacimiento el potencial reproductivo que puede exhibir una hembra a lo largo de su vida. (Pedroso Sosa, 2007)

Estudios endocrinológicos y ultrasonográficos demuestran que el crecimiento folicular durante el ciclo estral en bovinos ocurre en ondas (Savio et al., 1988; Sirois; Fortune, 1988; Ginther et al., 1989b; Knopf et al., 1989; Driancourt, 1991; Fortune et al., 1991; Roche; Boland, 1991). En cada onda de crecimiento folicular, se desarrolla un folículo dominante que suprime el crecimiento de los otros folículos menores. Los folículos dominantes que crecen y alcanzan su diámetro máximo en la mitad del ciclo estral, bajo altos niveles de progesterona, no ovulan e inician un proceso de regresión, permitiendo el desarrollo de una nueva onda de crecimiento folicular. El folículo dominante que se desarrolla durante la última onda de crecimiento folicular de cada ciclo estral es el folículo ovulatorio.(Lucy, 1992)

Figura 2. Dinámica folicular



Fuente: [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (www.slideshare.net/engormix, 2011)

Sobre la dinámica folicular en la hembra bovina, es necesario tomar en cuenta las hormonas sexuales involucradas en el ciclo estral, la fisiología del ovario y su desarrollo embrionario y fetal, la foliculogénesis, ondas foliculares, fases del ciclo estral, los mecanismos de atresia folicular, la actividad ovárica durante la gestación y en el período postparto, que permiten entender la importancia de los folículos en la vida reproductiva de la hembra bovina. (Thatcher W.W., 2001)

En el ovario los folículos son estructuras desencadenantes de los procesos reproductivos y de las fases del ciclo estral. Estos procesos, según Roberts (1971), están mediados por la compleja interacción del hipotálamo-hipófisis-ovarios a partir de la liberación de hormonas al torrente sanguíneo. (Roberts, 1971)

En las vacas cíclicas, el folículo más grande tiene mayor actividad aromatasa, más estradiol y menos progesterona en el fluido folicular, que en el segundo



folículo de menor tamaño. Esa relación, sin embargo, es inversa en las hembras gestantes, que además muestran una formación más temprana de la tercera onda de desarrollo folicular y un retraso de la luteólisis, asociado a mayor tasa de preñez. (Thatcher W.W., 2001)

Hoy en día tenemos el apoyo del ultrasonido, por lo que está mucho mejor comprendida; en general las vacas tienen una dinámica predecible, salvo por ciertos parámetros tanto genéticos como nutricionales. (Cutaia L. E., 2009)

El conocimiento de la dinámica folicular nos ayuda a manejar mejor la sincronización tanto de la ovulación como del celo. (Cutaia L. E., 2009)

## **2.2 UTILIZACIÓN DE HORMONAS**

La alta producción láctea puede afectar a la fertilidad, y esto tiene relación con el metabolismo de las vacas, ya que algunas hormonas, especialmente las esteroideas se producen en niveles más bajos en estos animales, además que el balance energético negativo producido en estos animales bloquean el eje hipotálamo hipófisis gonadal dando como respuesta animales anestricos u ondas foliculares débiles, además baja capacidad de producción de progesterona (hormona encargada de mantener la gestación).(Huanca L, 2001)



## 2.2.1 Hormonas utilizadas en los protocolos de sincronización de la ovulación

### 2.2.1.1 Progesterona

La progesterona, también conocida como **P4** (pregn-4-ene-3,20-dione), es una hormona esteroide C-21 (promueve la *gestación*) y embriogénesis. La progesterona es el principal progestágeno de origen natural. Su fuente principal es el ovario (cuerpo lúteo) y la placenta, la progesterona también puede sintetizarse en las glándulas adrenales y en el hígado.(Harper CV, 2004)

La progesterona actúa principalmente durante la segunda parte del ciclo estral, parando los cambios endometriales que inducen los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión. Estos efectos también ocurren en las mamas. La progesterona también se encarga de engrosar y mantener sujeto al endometrio en el útero: al bajar sus niveles, el endometrio se cae y produce el estro. Es la hormona que sirve para mantener la preñez.(Harper CV, 2004)

### 2.2.1.2 Prostaglandinas

Los prostanoides son metabolitos obtenidos del ácido araquidónico a través de la formación de ciclo oxigenasas entre las prostaglandinas la F2 alfa es la que más interés tiene en la reproducción bovina, ya que es la encargada de la



luteólisis y de las contracciones uterinas, por lo que se utiliza en problemas de infecciones uterinas y también para provocar la ruptura del cuerpo lúteo induciendo el estro; en protocolos de sincronización de la ovulación se utilizan para inducir el celo, pero en vacas gestantes es muy común que aborten (Echeverría, 2006)

### **2.2.1.3 Estrógenos**

Son las hormonas más importantes en las hembras para las características sexuales, (derivadas del ciclo pentano perhidro fenantreno) son producidos por los ovarios, la placenta durante la preñez, y en menores cantidades por las glándulas adrenales. (Sintex, 2005)

En los programas de inseminación a tiempo fijo, se utiliza generalmente el valeriato, cipronato y benzoato de estradiol (BE).(Sintex, 2005)

En cuanto a adicionar BE en los programas de IA al inicio del programa y 24 horas posteriores al retiro del dispositivo, se observó que mejoran los índices de preñez, esto se debe a que el BE permite comenzar con una nueva onda hormonal logrando reclutar folículos nuevos más fértiles, además de mejorar los niveles de estrógenos al momento del celo.(A. Flores Mariñelarena, 2006; Wattiaux, 2002)

La necesidad de inseminar el mayor número de animales en un período relativamente corto de tiempo hace preciso desarrollar protocolos que permitan sincronizar el retorno al estro de los vientres que resultaran vacíos. Esto es



especialmente importante en rodeos de cabaña donde el valor de la cría producida por inseminación artificial (IA) es significativamente superior a la producida por servicio natural.(Wattiaux, 2002)

#### **2.2.1.4 P4 + Benzoato de Estradiol**

Existen en la bibliografía numerosos datos acerca de la utilización de dispositivos con progesterona (P4), benzoato de estradiol (EB) o la combinación de ambos (P4 + B estradiol) durante la fase luteal, con el objetivo de que los retornos al estro se produzcan en un período corto y determinado de tiempo. Muchos de los protocolos de re sincronización de celos desarrollados recientemente incluyen el uso de la ultrasonografía para el diagnóstico precoz de preñez.(A. Flores Mariñelarena, 2006)

Mediante la aplicación de estos programas, es posible obtener en promedio un porcentaje de preñez del 55% en el rodeo, con la mínima utilización de personal y tiempo destinado a esta tarea.(Cutaia L, Feresín F y G. A. Bó, 2005)

La fertilidad en las vacas holstein se ve afectada por una serie de factores entre los más importantes tenemos:

- Problemas nutricionales: principalmente desbalances energéticos, animales que no llegan a recibir la cantidad de materia seca necesaria.
- Problemas infecciosos: enfermedades como IBR. DVB. Brucelosis entre otros.( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie<sup>2</sup>, Rodríguez Fernando<sup>3</sup> y Rodero Evangelina<sup>4</sup>, 2003)



El reto en los actuales momentos es tratar de acortar los días abiertos, por lo que cada vez más se utilizan mecanismos que permitan que las vacas comiencen a ciclar lo más pronto después del parto, para lo cual se utiliza de una manera generalizada tratamientos para sincronizar el celo e inseminar el mayor número de vacas en el menor tiempo posible.( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie<sup>2</sup>, Rodríguez Fernando<sup>3</sup> y Rodero Evangelina<sup>4</sup>, 2003)

### **2.3 SINCRONIZACIÓN DEL CELO**

Tras un protocolo de P4 ("priming ") se reanuda la actividad hipotálamo hipófisis ovárica, esto justifica que luego de un largo periodo anovulatorio algunas vacas sometidas a un protocolo de sincronización de la ovulación y no fueron inseminadas reanudan comienzan a ciclar de manera regular siendo consecuentemente mas fértiles.(Morales, 2012)

El continuo aumento de la producción lechera en las últimas décadas ha llevado a disminuir la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras aumentando el intervalo entre partos, debido a que no desarrollan una actividad ovárica regular durante el post parto, influyendo los días abiertos sobre la rentabilidad económica de la actividad lechera. ( Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie<sup>2</sup>, Rodríguez Fernando<sup>3</sup> y Rodero Evangelina<sup>4</sup>, 2003)

#### **2.3.1 Metodologías de inseminación artificial**

Para un programa corto, existen dos metodologías de inseminación artificial:



1. Con detección de celo: Sincronización de celos.
2. Sin detección de celo: Sincronización de celos y ovulación, *inseminación artificial sistemática (IAS)*, o *a tiempo fijo (IATF)*.

### **2.3.2 Ventajas de la sincronización y la inseminación artificial**

Los objetivos de los programas de sincronización son siempre: inducir y sincronizar celo y/o ovulación, con mínimos días de detección e inseminación, menor movimiento del rodeo y horas de trabajo, máxima fertilidad y al menor costo posible. (Sara, 2000)

"La inducción y/o sincronización de los celos es una metodología que permite la incorporación de la I.A. y un agrupamiento de la parición con el consecuente incremento de la cantidad de kg de ternero destetado". (Butler, 1985)

Un aumento de la cantidad de kg de ternero destetado se basa en obtener un incremento en la tasa de preñez al inicio de la temporada de servicios y el desplazamiento de las vacas que usualmente están en la cola de parición hacia la mitad de la temporada de servicio, con estos dos ajustes se logra destetar terneros con un mayor peso promedio.(Butler, 1985)

Partiendo de una reproducción eficiente, se puede programar los servicios en cría para una estación o período determinados, esto es importante ya que mientras más tarde paren las vacas en la temporada escogida, disponen de menos tiempo para ciclar en el próximo año, lo que conlleva menos preñeces, menos terneros, más vacas rechazos y más vacas vacías.(Butler, 1985)



Si se atrasa el parto, el tiempo de servicio también se reduce proporcionalmente, entonces, los animales que paren a la cola (último mes) tienen solamente un 33% de posibilidades de preñarse con respecto a los de la cabeza de parición; con la sincronización de celos se logra minimizar estos inconvenientes al aumentar las vacas que se preñan al inicio de la temporada, al mejorar las posibilidades de las vacas de la cola de parición para mantener y/o reducir la estacionalidad de los servicios.(Butler, 1985)

Al sincronizar los celos se adelanta la fecha de concepción al inicio de la temporada de servicio en el 40 – 50 % de las vacas sincronizadas, todo esto resulta muy ventajoso para producir más con el mismo número de vientres.(Munguira, 2006)

### **2.3.2.1 Ventajas de un buen programa de sincronización de celos**

1. Inseminar vacas con cría al pie sin aumentar el intervalo parto-concepción.
2. Inseminar con o sin detección de celo en pocos días.
3. Minimizar movimientos del rodeo para conservar condición corporal de madre y cría, y menor daño por pisoteo de pasturas.
4. Economizar horas-hombre afectadas al trabajo de I.A.
5. Inseminar rodeo de alto número de animales.
6. Aceptable costo-beneficio. (Souza, 2009)

Con la inseminación artificial se puede evitar enfermedades de transmisión sexual, además del acceso a un sinnúmero de toros con los que se puede lograr un significativo y hasta específico mejoramiento genético, pues es



posible utilizar unos toros para vacas y otros para vaquillonas, donde se considere factores como por ejemplo el peso al nacimiento.(Becabula, 2006)

Si después de la primera inseminación, algunas vacas resultan vacías, todavía pueden presentar celos durante el período de servicio, ya sea este natural o por inseminación nuevamente, y así, mejorar el índice de preñez general y los kg de terneros destetados. (Becabula, 2006)

Un buen programa de sincronización puede acortar el anestro postparto, adelantar el celo y servicio y por tanto, la fecha de concepción, algo que resulta conveniente para el hato en general pero más para las vacas que están en la cola de parición. Esta respuesta depende de la fertilidad de los vientres, su estado corporal, el tratamiento y de que el programa sea el adecuado tomando en cuenta la categoría de la vaca a sincronizar. (Munguira, 2006)

La necesidad de reducir las deficiencias en la detección de celo ha llevado a diseñar protocolos de Inseminación a Tiempo Fijo y aún cuando puede existir variabilidad de resultados, es claro que se puede contar con una alternativa para contribuir a disminuir las deficiencias reproductivas.(Huanca L, 2001)

Uno de los grandes avances de la inseminación a tiempo fijo (IATF) es la predicción del momento de la ovulación, y la inseminación a tiempo predeterminado sin detección de celos.(Huanca L, 2001)

Existen numerosos protocolos destinados a inseminar un mayor número de vacas a tiempo fijo para así mejorar las tasas de preñez, las mismas que están determinadas por el número de animales inseminados y lógicamente



aumentan al hacerlo sin necesidad de observar un celo natural, pero el porcentaje de concepción es bajo en vacas en vaquillas sometidas a estas técnicas, por lo que se observó que las vacas que se inseminan en el celo de retorno tienen mejores tasas de concepción debido a que entraron en períodos de ciclicidad. (Becabula, 2006)

### **2.3.3 Métodos de sincronización de celo**

La regulación del ciclo estral es una alternativa para obviar la detección del estro. El propósito es controlar el momento del celo y por lo tanto el momento de la ovulación, esto haría posible incrementar el porcentaje de hembras inseminadas en el rebaño durante el período deseado de servicios. Si no se puede eliminar la detección de celo, al menos el trabajo requerido para tener una observación diaria de hembras para la detección del celo, podría reducirse agrupando a los animales y concentrando los esfuerzos de detección durante períodos previamente predeterminados. Es necesario comprender los tiempos y períodos en I.A. para darse cuenta de la importancia de la sincronización de los celos. (Thatcher, 2001)

Entre los métodos utilizados se encuentran: el método Ovsynch y la sincronización con progestágenos que es el utilizado en el presente estudio.

Debido a que las regulaciones sanitarias de los Estados Unidos no permiten la utilización de algunas hormonas, son muy utilizados los protocolos con GNRH



como el ovsynch que no tuvo éxito para sincronizar las vacas en anestro postparto.(select, 2011)

**Método IATF**

IATF = inseminación artificial a tiempo fijo

DEIA = detección estro inseminación artificial

50 días \_\_\_DEIA\_\_\_\_\_ 80 días comenzar programa IATF vaca no IA

**Días postparto**

**Métodos de Pre sincronización para uso antes de Ovsynch**

<b>PGF_____PGF_DEIA_____ Programa IATF vaca no IA</b>
<b>14 días 11_14 días</b>

**Método Ovsynch**

**GNRH\_\_\_\_\_PGF\_\_\_\_\_GNRH\_\_\_\_\_ Programa IATF vacas ni IA**

**7 Días 48 horas 36 horas IA(select, 2011)**

**8**



### 2.3.4 Fisiología de la sincronización de celo y ovulación

**Ciclo ovárico.** Los ovarios de las vacas desarrollan cuatro fases hormonales que se repiten en un ciclo de 21 días cuyo fin último es la producción de un óvulo. Estas fases están reguladas por cambios hormonales acontecidos en el organismo. Esa sucesión de fases se llama ciclo ovárico y se produce durante todas las estaciones (Munguira, 2006).

Las hormonas que actúan sobre la fisiología del ovario, adelantando, atrasando o induciendo el celo (sincronización) y algunas induciendo la ovulación son:

#### a. Prostaglandina F2ALFA

Se comprobó que la madurez del cuerpo lúteo (CL) en el momento del tratamiento con PGF influenciaba la respuesta luteolítica y que la PGF no inducía la luteólisis de manera efectiva durante los primeros 5 a 6 días después del celo. Además, en los bovinos en los que la luteólisis se producía, el comienzo del celo se distribuía por un período de 6 días. El uso del Ecógrafo reveló que el intervalo desde el tratamiento con PGF hasta la manifestación del celo y la ovulación está determinado por la fase de desarrollo del folículo dominante en el momento del tratamiento. Si se administra PGF cuando el folículo dominante de una onda se encuentra en la última fase de crecimiento o en la primera fase estática, la ovulación se producirá entre 3 y 4 días. Por otro lado, el tratamiento con PGF administrado cuando el folículo dominante se encuentra en la fase estática media a tardía (es decir, cuando ya no es viable), producirá la ovulación del folículo dominante de la próxima onda folicular entre



5 y 7 días más tarde. Este intervalo refleja el tiempo necesario para que el folículo dominante de la onda nueva crezca y se desarrolle con un tamaño preovulatorio y afirma que la detección eficaz del celo es esencial para lograr altas tasas de preñez en programas de sincronización utilizando PGF. (Cutaia; Cutaia, Le, Bo, Ga, 2009)

#### **b. Utilización de GNRH**

El método Ovsynch (con GNRH), al parecer tiene resultados muy parecidos a los métodos con progestágenos cuando se observa los celos, pero este porcentaje baja cuando se insemina a tiempo fijo. (Souza, 2009)

Este protocolo induce aparentemente la ovulación en un alto porcentaje de vacas de leche en anestro, pero algunas de estas vacas tienen una fase luteal posterior más reducida, lo que produce tasas de concepción menor que en las vacas cíclicas. De esta manera, si bien el Ovsynch puede inducir la ovulación en vacas no cíclicas, la reducción en las tasas de concepción de estas vacas sigue siendo probable. En los últimos años, varios grupos de los Estados Unidos han combinado la utilización de un dispositivo de liberación de progesterona con el protocolo Ovsynch en vacas de leche no cíclicas. En este protocolo, las vacas tienen el dispositivo de liberación de progesterona colocado en la vagina en el momento en que se coloca la primera inyección de GnRH del protocolo Ovsynch y el dispositivo se retira durante el tratamiento con PGE. (Souza, 2009)

A pesar de que un experimento inicial reveló una mejora significativa en las tasas de preñez (55,2% vs. 34,7%; n=182) para las vacas tratadas o no



tratadas con dispositivos de liberación de progesterona en el momento de la primera GnRH, una revisión reciente demostró que los resultados varían sorprendentemente, pero en general las diferencias rondan entre el 6 al 8%(Souza, 2009).

### **c. Tratamiento con dispositivos de liberación de progesterona**

La progesterona liberada a partir de la colocación del dispositivo tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>1 ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Estos dispositivos tienen una vida media de 34,8 horas a 55.13 horas.(Zárate Martínez, 2010)

Por otro lado, la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales (<1 ng/ml) que induce el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endócrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación. (Cutaia; Cutaia, Le, Bo, Ga, 2009)

### **2.3.5 Sincronización con Progestágenos**

La detección de celo en el periodo post parto se vuelve cada vez más difícil, pero cuando sincronizamos en una etapa temprana con progestágenos,



activamos el eje hipotálamo hipófisis gonadal y es muy frecuente que estas vacas regulen sus ciclos estrales y tengamos la oportunidad de inseminar estos animales. (A. Flores Mariñelarena, 2006)

## 2.4 CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal de los bovinos es un parámetro importante, mide la deposición de grasa sobre el animal como garantía de reservas de energía. En una escala de 1 a 5 (1 flaco, 2.5 intermedio y 5 exceso de gordura) es necesario que los animales estén con una condición mínima de 3 a 3.5 y ganando peso). El balance energético positivo favorece la actividad ovárica, la fertilidad y la viabilidad embrionaria.

### 2.4.1 Estado funcional de los animales:

**Vacas:** Paridas de más de 45 días, con involución puerperal normal, útero en posición pelviana y de diámetro menor de 6 cm, son aptas cuando están ciclando y aunque estén en anestro, siempre que estén ganando peso. En el caso de vacas de la raza *Holstein*, el peso adecuado debe ser de aproximadamente 340 kg

**Novillas o vaconas:** Que hayan alcanzado la edad reproductiva (mayores de 15 meses), con desarrollo corporal, genital y con síntomas de actividad ovárica, es decir, ciclando.(Garrido, 2011)



La cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto tiene una influencia muy fuerte en potenciales complicaciones al momento del parto o inmediatamente después del mismo, en la producción de leche, y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia. Las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen: (Benítez, 2003)

- \* Una producción de leche reducida debido a una falta de reservas corporales adecuadas para ser utilizadas en el comienzo de la lactancia;
- \* Una mayor incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (cetosis, desplazamiento abomasal, etc.);
- \* Una reiniciación demorada del ciclo estral luego del parto. (Benítez, 2003)

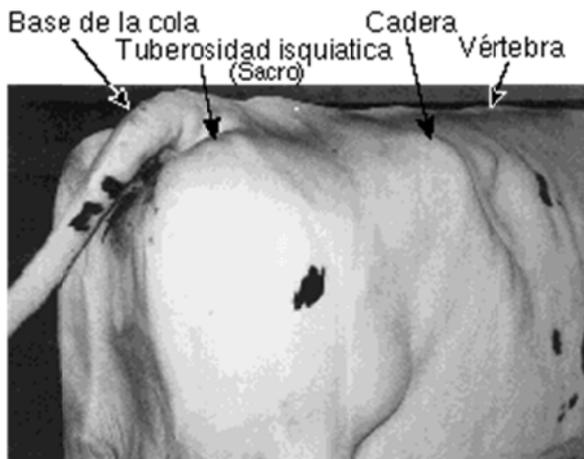


**Cuadro N° 2: Zonas anatómicas para evaluar la condición corporal**

Zona	1	2	3	4	5
Apófisis espinosas (columna)	Muy prominentes al tacto	Pueden palpase, pero no son tan prominentes	No son visibles, pero se palpan	Bien cubiertas	Apariencia redondeada
Apófisis transversas (columna)	Fácilmente palpables	Aún fácilmente palpables	Cubiertas. Pueden pellizcarse	Solo palpadas bajo presión	Grandes áreas de tejido graso
Huesos de la cadera	Muy prominentes	Prominentes, pero algo cubiertas	Visibles pero no prominentes y bien cubiertos	No visibles, bien cubiertos	No visibles, muy bien cubiertos
Base de la cola	Tejido anexo hundido, hueso prominente	Menos hundimiento, visibles pero no prominentes	Ligeramente redondeada	Redondeada por tejido graso a ambos lados de la cola	Grasa a ambos lados de la cola
Costillas	Pueden palpase individualmente	Ligeramente prominentes, pueden palpase	Pueden distinguirse individualmente. Capa de grasa palpable	Difícil de separar. Flancos de aspecto esponjoso	No palpables. Flancos muy esponjosos
Estado General	Emaciado	Delgado	Condición media. Saludable	Ligeramente gordo	Obeso

Fuente: Elaborado por P. J. Alvarez. (Alvarez, 1999)

**Figura 3: Puntos anatómicos para evaluar la condición corporal.**



Fuente: Michel Wattiaux. (Wattiaux, 2002)



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1 Materiales químicos**

Benzoato de Estradiol (Grafoleón)

Progesterona Dispositivos intravaginales (DIB SINTEX)

PGF<sub>2</sub> $\alpha$  ( d cloprostenol) (Estrumate)

##### **3.1.2 Equipos para la inseminación**

Tanque de Nitrógeno líquido

Pistola de inseminación

Catéteres plásticos de inseminación

Pajuelas de semen congelado.

##### **3.1.3. Instrumentos de diagnostico**

Ecógrafo Draminski con batería recargable, portátil, pantalla TFT LCD 6,4 pulgadas, tiempo de funcionamiento continuo 4 horas.

#### **3.2 EXPERIMENTO**

El estudio se realizó con 36 vacas con una condición corporal entre 2.5 y 3.5 en la escala de 1 a 5, con un período posparto entre 40 a 120 días y promedio



entre 2 y 4 partos. Los elementos muestrales se distribuyeron en dos grupos (n=18) bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación. Los animales se manejan a pastoreo en praderas compuestas de gramíneas y leguminosas, además se suplementa con concentrado y minerales tratando de aportar con un tres por ciento de materia seca en kg del peso vivo del animal.

El protocolo de sincronización que se siguió es básicamente el mismo para los dos grupos, la diferencia se da al momento de la inseminación.

Protocolo para los dos grupos:

Anestro-posparto:

Día 0: Insertar DIB y aplicar 2 mg de Benzoato de Estradiol.

Día 8: Retirar dispositivo y aplicar 500mg de estrumate.

Día 9: Aplicar 1 mg de Benzoato de Estradiol intramuscular.

Para el grupo de vacas inseminadas a celo visto (tratamiento 1), se detectó el primer celo en el día 10 y otro entre los días 15 al 30 donde fueron inseminadas.

Por otro lado, a todas las vacas del otro grupo (tratamiento 2) se les inseminó 30 horas después de la última aplicación de Benzoato de estradiol, es por esto que esta técnica es de inseminación artificial a tiempo fijo.

En los dos grupos se procedió a realizar una detección ecográfica de preñez entre los 35 a 40 días post inseminación.



### **3.2.1 Criterios de Inclusión**

Vacas de las siguientes características:

Edad entre 4 y 8 años.

Condición corporal entre 2,5 y 3,5.

Número de partos entre 2 y 4.

Ovarios cíclicos.

### **3.3 MARCO ESPACIAL**

El trabajo objeto de la investigación se desarrolló en la zona "SARA CAPAC" de la parroquia Cochapata del cantón Nabón de la provincia del Azuay, con una altitud de 3000 msnm y una temperatura de 14°C la misma que tiene como actividad principal la producción de leche con animales de la raza Holstein de alta cruza.



### 3.4 TECNICA DE CAMPO

#### 3.4.1 Tratamientos de sincronización

**Tratamiento 1.** Se sometió al protocolo de sincronización E2+P4+PGF2 $\alpha$ +E2 de la siguiente manera:

Días					
0	8	9	10	18 a 24	35 - 40 post IA
2mg BE+0,5mg P4 intra-vaginal	Extracción del dispositivo y aplicación de 500ug PGF2alfa	1mg BE intramuscular	Observar celo	Observación celo natural e IA	Detección ecográfica de preñez

**Tratamiento 2.** Se aplicó el mismo protocolo de sincronización E2+P4+PGF2+E2, se inseminó a tiempo fijo 30 horas después de la administración de la última dosis de BE.

Días				
0	8	9	10 16 Horas de la aplicación de BE	35- 40 post IA
2mg BE+0,5mg P4 intra-vaginal	Extracción del dispositivo y aplicación de 500ug PGF2alfa	1mg BE intramuscular	Inseminación artificial	Detección ecográfica de preñez

A los 35 a 40 días post IA: Diagnóstico de gestación por examen ecográfico.



Para determinar la preñez de las vacas para los dos tratamientos se constató la presencia de vesícula embrionaria con alantoides formado y feto.

#### **Procesamiento de datos:**

Los datos se procesaron con el programa SPSS 13.0 para Windows. Para obtener la diferencia de promedios a través de la prueba T de student para muestras independientes y porcentajes con la prueba Chi cuadrado

### **3.5 DISEÑO ESTADISTICO**

Se realizó un estudio de tipo experimenta utilizando la prueba de T de student para muestras independientes y porcentajes con la prueba de Chi cuadrado, el universo lo constituyó las vacas lecheras Holstein de Alta Cruza existentes en la región, y como muestra a 36 de ellas que cumplieron con los criterios de inclusión, al azar.

Se aplicó el tratamiento 1 a un grupo de 18 vacas, y el tratamiento 2 a otro grupo de igual número de vacas.



### **3.6 VARIABLES E INDICADORES**

#### **3.6.1 Variable Independiente**

Tipo de inseminación (IATF, celo visto).

#### **3.6.2 Variable dependiente**

Preñez o tasa de concepción alcanzada en vacas que presentaron celo de retorno tras un protocolo de sincronización de la ovulación.

#### **3.6.3 Indicadores**

Presencia fetal.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

**Cuadro 3. Porcentajes de celo presentados en las vacas del tratamiento 1.**

Variable	Número	Porcentaje
Presencia de celo	17	94,44
Ausencia de celo	1	5,56

Dentro del grupo de 18 vacas a las que se les aplicó el tratamiento 1 para ser inseminadas en el celo de retorno, 17 presentaron síntomas evidentes de celo y fueron dentro de los tiempos recomendados.

En el grupo correspondiente al tratamiento 2 no hay datos sobre la presencia de celo ya que fueron inseminadas a las 30 horas como ya fue explicado y por lo tanto no contempla esta variable.



**Cuadro 4. Número y porcentaje de la presencia de folículo dominante vs. Celo. (Tratamientos)**

Folículo dominante	Celo				Total	
	Si		No		N°	%
	N°	%	N°	%		
<b>Si</b>	14	77,7	0	0,0	<b>14</b>	<b>77,7</b>
<b>No</b>	3	16,6	1	5,5	<b>4</b>	<b>22,2</b>
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>94,4</b>	<b>1</b>	<b>5,5</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

En el grupo de las 18 vacas correspondientes al tratamiento 1. Se detectó por ecosonografía que 14 presentaron celo y folículo dominante, 3 no tuvieron folículo dominante, y sin embargo presentaron celo; y, por último 1 vaca no presentó folículo dominante y tampoco celo.

En el grupo del tratamiento 2. No se puede analizar comparativamente estas dos variables, debido a que no se monitoreo ecográficamente el comportamiento folicular, porque en el tratamiento de IATF se inseminó independientemente de la presencia de celo o folículo dominante.



**Cuadro 5. Número y porcentaje de la presencia de folículo dominante vs. Preñez.**

Folículo dominante		Preñez				Total	
		Si		No		N°	%
		N°	%	N°	%		
Tratamiento 1	Si	12	66,6	2	11,1	14	77,7
	No	2	11,1	2	11,1	4	22,2
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>77,7</b>	<b>4</b>	<b>22,2</b>	<b>18</b>	<b>100</b>
Tratamiento 2	Si	9	50,0	3	16,67	12	66,7
	No	0	0,0	6	33,33	6	33,3
	<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>50,0</b>	<b>9</b>	<b>50,0</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

En el grupo del tratamiento 1, de las 18 vacas examinadas por ultrasonografía, 14 presentaron folículos dominantes, pero solamente 12 se preñaron. De las 4 vacas que no presentaron folículo dominante, 2 también se preñaron y 2 no, pudiendo tratarse de vacas con diferente desarrollo folicular los mismos que dominaron luego del diagnóstico ultrasonográfico

En el grupo del tratamiento 2, de las 18 vacas inseminadas, 9 se preñaron



**Cuadro 6. Resultados de preñez por tratamiento.**

Variable	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Valor p
Preñez	14/18 (77,78%)	9/18 (50%)	0.041

Como se observa en el cuadro anterior, con el tratamiento 1, se obtuvo preñez en 14 de las 18 vacas del grupo, lo que da un 77,78%, y en el tratamiento 2 se obtuvo 9 preñadas de las 18 vacas dando un 50%.

Al hacer el cálculo de diferencia de promedios entre los dos tratamientos se obtuvo un valor de p de 0,041 con el cual afirmamos que la diferencia entre los tratamientos es significativa.



**Cuadro 7. Diferencia de medias de preñez según el tratamiento administrado.**

<b>Grupo</b>	<b>Media para preñez</b>	<b>Estimado de la diferencia</b>	<b>Valor p</b>
Tratamiento 1	0.778	0.278	0.044
Tratamiento 2	0.500		

Al comparar las medias se evidencia que la correspondiente al tratamiento 1 (IA a celo visto) tiene una diferencia estimada de 0.278 con respecto al tratamiento 2.

Con el cálculo de diferencia de medias se obtiene el valor p, el cual ratifica que esta diferencia entre las medias de preñez es estadísticamente significativa.



### Cuadro 8. IC y Prueba T pareada para preñez con los tratamientos 1, y 2

Grupo	Número	Media	Desv. Est.	Media del error estándar
Tratamiento 1	18	0,778	0,428	0,101
Tratamiento 2	18	0,500	0,514	0,121
Diferencia		0,278	0,575	0.135

Límite inferior 95% para la diferencia media: 0,042

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0): Valor T = 2,05 Valor P = 0,028

Como resultado de la prueba t obtuvimos un valor p de 0,028 que nos confirma que la diferencia de la variable preñez entre los dos tratamientos es significativa.



## 4.2 DISCUSIÓN

Se realizó cálculos para diferencias de promedios, diferencia de medias y prueba t pareada, en todos los resultados existe una diferencia estadísticamente significativa entre los dos tratamientos, a pesar de que una vaca del grupo del tratamiento 1, no presentó celo, este dato se manejó para los cálculos como el peor esperado.

Diversas investigaciones comprueban que en el siguiente celo post IATF mayor porcentaje de vacas quedan preñadas, tal es así que en investigaciones realizadas en Nueva Zelanda obtuvieron 70 a 80% de preñez aprovechando un celo de retorno. (Hafez, 2002)

En un trabajo realizado en Buenos Aires se pudo observar que no todas las vacas que resultaron vacías tras un programa de IATF volvieron en celo solo un 78% de vacas en un lapso de 21 días. (Cutaia L, Feresín F y G. A. Bó, 2005; Benítez, 2003; Blanco, 2006; Cutaia L. E., 2009)

En un ensayo realizado en Argentina con IATF en 174 vacas secas cruce cebú resultaron preñadas a la primera IA 94 (57.3%). De las 80 vacas que resultaron vacías a la primera IA solo 43 (53.7%) repitieron celo con la re-sincronización (Cutaia; Cutaia, Le, Bo, Ga, 2009; Benítez, 2003; Cutaia M. L., 2006) (Benítez, 2003; Blanco, 2006; Cutaia L. E., 2009; Cutaia M. L., 2006)y 36/43 (83,7%) resultaron preñadas. (Anderson, 2010; Cutaia M. L., 2006)



En total 121/164 (73.7%) de las vacas tratadas resultaron preñadas con las dos IA. En otro trabajo con 150 vacas con cría con pobre condición corporal, resultaron preñadas a la primera IA 39 (26%). De las 111 vacas que resultaron vacías a la primera IA solo 60 (54%) repitieron celo 42/60 (70%) resultaron preñadas a la segunda IA. La ventaja de la IA en este segundo caso es que recuperamos una baja preñez inicial con una segunda IA y terminar el programa con mejores resultados (Hafez, 2002; Cutaia L 123, Feresín F 4 y Bó G A 13, 2003).

En nuestro estudio al igual que en algunos ya mencionados todos los cálculos arrojan como resultado que la inseminación a celo visto es más efectiva ya que el porcentaje de preñez es de un 55% frente aun 40 % en programas de IATF(Bo & Cutaia, 2006)



## V. CONCLUSIONES

1. Al realizar la inseminación artificial en el celo de retorno post sincronización de la ovulación tenemos mejores tasas de concepción, y si esto se realiza en un tiempo de espera voluntario no mayor a los 70 días se reducen los días abiertos, número de pajuelas por preñez y aumenta el número de , crías por año.
2. Al aprovechar el celo de retorno producido luego de la utilización de progestágenos se insemina vacas que están demostrando ciclicidad lo que garantiza mejores tasas de ovulación y lógicamente mejores tasas de preñez.
3. El examen ecográfico en el día 18 post sincronización de la ovulación con P4 nos sirvió para comprobar la presencia de folículos dominantes los que garantizan la presencia de celo, el mismo que fue observado minuciosamente ya que muchas veces se expresa en periodos tan cortos que puede ser pasado por desapercibido.

Una buena condición corporal, el estado sanitario y todo el manejo pre y post parto ayudan al éxito reproductivo.



## VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo se recomienda poner mucha atención en un periodo temprano post parto para tratar de activar el eje hipotálamo hipófisis ovárico y garantizar la presencia de celos naturales, los mismos que garantizan mejores tasas de preñez.

Se debe poner especial cuidado en la detección de celo, ya que es ahí donde se basa el éxito o fracaso del protocolo.

Son necesarios más estudios que nos ayuden a mejorar la ciclicidad ovárica con la finalidad de obtener más datos sobre la efectividad de la técnica de inseminación artificial a celo visto post sincronización de celo, para vacas sometidas a diferentes medios.

El éxito obtenido al inseminar a celo visto tras un protocolo de sincronización durante esta investigación, compromete a los veterinarios y ganaderos a utilizar esta técnica para aumentar la eficiencia reproductiva de los hatos lecheros de vacas Holstein de alta cruza.

El manejo del post parto es fundamental para mejorar los parámetros reproductivos, pero el mismo no es sino la consecuencia de un preparto en las mejores condiciones por lo que es importante que las vacas que se encuentran cercanas a parir estén bajo las mejores condiciones de manejo para el éxito de la reproducción.



## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Cutaia L 123, Feresín F 4 y Bó G A 13. (2003).  
<http://www.syntexar.com/descargas/Resinco%20y%20US%20aplicada.pdf>.  
Recuperado el 2 de 2 de 20012
- Sepúlveda Nestor<sup>1</sup>, Risopatrón Jennie<sup>2</sup>, Rodríguez Fernando<sup>3</sup> y Rodero Evangelina<sup>4</sup>. (2003).  
*Fertilidade en vacas lecheras asociada*. Recuperado el Octubre de 2011, de  
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27934/2/art3.pdf>
- A. Flores Mariñelarena, A. G. (2006). *Benzoato de estradiol en vaquillas sincronizadas con progesterona y prostaglandina-F2A*. Recuperado el Noviembre de 2011, de  
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1430390>
- Aguilar, j. J. (2001). *Bases de la reproducción animal*. Buenos Aires.
- Alvarez, P. (12 de MARZO de 1999). Recuperado el Mayode 2012
- Anderson, L. O. (2010).  
<http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Monograf%C3%ADa%20Anderson.pdf>. Recuperado el 2012
- Becabula, f. (2006). *metodos sincronizacion celo bovino*. bs as.
- Benítez, M. V. (2003). *Enfermedades de la reproducción en bovinos*. Recuperado el Octubre de 2011, de <http://mvz.unipaz.edu.co/textos/patologia/articulos/parasitoos.pdf>
- Blanco, P. D. (2006). *ABC DIGITAL - El celo en vacas lecheras*. Recuperado el Noviembre de 2011, de <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=424995>
- Bo, G., & Cutaia, L. (2006). *fertilidad en hembras bovinas*. Recuperado el 3 de marzo de 2013
- Brito, R. (1992). *Control de la reproducción e infecciones puerperales (selección)*. (F. Varela, Ed.) La Habana, Cuba.
- Butler, H. A. (1985). Sincronización de celos con dos agentes luteolíticos en dosis reducidas en vacas secas y vaquillonas en rodeos comerciales. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 5 (7-8), 473-477.
- Cutaia L, Feresín F y G. A. Bó. (2005).  
[www.syntexar.com/descargas/Resinco%20y%20US%20aplicada.pdf](http://www.syntexar.com/descargas/Resinco%20y%20US%20aplicada.pdf). Recuperado el 12 de 1 de 2012
- Cutaia, L. E. (2009). Actualización sobre protocolos IATF en bovinos.
- Cutaia, M. L. (2006).. Recuperado el Octubre de 2011, de [www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/60-ia\\_a\\_tiempo\\_fijo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/60-ia_a_tiempo_fijo.pdf)



- Cutaia; Cutaia, Le, Bo, Ga. (2009). . Córdoba.
- Echeverría, J. (Enero de 2006). *Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2α en vacas*. Recuperado el Noviembre de 2011, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010603.pdf>
- Fricke, P. M. (2003). La ecuacion de la reproducción en los rodeos de leche. *5(20)*, 8-14.
- Gabriel A. Bó1, Lucas E. Cutaia1, Alexandre H. Souza2 y Pietro S. Baruselli2. (2007). *Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche*. Recuperado el Octubre de 2011, de [http://www.geraembryo.com.br/t.tecnicos/3\\_Congresso/10.pdf](http://www.geraembryo.com.br/t.tecnicos/3_Congresso/10.pdf)
- Garrido, Á. (2011). *Importancia de la IATF*. Córdoba, Argentina: Prosegran.
- Gonzáles Lluen; Román Benigno. (2008). Causas de infertilidad en vacas lecheras Seminario avanzado en Cajamarca. Cajamarca: SIRIVS.
- Hafez, E. (2002). *Reproduccion e Inseminacion Artificial en animales* (Septima Edición ed.). Mexico: McGRAW-HILL INTERAMERICANA.
- Hansen, L. (6 de 1 de 2011). [www.ansci.umn.edu](http://www.ansci.umn.edu) . Recuperado el 1 de 2012
- Harper CV, B. C. (Octubre de 2004). Recuperado el Noviembre de 2011
- Hincapié, J. E. (2002). *Técnicas para mejorar la eficiencia reproductiva en animales de granja*. Tegucigalpa, Honduras: Editorial Prografic.
- [http://www.infocarne.com/bovino/manejo\\_reproductivo\\_ganado\\_bovino.htm](http://www.infocarne.com/bovino/manejo_reproductivo_ganado_bovino.htm). (s.f.). Recuperado el 18 de enero de 2013, de Manejo reproductivo del ganado bovino
- Huanca L, W. (jul./dic. de 2001). Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras. *Rev. investig. vet. Perú,* *12(2)*, 161-163.
- Lucy, M. J. (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal of Animal Science*, *70(11)*, 3615-3626.
- Morales, J. (2012). *Postpartum anestrus in dairy cows: hormonal treatments*. Recuperado el 3 de marzo de 2013
- Munguira, J. (2006) Inseminación artificial en ganado *Morucho*. Bs AS.
- Ortiz Salazar, J. A., García Terán, O., & Morales Terán, G. (2005). *Manejo de Bovinos Productores de Leche*. Puebla, México: Secretaría de la Reforma Agraria.
- Pedroso Sosa, R. (2007). Resincronización en hembras bovinas inseminadas en el trópico.
- Roberts, S. (1971). *Veterinary obstetrics and genital diseases. Second edition.: Ed.* (Second ed.). Ithaca-NY: Ed. Edwars brothers inc.



Sara, R. C. (2000). *Inseminación artificial. Las soluciones del Siglo XXI-*. Buenos Aires, Argentina: Difusión Ganadera.

select, s. (2011). *protocolos sincronizacion vacas lecheras*. mexico df.

Sintex. (2005). Fisiología reproductiva del bovino. En Sintex. Buenos Aires.

Souza, A. H. (2009). *metodos de sincronizacion de celo en bovinos*.

Thatcher W.W., F. M. (2001). Effects of hormonal treatments on reproductive performance and embryo production. *Theriogenology* (55), 75-90.

Thatcher, W. W. (2001). *Concepts for regulation*.

Wattiaux, M. A. (2002). [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de\\_12.es.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_12.es.pdf).  
Recuperado el 20 de 1 de 2012

[www.slideshare.net/engormix](http://www.slideshare.net/engormix). (19 de 10 de 2011). Recuperado el 11 de 2012

Zárate Martínez, J. T. (2010). *Comportamiento reproductivo de vacas criollas con amamantamiento restringido y sincronización de estro*. Recuperado el 17 de Enero de 2013



# VIII. ANEXOS



## ANEXO 1

### PRESENCIA Y MEDIDA DE FOLÍCULO PRE OVULATORIO

NÚMERO VACA	PRESENCIA FOLÍCULO PREEVULATORIO	MEDIDA FOLÍCULO PREEVULATORIO	DÍA POST RETIRADA DE IMPLANTE	GRADO DE EDEMA UTERINO	SÍNTOMAS DE CELO



## ANEXO 2

### OBSERVACIÓN CELO DÍA 18 AL 24

NÚMERO VACA	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24



## ANEXO 3

### FOTOS DE TRABAJO DE CAMPO

#### CALIFICACION DE CONDICION CORPORAL





## CHEQUEO GINECOLOGICO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD OVARICA





## COLOCACION DE DISPOSITIVOS INTRAUTERINOS





## INSEMINACION ARTIFICIAL





## DETECCION DE GESTACION POR ULTRASONOGRAFIA

