



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA
DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

MEDICINA VETERINARIA

**TESIS PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO EN
MEDICINA VETERINARIA**

Tema:

**EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE
RESINCRONIZACIÓN DE CELOS SOBRE LOS
PORCENTAJES DE PREÑEZ EN VACONAS MESTIZAS**

AUTORES:

MOREIRA VILLAMAR EDUARDO FABRICIO

PINARGOTE GARCÍA LUIS FERNANDO

TUTOR: DR. JORGE IGNACIO MACIAS ANDRADE

Calceta, Julio 2012

DERECHOS DE AUTORIA

Nosotros, Eduardo Fabricio Moreira Villamar y Luis Fernando Pinargote García, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

EDUARDO FABRICIO MOREIRA VILLAMAR

LUIS FERNANDO PINARGOTE GARCÍA

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Jorge Ignacio Macías Andrade certifica haber tutelado la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE RESINCRONIZACIÓN DE CELOS SOBRE LOS PORCENTAJES DE PREÑEZ EN VACONAS MESTIZAS”** que ha sido desarrollada por Eduardo Fabricio Moreira Villamar y Luis Fernando Pinargote García, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

DR. JORGE IGNACIO MACÍAS ANDRADE

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada “**EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE RESINCRONIZACIÓN DE CELOS SOBRE LOS PORCENTAJES DE PREÑEZ EN VACONAS MESTIZAS**”, que ha sido propuesta, desarrolla y sustentada por Eduardo Fabricio Moreira Villamar y Luis Fernando Pinargote García, previa a la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Dr. Derlys Mendieta Chica

MIEMBRO

Dr. Grethel Milián Florido

MIEMBRO

Dr. Ronald Vera Mejía

PRESIDENTE

AGRADEDIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por brindarme la oportunidad de prepararme como profesional.

A nuestro Dios, por permitirme disfrutar del mayor regalo, la vida.

A mis padres, por su incondicional apoyo durante mis estudios.

A mi esposa, por estar siempre junto a mí en los buenos y malos momentos.

A los profesores de la ESPAM MFL, por brindarme todos sus conocimientos durante estos 5 años.

Al personal de Agrícola El Naranjo S.A, por abrirnos sus puertas para la realización de esta tesis de grado.

EDUARDO FABRICIO MOREIRA VILLAMAR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por el hermoso regalo como lo es la vida y por la oportunidad de ser cada vez mejor.

A mis padres, por creer en mí y darme su apoyo incondicional en todas las decisiones las cuales han aportado a mi superación personal y profesional.

A la ESPAM "MFL" y a todas aquellas personas que la conforman las cuales de alguna manera han colaborado con mi formación ética y profesional.

A la Agrícola el Naranjo, por dar la apertura necesaria para realizar la investigación en esta prestigiosa entidad.

LUIS FERNANDO PINARGOTE GARCÍA

DEDICATORIA

A mis padres, Carlos y Narcisa, por ser el pilar fundamental durante toda mi vida, a ellos les debo la vida, la salud, mis estudios.

A mi esposa Nuvia y mis hijos Sevastian y Mathias, por ser el motor que me impulsa a superarme cada día más.

EDUARDO FABRICIO MOREIRA VILLAMAR

DEDICATORIA

A mis padres Dalinda García Dueñas y Luis Pinargote Pinargote, ya que por ellos son quien soy hoy en día, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación alimentación entre otros, son a ellos a quien les debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento orgulloso

LUIS FERNANDO PINARGOTE GARCÍA

CONTENIDO GENERAL

INTRODUCCIÓN	XVII
I. ANTECEDENTES	- 1 -
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	- 1 -
1.2 JUSTIFICACIÓN	- 3 -
1.3 OBJETIVOS	- 4 -
1.3.1 GENERAL	- 4 -
1.3.2 ESPECÍFICOS	- 4 -
1.4 HIPÓTESIS	- 5 -
II. MARCO TEORICO	- 6 -
2.1 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA	- 6 -
2.1.1 OVARIOS	- 6 -
2.1.2 CUERPO AMARILLO	- 7 -
2.1.2.1 DESARROLLO:	- 8 -
2.1.2.2 REGRESIÓN:	- 8 -
2.1.3 OVIDUCTO	- 8 -
2.1.3.1 MUCOSA DE OVIDUCTO	- 9 -
2.1.3.2 MUSCULATURA DEL OVIDUCTO Y LIGAMENTOS RELACIONADOS	- 9 -
2.1.3 ÚTERO	- 9 -
2.1.3.1 CONTRACCIÓN UTERINA:	- 10 -
2.1.3.2 FUNCIÓN DEL ÚTERO	- 10 -
2.1.4 CUELLO UTERINO	- 11 -
2.1.4.1 FUNCIONES:	- 11 -
2.1.5 VAGINA	- 12 -

2.1.5.1 FUNCIONES:.....	- 12 -
2.1.6 GENITALES EXTERNOS	- 12 -
2.1.6.1 VESTÍBULO:.....	- 12 -
2.1.6.2 LABIOS MAYORES Y LABIOS MENORES:.....	- 13 -
2.2 CICLO ESTRUAL DE LA VACA	- 13 -
2.2.1 SÍNTOMAS DE CELO.....	- 14 -
2.2.3 CAMBIOS CÍCLICOS EN EL ÚTERO	- 17 -
2.2.4 CAMBIOS CÍCLICOS EN LOS OVARIOS	- 18 -
2.2.5 DESARROLLO FOLICULAR.....	- 18 -
2.2.6 OVULACIÓN	- 20 -
2.4 HORMONAS Y REPRODUCCIÓN	- 21 -
2.4.1 HIPOTÁLAMO	- 21 -
2.4.2 HIPÓFISIS O GLÁNDULA PITUITARIA.....	- 21 -
2.4.3 GÓNADAS.....	- 22 -
2.4.4 GLÁNDULA PINEAL	- 22 -
2.5 HORMONAS.....	- 23 -
2.5.1 ESTRUCTURA DE LAS HORMONAS.....	- 23 -
2.6 REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN HORMONAL.....	- 23 -
2.6.1RETROALIMENTACIÓN ENDOCRINA	- 23 -
2.6.1.1 GÓNADAS:.....	- 23 -
2.6.2 RETROALIMENTACIÓN INHIBITORIA O NEGATIVA:.....	- 24 -
2.6.3 RETROALIMENTACIÓN POSITIVA O ESTIMULATORIA:	- 24 -
2.7 HORMONAS PRIMARIAS DE LA REPRODUCCIÓN	- 24 -
2.7.1 HORMONAS HIPOTALÁMICAS LIBERADORAS/INHIBIDORAS	- 25 -
2.7.2 HORMONAS ADENOHIPOFISARIAS.....	- 25 -
2.7.2.1 HORMONA FOLICULOESTIMULANTE	- 26 -
2.7.2.2 HORMONA LUTEINIZANTE.....	- 26 -

2.7.4 HORMONAS ESTEROIDES GONADALES	- 26 -
2.7.4.1 ESTRÓGENOS.....	- 26 -
2.7.4.2 PROGESTÁGENOS.....	- 27 -
2.7.4.3 INHIBINAS Y ACTIVINAS	- 28 -
2.7.5 HORMONAS PLACENTARIAS.....	- 29 -
2.7.5.1 GONADOTROPINA CORIONICA EQUINA	- 29 -
2.8 MANEJO DE FERTILIDAD EN BOVINOS DE CARNE.....	- 30 -
2.9 CONTROL ARTIFICIAL DEL CICLO ESTRUAL	- 31 -
2.9.1 RAZONES PARA EL CONTROL DEL ESTRO.....	- 32 -
2.9.2 MÉTODOS DEL CONTROL DEL ESTRO EN GANADERÍAS DE CARNE.....	- 32 -
2.9.2.1 MÉTODOS HORMONALES.....	- 33 -
2.10 RESINCRONIZACIÓN DE CELOS	- 38 -
2.10.1 RESINCRONIZACIÓN DE LOS RETORNOS UTILIZANDO BENZOATO DE ESTRADIOL	- 39 -
2.10.2 RESINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN UTILIZANDO DISPOSITIVOS CON P4 Y GNRH	- 40 -
II. DISEÑO METODOLOGICO	- 47 -
3.1 UBICACIÓN:	- 47 -
3.2 DURACIÓN DEL TRABAJO:	- 48 -
VARIABLES EN ESTUDIO:	- 48 -
3.4 ANÁLISIS DE VARIANZA	¡Error! Marcador no definido.
3.4 UNIDAD EXPERIMENTAL:.....	- 50 -
3.6 PRUEBA DE T	- 50 -
3.7 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LAS HORAS DE PRESENTACIÓN DEL CELO EN VACONAS ..	- 51 -
3.8.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA	- 52 -
3.8.1 Análisis Beneficio/Costo:	- 52 -
3.8.2 VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	- 52 -
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	- 53 -

4.1 EFICIENCIA EN LA PREÑEZ CON DOS NIVELES DE HORMONAS EN COMPARACIÓN AL MÉTODO TRADICIONAL DE MONTA.....	- 53 -
4.2 DIFERENCIA ENTRE ESTRUCTURAS OVÁRICAS.....	- 56 -
4.2.1 VACONAS RESINCRONIZADAS PREÑADAS TIPO I.....	- 60 -
4.2.2 VACONAS RESINCRONIZADAS NO PREÑADAS TIPO II.....	- 60 -
4.2.3 VACONAS RESINCRONIZADAS NO PREÑADAS TIPO III.....	- 62 -
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 60 -
5.1 CONCLUSIONES.....	- 60 -
5.2 RECOMENDACIONES.....	- 61 -
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	- 66 -
ANEXOS.....	- 71 -

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
01	Cuadro de variantes	63
02	Variables seleccionadas para el ACP y sus respectivas comunidades.	64
03	Análisis de varianza para tratamientos y sus interacciones, cantón San Vicente, empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita	69
04	Cuadro de doble entrada comparando razas y niveles de tratamientos en relación a la preñez en vaconas Cebú y Taurus,cantón San Vicente, empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita	70
05	Diferencia entre las estructuras reproductivas de dos razas, cantón San Vicente, empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita	72
06	Cuadro de doble entrada comparando razas y niveles de tratamientos en relación a la preñez en vacas Cebú y Taurus,cantón San Vicente, empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita.	73
07	Cuadro de doble entrada comparando razas y niveles de tratamientos en relación a la preñez en vaconas Cebú y Taurus,cantón San Vicente, empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita.	74
08	Análisis de tratamientos de resincronización de celos en vaconas Taurus,cantón San Vicente, empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita.	81

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
01	Interpretación geométrica de la extracción de dos factores para los parámetros x, y y z en el área tri dimensional de variables.	66
02	Determinación geográfica de la extracción de dos factores f1 y f2, tomados de los parámetros de las características x, y y z en un espacio tridimensional.	66
03	Vaonas preñadas de resincronización y repaso con toro, Cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranja” S.A en la Hacienda La Seibita.	68
04	Vaonas preñadas por raza, Cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranja” S.A en la Hacienda La Seibita.	71
05	Total de vaonas preñadas, comparando los tres tratamientos de esta investigación.	71
06	Dendrograma de clasificación de vaonas de acuerdo a la resincronización, Cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranja” S.A en la Hacienda La Seibita.	76
07	Vaonas resincronizadas preñadas, Cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranja” S.A en la Hacienda La Seibita.	77
08	Vaonas resincronizadas no preñadas de tipo ii, Cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranja” S.A en la Hacienda La Seibita	78
09	Vaonas resincronizadas no preñadas de tipo ii, Cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranja” S.A en la Hacienda La Seibita	79

RESUMEN

Se evaluó la eficiencia de dos métodos de resincronización de celos sobre la tasa de preñez en vaconas mestizas, comparándolas entre si y con el método tradicional de monta (repaso con toro después de una inseminación a tiempo fijo IATF). Se utilizó dos niveles de hormonas (1mg de benzoato de estradiol) y 2,5ml de un análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) más un tratamiento testigo repaso con toro después de una inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Se utilizó 10 repeticiones por tratamiento. El experimento duró 12 semanas. La evaluación estadística se la realizó con un Análisis de Componentes Principales y un Cuadro de Doble Entrada, los promedios encontrados fueron ajustados con la Prueba de Student al 5 % de probabilidad de error. Se encontró diferencias estadísticas entre resincronización de celos y el repaso con toro. Al comparar el tratamiento de 1mg de benzoato de estradiol en vaconas taurus frente al repaso con toros se encontró una diferencia de 44,4 % vs 55,5 % respectivamente. Se concluye que la manera de obtener mayores porcentajes de preñez es mediante el repaso con toro después de la primera IATF y además, al analizar económicamente los dos tratamientos y el repaso con toro, mas rentable es el repaso con toro después de una IATF ya que arrojó una tasa interna de retorno (TIR) de 1.27 dólares.

SUMMARY

We evaluated the efficiency of two methods of resynchronization of jealousy on the pregnancy rate in crossbred heifers and compared among themselves and with the traditional method of mating (review with bull after IATF). We used two levels of hormones (1 mg estradiol benzoate) and 2.5 ml of a synthetic analog of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) plus a control treatment with bull review after a fixed time artificial insemination (IATF). We used 10 replicates per treatment. The experiment lasted 12 weeks. Statistical evaluation was performed with the Principal Component Analysis and double-entry tables, the averages found were adjusted with the Student test at 5% probability of error. We found statistical differences between resynchronization of jealousy and reviewing with bull. In comparing the treatment of 1 mg estradiol benzoate versus taurus heifers with bulls review found a difference of 44.4 % vs 55.5 % respectively. We conclude that the way to obtain higher rates of pregnancy is by reviewing with bull after the first IATF. Furthermore, when analyzing the two treatments economically and with bull review, we conclude that review with bull after primary insemination has an Internal Rate of Return (TIR) 1.27 dollars, being the most profitable.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de inseminar el mayor número de animales en un periodo relativamente corto de tiempo implica desarrollar protocolos que permitan sincronizar el retorno del estro de los vientres que resultaron vacíos en la primera inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Los resultados de estos programas indican que es posible obtener porcentajes de preñez promedio del 50 % a la primera inseminación, tanto en vacas con cría como en vaconas (Santos, O. 2011).

Muchas de las empresas ganaderas en la actualidad adoptan técnicas de manejo reproductivo, de mejoramiento, basadas en nuevos y diversos protocolos de IATF, sincronización y resincronización, con el propósito de establecerse metas que permiten el mejoramiento genético rápido y efectivo en los hatos ganaderos (Baruselli, *et al*, 2001)

El desarrollo de diversas estrategias para resincronizar el celo e inducir el retorno al servicio de las hembras vacías con el objetivo de identificarlas y poderlas inseminar nuevamente ayuda a reducir el intervalo entre servicios son los principales objetivo de todos los productores que quieren alcanzar un rápido crecimiento de su ganadería (Chesta., *et al*. 2008).

Este trabajo tiene como objeto evaluar dos métodos de resincronización de celos en vaconas en una ganadería de carne, comparándolos con el repaso con toro después de la primera IATF, con el fin de contribuir al desarrollo de la producción animal bovina.

I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los ganaderos tienen una gran responsabilidad para con la población, la misma que consiste en aumentar los nutrientes de origen animal a través de la optimización del recurso ganadero existente, con el incremento de la producción de leche, carne; y sus derivados, sustancias que tienen un importante papel en la dieta de la población de la región y del país.

En toda ganadería bovina la meta a alcanzar, es obtener la máxima eficiencia reproductiva, esto se logra cuando las vacas paren una cría por año. Si bien son varios los factores que intervienen para el logro de esta meta, el adecuado manejo reproductivo de la ganadería asegura la eficiencia y la rentabilidad de la misma. (Cutaia, *et al*, 2005).

La necesidad de los productores bovinos de alcanzar los mayores porcentajes de preñeces por temporada de monta, la meta de tener un ternero por vaca año y la reducción de los días abiertos, son razones que impulsan a la realización de este proyecto de investigación.

Según Cutaia, *et al*, 2005, para lograr la eficiencia reproductiva existen métodos alternativos, entre los más destacados están los productos que interrumpen el ciclo estral de la hembra, suprimiendo la actividad ovárica, productos que provocan regresión del cuerpo lúteo o agentes que inducen y sincronizan el desarrollo folicular y la ovulación. En las últimas décadas la aparición de análogos sintéticos de la mayoría de hormonas en la reproducción de bovinos, así como el

desarrollo de diversos protocolos de manipulación del ciclo estral brindan una oportunidad valiosa de poner estas herramientas técnicas al servicio del médico veterinario y de los ganaderos.

Actualmente se ha utilizado distintas estrategias para resincronizar los retornos al estro en las vacas previamente sincronizadas, para incrementar el número de animales reinseminados en el momento adecuado. Estos incluyen el uso de dispositivos liberadores de progesterona o la utilización de vacas previamente inseminadas con protocolos de tipo Ovsynch. Se puede usar el protocolo Ovsynch el día 21 o 28 después de una inseminación previa. También se usa otros tipos de resincronización aplicando progestágenos y dosis reducidas de ésteres de estradiol, con resultados variables.

El uso de la resincronización nos permite tener un mayor número de animales preñados por época de monta, donde se reduce los días abiertos y por ende, disminuye las pérdidas económicas porque se tiene mayor cantidad de terneros en la época de partos. Sin embargo, el uso de esta técnica es aun punto de discusión entre los ganaderos, principalmente por los costos que demanda su aplicación.

¿El uso de métodos de resincronización de celos con una dosis de 1mg de benzoato de estradiol más un implante vaginal impregnado de progesterona y una dosis de un análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropinas (GNRH) más un implante vaginal impregnado de progesterona aumentará las tasas de preñez en las vacas mestizas?

1.2 JUSTIFICACIÒN

La principal herramienta que posee en la actualidad un productor de leche o de carne para introducir la mejora genética en los rodeos de carne o de leche, es la inseminación artificial con semen de toros probados en test de progenies y evaluaciones genómicas oficiales. La inseminación artificial representa un enorme avance biotecnológico para mejorar la reproducción y producción de los hatos ganaderos bovinos. Esta técnica permite reducir el intervalo entre partos, los días abiertos, el intervalo parto concepción, las enfermedades reproductivas, entre otros (Cavestany *et al*, 2003).

Cuando en una ganadería existen problemas reproductivos, las pérdidas económicas pueden llevar a que el hato no sea auto sostenible, ya que depende casi exclusivamente de tener una cría por año, para que esta explotación sea rentable. Una de los métodos para que las explotaciones bovinas disminuyan sus problemas reproductivos es realizar un protocolo de resincronización de celos, el cual ayudará tener menos vaconas vacías al primer servicio, mayor número de terneros por año y una producción, ya sea de carne o leche, mucho mas uniforme durante el año (Intervet, 2008)

Es por eso que el presente proyecto de investigación se presenta como una alternativa para el desarrollo de la ganadería bovina, ya que teniendo un mayor número de vacas preñadas por época de monta, se logra una rentabilidad adecuada que permita el crecimiento y la auto sostenibilidad de la ganadería bovina, ya sea de carne o leche.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Evaluar dos métodos de resincronización sobre los porcentajes de preñez en vaconas mestizas.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar el mejor protocolo de resincronización de celos en vaconas mestizas
- Evaluar el costo por vaca gestante.

1.4 HIPÓTESIS

La resincronización de celos con una dosis de 1mg de benzoato de estradiol más un implante vaginal impregnado de progesterona y una dosis de un análogo sintético de GnRH más un implante vaginal impregnado de progesterona aumentará los porcentajes de preñez y reduce los días abiertos en vaconas mestizas.

II. MARCO TEORICO

2.1 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA

Los órganos del aparato reproductor femenino de la hembra incluyen ovarios oviductos el útero, cuello del útero, la vagina, los genitales externos. Los órganos internos están sostenidos por el ligamento ancho. Este ligamento consta del mesoovario que sostiene al ovario y el mesometrio que sostienen al útero (Hafez, 2000).

2.1.1 OVARIOS

Son las gónadas femeninas, equivalente a los testículos en el macho. El ovario a diferencia del testículo, permanece en la cavidad abdominal. Realiza tanto funciones exocrinas (liberación de óvulos) como endocrinas (esteroidogenesis). Se localiza ambos lados de la apertura craneal de la pelvis, suspendido del abdomen por el ligamento ancho del perineo.

Durante el desarrollo fetal, los oogonios se producen por multiplicación mitótica. Eso es seguido por la primera división meiótica para formar varios millones de oocitos, proceso que se detiene en la profase. Atresia posterior reduce el número de oocitos al momento del nacimiento, y en la pubertad ocurre una reducción adicional, de modo que durante la senectud reproductiva solo queda un poco de cientos.

Al nacimiento, una capa de células foliculares rodea los oocitos primarios en el ovario para formar los folículos primordiales. La forma y el tamaño de ováricos varían con la especie y la etapa del ciclo estrual. En bovinos el ovario tiene una forma de almendra. La parte del ovario no unida al mesoovario está expuesta y forma una prominencia dentro de la cavidad abdominal (Caravaca, F.P. 2003.).

El ovario constituido por médula y corteza, esta rodeado por epitelio superficial, comúnmente llamado epitelio germinal. La medula ovárica consiste en tejido conectivo fibro elástico irregularmente dispuesto y extensos sistemas vascular y nervioso que llegan al ovario a través del hileo. Las arterias están dispuestas en una espiral bien definida. La corteza ovárica contiene folículos ováricos, cuerpos amarillos o ambos en diferentes etapas de desarrollo o regresión.

El patrón vascular del ovario cambia con los diferentes estados hormonales. La distribución intraovarica de la sangre experimenta notables cambios durante el periodo preovulatorio. El flujo de sangre arterial hacia el ovario cambia de manera proporcional con la actividad del cuerpo amarillo o cuerpo lúteo.

En bovinos, el riego sanguíneo del ovario es máximo durante la fase del cuerpo amarillo. Disminuye con la regresión de dicho cuerpo y alcanza un mínimo justo antes de la ovulación. El riego ovárico aumenta al formase de nuevo el cuerpo amarillo. La disminución del flujo sanguíneo seguir al descenso abrupto en el momento de la regresión del cuerpo lúteo (Hafez, 2000).

2.1.2 CUERPO AMARILLO

El cuerpo amarillo se desarrolla después del colapso del folículo en la ovulación. En la pared folicular interna se forma pliegues macroscópicos y microscópicos que se penetran en la cavidad central. Tales pliegues consisten en un núcleo central de tejido de estroma y grandes vasos sanguíneos que se distienden. Las células se desarrollan pocos días antes de la ovulación y experimentan regresión con rapidez; a las 24 horas todas las células de la teca restantes se encuentran en avanzado estado de degeneración. Tras la ovulación comienza la hipertrofia y luteinización de las células de la granulosa

La progesterona es secretada en forma de gránulos por las células luteínicas. En hembras viejas el funcionamiento del cuerpo amarillo disminuye como resultado de una incapacidad de las células foliculares de responder plenamente a los estímulos hormonales; cambios en la cantidad, calidad de la secreción hormonal o ambas, y una reducción del estímulo para la secreción hormonal.

2.1.2.1 DESARROLLO: el aumento de peso del cuerpo amarillo es rápido al principio. En general, el periodo de crecimiento es ligeramente más largo que la mitad del ciclo estrual. En la vaca, el peso y contenido de progesterona del cuerpo lúteo aumenta con rapidez entre los días 3 y 12 del ciclo y permanecen relativamente constantes hasta el día 16 en que comienza la regresión.

2.1.2.2 REGRESIÓN: Si no hay fecundación el cuerpo amarillo sufre regresión, lo cual permite que otros folículos ováricos grandes maduren. A medida que sus células se degeneran, el órgano completo disminuye de tamaño, adquiere color blanco o pardo pálido, y recibe el nombre de corpus albicans. Después de dos o tres ciclos, queda una cicatriz apenas visible de un tejido conectivo. En los bovinos comienza a experimentar regresión al 14 a 15 días después de estro, y su tamaño suele disminuir a la mitad en unas 36 horas (Hafez, 2000).

2.1.3 OVIDUCTO

La longitud y el grado de enrollamiento del oviducto varían entre mamíferos domésticos. El oviducto puede dividirse en cuatro segmentos funcionales: las fimbrias, en forma de olàn; el infundíbulo, abertura abdominal en forma de embudo cerca del ovario; la ampolla, dilatada y mas distal; y el istmo, la porción proximal mas estreche de oviducto, que conecta a éste con la luz uterina. Las fimbrias se encuentran libres excepto en un punto del polo superior de ovario. Esto asegura una estreche aproximación de las fimbrias y la superficie ovárica.

La ampolla que ocupa aproximadamente la mitad de la longitud del oviducto, se fusiona con la sección constreñida llamada istmo. En bovinos hay un pliegue en la unión uterotubarica, en especial durante el estro. El espesor de la musculatura aumenta desde el extremo ovárico del oviducto hacia el extremo uterino.

2.1.3.1 MUCOSA DE OVIDUCTO

La mucosa del oviducto esta constituida por pliegues primarios, secundarios y terciarios. La de la ampolla está dispuesta en pliegues elevados ramificados cuya altura disminuye hacia el istmo y que se convierten en bordes bajos en la unión uterotubarica. La compleja configuración de estos pliegues mucosos en la ampolla llena casi por completo la luz de modo que sólo hay un espacio potencial. El contenido del líquido es mínimo, por lo que la masa de células foliculares del montículo ovarico está en íntimo contacto con las células epiteliales cilíndricas (Hafez, 2000).

2.1.3.2 MUSCULATURA DEL OVIDUCTO Y LIGAMENTOS RELACIONADOS

Las contracciones de los oviductos facilitan la mezcla de su contenido, ayudan a desnudar el ovulo, facilitan la fecundación al incrementar el contacto entre los espermatozoides y óvulo, y regulan en parte el transporte de este ultimo. A diferencia del peristaltismo intestinal, el peristaltismo del oviducto tiende a demorar ligeramente el avance del óvulo en lugar de contribuir con él.

2.1.3 ÚTERO

En los animales domésticos el útero consta de dos cuernos un cuerpo y un cérvix, las proporciones relativas de las distintas partes, así como la forma y disposición

de los cuernos uterinos, venían con la especie. En la cerda, el útero es bicorne. Los cuernos están flexionados o enrollados y pueden medir hasta 120 o 150 cm de longitud, mientras que el cuerpo del útero es corto. Este órgano posee una gran capacidad por si mismo durante la gestación, con la finalidad de acomodar adecuadamente en su interior al producto de la fecundación.

En vacas ovejás y yeguas, el útero es bipartido. Estos animales tienen un tabique que separa los dos cuernos, y un cuerpo uterino prominente (que en la yegua es más grande). En rumiantes el epitelio uterino tiene varias carúnculas. Ambos lados del útero están unidos a las paredes pélvica y abdominal por el ligamento ancho.

2.1.3.1 CONTRACCIÓN UTERINA: La contracción del útero se coordina con los movimientos rítmicos del oviducto y del ovario. Existe considerable variación respecto al origen, dirección, amplitud y frecuencia de las contracciones del tracto reproductivo.

Durante el ciclo estrual la frecuencia de contracciones del miometrio es máxima en el estro e inmediatamente después. En el estro, las contracciones uterinas se originan en la parte posterior del aparato reproductor y más notablemente en dirección del oviducto. Durante la fase lútea la frecuencia de las contracciones se reduce, y solo un pequeño porcentaje avanza hacia los oviductos. El estradiol incrementa la frecuencia de las contracciones uterinas en ovejás ovariectomizadas, mientras que la progesterona la reduce (Urroz C.1991).

2.1.3.2 FUNCIÓN DEL ÚTERO

El útero realiza varias funciones. El endometrio y sus líquidos tienen participaciones importantes en el proceso reproductivo: a) transporte de

espermatozoides desde el sitio de la eyaculación hasta el de la fecundación en el oviducto, b) regulación del funcionamiento del cuerpo amarillo, c) inicio de la implantación, preñez y el parto.

2.1.4 CUELLO UTERINO

El cuello uterino o cérvix está constituido por un fuerte engrosamiento de la pared, que sobresale hacia adentro de la vagina. Se encuentra normalmente taponado por el tapón de Warton que tan solo desaparece en el momento del celo y en el momento del parto, y cuya función es prevenir las infecciones microbianas del útero, aunque en ciertas especies actúa también como reservorios de espermatozoides después del coito (Buxadè C. 1995).

En los rumiantes el cuello uterino tiene la forma de bordes trasversales o alterados en espiral que se conocen como anillos cervicales, y se desarrolla en distintos grados en las diferentes especies. Son especialmente en la vaca 4 anillos. Esta estructura anatómica se encuentra perfectamente cerrada excepto durante el estro, cuando se relaja ligeramente y permite la entrada del espermatozoide al útero. La secreción mucosa del cuello uterino se expulsa por la vulva (Buxadè C. 1995).

2.1.4.1 FUNCIONES: El cuello del útero tienen varias funciones en el proceso reproductivo: facilita al transporte de espermatozoides por el moco cervical a la luz del útero, actúa como depósitos de espermatozoides, y puede participar en la selección de espermatozoides viables impidiendo de este modo el transporte de células espermáticas no viables y defectuosas.

2.1.5 VAGINA

La pared vaginal consta de epitelio superficial, una capa muscular y una cerosa, la contractilidad de la vagina tiene una función importante en las respuestas psicosexuales y quizá también en el transporte de espermatozoides. La contracción de la vagina, el útero y los oviductos es activada por líquidos secretados dentro de la vagina durante la estimulación previa al coito (Hafez, 2000).

2.1.5.1 FUNCIONES: la vagina es el órgano de copulación de todas las especies, el lugar de donde sale el feto en el momento del parto y, en rumiantes y coneja, lugar donde se deposita el semen durante la cópula. La uretra desemboca en el tránsito entre vagina y vestíbulo vaginal por lo que también discurre la orina por este último en el momento de la micción (Caravaca F.P. 2003).

2.1.6 GENITALES EXTERNOS

El vestíbulo, los labios mayores el clítoris y las glándulas vestibulares constituyen los genitales externo.

2.1.6.1 VESTÍBULO: La unión de la vagina y el vestíbulo esta marcada por el orificio uretral externo y a menudo por un borde (el himen vaginal). En algunas vacas el himen puede ser tan prominente que interfiere en la cópula.

El vestíbulo de la vaca se extiende hacia el interior unos 10 cm, hasta el sitio donde el orificio uretral externo se abre en su superficie ventral. Los tubos de Gartner (restos de los conductos de Wolff) desembocan dentro del vestíbulo, en posición posterior y lateral respecto a los conductos de Gartner. Las glándulas de Bartholin, que secretan un líquido viscoso que es más activamente en el estro

tienen estructura tubo alveolar semejante a las glándulas bulbouretrales del macho.

2.1.6.2 LABIOS MAYORES Y LABIOS MENORES: El integumento de los labios mayores esta ricamente poblado por glándulas sebáceas y tubulares. Contiene depósitos de grasa, tejido elástico y una capa delgada de musculo liso; en su superficie exterior tiene la misma estructura que la piel externa, los labios menores tienen un núcleo de tejido conectivo esponjoso (Hafez, 2000).

2.2 CICLO ESTRUAL DE LA VACA

En condiciones de domesticación la vaca es poliestrica continua durante todo el año. La edad de la pubertad, primer estro, está influida por la nutrición y la estación del año en que se haya producido el nacimiento, estando comprendida entre los 7 y 18 meses, con una media de 10 meses. Una pequeña proporción de novillas no ovulan en el primer estro y en la gran mayoría la primera ovulación se produce en un celo silente. La duración del celo es mas corta en especies bovinas del trópico (10 horas promedio) que en las razas de clima templado (15 horas promedio) (Gasque, 2008).

Las alteraciones de la nutrición y las enfermedades retrasan la pubertad. Una vez alcanzado la pubertad la ciclicidad estrual solo se interrumpe con la gestación, durante las 3 y 6 semanas posteriores al parto, durante una alta producción alta, cuando existen evidentes deficiencias nutricionales y en ciertas condiciones patológicas. Algunas vacas y novillas no manifiestan signos externos durante el estro a pesar de tener una actividad cíclica normal, condición denominada como «celo silente». Ello puede deberse, sin embargo, a un fallo en la observación de los síntomas del celo por parte del ganadero más que a una ausencia real de dichos síntomas.

En las novillas la duración media de un ciclo estrual es de 20 días, y en las vacas 21 días, siendo los rangos normales de 18 a 22 y 18 a 24 respectivamente. La duración media del celo es de 15 horas, aunque el rango está comprendido entre 2 y 30 horas. Existen gran número de factores que pueden influenciar su duración: raza animal, estación del año, presencia del toro, nutrición, producción láctea número de la lactación y quizás, la más importante el número de vacas que se encuentra en celo al mismo tiempo (Esslemont *et al*, 2002).

Existe también una clara evidencia de que muchos de los síntomas del celo son observados durante las horas de la noche cuando los animales permanecen más tranquilos (Ruiz *et al*, 1999; Esslemont *et al*, 2002). La ovulación es espontánea y tiene lugar normalmente doce horas después del final del celo.

2.2.1 SÍNTOMAS DE CELO

Cuando se utiliza la inseminación artificial la detección del celo por parte del ganadero tiene una gran importancia para asegurar una correcta fertilidad. El fallo en la detección del celo es quizás la razón más importante que afecta la eficacia reproductiva (Intervet, 2008).

Existen grandes variaciones individuales en la intensidad de los síntomas de celo. Los síntomas suelen ser más intensos en las novillas que en las vacas. Generalmente se acepta que el criterio más seguro para saber si novilla o vaca se encuentra en celo es que acepte ser montada por otra (Esslemont *et al*, 2002, Pérez *et al*, 2001).

Durante el celo la hembra se muestra intranquila y mucho más activa utilizando podómetros, encontró que había un incremento de la actividad física del 393 % en este momento. Más recientemente, Lewis y Newman (1984) también encuentran

que en el estro la actividad medida por el pedómetro es alrededor de tres veces mayor que durante la fase lútea del ciclo. En su estudio observan que el 75 % de las vacas tenían su pico de actividad, medida por el pedómetro, en el día que comenzaba el celo, mientras que el 25 % lo tenían el día siguiente.

Las vacas en celo tienden a agruparse. Disminuye su apetito, así como el tiempo dedicado al descanso y la rumia, y frecuentemente hay una reducción en la producción láctea. La reducción de la producción láctea es un buen indicador del comienzo del celo, si bien posteriormente se produce un cierto incremento compensatorio (Horrell *et al.*, 1984). En este estudio, realizado sobre 73 vacas lecheras, se demostró que si una vaca produce en un día un 75 % de lo que es habitual hay una probabilidad del 50 % de que se encuentre en celo.

En raras ocasiones en que la producción láctea disminuía al 25 %, las vacas se encontraban en celo siempre. Cuando la vaca está en celo tiende a buscar a otras vacas en celo a las que lame y huele la zona perineal.

Durante el celo la vaca tenderá a montar a otras vacas. No obstante, lo más frecuente es que antes de intentar la monta coloque la barbilla sobre la zona dorsal de la compañera con objeto de inspeccionar su posible receptividad a ser montada. En ocasiones, una vez producida la monta sobre otra vaca, puede mostrar incluso movimientos pélvicos (Stevenson *et al.*, 1988). Si la vaca que es montada no se encuentra en celo se moverá y se volverá a cornear a la vaca que la monta. Una respuesta positiva a la monta dura unos cinco segundos (Stevenson *et al.*, 1988).

No obstante, si las dos vacas se encuentran en celo esta duración se incrementa a 7.5 segundos. En un grupo de 60 vacas, Cambell *et a* (1998), observaron que 33 de ellas fueron montadas una media de 56 veces.

Frecuentemente existe una descarga genital de moco transparente y claro, cuya elasticidad permite que cuelgue desde la vulva al suelo, también se adhiera a la cola y los flancos. La vulva se encuentra ligeramente edematosa y congestionada y hay una pequeña elevación de temperatura. La cola puede estar ligeramente elevada. El pelo de la base de la cola suele encontrarse erizado y su piel a menudo con escoriaciones producidas por la monta de otras vacas. Por la misma razón, el tercio posterior del animal puede estar manchado de tierra. En el transcurso del celo la vaca deambula y muge con un sonido característico.

Cuando se la lleva en presencia del toro, ambos se lamen, y se dan casos en que la vaca monta al toro antes de permanecer quieta para que el toro la monte a ella. Durante un corto período de tiempo, después de la cubrición, la vaca mantiene su cola levantada y el dorso arqueado. En caso de que no haya podido ser observado el momento de la monta, dicha postura indica que la cubrición ha tenido lugar.

En ocasiones, a los dos días de la cubrición, hay una descarga de moco blanco-amarillento por la vulva, conteniendo neutrófilos procedentes del útero. Alrededor de las 48 horas después del celo, independientemente de si la hembra ha sido cubierta, las novillas y algunas vacas muestran una descarga sanguinolenta, la sangre procede fundamentalmente de las carúnculas uterinas.

La temperatura corporal de la vaca desciende alrededor de 0.5° C en la ovulación. La temperatura más baja observada el día antes del celo fue 37.74°C, incrementándose 0.1° C el día del celo, incremento que se mantuvo durante los siguientes seis días para mantenerse constante hasta siete días antes del siguiente celo, momento en que se produce un descenso gradual.(Lewis and Newman, 1984).

La utilización práctica de este método es tediosa. Sin embargo, el uso de sistemas telemétricos de microondas puede facilitar estas mediciones en el futuro (Ealy *et al*, 1993). También se han descrito métodos automáticos para medir el mencionado incremento de la temperatura en la leche y que se instalan en el equipo de ordeño (Buttler *et a*, 1996)

El pH vaginal también fluctúa durante el ciclo estrual, siendo el valor más bajo de 7,32 en el momento del celo (Lewis and Newman, 1984).

2.2.3 CAMBIOS CÍCLICOS EN EL ÚTERO

Durante el celo el útero se encuentra congestionado, el endometrio está cubierto por un fluido edematoso y su aspecto es brillante. La capa muscular es fisiológicamente contráctil, de tal forma que cuando el útero es palpado por vía rectal dicha capa muscular manifiesta irritabilidad esta característica junto con la marcada vascularización confiere al útero una turgencia manifiesta a la palpación. Los cuerpos uterinos al tacto se presentan erectos y curvados.

Esta tonicidad se mantiene desde el día antes al día después del período del celo, siendo máxima durante todo el celo. Con la debida experiencia el veterinario puede detectar el celo teniendo en cuenta solamente esta característica uterina. Entre las 24 y las 48 horas después del celo las carúnculas muestran una hemorragia petequial, lo que origina que las descargas uterinas inmediatamente después del celo sean sanguinolentas. En las novillas frecuentemente también se producen petequias en la subserosa perimetral. Durante el diestro el endometrio aparece cubierto por una pequeña secreción de las glándulas uterinas (Hafez, 1993).

2.2.4 CAMBIOS CÍCLICOS EN LOS OVARIOS.

Generalmente sólo un folículo ovula en cada celo donde se elimina un solo ovocito. La incidencia de ovulaciones dobles en la vaca es del 4- 5 % siendo mucho más raras las ovulaciones triples.

El tamaño y la forma del contorno de los ovarios dependen de la fase del ciclo. Lo mejor es comenzar estudiando los órganos de una novilla nulípara madura. La sección post mórtem de los ovarios revela que las estructuras más significativas son los folículos y el cuerpo lúteo (Hafez, 1993).

2.2.5 DESARROLLO FOLICULAR.

Las opiniones acerca de las fases del desarrollo folicular son variables. Algunos estudios muestran que el desarrollo folicular es continuo e independiente de la fase del ciclo estral. Ciertamente, hay datos no obstante, algunos de los folículos grandes presentes en el ovario cinco días antes del celo no llegaron a ovular. Una de las características típicas de la vaca es que durante todo el ciclo estral existe una secuencia continua de crecimiento folicular y atresia (Matton *et al.*, 1983).

El crecimiento y desarrollo folicular se caracterizan, en los rumiantes, por dos o tres ondas foliculares consecutivas por ciclo estral. La llegada de la ultrasonografía permite recopilar mucha información sobre las fases del crecimiento y la selección folicular, cada ola implica el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos de la reserva ovárica total y la selección de un folículo dominante, que sigue creciendo y madurando hasta alcanzar la fase preovulatoria, mientras que los otros se atresian.

Henao *et al* (2000), fueron quienes con más claridad definió las fases del desarrollo folicular, existen dos ondas de desarrollo, la primera comienza entre el tercer y cuarto día del ciclo y la segunda comienza entre el doce y catorce. Por tanto, un folículo normal de 9 a 13 mm que se encuentre presente entre el día cinco y once del ciclo se atresiará. En la segunda onda, un folículo de 9 a 13 mm presente entre el día quince y el veinte se desarrollará hasta folículo preovulatorio.

Estudios más recientes pusieron de manifiesto que al menos existen dos fases de crecimiento folicular y atresia, una entre los días tres y siete y la otra entre los días siete y trece. Además, hay otro crecimiento folicular que termina en ovulación (Ireland, *et al*, 1983). El desarrollo folicular depende de los estímulos tónicos de FSH y, si bien la atresia puede ser debida a una secreción reducida de FSH, existe algún dato de que los folículos antrales dominantes segregan una sustancia que actuando localmente produce la atresia de los folículos antrales más pequeños.

De este modo, durante el diestro habrá folículos de diferente tamaño, comprendidos entre 0.7 y 1.0 cm de diámetro. Estos folículos, si bien no alteran el contorno oval de los ovarios, sí que producen una cierta variación en el tamaño de los mismos. La mayor o menor facilidad para la palpación de estas estructuras por vía rectal dependerá de su tamaño, grado de protrusión y su relación con el cuerpo lúteo (Hafez, 1993).

Durante el proestro y celo el folículo destinado a romperse en la inmediata ovulación completa su desarrollo, la ovulación tiene lugar cuando el folículo alcanza como mínimo 1.9 cm de diámetro. Este cuerpo lúteo maduro controla el ciclo estral por 15 a 18 días por acción de la progesterona (Gasque, 2008). En el celo, mediante palpación rectal, es posible detectar el folículo maduro como un ligero abultamiento sobre cuya superficie lisa se aprecia una zona blanda. La ovulación puede ocurrir en cualquier parte de la superficie del ovario.

La forma del cuerpo lúteo que posteriormente se desarrolla depende del lugar donde ocurre la ovulación. Lo normal es que la ovulación tenga lugar en una zona vascular de la pared del folículo. Si bien la hemorragia posovulatoria no es una característica típica del ganado bovino, después de la ovulación sí que existe una congestión alrededor del punto de rotura y, en ocasiones, un pequeño coágulo de sangre está presente en el centro del cuerpo lúteo recién formado (Hafez, 1993).

2.2.6 OVULACIÓN

Hasta la aparición de la ecografía era difícil identificar los patrones del crecimiento folicular de los animales domésticos, sobre todo los de los folículos que se desarrollan en la fase luteínica del ciclo. Esta técnica ha permitido definir el crecimiento y regresión foliculares durante dicha fase en la vaca y en la yegua.

En el ganado vacuno, el patrón que predomina es la existencia de varios folículos antrales dominantes (de gran tamaño) que se desarrollan de manera secuencial durante el ciclo. Los ciclos foliculares son diferentes hasta el punto de que la regresión folicular suele comenzar antes del inicio del crecimiento del siguiente folículo.

El primer folículo desaparece aproximadamente hacia la mitad de la fase luteínica y el segundo comienza a crecer de inmediato. Si el segundo folículo dominante es el ovulatorio o si se desarrolló un tercero, depende del estadio en que se encuentre cuando comience la regresión del cuerpo lúteo. Si el segundo folículo dominante ha comenzado su regresión al mismo tiempo que la del cuerpo lúteo, se desarrolla un tercer folículo. Por tanto, el folículo ovulatorio que se selecciona es aquel que se encuentre todavía en fase de desarrollo cuando se inicie la regresión del cuerpo lúteo (Cunningham, 2008).

2.4 HORMONAS Y REPRODUCCIÓN

Antes de hablar de las hormonas de la reproducción es conveniente revisar brevemente la anatomía funcional del hipotálamo, hipófisis y gónadas. La actividad gonadal esta bajo el control del hipotálamo y de la adenohipófisis.

2.4.1 HIPOTÁLAMO

El hipotálamo ocupa solo una pequeña parte del cerebro. Esta consiste en la región del tercer ventrículo, que se extiende desde el quiasma óptico hasta los cuerpos mamilares. Se encuentra en la parte central de la base del cerebro. Existen conexiones neurales entre el hipotálamo y el lóbulo posterior de la hipófisis a través del tracto hipotalámico-hipofisario y conexiones vasculares entre el hipotálamo y el lóbulo anterior de la hipófisis. La sangre arterial entra en la hipófisis a través de las arterias hipofisiarias superior e inferior (Cunninghan, 2008).

De estos capilares fluye la sangre hacia el sistema porta hipotalámico hipofisario, que empieza y termina en capilares sin pasar por el corazón. Parte del flujo venoso de la salida de la hipófisis anterior es de tipo retrogrado, que expone al hipotálamo a altas concentraciones de hormonas de la hipófisis anterior. Este flujo sanguíneo le da a la glándula hipófisis el mecanismo de retroalimentación negativo para regular las funciones del hipotálamo (Hafez, 2000).

2.4.2 HIPÓFISIS O GLÁNDULA PITUITARIA

La hipófisis se localiza en la silla turca, una depresión ósea en la base del cerebro. La glándula se subdivide en tres partes anatómicas distintas: lóbulos anterior, intermedio y posterior (Cunninghan, 2008).

Los tipos de células existentes en el lóbulo anterior de la hipófisis se clasifican, de manera tradicional, con base a sus características. La hipófisis anterior tiene 5 diferentes tipos de células que secretan 6 hormonas. Según el tipo de célula, las somatotrópicas secretan hormona del crecimiento; las corticotrópicas secretan la hormona adenocorticotrópica (ACTH); las mamotrópicas, prolactina; las tirotrópicas secretan la hormona estimulante de la glándula tiroides (TSH), y las gonadotrópicas, la hormona foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (Hafez, 2000).

2.4.3 GÓNADAS

En ambos sexos las gónadas desempeñan una doble función: la producción de células germinales y la secreción de hormonas gonadales. Las células que se localizan entre los túbulos seminíferos se llaman células de Leydig. Estas últimas secretan testosterona en el macho, mientras que las células de la teca interna del folículo de Graaf son la fuente primaria de estrógenos circulantes. Después de la rotura del folículo (ovulación), las células de la glándula y de la teca son reemplazadas por el cuerpo lúteo que secreta progesterona.

2.4.4 GLÁNDULA PINEAL

La glándula pineal (epífisis) se origina como una evaginación neuroepitelial de la parte superior del tercer ventrículo debajo del extremo posterior del cuerpo calloso. La glándula. La actividad hormonal de esta glándula pineal está influenciada por los ciclos de luz-oscuridad y estacional, lo que causa así que su función sea muy importante en el control neuroendocrino de la reproducción. La glándula convierte la información neural de los ojos relacionados con la duración de la luz del día en una producción endocrina de melatonina, que es secretada en el torrente sanguíneo y al líquido cefalorraquídeo (Hafez, 2000).

2.5 HORMONAS

Las hormonas pueden clasificarse según su estructura bioquímica o su forma de acción. La estructura bioquímica de las hormonas incluye glucoproteínas, polipéptidos, esteroides, ácidos grasos y aminas.

2.5.1 ESTRUCTURA DE LAS HORMONAS

Según su estructura química, las hormonas de la reproducción se dividen en 4 grupos:

- **Proteínas:** hormonas polipeptídicas como por ejemplo la oxitocina, la FSH y LH.
- **Esteroides:** derivan del colesterol como por ejemplo la testosterona.
- **Ácidos grasos:** derivan del ácido araquidónico, como la prostaglandina.
- **Aminas:** derivan de tirosina o triptófano, por ejemplo, melatonina.

2.6 REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN HORMONAL

El sistema nervioso desempeña una función esencial en la regulación de la actividad de las gónadas por medio de mecanismos de retroalimentación endocrina, vías neurales y control inmunoendocrino. El principal patrón de liberación de gonadotropinas es pulsátil y está determinado por la secreción de GnRH desde el hipotálamo (Cunningham, 2008)

2.6.1 RETROALIMENTACIÓN ENDOCRINA

2.6.1.1 GÓNADAS: Una hormona secretada por una glándula blanco puede influenciar la secreción que estimula su liberación. El control de retroalimentación

ocurre a nivel del hipotálamo y de la hipófisis. En función de su concentración en la sangre, las hormonas esteroideas pueden ejercer una retroalimentación estimuladora (positiva) o inhibitoria (negativa).

2.6.2 RETROALIMENTACIÓN INHIBITORIA O NEGATIVA: Este sistema involucra interrelaciones recíprocas entre dos o más glándulas y los órganos blancos. Por ejemplo, mientras que la estimulación del ovario aumenta la secreción de estrógeno, las concentraciones de FSH disminuyen. De la misma manera, cuando las hormonas hipofisarias alcanzan cierto nivel, algunos núcleos hipotalámicos responden con la disminución de la producción de su hormona liberadora particular, un descenso en la secreción de hormona trópica hipofisaria, y un nivel más bajo para la función de la glándula blanco.

2.6.3 RETROALIMENTACIÓN POSITIVA O ESTIMULATORIA: En este sistema, concentraciones crecientes de una hormona causan incrementos subsecuentes de otra hormona. Por ejemplo, un incremento en las concentraciones de estrógeno durante la fase preovulatoria activa una liberación abrupta de LH hipofisaria. Estos dos eventos están sincronizados con exactitud, ya que es necesaria una oleada de LH para la ruptura del folículo ovárico (Hafez, 2000).

2.7 HORMONAS PRIMARIAS DE LA REPRODUCCIÓN

Las hormonas primarias regulan los diferentes procesos reproductivos, mientras que las secundarias o metabólicas influyen en la reproducción de manera indirecta. Las hormonas primarias están involucradas en muchos aspectos reproductivos tales como: espermatogénesis, ovulación, comportamiento sexual, mantenimiento de la gestación, parto, lactancia y comportamiento materno.

2.7.1 HORMONAS HIPOTALÁMICAS LIBERADORA / INHIBIDORAS

Las hormonas del hipotálamo que regulan la reproducción son la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), ACTH, y el factor inhibidor de prolactina (PIF). El hipotálamo es también fuente de oxitocina y vasopresina, que están almacenadas en la neurohipofisis (Hafez, 2000).

En 1977, dos científicos norteamericanos, Schally y Guillemin, compartieron el premio Nobel por su investigación independiente para determinar la estructura química de las hormonas del hipotálamo que controlan la función hipotalámica. La GnRH es un decapeptido que es sintetizado en el hipotálamo basal medio, la GnRH proporciona un enlace humoral entre los sistemas neural y endocrino. En respuesta a las señales neurales. Se liberan pulsos de GnRH hacia el sistema portal hipofisario para la liberación de LH y FSH de la hipófisis anterior.

2.7.2 HORMONAS ADENOHIPOFISARIAS

El lóbulo anterior de la hipófisis secreta tres hormonas gonadotrópicas: FSH y LH y prolactina. Los gonadotropos en el lóbulo anterior de la hipófisis secretan ambas hormonas. Cada una de ellas consiste en dos subunidades llamadas subunidades alfa y beta.

Como se cito anteriormente, la GnRH y esteroides gonadales regulan la secreción de gonadotropinas. Adicionalmente, algunos péptidos gonadales regulan la secreción de FSH. Estos estimulan (activinas) o inhiben (inhibinas) la secreción de FSH.

2.7.2.1 HORMONA FOLICULOESTIMULANTE

La hormona folículo estimulante promueve el crecimiento y maduración del folículo ovárico o folículo de Graaf. La FSH no causa la secreción de estrógeno del ovario por si sola, si no que necesita la presencia de LH para estimular la producción de estrógeno.(Hafez, 2000)

2.7.2.2 HORMONA LUTEINIZANTE

La hormona luteinizante es un glicoproteína con una actividad biológica media de 30 min. Los niveles tónicos o basales de LH actúan conjuntamente con FSH para inducir la secreción de estrógeno del folículo ovárico grande. La oleada preovulatoria de LH es causativa de la ruptura de la pared folicular y de la ovulación. La LH estimula las células intersticiales del ovario y de los testículos.

2.7.4 HORMONAS ESTEROIDES GONADALES

Los ovarios y testículos secretan primordialmente hormonas esteroides gonadales. Estas son de cuatro tipos: andrógenos, estrógenos, progestinas y relaxina. Las tres primeras son tipo esteroides, mientras que el cuarto es una proteína. Los ovarios producen dos hormonas esteroides, estradiol y progesterona, y una hormona proteica, la relaxina.

2.7.4.1 ESTRÓGENOS.

El estradiol es el estrógeno primario, con estrona y el estriol que representan otros estrógenos metabólicamente activos. El 17 B estradiol es el estrógeno biológicamente activo producido por el ovario con pequeñas cantidades de

estróna y que es el estrógeno mas potente en el cuerpo animal (Rundall *et al*, 1998).

Los estrógenos circulan en la sangre ligados a proteínas de unión. De todos los esteroides, los estrógenos tienen el rango más amplio de funciones fisiológicas:

- Actuar sobre el sistema nervioso para inducir el comportamiento estral en las hembras.
- Actuar en el útero para aumentar la amplitud y la frecuencia de las contracciones, potencializando los efectos de la oxitocina y la prostaglandina F_{2a}
- Desarrollar físicamente los caracteres sexuales secundarios femeninos.
- Estimular el crecimiento de los conductos y causa el desarrollo de la glándula mamaria.
- Ejercer el control de retroalimentación tanto positiva como negativa en la liberación de LH y FSH a través del hipotálamo. El efecto negativo se da en el centro tónico en el hipotálamo, y el positivo en el centro preovulatorio.

Los estrógenos se usan para inducir el aborto en ovejas y vacas debido a sus propiedades luteolíticas, mientras que en la cerda, los estrógenos tienen una acción luteotrófica (Hafez, 2000).

2.7.4.2 PROGESTÁGENOS

La progesterona es el progestágeno natural mas prevalente, y es secretada por células lúteas del cuerpo amarillo, la placenta y la glándula suprarrenal, es transportada en la sangre por una globulina de enlace. Realiza las siguientes funciones:

- Prepara el endometrio para la implantación y mantenimiento de la preñez, lo cual aumenta la actividad de las glándulas secretoras en el endometrio e inhibe la movilidad del endometrio.
- Actúa sinérgicamente con los estrógenos para inducir el comportamiento estral.
- Desarrolla el tejido secretor (alveolos) de las glándulas mamarias.
- En concentraciones altas, inhibe el estro y la oleada ovulatoria de LH. Así, la progesterona es importante en la regulación del ciclo estral.
- Inhibe la motilidad uterina.

Se dispone de progestágenos sintéticos para sincronizar los ciclos estruales de los rumiantes. Los progestágenos actúan inhibiendo la secreción de LH de la hipófisis. La hormona puede darse en el alimento o insertarse en la vagina como dispositivo intravaginal por un periodo equivalente a un ciclo estral. Al suspender el tratamiento, los animales mostrarán celo y ovularán 48-72 horas más tarde. (Hafez, 2000)

2.7.4.3 INHIBINAS Y ACTIVINAS

Las inhibinas y activinas son reguladores paracrinós, ya que modulan la señal endocrina de LH.

2.7.4.3.1 INHIBINA

Las gónadas son la fuente principal de inhibinas y proteínas relacionadas, que contribuyen a la regulación endocrina del sistema reproductor. Las células de la granulosa de la hembra producen inhibinas. Son de tipo proteico.

Las inhibinas desempeñan una función importante en la relación hormonal de la foliculogénesis ovárica durante el ciclo estral. Las inhibinas actúan como señales

químicas la hipófisis respecto al número de folículos que crecen en el ovario. La inhibinas reduce la secreción de FSH a un nivel tal, que mantiene el número de ovulaciones específico en la especie, ya sea para especies de una sola o varias crías. Al inhibir la liberación de FSH sin alterar la liberación de LH, las inhibinas pueden ser en parte las responsables de la liberación diferencial de LH y FSH desde la hipófisis.

2.7.4.3.2 ACTIVINAS

El líquido folicular contiene una fracción que estimula en lugar de inhibir la secreción de FSH. Las proteínas responsables de esta actividad se caracterizaron como activinas. Las activinas son potentes dímeros liberadores de FSH y están presentes en líquidos gonadales por ejemplo, en el líquido folicular y en líquido de la red testicular (Hafez, 2000).

2.7.5 HORMONAS PLACENTARIAS

La placenta secreta varias hormonas, ya sea idénticas a, o con una actividad biológica similar a la de hormonas de la reproducción en los mamíferos: gonadotropina corionica equina (eCG), gonadotropina corionica humana (hCG), y lactógeno placentario.

2.7.5.1 GONADOTROPINA CORIÓICA EQUINA

La hormona eCG se descubrió cuando la sangre de yeguas preñadas producía maduración sexual en ratas inmaduras. El útero equino secreta esta gonadotropina placentaria.

Las copas endometriales son la fuente de origen de la eCG. La copa que se ha formado alrededor del día 40 de la preñez persiste hasta el día 85. La eCG tiene acciones biológicas de la FSH y LH, siendo dominantes las acciones de FSH.

2.8 MANEJO DE FERTILIDAD EN BOVINOS DE CARNE

Los rebaños de bovinos de carne suelen tenerse en forma de explotaciones extensivas y en grupos. La detección de celos es, por tanto una actividad menos intensiva y precisa que en el caso de las ganaderías de leche. La presencia de un ternero lactando y las influencias estacionales pueden reducir o bloquear la actividad cíclica en el vacuno de carne. Por estas razones, muchas vacas de carne no muestran signos de estro durante los 40-60 días postparto; que es cuando deberían ser montadas o inseminadas de nuevo (Intervet, 2008).

La mayoría de las ganaderías de carne restringen su actividad reproductiva a un periodo de montas o inseminaciones concreto. Las vacas que no hayan reanudado la actividad ovárica a tiempo y, por tanto, no hayan concebido, serán eliminadas.

En las explotaciones de carne, la inseminación artificial tiene varias ventajas con respecto a la monta natural:

- Es necesario tener menos toros.
- Permite el uso de semen de alta calidad de toros cuya descendencia a sido valorada, incrementando así el valor general del rebaño.
- Permite una producción más uniforme de terneros.

La detección de celos en ganaderías de carne suele ser el factor más limitante para el uso de la inseminación artificial. El control y la sincronización del estro pueden ofrecernos una solución. El uso de un sistema progestágeno y estradiol/ gonadotropina coriónica equina (PMSG) al inicio del ciclo reproductivo natural

estimula y sincroniza la actividad ovárica. Por tanto, adelanta y sincroniza el periodo de partos en comparación con la monta natural (Intervet, 2008).

Las ventajas de un sistema tal son considerables:

- Supervisión más atenta durante el periodo de partos, que es mas corto, lo que reduce las pérdidas de terneros debidas a las distocias.
- Si son destetados en una fecha fijada, los terneros tendrán una mayor edad y peso en el momento de su venta.
- Un periodo corto de partos mejorara la fertilidad del hato en la temporada siguiente.
- Los terneros pueden venderse por lotes de edad similar y calidad constante, lo que incrementa su valor.
- Permite y facilita el uso de la inseminación artificial y permite un manejo más racional del semen.

2.9 CONTROL ARTIFICIAL DEL CICLO ESTRUAL

En el manejo de las excepciones ganaderas, o de los animales de compañía muchas veces la manipulación del ciclo estrual es conveniente para asegurar un óptimo en sus producciones o simplemente porque es conveniente para el propietario. En el caso de animales de reproducción estacional, la posibilidad de inducir su reproducción en cualquier época del año tiene muchas ventanas. En todas las especies es muy interesante poder asegurar que un animal o un grupo de animales no van a presentar celo, o bien lo van a hacer simultáneamente.

2.9.1 RAZONES PARA EL CONTROL DEL ESTRO

El ciclo estral puede ser regulado farmacológicamente para inducir o controlar el momento del estro y la ovulación. Las principales razones para el control del estro son:

- La inducción del celo en vacas a las que no se ha visto en celo 45 días después del parto.
- La sincronización de grupos de terneras para la inseminación con semen de toros con facilidad de parto probada.
- La reducción del periodo necesario para la detección de celo.
- Para facilitar el uso de la IA de manera extensiva.
- La sincronización de las donantes y receptoras para la transferencia de embriones.
- La inducción de la actividad ovárica en las vacas de carne con anestro de lactación o anestro postparto.

2.9.2 MÉTODOS DEL CONTROL DEL ESTRO EN GANADERÍAS DE CARNE.

Según Intervet (2008), las necesidades críticas de cualquier sistema eficaz para controlar el ciclo estral son una respuesta predecible y una alta frecuencia de respuestas en forma de celos y ovulaciones durante un periodo concreto de 12-24 horas, seguido de un alto porcentaje de gestaciones tras una única IA pre programada.

Debido a las necesidades variables de los ovarios respecto a un apoyo gonadotrópico durante su desarrollo, es difícil aplicar un único tratamiento hormonal exógeno para estimular la aparición predecible de una nueva ola en cualquier animal tratado, independientemente de la etapa de la ola folicular en el momento del tratamiento.

Todos los métodos farmacológicos para el manejo del estro deberían ser considerados como herramientas útiles cuyo principal objetivo es incrementar la eficiencia reproductiva en las explotaciones, mejorar la organización, entre otros. En algunos casos, los sistemas de manejo del celo pueden ser usados como tratamientos para ciertos problemas reproductivos, como el celo silencioso o los quistes ováricos.

Los métodos farmacológicos para el manejo del estro nunca deberían ser considerados como sustitutivos de una nutrición y un manejo adecuado del vacuno reproductor.

En el vacuno con unos ovarios activos, el ciclo estral puede ser manipulado de tres formas:

1. Mediante el uso de prostaglandinas, para inducir una regresión precoz del cuerpo lúteo.
2. Mediante el uso secuencial de prostaglandinas y de análogos de la GnRH para obtener un desarrollo folicular sincronizado tras una luteolisis inducida.
3. Mediante el uso de progestágenos que actúen como un cuerpo lúteo artificial.

2.9.2.1 MÉTODOS HORMONALES.

Un gran número de hormonas son utilizadas en la manipulación de la actividad reproductiva de las especies domésticas. Algunos métodos están basados en imitar fielmente los cambios endocrinos fisiológicos, mientras que otros tienen un fundamento más empírico.

2.9.2.1.1 PROSTAGLANDINAS Y ANÁLOGOS DE LA GNRH (PROTOCOLO OVSYNCH)

Un programa conocido como el nombre de Ovsynch está indicado, principalmente, para vacas lecheras e implica dos inyecciones de un análogo de la GnRH separadas por una única administración de PGF_{2a}. Como en el campo lo más probable es que se use la sincronización en vacas que puedan 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 permita 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 administración de prostaglandina provoca la regresión de cualquier cuerpo lúteo accesorio o folículo luteinizado inducido por la GnRH, o de cualquier cuerpo lúteo presente tras una ovulación espontánea anterior.

En las vacas en las que se alteró el destino de la ola folicular actual, debería estar presente un nuevo folículo dominante en el ovario en el momento del segundo tratamiento con GnRH. Las vacas que reciban GnRH en la etapa de predominancia de su ciclo de ola folicular no deberían ver alterada dicha ola folicular y también se debe esperar que tengan un folículo dominante en el momento del segundo tratamiento con GnRH.

El protocolo Ovsynch facilita la programación precisa de la primera inseminación artificial posparto, al tiempo que mejora los parámetros reproductivos durante el periodo inicial del posparto, con un gran ahorro en mano de obra debido a la eliminación de la necesidad de la detección del estro.

Coleman, *et al* (1991) y Twagiramungu, *et al* (1992) reportaron que la tasa de fertilidad de las vacas sincronizadas con GnRH y PGF_{2a}, variaba entre 35 % y 65 % y que era similar a la de los animales control inseminadas al observarse el primer celo.

2.9.2.1.2 PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN CON USO DE PROGESTÁGENOS

Los tratamientos con progestágenos imitan a la fase lútea del ciclo. Para obtener un celo normalmente fértil, la duración del tratamiento se ha fijado entre 7 y 12 días, dependiendo del tipo de protocolo usado.

Una característica de todos los sistemas actuales basados en los progestágenos consiste en la aplicación de estradiol al inicio del tratamiento para:

- Acortar la vida del cuerpo lúteo
- Finalizar la ola existente e inducir la aparición de un nuevo folículo.

Esta segunda función de los ésteres de estradiol usados en conjunción con los progestágenos es especialmente importante, ya que todos los sistemas de liberación de progesterona/progestágenos dan lugar a niveles subluteales de progesterona en la circulación de las vacas tratadas. Estos niveles son suficientes para crear una retroalimentación negativa y evitar el pico preovulatorio de LH, la ovulación y el celo. Sin embargo, no puede bloquear por completo la secreción de LH, y se mantiene una pequeña secreción pulsátil, lo que permite la persistencia de un folículo dominante, si hay uno presente en el ovario al inicio del tratamiento.

Se ha sabido que cuando la duración de la dominancia del folículo ovulatorio supera las 4 días (folículo dominante persistente), hay un descenso progresivo de la fertilidad, que se ha atribuido a un descenso de la capacidad del ovocito y a un incremento en las pérdidas embrionarias (Diskin *et al.*, 2002)

El estradiol exógeno, administrado con progesterona, suprime la formación o disminuye el diámetro del folículo dominante al administrarse antes o durante el surgimiento de la ola, presumiblemente debido a la supresión de la FSH y quizás de la LH. Cuando se produce la selección del folículo, este tratamiento da como resultado un descenso del diámetro del folículo dominante sin modificar constantemente el momento del surgimiento de la siguiente ola.

El tratamiento de las vacas clasificadas como en anestro anovulatorio con progestágenos a dosis bajas durante 6-8 días rara vez induce la formación de folículos dominantes persistentes, como sería de esperar en las vacas que ciclan sin la persistencia de un cuerpo lúteo funcional (McDougall *et al.*, 2004)

El uso del estradiol al principio de un tratamiento de sincronización con progesterona, incluso cuando su duración se prolonga hasta 12 días, no siempre garantiza que la regresión del cuerpo lúteo sea completa en todos los animales en el momento de la retirada de la progesterona o 24 horas después. Como consecuencia, es muy recomendable que la PGF_{2a} sea administrada en el momento de la retirada de la progesterona o unas horas antes, para asegurar la regresión del cuerpo lúteo en aquellos animales que no responden al estradiol.

Una de las ventajas de este tipo de tratamientos, es que pueden iniciar ciclos estrales en vacas en anestro. En las vacas no cíclicas, el progestágeno sensibiliza el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal y facilita una vida normal del cuerpo lúteo. La

administración de eCG/PMSG, cuando se retira el progestágeno estimula todavía más la maduración folicular y la ovulación.

El porcentaje de éxito de los protocolos que usan progestágenos varía entre un 50% y 70% de porcentajes de preñez, dependiendo del intervalo posparto, la condición corporal, el manejo sanitario y otros factores, de los animales al iniciar el tratamiento. No obstante, este tipo de tratamientos con progestágenos podrían considerarse el método de elección para el manejo reproductivo en los rodeos de carne, ya que permiten unos partos acumulados al inicio de la temporada.

2.9.2.1.3 MODIFICACIONES DE LOS PROTOCOLOS CON PROGESTÁGENOS

En estudios recientes se han propuesto en los cuales la inyección de estradiol fue sustituida por GnRH al inicio del tratamiento (Thompson *et al.*, 1999; Stevenson *et al.*, 2000; García *et al.*, 2004). Este cambio está claramente asociado con la prohibición en Europa del uso de los ésteres de estradiol en animales productores de alimentos. Una de las modificaciones recientes de los sistemas de sincronización basados en los progestágenos consiste en la administración de una dosis baja (0,5-1,0) de benzoato de estradiol unas 24 horas después de la retirada del progestágeno.

Se vió que esto incrementaba la precisión del inicio del estro y que potenciaba los síntomas de celo, facilitando en último término la detección del mismo. Se puede esperar también de este estradiol exógeno que controle mas ajustadamente la precisión del pico de LH y el de la ovulación. En esta modificación, se recomienda una dosis de 0,5 mg de benzoato de estradiol para las terneras y de 1,0 mg para las vacas. Como alternativa al estradiol se puede usar GnRH 24 horas después de la retirada del progestágeno para sincronizar, dentro de una ventana de tiempo más reducida, el pico de LH y la ovulación.

2.10 RESINCRONIZACIÓN DE CELOS

El éxito de una inseminación artificial (IA), ya sea a tiempo fijo (IATF) o a celo detectado (IACD) estará determinado desde el punto de vista biológico por la tasa de preñez obtenida. Desde el punto de vista económico, la mayor eficiencia se logra con una alta tasa de preñez en el menor lapso posible y utilizando toros con altos valores de Diferencia Esperada de Progenie (DEP) (Cavestany *et al*, 2003).

La necesidad de inseminar el mayor número de animales en un periodo relativamente corto de tiempo implica la necesidad de desarrollar protocolos que permitan sincronizar el retorno al estro de los vientres que resultaran vacíos a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Esto es especialmente importante en rodeos de cabaña donde el valor de la cría producida por inseminación artificial (IA) es significativamente superiora la producida por servicio natural.

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

Mediante la aplicación de estos programas es posible obtener en promedio un porcentaje de preñez del 75 % en el rodeo con la mínima utilización de personal y tiempo destinado a esta tarea (Cutaia. L, *et al*, 2003).

De todos los parámetros planteados los que su mama programas de manejo reproductivo son los días abiertos o el de intervalos parto concepción. El día abierto implica pérdidas de ingresos por más días de lactancia, más días de seca y menos terneros por año. El día abierto en vacas normales está compuesto por el puerperio fisiológico que son los días necesarios para que aparezca un primer celo después del parto, que es un promedio de no menos de 45 y un máximo de 60 días.

Este período, llamado período de espera voluntario (PEV), no puede ser modificado sustancialmente ya que responde a variables fisiológicas. Los otros componentes de los días abiertos están originados en fallas en la detección de celos y fallas en la concepción, lo cual implica, en ambos casos adicionar 21 días del nuevo ciclo estral a los días abiertos. Por todo lo expuesto la justificación principal de la introducción de un programa de manejo reproductivo en rodeos bovinos radica en la optimización de la detección de celos y la mejora en las tasas de concepción.

Todos los programas de resincronización de la ovulación requieren la detección de celos para que los animales puedan ser reinseminados; sin embargo, como es conocido, existe una gran cantidad de animales que no son detectados en celo, lo cual disminuye las tasas de preñez finales obtenidas por la implementación de los diferentes protocolos, por tal razón se han hechos trabajos de utilización de programas de resincronización de dos rondas de resincronización de los retornos, ya que esto disminuye significativamente el intervalo parto-concepción y parto-parto (Tribulo, 2005).

2.10.1 RESINCRONIZACIÓN DE LOS RETORNOS UTILIZANDO BENZOATO DE ESTRADIOL

Una posibilidad recientemente estudiada es la utilización de una dosis baja de benzoato de estradiol (BE) durante la fase luteal, con el objetivo de que no llegue

a desencadenar el mecanismo luteolítico, pero que sea suficiente para actuar sinérgicamente con la progesterona secretada por el cuerpo lúteo (CL) y de esta manera inducir, a través de la supresión de la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) la regresión del folículo dominante de la segunda onda y transformar a tres ondas foliculares a todos los animales con intervalos interovulatorios de 23-24 días.

La resincronización con dispositivos con progesterona (P4) y benzoato de estradiol (BE) en vacas produce un retorno al celo más sincrónico, sin afectar los porcentajes de preñez, lo que permite reducir considerablemente el tiempo de observación de los animales para la detección de celos y obtener altos porcentajes de preñez finales después de dos IA (Tribulo, 2005).

Mediante un programa de sincronización y resincronización de celos en vacas lecheras con anestro post parto, utilizando DIV-B® se obtuvo a primer servicio un porcentaje de preñez de 19%; sin embargo, al segundo servicio utilizando la resincronización (RS) DIV-B® se obtuvo valores del 70%. La preñez acumulada fue mayor con el tratamiento (RS) DIV-B® posiblemente por el efecto del estímulo hormonal de la resincronización (Guevara, 2008).

2.10.2 RESINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN UTILIZANDO DISPOSITIVOS CON P4 Y GNRH

Todos los programas de resincronización de la ovulación descritos hasta este momento en esta revisión requieren la detección de celos para que los animales puedan ser reinseminados, sin embargo como es sabido, existe una gran cantidad de animales que no son detectados en celo lo cual disminuye las tasas de preñez finales obtenidas por la implementación de estos protocolos. (Cavestany D, citado por Feresin 2003)

La alternativa de realizar programas de resincronización de la ovulación que permita la IATF de los animales vacíos a las primo IA se ha estudiado en los últimos años por varios grupos de investigación. Se demostró (Chebel RC, 2003, citado por Cutaia, 2003) que las tasa de preñez del primer servicio diagnosticada por ecografía en el día 28 pos IATF fue similar cuando se inició un segundo programa Ovsynch con GnRH en el día 21 pos IATF (33,1 %) o el día 28 (33,6 %). Además, la tasa de preñez del segundo servicio sincronizado fue la misma para los dos tratamientos. Por lo tanto es seguro iniciar el Ovsynch en el día 21 antes del diagnóstico de preñez por ultrasonografía en el día 28.

Investigadores de Wisconsin (Frike PM, *et al* citado por Cutaia 2003) evaluaron un programa de resincronización (GnRH en el día 0; PGF en el día 7 y GnRH+IATF en el día 9) que se inició el día 19, 26 o 33 días luego del primer servicio IATF de animales tratados con Presynch/Ovsynch.

Esto se implementó para inducir una segunda IATF para las vacas vacías a la primera IATF. A pesar de que la administración de GnRH a las vacas preñadas a los 19 días luego de la IATF no pareció inducir pérdida embrionaria iatrogénica, la iniciación de resincronización a los 19 días luego de la primer IATF resultó en tasas de preñez inferiores (23 %) comparadas con los tratamientos de resincronización iniciados el día 26 (34 %) o 33 (38 %).

II. DISEÑO METODOLOGICO

3.1 UBICACIÓN:

El presente trabajo se lo realizó en el cantón San Vicente en la empresa “Agrícola El Naranja” S.A en la Hacienda La Seibita, ubicada entre las coordenadas geográficas 0°19'32.05" de latitud sur y 80°24'47.75" de latitud oeste. La temperatura media oscila entre 25 y 30 grados Celcius. Las precipitaciones anuales varían entre 1300-1500 mm, y se encuentra a un a altura de 5 msnm, con una humedad relativa de 78 % y heliofanía 4380 horas/año ⁽¹⁾.

ÁREA DE ESTUDIO

HDA. LA SEIBITA



¹Estación Meteorológica de Agrícola El Naranja

3.2 DURACIÓN DEL TRABAJO:

El trabajo de campo duró 12 semanas durante los meses enero hasta marzo del 2012.

3.3. PROCEDIMIENTO:

El protocolo de resincronización empezó 26 días después de la primera inseminación. El día 26 se dividió por grupo a los animales, al grupo A se le insertó un dispositivo intravaginal impregnado de progesterona y 1 mg de benzoato de estradiol vía IM, al grupo B se le aplicó 2,5 ml de un análogo sintético de GnRH vía IM y se le insertó un dispositivo intravaginal impregnado de progesterona y al grupo C o testigo se lo envió a monta por toro durante 45 días. . El día 33 se retiró el implante intravaginal y se realizó una ecografía transrectal, a los animales que se encontraban vacíos de ambos grupos se les aplicó 500mcg de cloprostenol sódico (2 ml de prostaglandina). Al grupo A el día 34 se les aplicó una dosis reducida de 0.50mg de benzoato de estradiol se le los inseminó a tiempo fijo 30 horas post aplicación. Mientras que al grupo B se le aplicó 2.5 ml de GnRH el día 35 es decir en el momento de la IATF. Para establecer la incidencia sobre las tasas de preñez se realizó una ecografía transrectal al día 30 post resincronización.

VARIABLES EN ESTUDIO:

3.4 ANÁLISIS DE VARIANZA

Debido a que los datos no se ajustan a las 4 precondiciones expuesta en el capítulo metodológico del proyecto, es decir la realización de un Diseño en Bloques Completamente al Azar (BDCA), el coeficiente de varianza (CV) fue de 311%. De tal manera que, los datos producidos en el mencionado cuadro no pueden ser interpretados como se había propuesto en el proyecto original.

Debido a que de acuerdo a Bortz (2005) los CV para investigaciones de campo y con animales no pueden superar el 30 % del CV.

En consecuencia bajo estricta aprobación del tribunal respectivo de la tesis se obtuvo por utilizar la prueba de T para establecer las diferencias estadísticas de la mejor dosis de benzoato de estradiol mediante la tasa de concepción y preñez, análisis de componentes principales para las horas de la presencia de celo y la estructura ováricas de las vaconas, y análisis de conglomerados para clasificación de tres tipos de vacas de acuerdo a la resincronización.

VARIABLES DEPENDIENTES

- Número de vacas preñadas por tratamiento, se realizó mediante ecografía transrectal con ecógrafo Aquila Vet 7,5 MHz, 35 días después de la segunda inseminación.
- Porcentaje de ovulación, se detectó mediante ecografía transrectal, con ecógrafo Aquila Vet 7,5 MHz, 7 días post segunda inseminación.
- Tamaño de estructuras ováricas, se medirán mediante ecografía transrectal, con ecógrafo Aquila Vet 7,5 MHz, el día del retiro del dispositivo vaginal en la resincronización.
- Horas de presentación y sincronía de celos, se realizó mediante observación directa de los animales, tres veces al día, en la mañana, en la tarde y en la noche; desde el día del retiro del dispositivos vaginales hasta un día después de la inseminación.

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Métodos de resincronización
- Mestizaje de los animales

CUADRO 1.- CUADRO DE VARIANTES

Mestizaje/Protocolo de resincronización	1 mg de Benzoato de estradiol	2,5 ml de Análogo de GnRH	Monta natural (Toro)	Repetición	T.U.E	Total animales
Mestizas cebuinas	10 animales	10 animales	10 animales	30	1	30
Mestizas taurinas	10 animales	10 animales	10 animales	30	1	30

3.4 UNIDAD EXPERIMENTAL:

La unidad experimental estuvo formada por 1 vaca mestiza, con un peso mínimo de 300 kg y con una condición corporal entre 2,5 y 3,5 según la escala descrita por Edmonson *et al* (1989). Se encontraron en condiciones de pastoreo extensivo, principalmente con Pasto Saboya (*Panicum maximun*).

Cuadro 2. Variables seleccionadas para el ACP y sus respectivas comunalidades.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	59
Tratamientos	5
Raza	1
Hormas + Monta	2
RazasxHormonas+ Monta	2
Repeticiones	9
Error Experimental	54

3.6 PRUEBA DE T

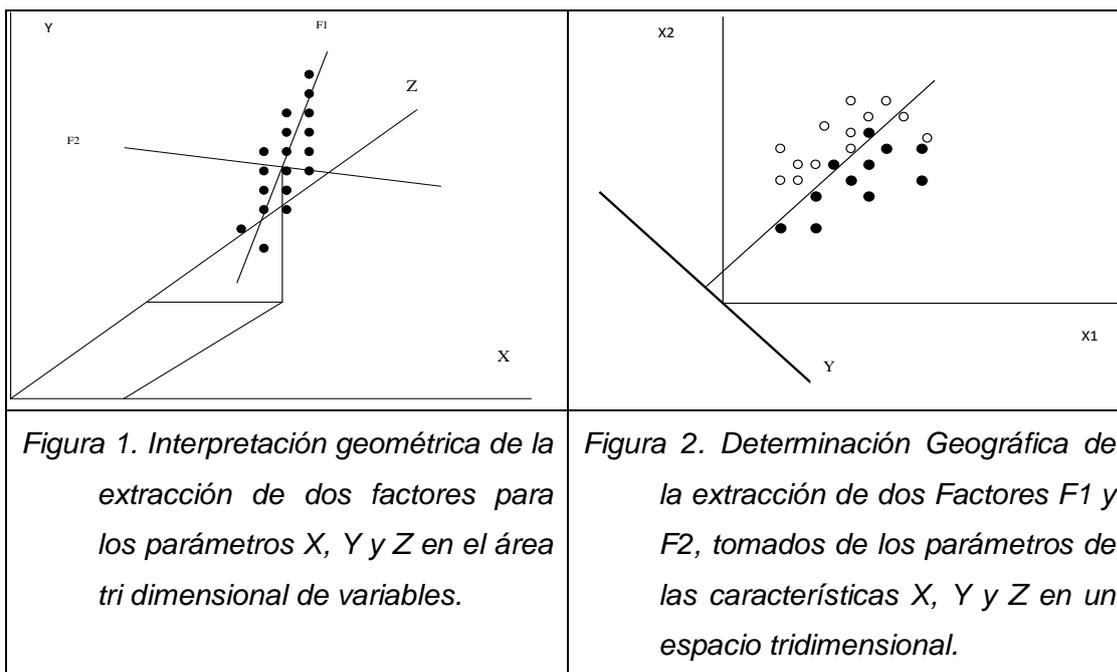
Para establecer las diferencias estadísticas de la mejor dosis de benzoato de estradiol mediante la tasa de concepción y preñez. De acuerdo con Cañadas (2011) para comparar dos pruebas independientes con distribución cercana a la normal y de igual varianza se utilizó la siguiente fórmula:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n}}}$$

3.7 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LAS HORAS DE PRESENTACIÓN DEL CELO EN VACONAS

Análisis de componentes principales

La matriz de 307 encuestados y 91 variables fue analizada mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) utilizando el programa SPSS, que extrae p factores estocásticos independientes F_1, \dots, F_p , permitieron explicar la totalidad de la varianza de la matriz levantada (Figura 1). El Factor 1 permite explicar una gran variabilidad de la variación total, seguido del Factor 2, el cual explica la variación remanente y así sucesivamente. Los Factores $1 \dots F_{15}$ se poseionan ortogonalmente en confrontación entre ellos y como resultado existe una independencia ortogonal (Figura 2). Con la finalidad de probar la independencia de la premisa de ortogonalidad de los datos empíricos levantados en la encuesta, fue necesario utilizar la matriz de correlación entre los Factores mediante el método de rotación de Varimax (Bortz. 2005).



3.8.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA

3.8.1 Análisis Beneficio/Costo:

Para determinar la viabilidad económica de los tratamientos realizados, se procedió a obtener la información necesaria para establecer los siguientes parámetros:

3.8.2 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) (Zerbe y Dively, 1994) se utilizó la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i_t)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i_t)^t} \quad \text{Ec. 2}$$

Este radio proporciona una relación directa entre los beneficios y costos de un proyecto. Se utiliza estas relaciones para decidir si un proyecto particular es una inversión buena en términos financieros. Su fórmula es la siguiente:

$$RB / C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i_t)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i_t)^t}} \quad \text{Ec. 3}$$

Interés Nominal y Real

Utilizando la ecuación 4 (Olschewski, 2001), se fijó la tasa de interés para este estudio y fue del 5 %.

$$r = \frac{i - m}{1 + m} \quad \text{Ec. 4}$$

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 EFICIENCIA EN LA PREÑEZ CON DOS NIVELES DE HORMONAS EN COMPARACIÓN AL MÉTODO TRADICIONAL DE MONTA

En el Cuadro 3, se presenta la salida del análisis de varianza del programa (Info-Stat).

Raza	Tratamiento	1 mg de BE	2,5 ml. de Análogo de GnRH
Cebú	1 mg. de Benzoato		
	2.5 ml. Análogo de GnRH	1.09 ^{n.s}	
	Testigo	0.49 ^{n.s}	0.6 ^{n.s}
Taurus	1 mg. de Benzoato		
	2.5 ml. Análogo de GnRH	0.43 ^{n.s}	
	Testigo	1.57 ^{n.s}	2.1 [*]

Cuadro 3. Cuadro de doble entrada comparando razas y niveles de tratamientos en relación a la preñez en vacas Cebú y Taurus, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita

Al comparar los dos métodos de resincronización con el repaso de toro se encontró diferencias significativas entre el repaso con toro y la resincronización con los tratamientos hormonales al 5 % de probabilidad de error según Tukey (Cuadro 3). Con la finalidad de establecer diferencias estadísticas se procedió a realizar un cuadro de doble entrada, donde se encontró diferencias estadísticas entre la resincronización y el repaso con toro (4 de 13 preñadas y 5 de 9 vacas preñadas respectivamente).

En la Figura 3, se presenta el porcentaje de vaconas preñadas en la resincronización y en repaso con toro,

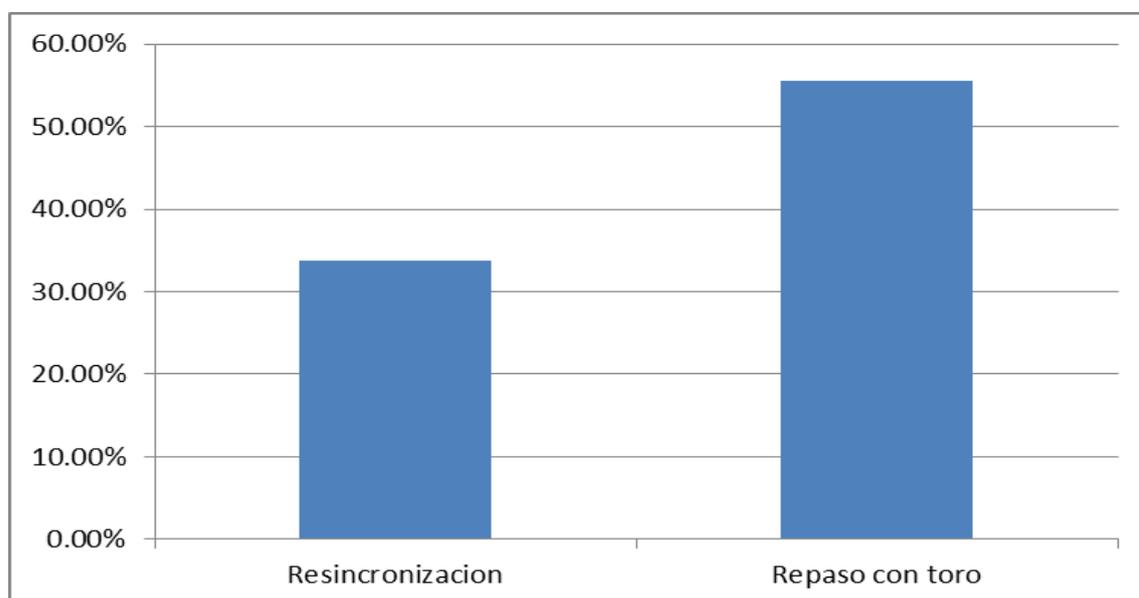


Figura 3. Vaconas preñadas de resincronizacion y repaso con toro, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

La figura 4 nos muestra el total de animales que preñaron de acuerdo a su caracterizacion racial

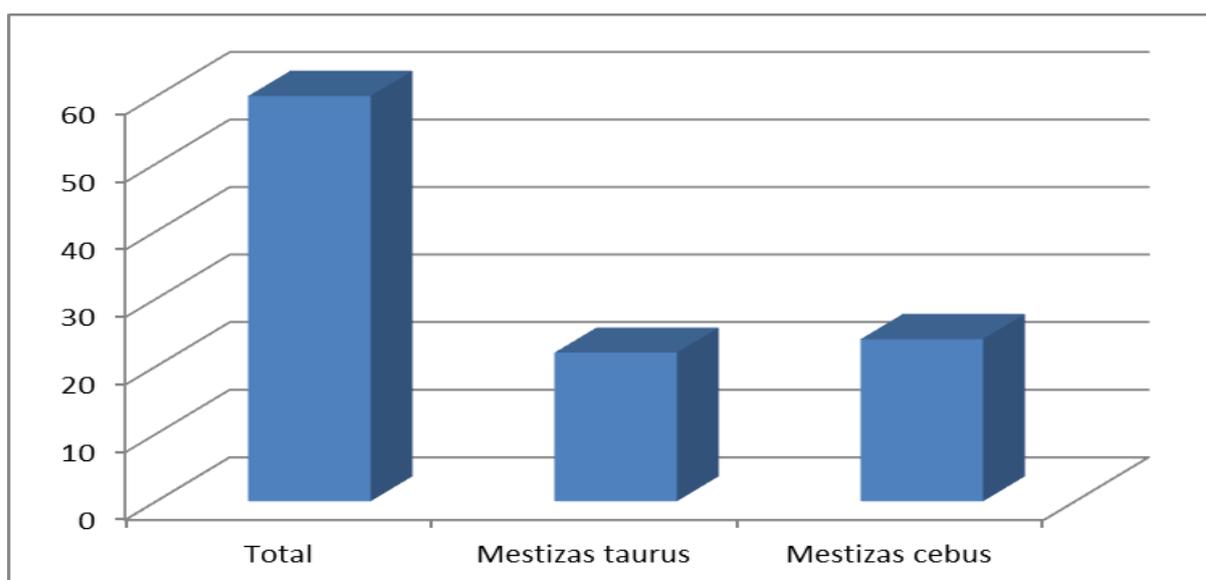


Figura 4. Vaconas preñadas por raza, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

La figura 5 nos muestra los porcentajes de preñez alcanzados por los dos métodos de resincronización evaluados y el grupo testigo.

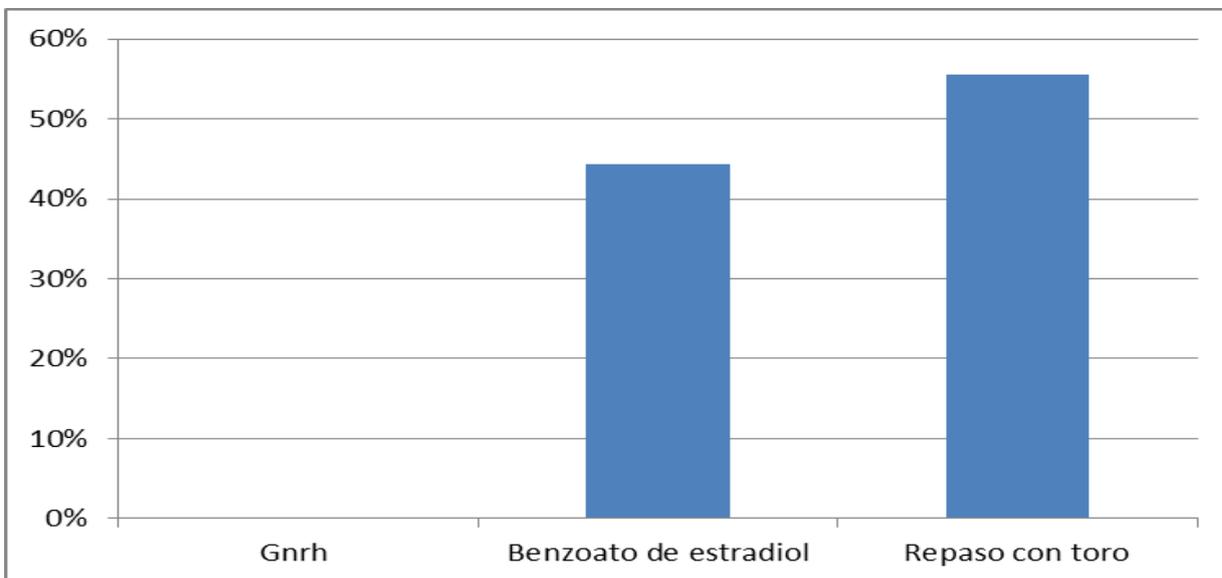


Figura 5. Total de vaconas preñadas, comparando los tres tratamientos de esta investigación, cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita.

Los datos de la figura 5 son similares a los de Feresin *et al.*, (2003) al utilizar vaquillonas Brangus resincronizadas donde usaron un dispositivo DIB y 1mg de benzoato de estradiol IM y vaquillonas que no recibieron ningún tratamiento de resincronización, demostró que el tratamiento con dispositivos DIB + 1 mg de benzoato estradiol aumenta el numero de vaquillonas que retornan al celo, pero a expensas de una reducción de porcentaje de preñez luego de la primo inseminación, probablemente al efecto luteolítico del benzoato de estradiol en esta categoría de animales.

Bó *et al.*, (2004) no encontraron diferencias significativas, donde usaron Chi cuadrado para las tasas de concepción, donde el tratamiento usado fue: Día 23 post primo IA reinsertó los DIB junto con 1 mg de BE; día 30 se retiro el DIB; día 31 o,5 mg de BE IM; día 31 DC y se reinseminaron los retornos.

Cutaia *et al.*, (2004) realizó un trabajo en el cual 198 vacas recibieron dos tratamientos diferentes, el primer tratamiento consistía en la aplicación de un DIB mas una dosis de GnRH, se retiró el dispositivo y se aplicó una dosis de GnRH 48 post retiro del implante. Todas las vacas fueron IATF a las 60 horas de retirado el DIB. El segundo tratamiento consistía en la aplicación de un DIB por 8 días combinado con 2mg de BE, se aplicó además unas dosis de PGF en el momento de retiro del DIB 1 mg de BE 24 mas tarde y las vacas fueron IATF 60 horass de retirado el DIB. Los resultados fueron encontrados fueron de 43,8 % vs 29,4 %.

4.2 DIFERENCIA ENTRE ESTRUCTURAS OVÁRICAS

En el Cuadro 4, se presentan el promedio en centímetros cuadrados observados entre el folículo izquierdo y derecho de la raza Cebú y Taurus. No se detectó diferencias estadísticas entre el folículo izquierdo de las dos razas. Sin embargo, se detectó una alta diferencia estadísticas del 95% de acuerdo a la prueba de Welch, entre el folículo derecho de la raza Taurus con un promedio de 1.68 cm² y Cebú de 1.02 cm².

Raza	Estructura	Promedio en cm ²	Significancia Estadística
Cebú	Folículo Izquierdo	1.12	3.56 n.s
Taurus	Folículo Izquierdo	1.65	
Cebú	Folículo Derecho	1.02	4.93 *
Taurus	Folículo Derecho	1.68	

Cuadro 4. Diferencia entre las estructuras reproductivas de dos razas, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

Los datos obtenidos en este trabajo difieren con los de Pérez *et al.*, 2006, que evaluó la influencia de las estructuras ováricas sobre la fertilidad en vaquillonas cruce cebú inseminadas tiempo fijo, donde no obtuvieron diferencias

significativas ($P > 0,01$) entre las vaquillonas que presentaron un cuerpo lúteo (24/68; 35,3 %), folículos (11/31; 35,5 %) o sin estructuras (4/8; 50,0 %).

La matriz de 169 datos relacionando las razas con los tratamientos de 1 mg. de Benzoato y 2,5 ml. de Análogo de GnRH, las horas de la presencia de celo y la estructura ováricas de las vacas fue procesada mediante el procedimiento de Análisis de Componente Principales (ACP). La reducción de variables se concentra en 5 componentes que explican el 95 % de la variabilidad de los datos obtenidos (Cuadro 5).

Componentes	Valor Propio Inicial			Extracción de la Carga de Suma de Cuadrados			Carga Rotada de Suma de Cuadrados		
	Total	% de Varianza	Acumulada %	Total	% de Varianza	Acumulada %	Total	% de Varianza	Acumulada %
1	4.67	35.91	35.91	4.67	35.91	35.91	3.87	29.78	29.78
2	2.79	21.45	57.36	2.79	21.45	57.36	2.53	19.43	49.21
3	2.09	16.09	73.46	2.09	16.09	73.46	2.06	15.84	65.05
4	1.57	12.11	85.56	1.57	12.11	85.56	2.00	15.41	80.46
5	1.33	10.24	95.80	1.33	10.24	95.80	1.99	15.34	95.80
6	.44	3.35	99.15						
7	.09	.67	99.82						
8	.02	.12	99.94						
9	.01	.06	100.00						
10	.00	.00	100.00						
11	.00	.00	100.00						
12	.00	.00	100.00						
13	.00	.00	100.00						

Cuadro 5. Cuadro de doble entrada comparando razas y niveles de tratamientos en relación a la preñez en vacas Cebú y Taurus, Cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

La matriz de componentes rotados mediante el método Varimax, es resumido en el Cuadro 5. Esta matriz permitió agrupar a las vaconas de acuerdo al éxito de la sincronización.

Variables	Componentes				
	1	2	3	4	5
30 Días	-.973	-.096	-.170	-.057	-.053
Vacías	.973	.096	.170	.057	.053
BE/CEBU	.286	-.083	.808	.041	-.339
BE/TAUR	-.608	-.235	-.509	-.289	-.419
GNRH/CE	.106	.985	-.073	.019	.035
GNRH/TA	.367	-.262	-.159	.289	.812
37-48 HORAS	-.096	-.329	.035	-.929	-.111
48-60 HORAS	.040	-.222	.005	.968	.097
51-72 HORAS	.106	.985	-.073	.019	.035
FOL. IZQ.	.203	-.148	.890	-.088	.144
CL. IZQ.	.497	-.216	-.354	.042	-.756
FOL. DER.	.358	.448	-.328	.134	.647
CL. DER.	-.971	-.094	-.167	-.029	-.056

Cuadro 6. Cuadro de doble entrada comparando razas y niveles de tratamientos en relación a la preñez en vacas Cebú y Taurus, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

En la Figura 6, se presenta el dendrograma con las distancias reescaladas de los conglomerados. El análisis de conglomerados sugirió la clasificación de tres tipos de vacas de acuerdo a la resincronización.

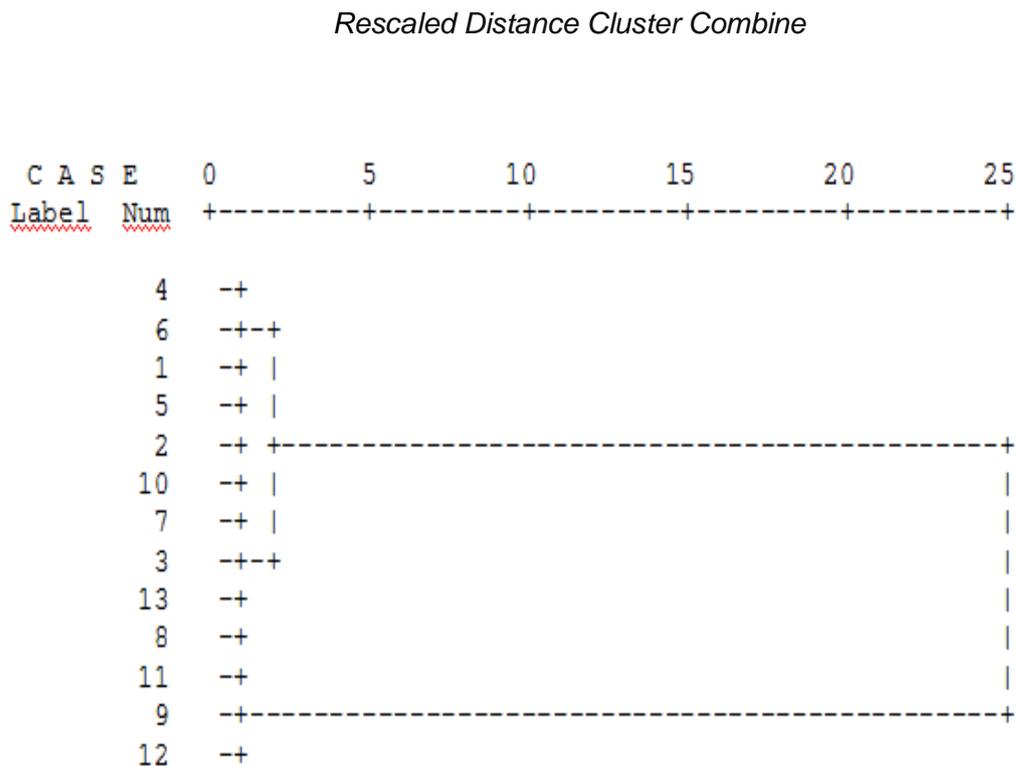


Figura6. Dendrograma de la clasificación de las vaconas de acuerdo a al resincronización, cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita.

4.2.1 VACONAS RESINCRONIZADAS PREÑADAS TIPO I

Este conglomerado está conformado por cuatro vaconas de la raza Taurus que fueron tratadas con 1 mg de benzoato de estradiol, tres presentaron celo entre las 37 y 48 horas de retirado el implante, mientras que una reaccionó positivamente en la presentación de celos entre las 48 y 60 horas de retirado el dispositivo. Estas vacas presentaron en promedio de 1.67 cm² de cuerpo lúteo (Figura 7).

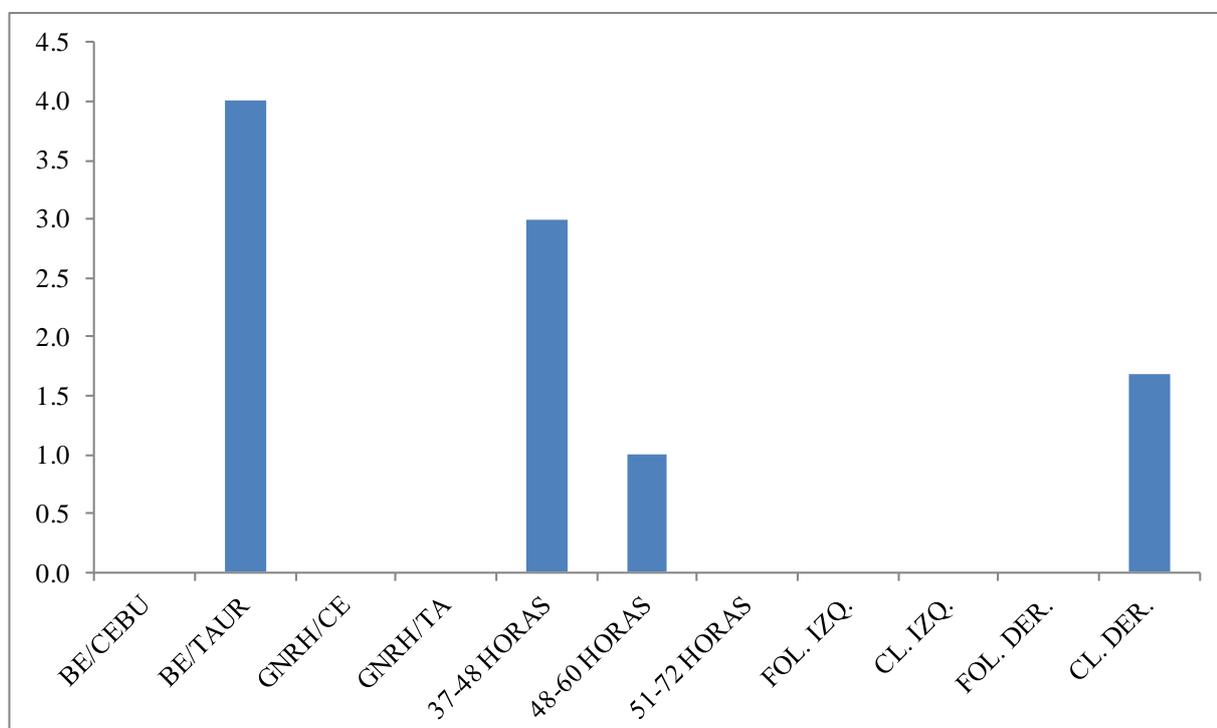


Figura7. Vaconas resincronizadas preñadas, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

Las datos representados en la figura 7 no concuerdan con los de Feresin *et al* (2003) que demostraron que no es recomendable el uso de benzoato de estradiol en vaquillonas porque esta puede inducir lisis del CL de la gestación, pero sugiere la realización de resincronización usando solamente un dispositivo intravaginal con P4 al día 13 post primo inseminación para sincronizar los retornos y hacer IACD.

En esta misma figura, que representa el total de vacas preñadas en la resincronización manifiesta que las vacas que preñaron presentan un promedio de cuerpo luteo de 1,67cm², no concuerdan con los de Perez *et al* (2006) que no encontraron diferencias significativas en el tamaño de las estructuras ovaricas sobre la fertilidad en vaquillonas inseminadas a tiempo fijo, aunque considerando solamente las vaquillonas que presentaron un CL, las tasas de preñez fueron mayores (P=0,01) en las vaquillonas con útero grado 3.

4.2.2 VACONAS RESINCRONIZADAS NO PREÑADAS TIPO II

Este conglomerado está conformado por un grupo mezclado de cinco vaconas de los dos mestizajes. Una de mestizaje cebuino tratada con 1 mg. de benzoato de estradiol y presentó el celo en el período comprendido entre 48 a 60 horas. Mientras las cuatro vaconas restantes pertenecen al mestizaje taurus, dos tratadas con 1 mg. de benzoato de estradiol y dos con 2.5 ml análogo de GnRH, tres presentaron el celo entre 37 y 48 horas y la restante entre 48 a 60 horas, de retiro de implante respectivamente. Estas vacas presentaron en promedio de 1.65 cm² de cuerpo lúteo izquierdo y un Folículo derecho de 1.04 cm² (Figura 8).

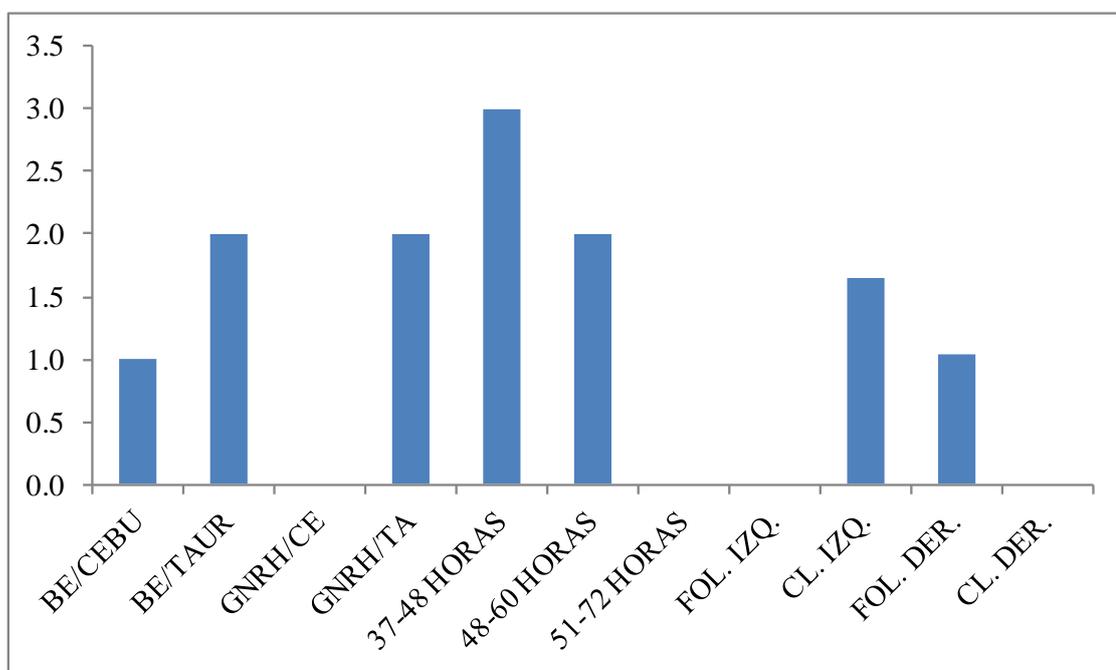


Figura 8. Vaconas resincronizadas no preñadas de Tipo II, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

4.2.3 VACONAS RESINCRONIZADAS NO PREÑADAS TIPO III

Este conglomerado está conformado por cuatro vaconas de las cuales tres fuerond de la raza Cebuína tratadas dos con 1 mg de benzoato de estradiol y presentaron celo entre 37 y 48 horas de retirado el implante y una tratada con 2.5 ml análogo de GnRH presentando celo entre 51 a 72 horas de retirado el implante. Mientras una vacona pertenece al mestizaje taurus fué tratada con 2.5 ml análogo de GnRH y presentó su celo entre 37 y 48 horas después de retirado el implante. El promedio de folículo izquierdo 0.84 cm² y de folículo derecho 0.98 cm² (Figura 9).

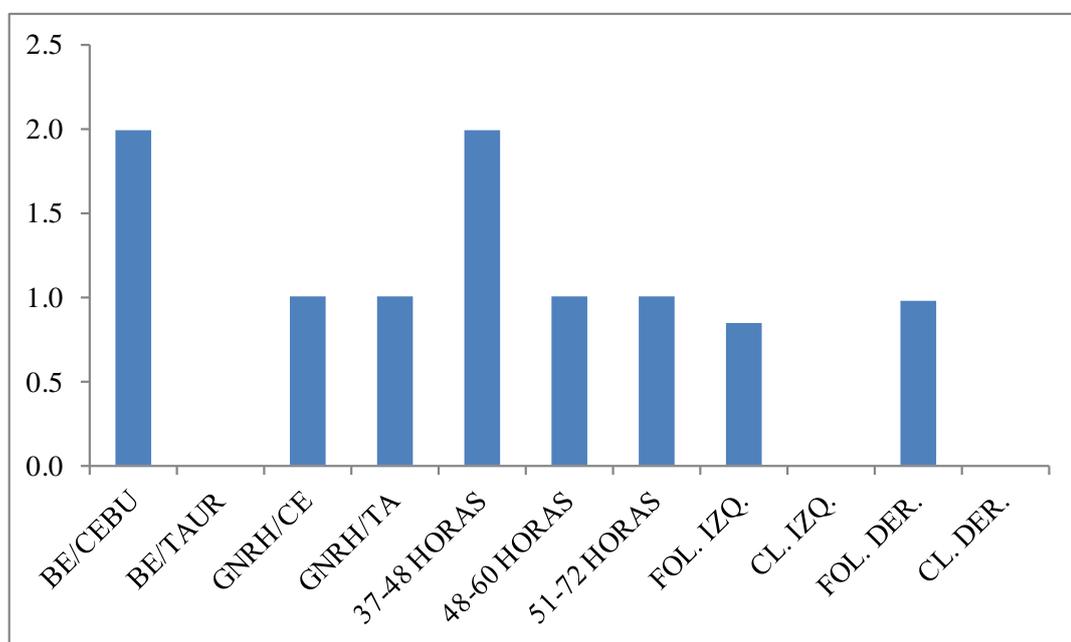


Figura 9. Vaconas resincronizadas no preñadas de Tipo II, cantón San Vicente, Empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita.

En el cuadro 7 se incorpora un análisis económico sobre los costos que están incluidos en la presenta investigación. La tasa interna de retorno indica que el ganadero puede esperar ganar, en promedio con su inversión cuando decide realizar o no la resincronización de celos o el repaso con toro después de la IATF. Este cuadro de análisis beneficio/costo indica que por cada \$1,00 que invierte, el ganadero puede esperar recobrar su \$1,00 invertido y obtener \$0,27 adicional.

Tratamiento	TIR	VAN
Repaso con toro	1.27	287.70
2,5 ml GnRH	0.81	-200.66
1 mg benzoato de estradiol	0.73	-288.31

Cuadro 7. Análisis beneficio/costo de tratamientos de resincronización de celos en vaconas mestizas ,cantón San Vicente, Empresa “Agrícola El Naranjo” S.A en la Hacienda La Seibita.

Los datos mostrados en el cuadro 7, no concuerdan por los encontrados por Cutaia, *et al*, 2005, que determinó el uso de toro para servir las vacas de un rodeo es mucho más costoso que la implementación de programas de ITAF y resincronización de celos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En la resincronización de celos el mejor protocolo fue la aplicación de 1mg de benzoato de estradiol, ya que en total de 13 animales resincronizados, 9 se trabajaron con benzoato de estradiol de los que se preñó 4 y con GNRH se trataron 4 animales de los cuales no preñó ninguno. Cuando comparamos los dos métodos de resincronización de celo con el repaso con toro después de la IATF, tenemos diferencias significativas en cuanto a la preñez, ya que la resincronización preñó 4/13 (33.77 %) y el repaso con toro después de la IATF preñó 5/9 (55.55 %).
- En la comparación de dos razas bovinas y dos protocolos de resincronización ésta investigación concluye que el mestizaje Cebú fue el que mejor se comportó en cuanto a las tasas de preñez acumulada 24/30 animales (el mestizaje Taurus preñó 22/30 vaconas), en lo cuanto a la comparación de los protocolos de sincronización más la resincronización frente a una sincronización con un repaso con toro encontramos que el nivel GnRH obtuvo un total de 16 /20 vaconas gestantes, frente al nivel Benzoato de estradiol 14/20 y la monta natural 16/20 vaconas gestantes.
- Una vez realizado el análisis beneficio costo de la presente investigación obtuvimos una tasa interna de retorno (TIR) de 1.27 para la monta natural, 0.81 de TIR para el nivel GnRH y 0.73 de TIR para el nivel benzoato de estradiol, por lo que se concluye que el método mas factible económicamente es el repaso con toro después de una IATF.

5.2 RECOMENDACIONES

- Con los resultados obtenidos en la presente investigación no recomendamos el uso de la resincronización de celos en vaconas mestizas, ya que el porcentaje de preñez obtenido en el repaso de los toros después de la primo inseminación es superior al porcentaje de preñez de la resincronización 55,55 % vs 33.77 % respectivamente.
- Se recomienda el uso del repaso con toro después de una IATF, ya que sumado el número de vaconas totales, sincronización más resincronización; GnRH 16/20, benzoato de estradiol 14/20 y la sincronización mas repaso con toro 16/20.
- El uso del repaso con toro después de una IATF esta condicionado a los objetivos de cada ganadería, ya que si estos comprenden el mejoramiento genético intensivo, necesariamente se deberá recurrir al uso de la Inseminación Artificial, ya que mediante ésta técnica podemos usar el semen de toros probados en test de progenies y pruebas genómicas oficiales.
- Una vez analizados económicamente todos los tratamientos respectivos, se sugiere el uso del repaso con toro después de una IATF, ya que la tasa interna de retorno es de 1.27, es decir, que por cada dólar invertido se recupera la inversión y se obtienen ganancias de 0.27 dólares americanos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Baruselli, P. S.; Madureira, E. H.; Marques, M. O. 2001. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en Bos indicus. Revista Taurus 12: 15-24.
- Bortz, J. 2005. Statistik für sozialwissenschaftler". 5 auflage. Springer-Verlag. P 210-225.
- Buttler., W., Calaman JJ., Beam SW. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lacting dairy cattle. Journal Animal Science 1996; 74:858- 865.
- Buxadè C. 1995. Zootecnia bases de producción animal. Estructura, etnología, anatomía y fisiología. Mundi- prensa libros pag 152-160.
- Cambell MH., Miller JK. Effect of suplemental dietary vitamin E and zinc on reproductive performance of dairy cows and heifers fed excess iron. Journal Dairy Science 1998;81:2693-9.
- Cañadas A., 2001. Estadística aplicada para la investigación científica para la producción animal. Lecturas de maestrías: Escuela Politécnica Superior del Chimborazo, Riobamba, Ecuador pag 200.
- Caravaca F.P., Castel J.M., Delgado M. 2003. Bases De Reproducción Animal. Sevilla. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cordova pag 58.
- Cavestany D, Cibils J, Freire A, Sastre A, Stevenson JS. 2003. Evaluation of two different oestrus-synchronization methods with timed insemination and resynchronisation of returns to oestrus um lactating Holsteins cows. (En línea) USA. Consultado, 5 de abr 2011. Formato PDF. Anim. Reprod. Sci, 2003; 77: 141-155. Disponible en <http://www.jass.org>.
- Chesta, P. Bó, G.A.; Cutaia, L. 2008. Claves para una IATF exitosa en rodeos de cría. Cuartas Jornadas Taurus de Reproducción Bovina. Memorias. Pág. 14- 32.

Chebel RC, Santos JEP, Cerri RL, Galvao KN, Juchem SA, Thatcher WW. Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after AI on pregnancy rates and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology* 2003; 60:1389-1399.

Coleman DA., Bartol FF., Spencer TE., Floyd JG., Wolfe DF., and Brendemuehl JP. Effects of a potent GnRH agonist and hormonal profiles, synchronization of estrus and fertility in beef cattle. *Journal Animal Science* 1991; 69: 396.

Cunnighanm, 2008. *Fisiología Veterinaria*. Tercera edición. Elsevier Saunders. Págs. 374-385.

Cutaia, L.; Tríbulo, R.; Moreno, D.; García, M. y Bo, G.A. 2004. Resincronización de celos en vacas Braford y Brangus pos parto utilizando dispositivos con progesterona y Benzoato de Estradiol. (En línea). Argentina. Consultado, 5 de abr 2011. Formato PDF. Disponible en: <http://www.aapa.org.ar/congresos/2002/Rfpdf/rf12.pdf>.

_____. 2003. Programas de resincronización de celos y ultrasonografía aplicada a la reproducción. (Disco compacto, 700 mb) EC. Córdoba, Argentina.

_____.; Tríbulo, R.; Veneranda, G.; y Bo, G.A. 2005. Analisis de costo beneficio: programas de inseminación artificial a tiempo fijo y servicio natural. (Brasil). Consultado, 13 de agosto 2012. Formato PDF. Disponible en: http://www. abspecplan.com.br/upload/library/Analise_costo_beneficio_IATF_monta_natural.pdf.

Diskin MG., Austin EJ., Roche JF. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Domestic Animal Endocrinology* 2002; 23:211-228.

Ealy AD., Drost M., Hansen PJ. Developmental changes in embryonic resistance to adverse of maternal heat stress in cows. *Journal Dairy Science* 1993;76:2899.2905.

Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T. and Webster, G.: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal Animal Science*. 72:68-78 (1989).

Esslemont D., Kossaibati., M. The cost of poor fertility and disease in UK dairy herds. Daisy Research Report, 2002.

Feresín, F; Cutaia, L; Moreno, D; Bó, G.A. 2003. Implementación de programas de resincronización de celos con dispositivos con progesterona en sistemas de producción de carne y leche. (En línea) Brasil. Consultado, 5 de abr 2011. Formato PDF. Disponible en <http://www.planparto.com.br/doc/ImplementacaoDeProgramasDeReSincronizacao.pdf>.

Garcia FEO., Cordero MJL., Hizarza EA., Peralte EJG., Ortega CME., Cardenas M., Guitierrez CG., Sanchez TEMT. Induction of a new follicular wave in Holstein heifers synchronized with norgestomet. *Animal Reproduction Science* 2004;80:47-57.

Gasque R., 2008. Enciclopedia Bovina. Primera edición. Mexico, Mexico. p 375-385.

Guevara, O. 2008. Evaluación de un programa de sincronización y resincronización de celos en vacas lecheras con anestro post parto. Proyecto de Tesis para Obtención del Título en Ingeniería Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. Pàg 13.

Hafez, S. 2000. Reproducción y inseminación artificial en animales domésticos. Séptima edición. McGraw Hill.

_____ S. 1993. Reproducción y inseminación artificial en animales domésticos. Sexta edición. McGraw Hill.

Henao G., Olivera Angel M., Maldonado Estrada JG. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrus cycle en suckled or non.suckled Brahman cows. *Animal Reproduction Science* 2000; 63:127-136.

Horrel, R.I., Kilgour, R., Macmillan, K.L. y Bremner, K. (1984) Vet Rec., 114, 36.

Intervet.2008. Compendium de reproduccion animal. Monika Ptasynska. Pags 15-115.

Ireland , J.J. y Roche, J.F. (1983) Endocrinology. Development of Nonovulatory Antral Follicles in Heifers: Changes in Steroids in Follicular Fluid and Receptors for Gonadotr opins. 112: 150-156.

Lewis, G.S. y Newman, S.K (1984). Changes Throughout Estrous Cycles of Variables That Might Indicate Estrus in Dairy Cows. Journal Dairy Science, 67, 146.

McDougall S., Cullum AA., Anniss FM., and Rhodes FM.2003. Treamnet of anovulatory anoestrus postpartum dairy cows with gonadotrophin-releasinh hormone, prostoglandin GnRh regimen or with progesterone and oestradiol beonzoate. New Zealand Veterinary Journal.

Matton, P., Adalakoun, V., Couture, Y. y Dufour, J.J. (1983) Growth and Replacement of the Bovine Ovarian Follicles during the Estrous Cycle. Journal Animal Science.,52, 813.

Olschewski R. 2001. Economic assessment of forestry projects. Göttingen, Germany, Institute of Forest Economics, Georg-August-University Göttingen. 38 p.

Perez Hernandez P., Sanchez del Real C., Gallegos Sanchez J. Anestro posparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas doble proposito en el tropico. Investigación agropecuaria: Producción y Sanidad animal 2006; 16:257- 270.

Pursley JR., Mee MO., and Wiltbank MC. Synchronization of ovulation in diary cows using PGF2a and GnRH. Theriogenology 1995; 44:915-923.

Ruiz-Cortez ZT., Oliver Angel M. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu cows monitored by real time ultrasonography. *Animal Reproduction Science* 1999;54:211-220.

Rundall, L., Burggren F., and French R. 1998. *Fisiología animal: mecanismos y adaptaciones*. Cuarta edición. McGrawm Hill. Pags. 367-368.

Santos, O.2011. Efecto del tratamiento con DIB de tercer uso en protocolos de sincronización y resincronización en inseminación artificial a tiempo fijo en novillas Brahman. (En línea) Argentina. Consultado, 4 de agosto de 2012. Formato PDF. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/Inseminacionartificialencriasytambos>.

Stevenson JS., Frantz KD., Call EP. Conception rates in repeat breeders and dairy cattle with unobserved estrus after prosglandin F2a and gonadotropin releasing hormone. *Theriogenology* 1988; 29:451.

Thompson KE., Stevenson JS., Lamb GC., Grieger DM., Loest DE. Follicular, Hormonal, and Pregnancy Responses of Early Postpartum Suclekd Beef Cows to GnRH, Norgestoment, and Prostaglandin F2a *Journal Animal Science*. 1999. 77:1823-1832.

Tribulo, 2005. *Fisiología Reproductiva del Bovino*. (En línea). Argentina. Consultado, 5 de abril 2011. Formato PDF. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>.

Twagiramungu HL., Guilbult A., Proulx J, Villeneuve P., and Dofour JJ. Influence of an agonist of gonadotropin releasing hormone (busereline) on oestrus synchronization and fertility in beef cows. *Journal Animal Science* 1992, 70:1904.

Urroz C. 1991. *Elementos de anatomía y fisiología animal*. UNDE, 5ta edición Costa Rica pag. 206 – 220.

Zerbe RO and Dively DD. 1994. *Benefit-cost analysis: In theory and practice*. N Y. 548 p.

ANEXOS



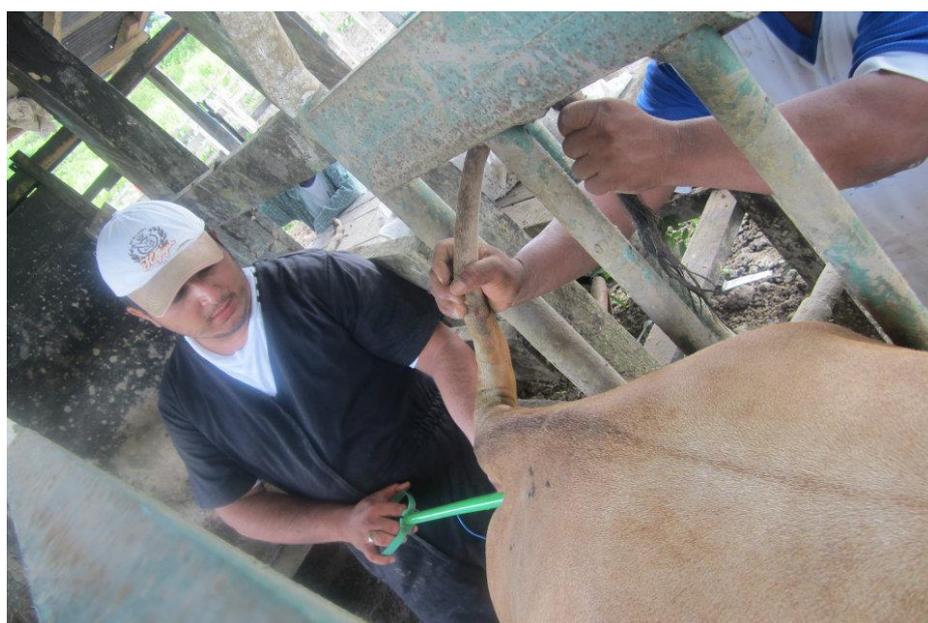
Anexo 1. Hormonas usadas en la sincronización de celos.



Anexo 2. Aplicación de hormonas a los animales de la tesis.



Anexo 3. Retiro de implantes vaginales.



Anexo 4. Reinserción de implantes vaginales para resincronización.



Anexo 5. Manifestación de celo de animales resincronizados.



Anexo 6. Manifestación de celo de animales resincronizados.



Anexo 7. Inseminación artificial a tiempo fijo de las vacas resincronizadas.



Anexo 8. Diagnostico de gestación mediante ecografía transrectal.



Anexo 9. Gestación de 60 días.

3.5 Análisis de Varianza

INDEPENDENCIA: El Error Experimental debe ser independiente, esto se relaciona a que las observaciones, datos e informaciones que se tomen de cada uno de los tratamientos deben ser independientemente distribuidos. Esto se logra con la distribución totalmente al azar de los tratamientos en las UE.

NORMALIDAD: El ADEVA que puede desarrollarse un proceso experimental, solamente es aplicable y efectivo cuando los datos, observaciones que se hagan de un determinado tratamiento o UE provengan de variables que se distribuyen normalmente (campana de Gauss).

HOMOGENEIDAD: Para el ADEVA los tratamientos que se escojan para una determinada investigación provendrán de poblaciones que tengan igual varianza, aún cuando sus promedios poblaciones sean diferentes. PRUEBA DE HOMOGENIDAD DE BARLET.

ADITIVIDAD: Para que el ADEVA ocurra, es necesario que el efecto de los tratamientos escogidos en las diferentes repeticiones o posiciones en los que se implementen, deban tener una respuesta igual. Es decir, que los efectos de los tratamientos y repeticiones no se interaccionen, ya que la violación de este principio hace que el EE crezca.

Anexo 10. Pre requisitos para un análisis de varianza.

Análisis de varianza para tratamientos y sus interacciones, cantón San Vicente, empresa "Agrícola El Naranjo" S.A en la Hacienda La Seibita

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	FC	FT	Significancia
Total	59	11.73	5.03		0.05	0.01
Tratamientos	5	1.33	3.75	0.72	2.34	3.34
Mestizaje	1	0.27	3.75	0.72	4.00	7.08
Hormas + Monta	2	0.63	3.16	0.61	3.15	4.98
Mestizaje x Hormonas + Monta	2	0.43	4.62	0.89	3.15	4.98
Repeticiones	9	3.20	2.81	0.54	2.04	2.72
Error Experimental	54	10.40	5.19			

Anexo 11 resultados del análisis de varianza planteado en el proyecto inicial.