

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS HORMONALES SOBRE LA ACTIVIDAD  
OVÁRICA EN VACAS LECHERAS POST PARTO**

**JONATHAN G. CHAVARRÍA  
4-764-1796**

Tesis presentada para optar por el grado de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Chiriquí, Rep. De Panamá.

2018

**EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS HORMONALES SOBRE LA ACTIVIDAD  
OVÁRICA EN VACAS LECHERAS POST PARTO**

Trabajo de graduación

Sometido para Optar por el Título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

Permiso para su publicación, reproducción total o parcial debe ser obtenida de la  
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Aprobado

\_\_\_\_\_ **Neftalí Aparicio.** M.Sc. Director

\_\_\_\_\_ **Roderick González.** M.Sc. Asesor

\_\_\_\_\_ **Reinaldo de Armas.** Ph.D. Asesor

David, Provincia de Chiriquí  
República de Panamá.

2018.

# Agradecimiento.

*“El señor es mi pastor, nada me falta”.*  
Salmo 23:1.

Primeramente deseo agradecer infinitamente a Dios por permitirme culminar una de mis metas.

A mi familia Caballero: a mi abuela, mis tíos Emilia, Vielka, Javier y mis primos, que han estado pendiente desde que opte a salir a estudiar fuera de la provincia al Instituto Nacional de Agricultura (INA), para lo cual me incentivaron diciéndome siempre que las cosas buenas cuestan y sin sacrificio no se logran. A Stephanie C. que en estos últimos meses ha sido ese impulso para seguir adelante.

También deseo agradecerle a la familia Guerra, a Abdiel, por ser ese hermano, amigo y consejero que siempre me brindo ese apoyo incondicional así como sus conocimientos zootécnicos; a Evelis, Abdiel (padre), Iveth Carmona De Guerra e hijos Abdielin y Lucas por todo su apoyo. A Ganadera Soledad y Ganadera Carillos que hicieron posible el desarrollo de la investigación.

A todos los profesores que de una forma u otra participaron en mi formación profesional, en especial a Roderick González M.Sc. investigador de la Estación Experimental Carlos M. Ortega de Gualaca, ya que gracias a él pudimos realizar este trabajo de investigación, a los colaboradores de campo del departamento quienes me apoyaron en la toma de datos. Al director de esta tesis, Ing. Neftalí Aparicio M.Sc. por sus atinados consejos y el tiempo dedicado al mismo, al Dr. Reinaldo de Armas Ph.D. asesor de la tesis por sus valiosas observaciones. Un agradecimiento especial al Ing. Raúl De León que nos brindo su ayuda en la revisión técnica de este trabajo y por su aporte en el análisis estadístico de los datos.

A todas las amistades y conocidos a lo largo de mi carrera profesional

Jonathan

# Dedicatoria.

Este trabajo de grado se lo dedico especialmente a mi abuelo José Fausto Caballero quien no está físicamente conmigo, pero que lo llevo en mi corazón. A mi papá Santos Chavarría Morales, por brindarme su apoyo incondicional y económico durante mis estudios; a mi mamá Liliana Caballero por ser una madre ejemplar y siempre confiar en mí.

A mis hermanos Michael F. Chavarría y Saúl N. Chavarría por ser esa fuente de inspiración, a mi Abuela Emilia Guerra, que ha sido más que una madre para mí: gracias a ella soy esa persona de bien hoy en día. A mis tíos: Javier Caballero, Emilia Caballero, Vielka Caballero, por ser esa familia siempre unida y batalladora, Stephanie C por brindarme su apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir las metas , a mis primos : Gaby , Héctor, Abdielin , Lucas .

Todos los demás tíos y familia que de alguna u otra forma estuvieron pendiente e impulsándome a seguir adelante

Jonathan

## EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS HORMONALES SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS LECHERAS POST PARTO.

Jonathan G. Chavarria

### Resumen.

Con el propósito de evaluar el efecto de dos (2) tratamientos hormonales sobre la actividad ovárica en vacas post parto, se realizó el presente trabajo de investigación en la finca lechera Ganadera La Soledad, ubicada en Bella Vista, distrito de Gualaca, Provincia de Chiriquí. Para este trabajo se seleccionaron 20 vacas multíparas con periodos post-parto entre 45 y 60 días, peso vivo promedio de 460kg y edad promedio de cinco (5) años. Las hembras seleccionadas fueron divididas al azar en dos grupos: al grupo 1 se le aplicó 400 UI de Gonadotrofina coriónica equina (eCG) (T<sub>1</sub>) y al grupo 2 10 mcg acetato de buserelina (hormona sintética GnRH) (T<sub>2</sub>). Los datos recabados se analizaron a través de un diseño completamente al azar (DCA) y las variables no paramétricas se analizaron mediante una prueba de *chi* cuadrado. El análisis estadístico indico que no hubo diferencias entre tratamientos, sin embargo la interacción respuesta\*condición corporal, resulto ser significativa (P < 0.01), lo que indica que la respuesta a los tratamientos hormonales está influenciada por la condición corporal de la vaca. En cuanto a la interacción respuesta\*número de partos, la misma tuvo una tendencia a la significancia (P <0.08). En lo que se refiere al tamaño de los folículos antrales (FA), no se observaron diferencias significativas ni antes ni después de aplicado los tratamientos, como tampoco se encontró diferencias significativas para la variable tamaño del cuerpo lúteo (CL). Para la variable tasa de gestación al primer servicio, las diferencias entre tratamientos fueron significativas (P < 0.05), observándose una tasa de gestación combinada de 76.9% (vacas que respondieron al tratamiento y vaca que no) en el T<sub>1</sub>. La tasa de gestación\*respuesta al tratamiento resulto significativa (P < 0.02) lo que refleja la efectividad de la aplicación de los tratamientos sobre la gestación al primer servicio. Estos resultados permiten concluir que los tratamientos con eCG resultan más efectivos en reanudar la actividad ovárica en vacas post parto, siempre que la condición corporal no sea una limitante.

**Palabras claves:** tratamiento hormonal, eCG, GnRH, folículos, cuerpo lúteo, condición corporal.

# **EFFECT OF TWO HORMONE TREATMENTS ON OVARIAN ACTIVITY IN POSTPARTUM DAIRY COWS.**

**Jonathan G. Chavarria.**

## **Abstract**

With the purpose of evaluating the effect of two (2) hormonal treatments on the ovarian activity in post-partum cows, was performed this research work on the farm livestock dairy loneliness, located in Bella Vista, district of Gualaca, province of Chiriquí. 20 multiparous cows with periods were selected for this work between 45 and 60 days postpartum age of 460kg average live weight average of five (5) years. Selected females were divided randomly into two groups: Group 1 was applied 400 IU equine chorionic gonadotropin (eCG)(T<sub>1</sub>) and the Group 2 10 mcg (synthetic hormone GnRH) buserelin acetate (T<sub>2</sub>). The collected data were analyzed through a completely random (CR) design and non-parametric variables were analyzed using chi square test. Statistical analysis Indian differences among treatments, there was not however answer interaction\* body condition, turned out to be significant ( $P < 0.01$ ), indicating that the response to the hormonal treatments is influenced by the cow body condition. In terms of the interaction response \* number of deliveries, it had a tendency to the significance ( $P < 0.08$ ). In what refers to the size of the antral follicles (AF), there were significant differences either before or after applied treatments, as it was not found significant differences for the variable size of the corpus luteum (CL). For the variable conception rate at first service, the differences among treatments were significant ( $P < 0.05$ ), noting a gestation rate combined 76.9% (cows that responded to treatment and beef than not) the t1. The pregnancy rate\*response to treatment was significant ( $P < 0.02$ ) which reflects the effectiveness of the application of treatments on pregnancy at the first service. These results allow concluding that treatment with eCG are more effective resume in cows postpartum ovarian activity, provided that the body condition is not a limiting factor.

Key words: hormonal treatment, eCG, GnRH, follicles, corpus luteum, BCSS.

## INDICE GENERAL

## PAG

Agradecimiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice General.....	v
Índice de Cuadros.....	vii
Índice de Gráficas.....	viii
1. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Justificación.....	6
1.4. Objetivo.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivo Especifico.....	7
1.5. Hipótesis.....	8
1.6. Alcances y Limitaciones del estudio.....	8
<b>CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
1. Fisiología de la Reproducción.....	10
2. Endocrinología del Ciclo Reproductivo.....	11
3. Fases del Ciclo Estral.....	14
3.1. Fase folicular o de regresión.....	14
3.2. Fase periovulatoria (estro y metaestro).....	15
3.3. Fase luteal.....	16
4. Importancia de la Detección del Celo.....	17
4.1. Periodo de Espera Voluntario (PEV).....	19
4.2. Intervalo del PEV al Primer Servicio de IA.....	19
4.3. Intervalo del Primer Servicio de IA a la Concepción.....	20
4.4. Gestación.....	21
5. Dinámica Folicular.....	22
5.1. Reclutamiento.....	23
5.2. Selección.....	24
5.3. Dominancia.....	24
6. Papel de las hormonas en el crecimiento folicular.....	25
6.1. Fisiología hormonal.....	27
6.1.1. La gonadoliberina (GnRH).....	27
6.1.2. Hormona foliculo estimulante (FSH).....	29
6.1.3. Hormona luteinizante (LH).....	29
6.1.3.1. Modo de acción.....	29
6.1.4. Progesterona (P4).....	29
6.1.4.1. Modo de acción.....	30
6.1.5. Prostaglandina (Pg2 $\alpha$ ).....	31
6.1.5.1. Modo de acción.....	31
6.1.6. Gonadotrofina sérica de yegua preñada (PMSG) o Gonadotrofina coriónica equina (eCG).....	32
6.1.6.1. Modo de acción.....	32

6.1.7. Gonadotropina coriónica humana (hCG).....	32
6.1.7.1. Modo de acción.....	33
6.1.8. Estradiol.....	34
7. Ciclo estral.....	35
8. Regulación Neuro-hormonal del Ciclo Estral.....	37
8.1. Sincronización con el uso de prostaglandinas.....	41
8.2. Sincronización con el uso de progesterona.....	42
8.3. Sincronización con el uso de GnRH.....	44
9. Anestro Post-parto y Alternativas de Solución.....	46
9.1. Protocolos hormonales.....	50
9.1.1. Protocolos de sincronización basados en estradiol y progesterona.....	50
9.1.2. Protocolos de sincronización basados en la combinación de prostaglandina F2 $\alpha$ (PGF) y GnRH Ovsynch y Cosynch.....	50
<b>CAPITULO II. MATERIALES Y METODO.....</b>	<b>54</b>
1. Localización del Estudio.....	54
2. Animales Experimentales, Manejo y Alimentación.....	54
3. Manejo Sanitario del Lote Experimental.....	55
4. Tratamientos.....	56
5. Metodología.....	56
6. Variables de Respuesta.....	57
7. Análisis Estadístico.....	57
<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
1. Respuesta de las Vacas a los Tratamientos.....	59
2. Tamaño de los Folículos.....	62
3. Tamaño del Cuerpo Lúteo.....	65
4. Efecto de los Tratamientos sobre la tasa de gestación.....	67
4.1. Tasa de Gestación al Primer Servicio.....	67
4.2. Estado de Gestación por Respuesta al Tratamiento.....	69
4.3. Efecto de la Condición Corporal (cc) sobre la Tasa de Gestación...	70
5. Costos Parciales de los Tratamientos .....	71
<b>CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>73</b>

## INDICE DE CUADROS

PAG

CUADRO

TITULO

1. RETORNO ANUAL PREDICHO DE UNA VACA LECHERA CON DIFERENTES IP.....	18
2. INTERVALO ENTRE PARTOS PREDICHO PARA UN HATO BASADO EN EL MANEJO REPRODUCTIVO PROMEDIO O POBRE.....	22
3. COMPOSICION QUIMICA DEL ALIMENTO CONCENTRADO.....	55
4. MANEJO SANITARIO DEL LOTE EXPERIMENTAL...	55
5. RESPUESTA POR TRATAMIENTO.....	59
6. FRECUENCIA DE RESPUESTA POR TRATAMIENTO..	60
7. ESTADÍSTICOS PARA TABLA DE RESPUESTA POR CONDICION CORPORAL.....	60
8. ESTADÍSTICOS PARA TABLA DE RESPUESTA POR NÚMERO DE PARTOS.....	61
9. ESTADÍSTICOS PARA TAMAÑO DE FOLICULOS POR TRATAMIENTO.....	62
10. TAMAÑO DE LOS FOLICULOS ANTRALES (FA) DE ACUERDO A LA RESPUESTA POR TRATAMIENTO....	64
11. TAMAÑO DEL CUERPO LUTEO (CL) DE ACUERDO A LA RESPUESTA POR TRATAMIENTO.....	65
12. ANALISIS ESTADISTICO PARA RESPUESTA POR TRATAMIENTO.....	67
13. CANTIDAD DE VACAS GESTANTES Y CONDICION CORPORAL (CC) A LA PRIMERA INSEMINACIÓN DE ACUERDO A LA RESPUESTA AL TRATAMIENTO.....	68
14. ANALISIS ESTADISTICO PARA ESTADO POR RESPUESTA AL TRATAMIENTO.....	69
15. TIEMPO DE RESPUESTA DE LAS VACAS POR TRATAMIENTO.....	69
16. ANALISIS ESTADISTICO PARA ESTADO DE GESTACION*CONDICION CORPORAL.....	70
17. COSTOS DE LAS HORMONAS UTILIZADAS EN LOS TRATAMIENTOS Y COSTO POR ANIMAL POR TRATAMIENTO.....	71

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>INDICE DE FIGURAS</u></b>	<b><u>PAG</u></b>
	<b><u>TITULO</u></b>	
	<b>1. SECRECIONES HORMONALES QUE TIENE LUGAR DURANTE EL CICLO ESTRAL DE LA HEMBRA BOVINA.....</b>	<b>10</b>
	<b>2. PROCESO DE FOLICULOGÉNESIS.....</b>	<b>11</b>
	<b>3. REPRESENTACION DE LA DINAMICA FOLICULAR.....</b>	<b>25</b>
	<b>4. GRUPO DE ANIMALES EXPERIMENTALES.....</b>	<b>55</b>
	<b>5. PRODUCTOS UTILIZADOS PARA LOS TRATAMIENTOS.....</b>	<b>56</b>
	<b>6. INSEMINACION A TIEMPO FIJO DE ANIMALES EXPERIMENTALES.....</b>	<b>62</b>
	<b>7. TAMAÑO INICIAL PROMEDIO DE LOS FOLICULOS ANTRALES (FA) POR OVARIO.....</b>	<b>63</b>

## **1. INTRODUCCION.**

La eficiencia reproductiva es un requisito indispensable para el éxito de toda explotación ganadera. Una mala eficiencia se traduce en pérdidas directas en la producción de leche, terneros nacidos e indirectamente, en la producción de carne/ha/año, siendo así, en la mayoría de los sistemas de producción, tanto de ganado de carne, como en los dedicados a la producción de leche o de doble propósito, la reproducción juega un papel importante, por lo que los ganaderos buscan obtener el mayor número de cría por año, con los mejores pesos al destete, menor número de abortos y de vacas vacías, es decir, una mayor eficiencia reproductiva.

Teóricamente la vaca debería producir una cría por año, esto, dependiendo de factores internos como la genética del animal y de factores externos la nutrición, manejo sanitario y el mismo manejo reproductivo. Una cría por vaca por año es el objetivo de todo ganadero, tanto en los sistemas intensivos como en los extensivos y para lograr esta meta, la vaca necesita 280 días para la gestación y un mínimo de 45 días para la involución del útero, por lo que debe quedar preñada nuevamente, en un periodo máximo de 40 días (Iñiguez).

Por otra parte, reducir el intervalo entre partos permite incrementar los ingresos por vaca/año, justificando la aplicación de técnicas de manejo reproductivo que reduzcan el anestro posparto y prevengan la prolongación del mismo. De acuerdo a Morales & Cavestany (2012), la inducción del celo en animales en anestro tiene como fin corregir esa situación, mejorando la capacidad fisiológica de las hembras para cumplir con el objetivo de tener una cría por año,

Un factor determinante para lograr este objetivo, es reducir al máximo el periodo de

anestro posparto, que es el tiempo durante el cual no existen suficientes niveles pulsátiles de hormona luteinizante (LH) que permitan un desarrollo final del folículo y la consiguiente ovulación. (Báez & Grajales, 2018). La incidencia de anestro posparto prolongado ha ido en aumento a nivel mundial de 7% (Fagan & Roche, 1986) hasta un 38% (Opsomer y col., 2000; Lucy, 2001; Walsh y col., 2005; Wiltbank y col., 2007) y dos factores intervienen principalmente en este fenómeno son: la nutrición y el amamantamiento (Alzate, 2017),

Pérez *et al*, (2001) señalan que existen señales metabólicas que indican al eje hipotálamo-hipófisis que se ha alcanzado un equilibrio en el balance energético para que este inicie la secreción de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y se inicie el restablecimiento de la actividad reproductiva. Por su parte, el estímulo que ejerce el ternero sobre la vaca genera secreción de endorfinas endógenas a nivel hipotalámico que también van a inhibir la liberación de GnRH. Otros factores que modulan los efectos de la nutrición y el amamantamiento son la edad, número de partos, raza, estrés calórico y factores sociales (efecto macho y hembra).

Generalmente, luego de la primera ovulación, se presenta un ciclo estral de corta duración que corresponde a una luteolisis temprana en respuesta a la prostaglandina F2 alfa (PGF2 $\alpha$ ) de origen uterino; sin embargo, los niveles de progesterona producidos durante este corto periodo ejercen un importante papel en el establecimiento de la ciclicidad subsecuente.

Una de las principales limitaciones para el uso de la Inseminación Artificial (IA) en los sistemas extensivos son las fallas en la detección de celos y el anestro posparto.

Generalmente en los programas de inseminación artificial cerca del 60 % de las vacas que no retornan al servicio después de una primera inseminación se debe a estros no observados (Chebel *et al.*, 2003), mientras, el 40 % restante es debido a mortalidad embrionaria o fetal (Santos *et al.*, 2004) y al anestro posterior al servicio (Soto-Belloso *et al.*, 1998., Brito *et al.*, 2001).

Con la introducción y extensión del uso de las tecnologías de inducción y sincronización de estros han surgido fenómenos similares que están afectando la eficacia de los programas de sincronización de celos (Santos *et al.*, 2004) ocasionando grandes pérdidas económicas por el impacto que ejercen en el alargamiento del intervalo entre partos y el aumento de los días abiertos (Macmillan *et al.*, 2003).

Este problema ha sido motivo de diversos estudios (Thatcher *et al.*, 2002) y ha estimulado el desarrollo de diversas estrategias para resincronizar el celo e inducir el retorno al servicio de las hembras en estado desconocido de gestación (Chenault *et al.*, 2003) o no gestantes (Stevenson y Tiffany ,2004., Bartolomé *et al.*, 2005abc), con el objetivo identificarlas y reducir el intervalo entre servicios (Lucy ,2005).

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Uno de los problemas que limita la eficiencia de la inseminación artificial en las zonas tropicales es el anestro. En las vacas anéstricas existen cambios significativos en los patrones de crecimiento y desarrollo del folículo ovárico (Wiltbank *et al.*, 2002) y aunque son capaces de responder a la manipulación hormonal (McDougall y Loeffler ,2004) y se puede inducir la ovulación, generalmente los folículos y el cuerpo lúteo formado son más pequeños, provocando la ocurrencia de ciclos cortos, fase luteales

largas (Cavalieri et al., 2003) y anestro posterior al servicio (Rhodes et al., 2002), lo que ocasiona una baja tasa de concepción. Ante esta situación menos de la mitad de las vacas inseminadas después de la primera inseminación conciben y si a esto se asocia una baja eficiencia en la detección del estro, se aumenta el número de ellas que permanecen vacías por un término no menor de 42 días ocasionando grandes pérdidas económicas. (Chenault et al., 2003).

Las principales limitaciones para el empleo de la IA en el ganado manejado en condiciones pastoriles son fallas en la detección de celos y anestro posparto. La tasa efectiva de preñez en un hato de cría se obtiene mediante la multiplicación de la tasa de detección de celos por la tasa de concepción, lo que significa que una baja eficiencia en la detección de celos va en detrimento de los porcentajes de preñez finales del programa de inseminación artificial.

Desde que se conocen las hormonas de la reproducción, los técnicos han pretendido controlar la actividad reproductiva. La modificación de los ciclos estrales para que todas las hembras presenten celo en un período breve de tiempo es el objetivo que ha estimulado el desarrollo de numerosas líneas de trabajo de investigación por muchos años. Estas investigaciones, llevaron al diseño de protocolos que permiten realizar la IA sin detección de celos, con lo cual se elimina uno de los factores que afectan significativamente los resultados logrados en programas de IA.

## **1.2. ANTECEDENTES**

De acuerdo a Bó, et.al. (s.f), la situación económica mundial requiere de la implementación de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción de leche, y aunque los sistemas de manejo de los hatos lecheros

comerciales difieren en distintas partes del mundo, el objetivo reproductivo principal es preñar las vacas lo más rápido posible después del parto (Lucy et al., 2004). Sin embargo, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente, debido principalmente a la disminución de la fertilidad de las vacas (Lucy, 2001, Wiltbank et al., 2006) y a la detección ineficiente de los celos en la mayoría de los sistemas de manejo (Lucy et al., 2004, Wiltbank et al., 2006). En el manejo lechero actual, se considera que el concepto de la tasa de preñez cada 21 días es un índice confiable del desempeño reproductivo general porque indica la cantidad de vacas preñadas en cada periodo de 21 días, lo que permite cambios y mejoras rápidas (Leblanc, 2005).

La implementación de la IA se ha llevado a cabo gracias al control farmacológico del ciclo estral, lo que permite sincronizar el celo y la ovulación en animales cíclicos e inducir actividad sexual en animales en anestro, permitiendo realizar el servicio en un periodo corto (Callejas, 2005).

Dentro de las causas más importantes que dificultan el uso masivo de esta tecnología podemos citar a los costos de los tratamientos. Sin embargo, los mayores problemas identificados son los relacionados con el manejo y la ineficiencia en la detección de celo de los animales. Esto ocurre especialmente en los hatos medianos y grandes (Bó et al., 2002).

El conocimiento de las hormonas que intervienen en la reproducción, ha permitido controlar la actividad reproductiva y modificar los ciclos estrales para que todas las hembras presenten celo en un periodo breve, ha sido el objetivo de una gran línea de trabajos durante muchos años. Estas investigaciones, llevaron al diseño de protocolos que permiten realizar la inseminación artificial (IA) sin detección de celos, con lo cual

se elimina uno de los factores que afectan significativamente los resultados logrados en programas de IA. Estos tratamientos se conocen con el nombre de protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) (Cutaia et al., 2003).

### **1.3. JUSTIFICACION**

El porcentaje de preñez que se obtiene luego de implementar un programa de IATF es afectado por numerosos factores, entre los cuales se pueden mencionar: la condición corporal y la estructura ovárica predominante al momento de iniciar el tratamiento (Cutaia et al., 2003).

La gonadotropina coriónica equina (eCG), es una hormona producida por las copas endometriales de la yegua preñada y presenta actividad FSH/LH y los resultados obtenidos con la inclusión de la misma en los tratamientos de control del ciclo estral en bovinos han sido variables (Baruselli et al., 2013) y su uso se recomienda en vacas con cría al pie con pobre condición corporal (CC), ya que en animales con buena condición corporal y ciclando, su uso no muestra resultados que justifiquen su utilización. (Baruselli et al., 2003).

La gonadorelina o GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropinas) es producida por el hipotálamo ubicado en la base del cerebro; ésta envía una señal a la glándula pituitaria para que libere Gonadotropinas. La Hormona Folículo Estimulante produce el desarrollo del folículo y la Hormona Luteinizante hace que inicie el proceso de ovulación (Vélez et al. 2006).

La GnRH se utiliza para aumentar la tasa de concepción después de la inseminación y

para el tratamiento de quistes ováricos foliculares. Estudios previos con la aplicación de GnRH a los 12 días post-inseminación artificial han demostrado que se puede reducir el número de servicios por concepción mejorando así el porcentaje de preñez (Iglesias 2002). Moscoso (2001), se comprobó que la aplicación de GnRH al momento de la detección de celo resultó en una mayor tasa de concepción que el control y de igual manera el porcentaje de concepción fue mayor al momento de la inseminación que el control

#### **1.4. OBJETIVO**

La presente investigación se realiza con los siguientes objetivos.

##### **1.4.1. Objetivo General.**

- ✚ Evaluar el efecto de dos tratamientos hormonales sobre la reducción del periodo abierto en hembras bovinas lecheras.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- ✚ Evaluar dos tratamientos en la inducción del estro post parto de hembras bovinas lecheras.
- ✚ Medir el efecto de la condición corporal sobre la respuesta a los tratamientos aplicados.
- ✚ Determinar los costos parciales de cada tratamiento y su factibilidad económica.

#### **1.5. HIPOTESIS**

- ✚ Ho. No existen diferencias entre los tratamientos aplicados en cuanto a la activación ovárica post parto en la hembra bovina.

- ✚ Ha. Existe diferencia entre los tratamientos en la activación ovárica post parto en la hembra bovina.

## **1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Una de las principales razones de la baja tasa de adopción en los de la inseminación artificial en la ganadería panameña es la detección de celo, ya que requiere de mucho tiempo, mano de obra especializada, y está sujeta a errores, especialmente en hatos grandes.

La poca disponibilidad de personal capacitado en la detección de celo, es la principal causa de la baja tasa de gestación lograda con esta herramienta de mejoramiento genético, lo que trae como consecuencia una pobre eficiencia reproductiva.

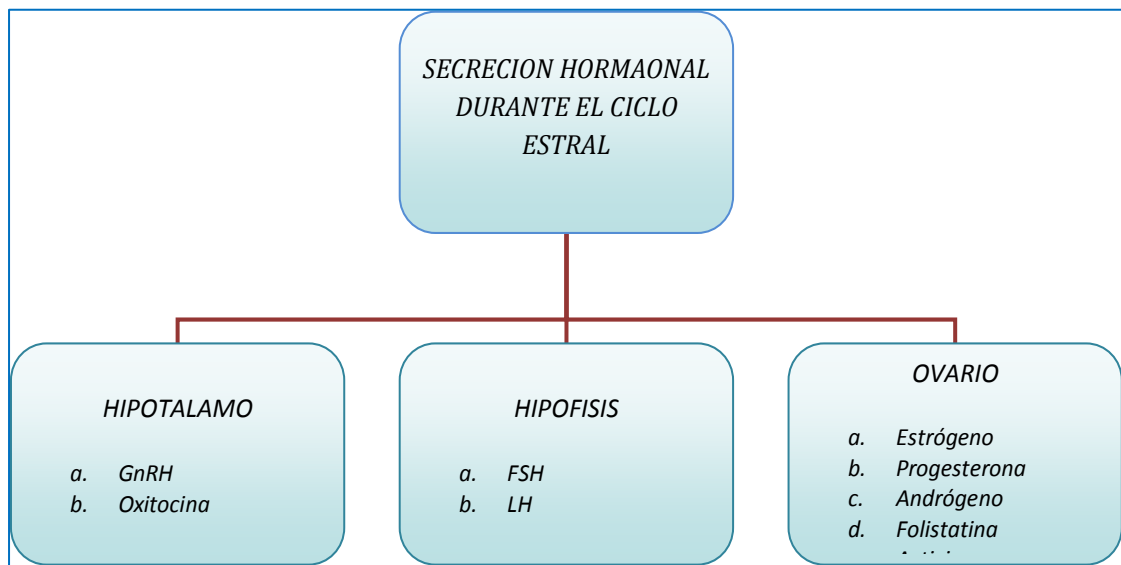
Los protocolos que sincronizan el crecimiento folicular y la ovulación, y optimizan la regresión del cuerpo lúteo permitiendo la IA a tiempo fijo (IATF), resultan en un mejor desempeño reproductivo del hato, ya que todos los animales son inseminados sin la necesidad de detectar celos y Como resultado, el uso de programas de IATF se ha convertido en una parte integral del manejo reproductivo. Si con este trabajo logramos identificar un protocolo que nos permita lograr altas tasas de gestación y que el mismo sea económicamente factible, lograremos que muchos productores incorporen esta herramienta en sus hatos ganaderos.

## CAPITULO I. REVISION DE LITERATURA

### 1. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

La función reproductora en la hembra está circunscrita a ciclos reproductivos que están gobernados por el factores de liberación hipotalámico de gonadotrofinas (GnRH); las gonadotrofinas hipofisarias (Hormona folículo estimulante (FSH) y Hormona luteinizante (LH)) y las hormonas ováricas (estrógeno y progesterona (P<sub>4</sub>)), siendo su actividad sexual mucho más compleja que en el macho.

**FIGURA 1. SECRECIONES HORMONALES QUE TIENE LUGAR DURANTE EL CICLO ESTRAL DE LA HEMBRA BOVINA.**



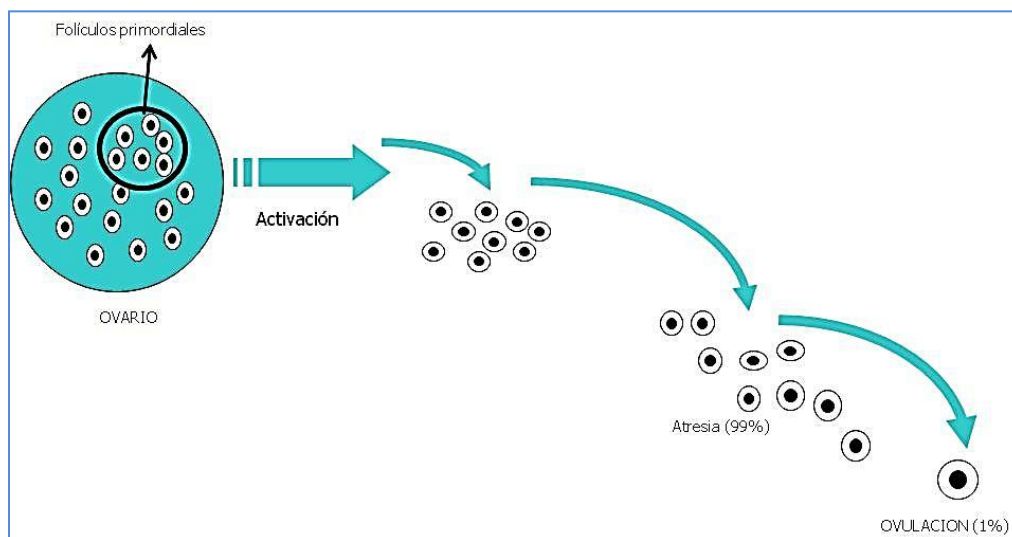
Adaptado de Chong, 2007

Durante la vida reproductiva de la hembra bovina, se suceden una serie de cambios asociados a la ovulación, las modificaciones bioquímicas y fisiológicas del oviducto y el útero que proveen un medio adecuado para que tenga lugar la fertilización, el desarrollo embrionario, la implantación, la gestación y el reconocimiento materno del conceptus, el parto, la lactancia y el reinicio de la actividad ovárica (Pérez, 2002).

La foliculogénesis es un proceso dinámico caracterizado por una proliferación y diferenciación de las células somáticas que componen el folículo, estos se desarrollan en

forma de ondas, cada onda folicular está compuesta por una corte de folículos que han dejado su estado de reposo y empiezan a crecer asociados a un aumento de la concentración de hormonas folículo estimulante (FSH). Entre ellos se establece una competencia por la dominancia y adquirir el desarrollo competitivo que le permita seguir creciendo en un ambiente donde los demás folículos sufren atresia (Henaó y Trujillo, 2000).

**FIGURA 2. PROCESO DE FOLICULOGÉNESIS.**



Fuente: Adaptado de Chong, 2007

## 2. ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO REPRODUCTIVO.

En la hembra bovina, el ciclo reproductivo está regulado por la secreción de las hormonas hipotalámicas (GnRH); hormonas hipofisarias; hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH); hormonas ováricas: estrógenos producidas por el folículo y progesterona, producida por el cuerpo luteo, así como por la secreción de prostaglandina a nivel del útero (Hafez et al., 2002).

La GnRH, es sintetizada en el hipotálamo y transportadas desde la eminencia media hipotalámica hasta la hipófisis anterior por el sistema portal hipotálamo-hipófisis,

mientras que la FSH es secretada por la hipófisis y estimula el crecimiento y maduración de los folículos en el ovario, representando el factor principal para inducir el crecimiento folicular en el ovario. Esta hormona es sintetizada y secretada por la hipófisis anterior y promovida por la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) del hipotálamo (Senger 2005).

A medida que ocurre el crecimiento folicular, las células de la granulosa adquieren receptores para FSH y las células de la teca los receptores para la LH estimulando la producción de estrógenos. Mediante un mecanismo de conversión, de colesterol a andrógenos (androstenediona) en las células de la teca, es transportada a las células de la granulosa para ser convertida en estradiol en las células de la granulosa, mediante la acción enzimática de la aromatasa estimulado por la FSH (Senger 2005; Sartori et al., 2001; Knobill 1994). Siendo que la FSH no provoca la secreción de estrógenos por si sola, requiere la presencia de la LH (Niswender et al., 2000). Luego, en un folículo preovulatorio, los estrógenos estimulan la producción de receptores para la LH en las células de la granulosa y pueden distinguirse receptores para FSH y LH en las células de la granulosa y receptores solo para LH en la teca, mecanismo necesario para la ovulación y posterior luteinización del folículo (Beg et al., 2001; Knobill 1994).

Los cambios que diferencian a un folículo dominante (> 9 mm) del resto de folículos en crecimiento, son cambios relacionados con la mayor capacidad de producir estrógenos (Henaó et al., 2004, Austin et al., 2001). El estradiol y el factor de crecimiento insulínico-1 (IGF-1), son factores intra-foliculares de supervivencia, que proporcionan la capacidad de resistencia a la apoptosis a las células de la granulosa de un folículo en crecimiento (Quirk et al., 2004), así como se asume que el IGF-II producido por las

células de la teca, es el principal regulador del crecimiento del folículo antral en el bovino (Webb et al., 2004).

El crecimiento, desarrollo, maduración, ovulación y luteinización del folículo depende de patrones de secreción y concentraciones adecuadas de FSH y LH (Niswender et al., 2000). Esta secreción es controlada por un mecanismo de retroalimentación negativa de la progesterona, que permite el desarrollo de los folículos y la secreción de estrógenos por los mismos. Un aumento pequeño en los pulsos de LH promueve el crecimiento del folículo y prolongando su dominancia acompañado de una secreción de estrógenos, lo que sugiere que la regresión del folículo dominante no ovulatorio durante el ciclo estral ocurre por un feedback negativo de la progesterona del CL sobre la secreción de LH (Sánchez et al., 1995).

Una segunda secreción de LH y FSH corresponde a la secreción cíclica, que controla las secreciones masivas como el pico preovulatorio de naturaleza pulsátil especialmente de la LH. Las elevaciones de las concentraciones de estas hormonas dura de 6 a 12 h; el aumento de LH se inicia por una retroalimentación positiva inducida por el estrógeno, sintetizado en el folículo, sobre el hipotálamo, este responde liberando la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y es esta última la que actúa sobre la hipófisis promoviendo la liberación de LH. Duffy et al., (2000), encontraron que la aplicación de LH exógena puede inducir la ovulación o prolongar la dominancia del folículo potencialmente ovulatorio.

### **3. FASES DEL CICLO ESTRAL**

El ciclo estral se puede dividir en tres fases:

- a. Fase folicular o de regresión lútea (proestro)
- b. Fase periovulatoria (estro y metaestro)
- c. Fase luteal (diestro).

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

### **3.1. Fase folicular o de regresión lútea (proestro):**

Este período, cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo. Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo tenemos una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la prostaglandina ( $PGF_{2\alpha}$ ) de origen uterino el principal luteolítico en los animales domésticos y en la mayoría de los roedores.

Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el “feed back” negativo que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (hormona folículo estimulante (FSH) y hormono luteinizante (LH) y se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de un gran folículo y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro.

### **3.2. Fase periovulatoria (estro y metaestro):**

Esta fase comienza con la receptividad al macho (se deja montar por vacas y toros), e involucra todos los cambios que permiten la ovulación y comienzo de la formación del

cuerpo lúteo.

Durante el estro, cuya duración es de  $18 \pm 6$  horas, la vaca manifiesta inquietud, ansiedad, brama con frecuencia y pierde el apetito; en el caso de las vacas lecheras, se reduce su producción. Las vacas presentan descarga de mucus con mínima viscosidad (filante), cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), edema de vulva y en el útero se produce un aumento del tono miometrial, detectado fácilmente por palpación transrectal.

Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH. Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico pre-ovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH. Posteriormente, 4 a 12 hs después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular.

Luego de 12 a 24 horas de comenzado el celo, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo. El período inmediato a la finalización del celo, es el metaestro (6 días). En este período ocurre la ovulación de la vaca, a diferencia de las otras especies que lo hacen durante el celo, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo. La ovulación ocurre 28 a 32 hs de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH. A la ovulación sigue hemorragia profunda y el folículo se llena de sangre

convirtiéndose en cuerpo hemorrágico.

En la formación del cuerpo lúteo (luteinización) se producen una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células luteales, cambios que finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional.

### **3.3. Fase luteal (diestro):**

Esta fase se caracteriza por el dominio del cuerpo lúteo. El mantenimiento del cuerpo lúteo, así como la síntesis de progesterona está ligada a la hormona LH que es progesterotrófica y luteotrófica.

Otras hormonas que intervendrían en la síntesis de progesterona, son la FSH y la PGI<sub>2</sub>. La FSH se uniría a receptores ubicados en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona. En lo referente a la PGI<sub>2</sub> además de estimular a las células luteales para producir progesterona, aumentaría el flujo sanguíneo a nivel ovárico con el efecto positivo que esto significa sobre la síntesis y secreción de progesterona. Si el huevo no es fecundado, el cuerpo lúteo permanece funcional hasta el día 15-20, después del cual comienza a regresar en preparación para un nuevo ciclo estral.

## **4. IMPORTANCIA DE LA DETECCIÓN DEL CELO**

La ineficiencia reproductiva no es sólo motivo de frustración para productores y consultores, sino que también reduce la rentabilidad del sistema de producción. La Inseminación Artificial (IA) es una de las tecnologías pecuarias más importantes desarrolladas en este siglo, y la mayoría de los productores la usan en algún grado para mantenerse competitivos. Sin embargo la ineficiencia reproductiva reduce el impacto y

la eficiencia de la técnica, por lo que es importante tener en cuenta aquellos factores que afectan la tasa de preñez, así como las estrategias de manejo que se pueden implementar para mejorarla.

Cubrir a tiempo las vacas después del posparto es esencial para reducir los días abiertos y el Intervalo entre Partos (IEP), por lo que un programa de servicio exitoso mejora la rentabilidad maximizando el tiempo que las vacas están en la parte más productiva. Para optimizar la rentabilidad, tradicionalmente se ha recomendado un IEP promedio de 13 meses. Sin embargo, un reciente análisis económico indica que extender el IEP más allá de 13 meses va en detrimento del ingreso anual por vaca (Cuadro 1).

**CUADRO 1. RETORNO ANUAL PREDICHO DE UNA VACA LECHERA CON DIFERENTES IP**

<b>IEP SEMANAS (MESES)</b>	<b>RETORNO ANUAL (\$)</b>	<b>DIFERENCIA CON 56 SEMANAS(\$)</b>
56 (13)	959.18	-
60 (14)	936.78	-23.04
64 (15)	909.65	-50.17
68 (16)	879.49	-80.33
72 (17)	847.13	-112.69
76 (18)	813.19	-128.63

**(Fuente: Frickle, 2001).**

El intervalo entre partos (IEP) puede subdividirse en cuatro etapas:

- 1 Período de espera voluntario (PEV), o el intervalo del parto hasta que la vaca es apta para recibir su primer servicio;
- 2 El intervalo desde el fin del PEV hasta el primer servicio;
- 3 El intervalo del primer servicio a la concepción;
- 4 Período de gestación.

Debido a que cada vaca tiene que avanzar consecutivamente a través de cada uno de

estos cuatro períodos, cada intervalo representa una oportunidad de manejo que nos permite optimizar el IP promedio del hato.

Teniendo en cuenta los factores que regulan la duración de cada uno de estos intervalos y las oportunidades de manejo que estos intervalos presentan, tendremos una visión de las estrategias agresivas para mejorar la eficiencia reproductiva en hatos lecheros.

#### **4.1. Período de Espera Voluntaria (PEV)**

El intervalo que tiene que transcurrir desde el parto hasta que la vaca está apta para su primer servicio se llama período de espera voluntario (PEV) y como lo indica su nombre, la duración de este intervalo es voluntaria (una decisión de manejo) y puede variar entre 40 y 70 días. El PEV es parte del período de transición después del parto y representa un riesgo para la salud futura y productividad de la vaca. Las vacas pueden experimentar desórdenes fisiológicos como retención de placenta, metritis, cetosis, desplazamiento de abomaso, y quistes ováricos durante el PEV. Recientes avances en el manejo de vacas en transición, como el uso de raciones de transición, monitoreo de la motilidad del rumen y temperatura corporal pueden minimizar muchas de estas complicaciones. Los eventos reproductivos más importantes durante el PEV son: iniciación de la lactancia, involución uterina, la primera ovulación posparto y el reinicio de la ciclicidad reproductiva.

#### **4.2. Intervalo del PEV al Primer Servicio de IA**

Este indicador pone en evidencia el tiempo transcurrido desde el parto hasta la primera inseminación o cubrición y se le considera un indicador de la eficiencia en la detección de celos, además, refleja la calidad de las acciones desarrolladas en la alimentación del

ganado y la eficiencia de los controles o registros reproductivos implantados.

Este índice tiene valores generalmente muy elevados en explotaciones sin un control estricto de la reproducción, en hatos en donde no hay una línea reproductiva definida, hay una incorrecta detección de celos, o en presencia de patologías uterinas u ováricas muy marcadas, las cuales se asocian al anestro posparto prolongado.

Para las explotaciones que confían en la detección visual del estro, la duración de este periodo es determinada por la eficiencia en la detección del estro, y en menor grado por el estatus fisiológico de la vaca considerando que:

- ✚ Todas las vacas están cíclicas al final del PEV,
- ✚ La duración del ciclo estral es de 21 días, y
- ✚ La eficiencia en la detección del estro es del 100%.

Resultados obtenidos por Collell (1995) quien trabajó dos rebaños de vacas Holstein altas productoras (producciones promedio cercanas a los 10 000 Kg de leche por lactancia) donde se estableció un período de espera voluntario de 30-35 días y simultáneamente se aplicó un programa de estimulación hormonal (GnRH y PGF 2 $\alpha$ ) se obtuvo como producto final una disminución importante en los intervalos parto-1er. Servicio en ambos rebaños (50,9 días en la granja A de 95 vacas y 42,8 para la granja B de 329 vacas), esto tiene un efecto favorable sobre el intervalo parto-parto. Sin embargo, los servicios/concepción se elevaron a 3.13 para la primera granja y en la segunda llegaron hasta 4.16, lo cual en mi opinión requiere de un análisis más integral u holístico, para arribar a conclusiones más cabales.

#### **4.3. Intervalo del Primer Servicio de IA a la Concepción**

El intervalo del primer servicio a la concepción representa la tasa a la cual las vacas conciben, y varía dramáticamente entre las vacas. La tasa de preñez, es definida como el número de vacas aptas que conciben cada 21 días. Dos factores que determinan la tasa de preñez son: Servicios por concepción o tasa de concepción, y Tasa de detección de estro o tasa de servicio.

La tasa de servicio se define como el porcentaje de vacas aptas, servidas durante un período de 21 días. En hatos donde se utiliza la IA, la tasa de servicio es reflejo de la eficiencia en la detección de celos, debido a que una vaca primero tiene que detectarse en celo para ser servida. Por desgracia, menos del 50% de los estros son detectados con precisión (Senger, 1994).

Un análisis del costo económico de mejorar la tasa de detección del estro (tasa de servicio) en 20 o 30%, y suponiendo un 50% de tasa de concepción, resultó en un ingreso anual estimado de \$83 por vaca (Pecsok et al., 1994). Así mismo, aumentando la tasa de detección de estro del 35 al 55% redujo los días abiertos de 136 a 119, retornando \$60 netos por vaca/año (Oltenacu et al., 1981). Así, mejorando la tasa de servicio en una granja resulta en ganancia neta para el productor (Tabla 1)

#### **4.4. Gestación**

Además de los muchos factores que afectan la duración de la gestación (Foote, 1981) esta variación no se considera de utilidad para el manejo del IEP en el hato lechero.

Basándonos en las cuatro etapas que constituyen el IEP, el mismo puede ser predicho si tenemos en cuenta los índices de manejo reproductivo promedio o bajos (Tabla 2).

Por lo que un manejo reproductivo promedio resulta en un IEP más largo del deseado

basado en el argumento de que el IEP de 13 meses resulta en un mayor retorno anual por vaca.

**CUADRO 2. INTERVALO ENTRE PARTOS PREDICHO PARA UN HATO BASADO EN EL MANEJO REPRODUCTIVO PROMEDIO O POBRE.**

<b>INTERVALO (DÍAS)</b>	<b>MANEJO REPRODUCTIVO PROMEDIO</b>	<b>MANEJO REPRODUCTIVO POBRE</b>
Período de espera voluntaria (PEV)	50	40
Fin del PEV al primer servicio IA <sup>a</sup>	21	62
Primer servicio IA a la concepción <sup>b</sup>	105	165
Gestación	282	282
IP promedio del hato	458 días (>15 meses)	549 días (>18 meses)

**(Fuente: Blanco, 2000)**

<sup>a</sup> Basado en una tasa de servicio del 50% para el desempeño reproductivo promedio; 30% por pobre desempeño reproductivo.

<sup>b</sup> Basado en tasa de servicio del 50% y tasa de concepción del 40% para el desempeño reproductivo promedio; tasa de servicio del 30% y tasa de concepción del 40% para el pobre desempeño reproductivo

Lograr la eficiencia reproductiva puede ser difícil, pero con las nuevas herramientas en el manejo de la reproducción se puede mejorar la eficiencia, y alcanzar IEP rentables en el hato. Este manejo reproductivo agresivo comprende dos estrategias:

- ✚ Mejorar la tasa de preñez mejorando la tasa de servicio, y
- ✚ Identificación temprana de las vacas vacías post-servicio e implementar una estrategia para retornarlas rápidamente al servicio.

Estas estrategias contribuirán a reducir el IEP, eliminando el intervalo del PEV al primer servicio y reduciendo el intervalo de este a la concepción.

**5. DINÁMICA FOLICULAR.**

El crecimiento de los folículos ováricos en los bovinos ocurre bajo un patrón de ondas

de crecimiento folicular, reportándose que durante un ciclo estral se produce la emergencia de 2 ó 3 ondas de crecimiento folicular, después de una fase inicial de reclutamiento de muchos folículos primordiales (Bo et al., 1994). En las vacas cebuinas, a diferencia de las vacas europeas, se presenta predominantemente ciclos de dos ondas de crecimiento folicular (Roa et al., 2005).

Con el uso de la ecografía se ha podido confirmar el modelo teórico planteado por Rajakoski (1960) quien sostenía que los patrones de crecimiento y regresión folicular, tanto a nivel individual como en el total de la población, se desarrollan durante todo el ciclo, pero no de forma continua sino muy relacionada con el momento o día de ocurrencia.

El seguimiento ecográfico de los folículos durante todo el ciclo permite describir los niveles de crecimiento y desarrollo foliculares, de manera tal que el desarrollo folicular se puede enmarcar en las etapas de reclutamiento, selección y dominancia (Savio et al., 1987; Savio, et al. 1988; Sirois, 1988).

### **5.1. Reclutamiento.**

El reclutamiento folicular es el proceso por el que, por efecto de la FSH, los folículos antrales pequeños (2-3mm de diámetro) comienzan a crecer, iniciando una onda de desarrollo; grupos de folículos son reclutados y este proceso se relaciona, temporalmente, con cambios medibles de la FSH circulante (Adams, et al. 1992).

Los folículos desarrollan la fase de desviación y llegan a la dominancia 4 días después de la fase de selección partiendo de una cohorte de + 3 mm de diámetro con un crecimiento muy rápido (Guinther et. al. 1996). Durante este período se ha observado que

se produce un abrupto cambio en la concentración de FSH y en la pulsatilidad de la LH; cambio que puede actuar como estímulo para el inicio de la diferenciación de los futuros folículos dominantes y los subordinados. Estos cambios hormonales refrendan la hipótesis que indica la necesidad de una cantidad suficiente de LH y concentraciones mínimas de FSH para que se facilite la desviación folicular (Guinther et. al. 1998).

### **5.2. Selección.**

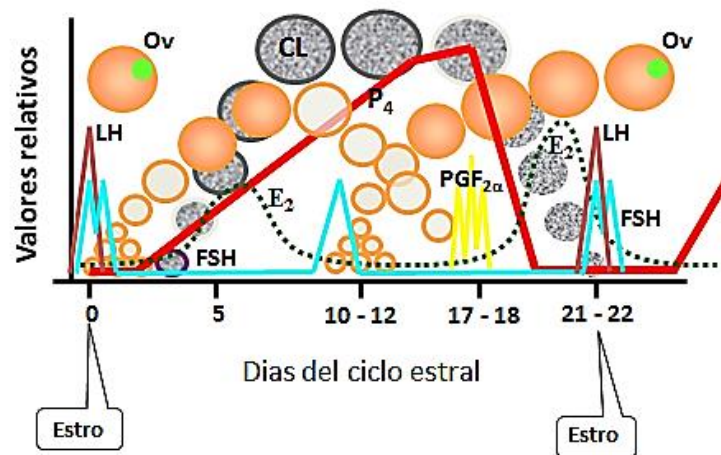
El proceso de selección se caracteriza por el bloqueo ejercido por el folículo más desarrollado sobre los restantes folículos de la misma cohorte de desarrollo, este efecto se produce a través de sustancias hormonales como las inhibinas y el estradiol, las cuales actúan disminuyendo la liberación de FSH, de manera tal que estos niveles insuficientes de gonadotropinas afectan el desarrollo de los folículos más pequeños. Durante esta fase un grupo reducido de folículos escapan al proceso de atresia.

### **5.3. Dominancia.**

Con dominancia nos referimos al desarrollo de un folículo, mientras los restantes sufren un proceso de atresia fisiológica. Este folículo dominante es más sensible a la acción de las gonadotropinas que los restantes, por lo que a pesar de influir negativamente en la liberación de gonadotropina FSH, no sufre atresia, lo cual favorece también el IGF-1 (Blanco *et, al.* 1997).

Como se ha indicado anteriormente, el primer folículo dominante pertenece a una cohorte de folículos de 4-6mm aparecidos el primer día del ciclo (definiéndose el día del celo como día 0 del ciclo) alcanzando su máximo tamaño (13-16 mm) entre los días 7-8, pudiendo permanecer estable hasta el día 11, momento en que inicia su regresión la que

concluye el día 16. Un segundo folículo dominante puede ser ovulatorio o no, dependiendo del número de ciclos (2 ó 3 ondas) de maduración; en este caso, si el ciclo es de solamente 2 ondas, el segundo folículo dominante aparece el día 11, pero si el ciclo se caracteriza por 3 ondas, entonces aparecerá el día 8 para hacerse evidente un tercer folículo dominante, en este caso ovulatorio, el día 16 del ciclo (Fortune et. Al. 1988; Kpnof, et al. 1989; Roche y Boland, 1991).



**FIGURA 3. REPRESENTACION DE LA DINAMICA FOLICULAR. (Fuente: Dennis, 2015)**

### 6. Papel de las hormonas en el crecimiento folicular.

El control endocrino del crecimiento y desarrollo de nuevos folículos se atribuye a la gonadotropina FSH, toda vez que en los bovinos se ha encontrado un incremento en los niveles de esta hormona cuando se cauterizan los folículos dominantes. De igual manera, la administración de líquido folicular estimula la aparición de una cohorte de folículos con diámetros de 4-5 mm, que ocurre entre las 24 a 48 horas después de la administración. Esta competencia de los folículos por la FSH circulante es la responsable de la dominancia; y cuando se elimina el folículo dominante, el subordinado más cercano al dominante ocupa su lugar (Kastelick, 1990; Ko, 1990; Adams, 1993; Sunderland, 1994).

La FSH es indispensable para la secreción de estrógenos foliculares ya que estimula el crecimiento, la mitosis y la completa diferenciación de las células de la granulosa de los folículos preovulatorios grandes, para que adquieran receptores para la LH y desarrollen su máxima actividad aromatizante. Cerca del 90% del estradiol secretado por los ovarios se deriva de estos folículos estimulados por la FSH (Rivera, 1993)

La transformación de los folículos ováricos durante el ciclo estral está regulada por las concentraciones de P4 en plasma que actúa vía feedback negativo, provocando un efecto en la secreción de LH. Esta baja frecuencia en los pulsos de LH durante la fase luteal no es suficiente para mantener el continuo crecimiento de los folículos dominantes. Debido a esta situación se ha formulado la hipótesis de que la inadecuada secreción de andrógenos por la teca interna limita la subsecuente función de las células de la granulosa, necesaria para terminar el desarrollo y la función de los folículos dominantes, los cuales no pueden suprimir prolongadamente el crecimiento de otros folículos y por ello otra nueva onda de desarrollo folicular se inicia (Savio, 1993).

El papel de la FSH en la selección y dominancia ha sido demostrado por la administración de FSH exógena durante dos días dentro del período en que se prevé la selección de un folículo, esta aplicación retrasa la esperada selección, alterando significativamente los perfiles de crecimiento del dominante y aumentando el crecimiento y retrasando la regresión del primero y segundo folículo subordinado (Adams, 1993).

## **6.1. FISILOGIA HORMONAL.**

La regulación de la actividad sexual está regulada por el sistema hipotálamo-hipófisis-

ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior que de manera conjunta con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproductivo (Hafez, 1987; Cunningham, 1997; Echeverría, 2004a; 2004b; 2005a; 2005b). Sin embargo, con el advenimiento comercial de muchas hormonas, se ha abierto un campo a la manipulación del ciclo estral para la transferencia de embriones y la sincronización de celos tanto en vacas donantes como receptoras. Dentro de este grupo de hormonas se encuentran las más utilizadas son las siguientes:

#### **6.1.1. La gonadoliberina (GnRH)**

Es un decapeptido que se produce en las neuronas secretoras del sistema nervioso central y su secreción está condicionada por factores externos (fotoperiodo, feromonas, estrés, nutrición) e internos (estrógeno, progesterona) y su acción es ejercida a nivel de las células gonadotróficas de la hipófisis activando la síntesis y liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (Gibbons y Cueto, 1995)

Estas hormonas tienen dos tipos de secreción, una tónica y una cíclica. La primera de ellas es basal y no muestra variación estacional y tiene control endocrino ejercido por las hormonas esteroides secretadas por el ovario (estradiol y progesterona). La secreción cíclica de LH y FSH, propia de la hembra, muestra una importante variación durante el período preovulatorio. Estas oleadas o picos pre-ovulatorios son los responsables de la ovulación, y tiene una duración entre 6 y 12 horas en la mayoría de las especies domésticas.

El pico preovulatorio de LH se inicia con un importante incremento en la concentración circulante de estrógenos, el cual tiene un efecto positivo sobre el eje hipotálamo-

hipofisario induciendo la descarga de GnRH y como consecuencia de éste la descarga de LH. El estrógeno actúa a dos niveles: a nivel hipotalámico, estimulando las áreas preópticas y supraquiasmáticas, aumentando la descarga de GnRH, y a nivel de hipófisis, aumentando la sensibilidad de las células gonadotrofas a la GnRH, lo que provoca finalmente un aumento importante en la descarga de LH. Este pico de LH provoca la elevación rápida de esteroides gonadales (estradiol y progesterona), y de prostaglandina en el líquido folicular., desempeñando esta última un rol primordial en los mecanismos íntimos de la ovulación (Bo, 1998)

Los tratamientos superovulatorios con GnRH inducen a la ovulación del folículo dominante y emergencia de una nueva onda folicular 1-2 días después. (Rieger et al., 1991) En novillas *B. tauros* x *B. indicus* la administración de la GnRH en un estado cualquiera del ciclo estral induce ovulación a solo el 45.7% (Hafez y Hafez, 2002; Ocampo) de las novillas. (Poretsky, 1987) Las bajas tasas de preñez seguida a la administración de GnRH ha sido observado en ganado *B. indicus* en regiones tropicales (Gong, 1991). Los resultados de estos trabajos ponen en duda la eficiencia de la GnRH para sincronizar la onda emergente en vacas cebú. (Baruselli, et al., 2005).

### **6.1.2. Hormona folículo estimulante (FSH).**

Esta hormona es una glicoproteína sintetizada a nivel de la hipófisis anterior y participa en la regulación ovárica. La FSH favorece el crecimiento y la maduración folicular y de los ovocitos. Además induce en los folículos maduros la presentación de los receptores para la LH (hormona luteinizante) y mantiene la liberación de los estrógenos. Su secreción es continua, presentando dos picos; uno en conjunto a la descarga pre-ovularia de LH y otro de menor intensidad 2 o 3 días después.

### **6.1.3. Hormona luteinizante (LH).**

La LH participa con la FSH en la maduración final del folículo, produce la liberación del ovocito (ovulación) y la formación del cuerpo lúteo a partir del folículo que ovulo.

#### **6.1.3.1. Modo de acción**

Esta hormona incrementa su concentración durante periodos cortos de tiempo en forma de pulsos que decrecen progresivamente hasta su nivel basal. Esta frecuencia de pulsos está supeditada a la estimulación de las células hipofisarias por parte de la GnRH y cada pulso corresponde con un pulso de GnRH. Durante la fase pre-ovulatoria el incremento en la secreción de estrógenos liberados por los folículos ejerce un retrocontrol positivo sobre el eje hipotálamo-hipofisario que induce el denominado “pico pre-ovulatorio de LH” (Gibbons y Cueto, 1995).

### **6.1.4. Progesterona (P4).**

La exposición a niveles elevados de progesterona seguida de su declinación (priming de progesterona) parecen ser pre-requisitos para una diferenciación normal de las células de la granulosa, una expresión normal del celo y el desarrollo post ovulatorio del cuerpo lúteo con una fase luteal normal (Bo, G. 1998).

El mecanismo involucra el efecto del incremento de la frecuencia de los pulsos de LH sobre la producción de estrógenos foliculares, desarrollo de los receptores de LH y luteinización. La presencia de una fuente exógena de progesterona permite imitar la acción inhibitoria de los niveles luteales de ésta hormona sobre la secreción pulsátil de LH, con la supresión del crecimiento del folículo dominante y el consiguiente desarrollo sincrónico de una nueva onda de desarrollo folicular. El retiro de ésta fuente exógena de

progesterona permite el aumento de la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH y el crecimiento de un folículo dominante que ovulará entre 48 y 72 hs. después.

#### **6.1.4.1. Modo de acción**

La progesterona exógena ( liberada por los D.I.B. o inyectada) es estructuralmente idéntica a la endógena y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica. Los niveles supraluteales ( $>1$  ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la suspensión del suministro de la P4 exógena provoca la caída de P4a niveles subluteales ( $< 1$  ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endócrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación. (Bo, G, 2002).

#### **6.1.5. Prostaglandina (Pg2 $\alpha$ ).**

Los prostanoides son metabolitos obtenidos del ácido araquidónico a través de la vía metabólica conocida como ciclo-oxigenasa. Entre ellos puede mencionarse a la PGF2 $\alpha$ , sustancia con actividad marcada sobre el control del ciclo estral. Estructuralmente es un ácido graso insaturado compuesto por 20 átomos de carbono. Contiene un anillo ciclopentano y dos cadenas laterales. Su mecanismo de acción se halla estrechamente relacionado con receptores específicos de membrana que activan una proteína G específica desencadenando la cascada de AMPc y la correspondiente liberación de Ca

por medio del fosfatidil inositol (Willis & Smith, 1994; Gether & Kobilka, 1998; Narumiya et al, 1999).

#### **6.1.5.1. Modo de acción**

La F2 $\alpha$  es responsable de inducir la luteolisis hacia el final del diestro o gestación. Cuando son administradas en la segunda mitad de la gestación, promueven la regresión luteal con lo cual producen un descenso de la progesterona plasmática e impulsan las contracciones del miometrio conjuntamente con la oxitocina provocando de esta manera el aborto o la reabsorción de los fetos (Vane & Botting, 1994; Sharif et al, 1998; Narumiya et al, 1999; Niswender et al, 1988; de la Sota y col, 2002).

#### **6.1.6. Gonadotrofina sérica de yegua preñada (PMSG) o Gonadotrofina coriónica equina (eCG).**

La Gonadotrofina coriónica equina (eCG, PMSG) es una hormona glico-proteica secretada en las copas endometriales de las yeguas gestantes, entre los días 40 y 120 de gestación aproximadamente. Desde el punto de vista endocrinológico es importante resaltar dos valiosas características de la eCG que la distinguen de otras hormonas glico-proteicas, la primera es el hecho de poseer actividad FSH (folículo estimulante) y LH (luteinizante) cuando es administrada en especies distintas al equino, en donde sólo posee actividad LH y la segunda característica es su alto contenido en carbohidratos, hecho que le confiere características propias desde el punto de vista fármaco-cinético, como una vida media prolongada que favorece su uso en una sola dosis a diferencia de la FSH cuya vida media es extremadamente corta y requiere aplicaciones múltiples.

#### **6.1.6.1. Modo de acción**

Los progestágenos utilizados en muchas especies en forma previa, inhiben la liberación

de hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) de la hipófisis, frenando el desarrollo folicular y la ovulación hasta el momento deseado. Cuando los progestágenos son retirados, la concentración de Progesterona en sangre cae rápidamente con lo cual el animal puede entrar en celo. La administración de eCG o PMSG en ese momento potencia las gonadotrofinas endógenas en el estímulo del desarrollo folicular y la ovulación.

#### **6.1.7. Gonadotrofina coriónica humana (hCG).**

La gonadotrofina coriónica humana (hCG) posee la acción biológica de la gonadotrofina hipofisaria luteinizante (LH) en los animales. El principal efecto de las gonadotrofinas es promover la gametogénesis o, en su defecto, la producción de esteroides sexuales. Los receptores de LH/hCG se expresan en el ovario en las células de la teca, las intersticiales, las de la granulosa madura de folículos antrales y preovulatorios, y luteínicas. En el testículo los receptores de LH/hCG se encuentran únicamente en las células de Leydig.

El efecto general de la LH/hCG en el ovario es inducir la ovulación y estimular la síntesis de progesterona. Sobre las células de la Teca la LH/hCG estimula la síntesis de novo de andrógenos, los cuales pasan a la granulosa por difusión donde son aromatizados por acción de la FSH pasando a estrógeno los cuales se liberan a circulación. La diferenciación de las células de la granulosa durante el crecimiento folicular incluye la adquisición (dependiente de FSH y estradiol) de receptores de LH/hCG, lo que prepara a las células de la granulosa para responder al brote preovulatorio de LH.

#### **6.1.7.1. Modo de acción.**

Durante la foliculogénesis, normalmente sólo un folículo (el folículo dominante) se selecciona del fondo común de folículos en crecimiento, para que siga creciendo hacia el folículo preovulatorio, o de Graff. La aplicación de LH/hCG en éste momento provoca la ruptura del folículo preovulatorio, y la liberación del óvulo. Durante la Fase Luteínica del ciclo estral, la LH/hCG estimula la producción de progesterona por el cuerpo lúteo. La Progesterona producida es fundamental en la preparación del útero para la implantación del óvulo fecundado. La hCG posee acción biológica LH, por lo cual induce la ovulación y la formación del cuerpo lúteo en la mayoría de las especies domésticas. Esta acción permite el uso de la hCG con el objetivo de sincronizar la ovulación en animales cíclicos, o de estimular el desarrollo del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona en animales que lo requieran.

#### **6.1.8. Estradiol.**

Los estrógenos son hormonas esteroideas, producidas por el folículo ovárico cuya síntesis se explica de la siguiente manera: La Hormona Luteinizante hipofisaria (LH) interacciona con su receptor ubicado en las células de la teca interna y produce andrógenos; estos pasan a través de la membrana basal y entran en las células granulosas. En estas actúa la Hormona Folículo-estimulante hipofisaria (FSH), quien estimula una enzima aromatasas que transforma a los andrógenos en estrógenos, los cuales pasan al líquido folicular y a la circulación general. Posteriormente llegan a su blanco y ejercen su acción mediante el modelo de receptor móvil o intracelular. Los estrógenos tienen acciones sobre distintos órganos blanco, como las Trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central. A nivel uterino, actúan como hormonas tróficas provocando la proliferación de células y glándulas

endometriales; las que aumentan su secreción.

En el miometrio producen una hipertrofia de la capa muscular circular y longitudinal y sensibilizan sus células a la acción de la oxitocina, por lo cual favorecen la contractibilidad y conductibilidad de las mismas. También producen congestión de los vasos sanguíneos con edema del estroma. En el cérvix producen relajación, aumentan su diámetro y aparece una abundante secreción mucosa, filante y transparente. En la vagina y la vulva se congestionan los vasos y aparece edema, además, en la vagina se estimula el crecimiento del epitelio hasta la carnificación. En las Trompas de Falopio se produce la hiper-motilidad y se estimula su crecimiento. En el sistema nervioso central se estimula la conducta de celo y en el hipotálamo ejercen un "feed- back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico.

El uso de estradiol exógeno en el control del ciclo estral tiene como objetivo desencadenar la luteólisis, cuando es aplicado en la mitad del ciclo o impedir el crecimiento de un nuevo cuerpo lúteo cuando es aplicado luego de la ovulación. Así mismo el estradiol al ser aplicado al momento de la aplicación del progestágeno suprime la onda folicular presente e induce el desarrollo de una nueva onda folicular en promedio de 3 a 4 días.

## **7. CICLO ESTRAL.**

En los animales el apareamiento se da solo con fines de la reproducirse, y esto es solo durante el estro, que en caso de los bovinos coincide con la ovulación. En las hembras mamíferas, desde el inicio de su pubertad, presentan ciclos estrales y la duración del ciclo comprende el número de días entre dos celos seguidos (Arthur et al., 1991).

La manifestación externa del celo en la hembra bovina se da por edematización, secreción de moco y enrojecimiento de la vulva, inquietud del animal, disminución de la frecuencia de alimentación y evidentemente aceptación de monta por el macho o por sus compañeras. Esta manifestación externa del estro es debida a la gran cantidad de estrógenos secretada por el folículo dominante (Gordon 2006, Mariano 1994).

Los desórdenes de infertilidad funcional como por ejemplo la función folicular deteriorada y la función luteal deficiente, que ocasionan perdidas tempranas de la preñez, ocasionan reducción de la eficiencia reproductiva, ocasionando un aumento en el intervalo entre partos, además de gastos extras en semen e inseminación artificial, entre otros factores que resultan en el descarte prematuro del animal por razones de infertilidad, repercutiendo en pérdidas de futuras vaquillas de reemplazo o toretes para la venta (Ptazynska 2006)

El anestro es uno de los factores de mayor importancia para la infertilidad de vacas en el posparto inmediato, igualmente, la fase luteal corta que sigue al primer celo después del parto prolonga este periodo de infertilidad, sin embargo esta se puede evitar con un tratamiento hormonal de GnRH precedido por una aplicación de progesterona (Thompson et al., 1999). Así mismo, bajo condiciones de crianza extensiva, el ternero permanece más tiempo con la vaca permanece y el efecto negativo del ternero sobre la performance reproductiva de la madre está directamente relacionado con la cantidad de leche consumida y a la velocidad de crecimiento del ternero (Short et al., 1990).

Una de las causas de anestro en vacas se debe quizá a un crecimiento folicular que solo llega hasta la etapa de desviación y no continua hasta la ovulación, lo cual es muy común en vacas lactando. Los signos que caracterizan este problema son: ovarios

pequeños y lisos a pesar de un crecimiento continuo bajo un patrón de dinámica de onda hasta la fase de desviación (Ptaszynska 2006).

De acuerdo a Ptaszynska (2006), la baja disponibilidad de energía y de materia seca afecta la secreción de LH, pero también disminuye la capacidad de respuesta del ovario a la estimulación de la LH, provocando una función estrogénica inadecuada por parte de los folículos preovulatorios y una inadecuada estimulación del pico preovulatorio de LH, resultando en una ovulación retardada, o provocando condiciones anovulatorias así mismo. Adamiak *et al.*, (2005) demostraron en su estudio con vaquillas, que el efecto del nivel de alimentación en la calidad del ovocito es dependiente de la condición corporal del animal, demostrando que un nivel alto de alimentación es beneficioso para la calidad del ovocito.

## **8. REGULACION NEUROHORMONAL DEL CICLO ESTRAL**

Los últimos años se han caracterizado por los avances importantes logrados en el conocimiento de la dinámica de crecimiento y desarrollo del folículo ovárico, las funciones del cuerpo lúteo y su control neuroendocrino. De igual manera, se han realizado estudios encaminados a manipular, mediante métodos farmacológicos, estas funciones a través del uso de la Progesterona (Anderson y Day, 1994), Testosterona (Rajamahendran y Manikkam, 1994), Estrógenos.(Bo *et. al.*, 1995), los Factores de Liberación Hormonal y la Hormona del Crecimiento(GH) (Twagiramungu,1994).

Estos avances han permitido desarrollar técnicas de sincronización del celo, superovulación y transferencia de embriones (Mapletoft *et al.*, 2003), además del desarrollo de estrategias para mejorar la tasa de fertilidad (Thatcher *et al.*, 2003) y los

métodos para identificar e inducir el retorno al servicio de las hembras inseminadas en estado desconocido de gestación (Chenault ,2003) o no gestantes (Chebel et al., 2003) con el fin de optimizar los programas de reproducción mediante la sincronización de celo e inseminación artificial ,los sistemas de servicios y partos estacionales y eventualmente mejorar la fertilidad (M<sup>c</sup>millan et al., 2001., McDougall y Compton, 2005; Lucy ,2005). Es así como surgieron los dos procedimientos de re-sincronización del celo y la ovulación dirigidos a vacas en estado desconocido de gestación o en aquellas que previamente se ha realizado el diagnóstico de preñez.

En diversos países se ha desarrollado varios métodos para identificar e inducir el retorno al servicio de las hembras inseminadas en estado desconocido de gestación. Así, Oltenacu *et. al.*, (1980), evaluaron diferentes métodos para el diagnóstico de la gestación precoz a través de análisis químico de la Progesterona. Conforme sus resultados, el procedimiento de mayor factibilidad fue el de utilizar las determinaciones de P4 en la leche mediante ELISA el día 19 posterior al servicio, seguido del tratamiento con los análogos de a prostaglandina F2-alfa (PGF2a). En este procedimiento las vacas con bajos niveles de P4 fueron inseminadas cuando mostraron el estro o de lo contrario fueron tratadas diez días después con PGF2a e inseminadas al ser detectadas en celo.

Más tarde, Cleff et al. (1991) efectuaron un estudio con el fin de comprobar si la suplementación de Progesterona durante el diestro era capaz de mejorar la fertilidad y propiciar el retorno al servicio de las hembras no gestantes. El procedimiento empleado consistió en la reinsertión de un dispositivo vaginal de Progesterona (CIDR 1,9g de P4) entre los días 7 al 13 o 17 al 21 del ciclo fertilizado. Según los datos este tratamiento, no

ejerció efecto beneficioso sobre la fertilidad de los estros previamente sincronizados. Sin embargo, cuando la suplementación de Progesterona se efectuó entre los días 17 al 21 del ciclo fertilizado, el 78% de las vacas no gestantes retornaron al servicio. Estos resultados fueron confirmados en novillas de razas productoras de leche en Nueva Zelanda por Cliff et al. (1995) y son comparables con los informados en novillas Holstein en la Florida por (Cleeff et al., 1996).

Favero et al. (1995 citado por Pedroso, 2007) demostraron que el tratamiento en la parte media del diestro con un implante subcutáneo de Norgestomet SMB, mejoró la fertilidad del celo sincronizado y garantizó el retorno al servicio de las hembras no gestantes. El procedimiento utilizado consistió en la inserción desde el día 12 al 21 posterior a la inseminación de un implante SC de Norgestomet que libera aproximadamente 138mg diariamente (Machado y Kesler, 1996, citado por Pedroso, 2007). Una vez retirado el implante, las vacas que presentaron el celo fueron nuevamente inseminadas. En esta investigación se demostró que el tratamiento no ejerció efecto negativo sobre la fertilidad del primer celo y que fue efectivo para sincronizar el retorno al celo de las hembras no gestantes. Así, el 81% de las vacas no gestantes mostraron el celo en los tres días posteriores al retiro del implante de Norgestomet mientras en el grupo control solo el 56% de los animales retornaron al servicio. Kesler (1995) probó que los implantes de Norgestomet que liberen 315mg de Norgestomet pueden mantener la gestación en novillas previamente ovario-ectomizadas. Tomando como base estos estudios Rosmarin et al. (1998. citado por Pedroso, 2007), lograron mejorar la fertilidad, mediante el tratamiento con dos implantes de Norgestomet capaces de liberar 315mg del progestágeno, en vacas anéstricas que ovulan posterior al tratamiento con SMB. Estos autores informaron que los animales tratados

tuvieron una tasa de concepción entre el 27 y el 50% mientras en los grupos no tratados esta fue inferior al 5%.

En general estos procedimientos tienen su base en la utilización de la Progesterona o Progestágenos, los Factores de Liberación Hormonal (GnRH) así como los Estrógeno para el control del crecimiento y desarrollo del folículo ovárico y las funciones del cuerpo lúteo en fase media del diestro y mejorar las manifestaciones del celo e inducir la ovulación cinco a siete días después mediante el tratamiento de Benzoato de Estradiol o Ciprionato de Estradiol.

Para obtener una mayor eficiencia en el comportamiento reproductivo del hato, el diagnóstico de preñez de las vacas necesita ser realizado en el menor tiempo posible posterior al servicio con el objetivo de re-inseminar aquellas que resulten no gestantes. Una de las posibilidades para acortar el intervalo entre inseminaciones es utilizar la ultrasonografía para el diagnóstico de gestación, el cual en las vacas puede efectuarse a partir de los 26 días posteriores al servicio. Esta práctica según Thatcher et al., (2002), puede asociarse a procedimientos de re-sincronización del celo que no causen daño en las vacas preñadas pero que permitan el retorno al celo de las no preñadas las que una vez re-inseminadas muestren una aceptable fertilidad.

En esta dirección, Chebel et al. (2003), desarrollaron un estudio con el objetivo de determinar si la administración de GnRH el día 21 después de la IA afectada la tasa de preñez a los 28 y 42 días de realizada la IA. Además evaluar si el tiempo del inicio de la re-sincronización con el protocolo Ovsynch, iniciado el día 21 o 28 de la preñez podría afectar la fertilidad del segundo servicio. Según sus datos el 33 % de las vacas

resultaron preñados al primer celo y de las no preñadas sometidas al tratamiento de RSE el 91 % retornaron al servicio. Se comprobó, que la administración de GnRH el día 21 posterior a la IA en vacas lactantes de estado de gestación desconocido no afecta la tasa de preñez determinada durante los 42 días posteriores al servicio y que la RSE con el protocolo Ovsynch no afecta la fertilidad del estro re-sincronizado e IA en tiempo fijo. Por tal razón, afirmaron que el uso de este procedimiento puede constituir una estrategia potencial para reducir el intervalo entre el diagnóstico de no preñez y siguiente inseminación.

### **8.1. Sincronización con el uso de prostaglandinas.**

La prostaglandina F<sub>2α</sub> y sus análogos son las sustancias más usadas para sincronizar el celo en la hembra bovina y sus propiedades luteolíticas están bien definidas, pero su limitante es que solo se puede aplicar en vacas que poseen un cuerpo lúteo (CL), susceptible de lisis, detectado, ya sea por palpación rectal o por ultrasonografía. Así una vez detectado éste, se puede aplicar prostaglandina en vacas cíclicas con el fin de provocar su regresión, de esta manera se logra sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular (Stevenson et al., 1997), pero además se necesita de la observación del celo si es que se quiere lograr la máxima tasa de preñez.

Una estrategia de sincronización del estro consiste en inyectar PGF<sub>2α</sub> a todos los animales e inseminarlas a celo observado durante 5 a 6 días. Entre los animales tratados, los que están entre los días 0-5 del ciclo, el CL carece de receptores de prostaglandina (Lucy et al., 2001) y por lo tanto no responderá a esta hormona (Howard et al., citado por Mee 1993). A estos animales se les aplicara una segunda dosis de PGF<sub>2α</sub> 10 a 14 días después de la primera inyección; igualmente, se realizará la IA a celo observado

durante 5-6 días posteriores a la aplicación (González et al., 2001, citado por López, 2007)).

La aplicación de prostaglandina entre los días 5-8 del ciclo estral provoca la luteólisis y consecuentemente aumenta el diámetro del folículo dominante de la primera onda folicular siempre y cuando este se encuentre en la fase de crecimiento y/o estática, luego de esto el folículo ovula, (Kastelic et al., 1990), de esta manera se acorta el tiempo de espera para la realización de la inseminación artificial. Por otra parte, en protocolos que usan esta hormona para sincronizar el celo, se han detectado bajos niveles de progesterona que afectan el porcentaje de concepción, en este caso se puede usar progesterona sintética (Folman et al., 1990) que tiene los mismos efectos biológicos en cuanto a la secreción de LH y estradiol (Kojima et al., 1992).

## **8.2. Sincronización con el uso de progesterona.**

Los análogos sintéticos de la progesterona tienen un efecto fisiológico parecido a la progesterona biológica, esta hormona es producida a partir de la modificación de la 19-metil-19-norpreg-ene-20 dione (Kesler et al., 1995) y una ventaja de esta es su capacidad para iniciar la ciclicidad en animales previamente acíclicos (Gordon, 1999).

En la década de los 50 se sintetizaron diversas progesteronas activas para ser usados por vía oral, pero no es sino en la década de los 60 que se comienza a usarla de manera masiva en la sincronización del celo en vacas.

Los tratamientos prolongados con progesterona sincronizan el estro con precisión pero con tasas de concepción realmente bajas a partir de una inseminación artificial (Delgado 1984). Este protocolo sincroniza el desarrollo folicular, regresión luteal y tiempo de ovulación, con mayor eficacia siempre que se inicie en el día 5- 8 del ciclo estral,

resultando en una mayor tasa de concepción que si se inicia en otros días (Córdoba et al., 2001).

La progesterona se utiliza para inhibir el desarrollo del cuerpo lúteo en hembras recién ovuladas (Perry et al., 2004), reduciendo la ocurrencia del ciclo estral corto. El tratamiento consiste en la aplicación de un dispositivo intra-vaginal (DIV) con progesterona complementado con una inyección de progesterona intra muscular en vacas post parto (Bergamaschi et al., 2002). Ahora bien, si el tratamiento se inicia en ausencia del cuerpo lúteo, se va a provocar la formación de un folículo dominante persistente que al ser ovulado produce un ovocito de baja calidad (Stevenson et al., 1997; Binelli et al., 1999), coincidiendo con Sánchez et al., (1995), quienes encontraron que el tratamiento con progesterona sintética en vacas con CL, en el momento del tratamiento, resulta en un mayor porcentaje de preñez, comparado con las vacas tratadas en ausencia del mismo.

Las alteraciones en el patrón de secreción de LH (alta frecuencia y baja amplitud), explican las diferencias observadas en la respuesta al tratamiento con progesterona, esto debido a las características de la fase folicular, provocando una mantención prolongada del folículo dominante interrumpiendo el patrón normal de crecimiento folicular (Perry et al., 2002).

De la misma manera, la aplicación de dosis altas de progesterona exógena disminuye la concentración de estradiol aumentando el porcentaje de preñez comparado con lo evaluado en vacas tratadas con bajas dosis de progestágenos (Sánchez et al., 1995). A medida que los conocimientos de la dinámica folicular y los efectos de la progesterona

sobre el desarrollo folicular son más precisos, los principios empleados en la concepción de protocolos para la sincronización del celo se van modificando, así se puede usar la progesterona para controlar la fase luteal del ciclo estral, pero la sincronía del celo y la ovulación, después de la retirada de la fuente exógena de progesterona, depende del control del desarrollo folicular (Bó et al., 2006).

Uno de los conceptos introducidos en este sentido es que se logra que el folículo dominante, potencialmente ovulatorio, regrese aplicando una inyección de benzoato de estradiol al inicio del tratamiento (Engelhardt et al., 1989; Lammoglia et al., 1998; Odde., 1990), esta regresión es producto del mecanismo de retroalimentación negativa del estradiol sobre la liberación de FSH de la Hipófisis (Mapletoft et al., 2005). De acuerdo Fanning et al., (1992), con una inyección de progesterona sintética al mismo tiempo de la inyección de estradiol se logran mayores tasas de gestación que cuando se usa el tratamiento con progesterona ya que con esto se impide que se forme un folículo dominante persistente, dando paso a la formación de una nueva onda folicular, dicha onda estaría sincronizada en la mayoría de los animales tratados (Lomas et al., 2002; Anderson et al., 1994).

### **8.3. Sincronización con el uso de GnRH.**

Esta hormona induce la liberación de LH de la hipófisis anterior que actúa directamente sobre el folículo dominante induciendo su ovulación (Pursley et al., 1995). Mee et. al., (1993), observaron que al aplicar 5 dosis diferentes de GnRH en vacas lecheras, la concentración de LH aumentaba en forma proporcional a la dosis de GnRH administrada.

La administrada de GnRH siete (7) días antes de la aplicación de prostaglandina ofrece el potencial de reducir la incidencia de ciclos estrales cortos (Perry et al., 2004) de manera tal que se reduce la variación en el tiempo de la ovulación después de la inyección de prostaglandina, viabilizando la IA a tiempo fijo. La utilización de la GnRH en vacas que están ciclando puede sincronizar el desarrollo folicular como consecuencia de la ovulación del folículo dominante presente en el momento del tratamiento o luteinización del mismo (Thatcher et al., 1993; Thompson et al., 1999), de esta manera se posibilita la presentación de una nueva onda folicular 2 o 3 días después del inicio del tratamiento con GnRH (Perry et al., 2002; Pursley et al., 1995; Twagiramungu et al., 1995)

El tratamiento con GnRH y prostaglandina es un método práctico para controlar las funciones ováricas incrementando la precisión de la sincronía del estro y ofrece el potencial de disminuir la incidencia de un ciclo estral corto (1995, Perry et al., 2002). Esto se debe básicamente a la selección sincronizada del crecimiento de un nuevo folículo dominante para convertirse en folículo ovulatorio después de la lisis del CL inducido por la inyección de prostaglandina 6 días después de la primera dosis de GnRH. (Tiwagiramungu et al., 1994).

Ahora bien, es factible implementar un programa de inseminación artificial sin la necesidad de la detección del estro utilizando una segunda dosis de GnRH con el propósito de que el folículo seleccionado que ovule entre las 16-34 h después de su aplicación (Ill et al., 2003). La precisión de la sincronía del estro va a depender principalmente del control del desarrollo folicular, pero Paterson et al., (2003) cree que está asociado con el control de la duración de la vida de la vida del CL y su actividad secretora, el cual está regulado por mecanismos de tropismo y de lisis. Luego de dos

días de la primera dosis de GnRH emerge una nueva onda de folículos (Martinez et al., 2002), independientemente del estado del ciclo estral en que se encuentre los eventos en el ovario, esta estimulación folicular es posible gracias a la liberación de FSH inducido por la GnRH exógena que ocurre 2-4 h después de la aplicación GnRH (Twagiramungu et al., 1995); la segunda aplicación de GnRH induce la oleada pre-ovulatoria de LH (Martinez et al., 2002) y la consiguiente ovulación aproximadamente 16 h después.

## **9. ANESTRO POST PARTO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION.**

El anestro es la ausencia de comportamiento estral en un periodo esperado. Es un evento fisiológico normal que tiene un promedio de tiempo, y se realiza, bajo condiciones pastoriles, de 45 a 60 días (Gatica, 1993; Cavestany et al., 2001). Actualmente, el anestro se clasifica en cuatro tipos diferentes, teniendo en cuenta la dinámica folicular y luteal (Peter *et.al.*, 2008; Sheldon *et. al.*,2004) :

- 1, emergencia de onda folicular sin desviación de folículos;
- 2, desviación y crecimiento de folículos, seguido de atresia o regresión;
- 3, crecimiento y establecimiento de un folículo dominante sin ovulación y
- 4, ovulación, celo y formación de un cuerpo lúteo con una prolongada fase lútea.

El anestro pos-parto prolongado es la causa más frecuente de retardo en la concepción. La incidencia de este fenómeno ha ido en aumento en el contexto mundial, desde el 7 hasta el 38 %, y los principales factores asociados son el amamantamiento y la nutrición. Esto afecta las reservas de hormona luteinizante (LH), que en condiciones normales se restablecen y se incrementan gradualmente, luego del día 15 al 30 posparto, y evita la ovulación de las vacas con cría (Henaó et. al., 2000b; Vittone et al., 2011).

El amamantamiento es el factor que más altera la reanudación de la actividad cíclica posparto. Las vacas que se les retira la cría presentan un anestro posparto menor en comparación con las que amamantan con una primera ovulación entre los 34 y los 63 días, respectivamente (Henaó et al, 2000b; Baruselli et al, 2003). A su vez, la mala nutrición y pobre condición corporal también están altamente relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica y el alargamiento del anestro posparto en las vacas con cría en pie. Se sabe que las deficiencias nutricionales, principalmente de energía, tienen un efecto negativo en la liberación de GnRH, y, por lo tanto, en los pulsos de LH; esto aumenta la sensibilidad del hipotálamo para los efectos de retroalimentación negativa del estradiol (Henaó et al., 2000b; Tribulo et al. 2006).

La regulación de la succión y estímulo de la lactancia es una opción viable de manejo para disminuir el intervalo posparto. Este último puede disminuirse por destete completo, destete temporario o por corto plazo (72 horas), destete parcial o restringido y otros (Cavestany, 2002). Tales prácticas son empleadas en sustitución al método de destete tradicional que en Colombia se realiza entre los 6 y 8 meses de edad de las crías. El objetivo de estas prácticas es mejorar el desempeño reproductivo de las hembras, e intentar, al mismo tiempo, minimizar pérdidas de peso en la cría (Yavas, 2000).

Otro mecanismo para el control del anestro es el tratamiento hormonal. La sincronización de celos en bovinos permite alcanzar mejores desempeños reproductivos. En los últimos años se han logrado importantes avances en la efectividad de los tratamientos para la inducción de la ovulación y la ciclicidad, los cuales, asociados a la IATF, permiten lograr muy buenas tasas de preñez en campo. Se sabe que la exposición a progesterona es un requisito indispensable para el reinicio de la actividad ovárica

posparto, y su inclusión es imprescindible para el éxito de cualquier tratamiento hormonal de anestro (Vittone, et al., 2011; Johnson et al, 1991; Bergfel, 1996).

Debido a los muchos factores e interacciones que afectan el reinicio de la actividad ovárica, el control del anestro posparto es complejo y diferentes métodos pueden ser empleados para su control. Dentro de ellos, la restricción del amamantamiento asociada a sincronización de celos con IATF es uno de los métodos con mejores resultados, debido a la disminución del intervalo parto-ovulación y el aumento en la tasa de servicios (Borchert et al. 1999; Assumpção, et al. 2005). Dado que la sincronización de celos con IATF continuará siendo el método de servicio de mayor impacto en el mejoramiento genético y el tratamiento del anestro posparto, es importante conocer el efecto de los diferentes protocolos sobre las estructuras ováricas, las concentraciones de progesterona plasmática y el porcentaje de preñez.

.

Siguiendo un orden cronológico de los diferentes modelos de control del ciclo estral, Casida propuso la utilización de progestágenos con el fin de bloquear la función reproductiva y observó que al suspender la medicación, buena parte de las hembras presentaron síntomas de celo. A raíz de haber determinado la actividad luteolítica de la  $PGF2\alpha$ , Rowson 1972 propuso su empleo como agente sincronizador de celos.

A partir de la aplicación de la ecografía como ayuda diagnóstica en reproducción, se logró tener un mayor conocimiento sobre la dinámica folicular, lo cual ha permitido la manipulación del ciclo estral tendiente a mejorar el desempeño reproductivo del hato bovino en general. Igualmente y debido a que los principales factores que influyen en la fertilidad, como son la alta producción de leche, la condición corporal y la deficiencia

en la detección de celos, se han diseñado distintos sistemas o protocolos que permitan alcanzar los mejores índices en estos parámetros de la producción ganadera.

Debido a la variabilidad del período tratamiento presentación del celo durante la sincronización del estro y la necesidad de un sistema adecuado de detección de celo, una de las alternativas más útiles para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto de tiempo, es la utilización de protocolos que sincronicen la ovulación y permitan la inseminación sistemática, sin la necesidad de detectar celo. Además, el desarrollo de protocolos para vacas en anestro postparto permite la inseminación de una población de animales significativamente mayor. (Bo)

### **9.1. Protocolos hormonales.**

Actualmente se dispone de dos tipos de protocolos para IATF, los que utilizan la GnRH y PGF2 $\alpha$  y los que emplean dispositivos liberadores de progesterona y estradiol (Bo). Los tratamientos que han demostrado mayor efectividad en el control del ciclo estral para la implementación de programas de IATF, son los que combinan GnRH con PGs y los que utilizan distintas combinaciones de estrógenos y progesterona (Cutaia, 2006).

#### **9.1.1. Protocolos de sincronización basados en estradiol y progesterona**

La combinación de estradiol y progesterona suprime la FSH y la liberación de LH y el crecimiento de folículos antrales. En cambio estradiol solo (en un momento de baja de progesterona circulante) estimula la liberación de LH e induce la ovulación y/o la luteinización de folículos ováricos. Una vez que el estradiol es metabolizado (estradiol-17 $\beta$  muy rápidamente, aunque los ésteres tardan más tiempo), la FSH en circulación aumenta y una nueva onda folicular emerge en promedio cuatro días después del

tratamiento.

### **9.1.2. Protocolos de sincronización basados en la combinación de prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF) y GnRH Ovsynch y Cosynch.**

El tratamiento con GnRH induce la liberación de LH y la ovulación (en animales con un folículo dominante > 10 mm de diámetro), con la emergencia de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días más tarde (Twagiramungu et al., 1995; Martínez et al., 1999). El tratamiento con PGF 6 ó 7 días después de la primera GnRH y la aplicación de una segunda inyección de GnRH entre las 36 y 48 horas después de la PGF facilita la IATF (Thatcher et al., 1993; Twagiramungu et al., 1995; Pursley et al., 1995).

Diversos trabajos demostraron que la administración intramuscular (IM) de GnRH produce picos preovulatorios de LH cerca de las 2 horas de su aplicación, por lo que está indicada para inducir la ovulación del folículo dominante y el desarrollo de una onda folicular (Thatcher *et. al.*, 1989). El comienzo de la nueva onda folicular post GnRH fue en promedio de 1.6 días después de su aplicación, no obstante todas las hembras tenían un nuevo folículo dominante a los 7 días.

Con base en estos resultados se administró PGF<sub>2α</sub> 7 días después para sincronizar el celo e inseminar a celo detectado. Este protocolo recibió el nombre "**Select-Synch**", sin embargo, este programa no soluciona el problema de la detección de celos.

Con posterioridad se demostró que el folículo dominante en crecimiento ovulaba de manera más precisa aplicando una segunda dosis de GnRH 1.5 a 2.0 días después de la PGF<sub>2α</sub>. Luego de la segunda dosis de GnRH, se insemina sin detección de celos entre

las 0 y 24 horas, optimo 16-18 horas, dando lugar a un nuevo protocolo denominado "**OVSYNCH**". Si se insemina a las 0 horas, día de la aplicación de la segunda dosis de GnRH el protocolo se denomina "**COSYNCH**" (Geary, *et. al.*, 2001).

El objeto de la administración de la primera dosis de GnRH es el de sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular o la luteinización de un folículo en vacas anovulatorias y la segunda dosis es la sincronización de la ovulación. Sin embargo, diferentes trabajos han demostrado que los protocolos Ovsynch tienen tasas de preñez similares a las que se obtienen en vacas sincronizadas con PGF2 $\alpha$  e inseminadas 12 horas después del celo detectado, por lo que se utiliza en gran medida para inseminar vacas cíclicas de leche (Caraviello, *et. al.*, 2006).

Por otra parte el protocolo Ovsynch no tuvo éxito para sincronizar vacas en anestro postparto, ya que este protocolo induce la ovulación en un alto porcentaje de vacas en anestro, pero algunas tienen una fase lútea posterior más reducida lo que produce tasas de gestación más bajas que las vacas cíclicas. Igualmente las tasas de preñez en novillas tratadas con el protocolo Ovsynch son bajas. Varios trabajos han determinado que la presencia de P4 es un pre-requisito para la expresión normal del celo y una fase lútea normal. La sensibilización de la P4 es un factor definitivo en la diferenciación normal de las células de la granulosa y el desarrollo del CL luego de la ovulación, siendo necesaria para la reiniciación de los ciclos en vacas anéstricas postparto.

Debido a los resultados obtenidos en diferentes investigaciones, se determinó que los estrógenos inducen la atresia de los folículos existentes al momento de su aplicación y por consiguiente una nueva onda folicular. Esta atresia se produce por la supresión de

las gonadotropinas circulantes FSH-LH y no por un efecto local a nivel de ovario. Igualmente se estableció que la administración de progestágenos y estrógenos en cualquier momento del ciclo estral, induce el crecimiento sincrónico de una nueva onda folicular aproximadamente a los 4 días de la aplicación. Esto ha dado lugar al desarrollo de nuevos protocolos de sincronización de celos, ovulación e IATF. Los tratamientos que han demostrado mayor efectividad en el control del ciclo estral en programas de IATF, son los que combinan GnRH con PGF2 $\alpha$  y los que utilizan distintas combinaciones de estrógenos y progesterona (Cutaia, 2006).

## **CAPITULO II. MATERIALES Y METODO.**

### **1. LOCALIZACION DEL ESTUDIO.**

El estudio se desarrolló en las instalaciones de la finca Ganadera Soledad, propiedad del Señor Abdiel Guerra. Esta finca se ubica la localidad de Bella Vista, en el distrito de Gualaca, Provincia de Chiriquí, a 10 minutos del poblado de Gualaca por la carretera Transístmica (Chiriquí-Bocas del Toro), a una altitud de 580msnm, temperatura promedio de 22°C y precipitación anual superior a los 3000mm. La finca tiene una superficie de 400 hectáreas, dividida en 4 globos de terreno donde se desarrollan las actividades ganaderas.

### **2. ANIMALES EXPERIMENTALES, MANEJO Y ALIMENTACIÓN.**

Para el ensayo se utilizaron 29 vacas cruzadas Cebú (CXPS) con diferentes grados de encaste, peso vivo de  $\pm 460\text{kg}$ , edad promedio de cinco (5) años y periodos post-parto entre 45 y 60 días. Estas hembras pastoreaban en praderas de pasto mejorado y recibían una suplementación, en la galera, que consistía en una ración a base de granos con 18% de proteína cruda, ensilaje de pasto de corte, pacas y un mezcla de melaza + citropulpa + soya. Una vez seleccionadas las hembras, las mismas fueron distribuidas completamente al azar en dos grupos a los que se les aplicarían los tratamientos a evaluar.

### CUADRO 3. COMPOSICION QUIMICA DEL ALIMENTO CONCENTRADO.

NUTRIENTE	CONTENIDO EN EL ALIMENTO
Proteína total	14.0%
Extracto estero	7.80%
FDN	15.50%
FDA	8.50%
Calcio	0.70%
Fosforo	0.60%



FIGURA 4. GRUPO DE ANIMALES EXPERIMENTALES

### 3. MANEJO SANITARIO DEL LOTE EXPERIMENTAL.

El manejo sanitario que recibieron los animales se detalla a continuación:

#### CUADRO 4. MANEJO SANITARIO DEL LOTE EXPERIMENTAL.

MES	PRODUCTOS Y TRATAMIENTOS
ENERO	Aplicación de la vacuna IBR + tratamiento garrapaticidas con FIPRONIL (tópico)
FEBRERO	Baño según la incidencia de garrapatas , desparasitación con ALBENDAZOL (oral)
MARZO	Aplicación de una Eprinomectina (tópico )
ABRIL	Vacunación con Ultrachoice + baño con FIPRONIL
MAYO	Eprinomectina tópica
JUNIO	Baño según incidencia de garrapatas
JULIO	Baño según incidencia de garrapatas
AGOSTO	Desparasitación con ALBENDAZOL y baño según la incidencia de garrapatas

SEPTIEMBRE	Aplicación de FIPRONIL en Pour on
OCTUBRE	Baño según incidencia de garrapatas
NOVIEMBRE	Vacuna ULTRACHOICE + Eprinomectina en Pour on
DICIEMBRE	Baño según incidencia de garrapatas

#### 4. TRATAMIENTOS.

Los tratamientos evaluados en esta investigación fueron los siguientes:

T<sub>1</sub>: 400 UI de Gonadotrofina coriónica equina (eCG)(Folligon®, Intervet, Francia).

T<sub>2</sub>: 10 Mcg acetato de buserelina. (hormona sintética GnRH, (Sincroforte ®, Ouro Fino, Brasil).



**FIGURA 5. PRODUCTOS UTILIZADOS PARA LOS TRATAMIENTOS.**

#### 5. METODOLOGIA.

Además de la condición corporal, como criterio de selección, se consideró el estado reproductivo de la hembra. Para ello se realizó el diagnóstico reproductivo, utilizando un ecógrafo MINDRAY DP50 con un transductor convexo de 6.5Mhz con el propósito de determinar el tamaño de los ovarios y si los mismos estaban ciclando.

Una vez examinadas las vacas, aquellas que no presentaron ninguna anomalía, fueron seleccionadas, se les midió el diámetro de los folículos como también el tamaño del

cuerpo lúteo existentes al momento del diagnóstico. Realizada la evaluación, se les aplicaron los tratamientos y quince (15) días después de la aplicación de los tratamientos, se procedió a realizar un segundo diagnóstico por ultrasonografía para determinar la respuesta de las vacas a los tratamientos aplicados.

## 6. VARIABLES DE RESPUESTA.

Como variables de respuesta se consideraron las siguientes:

- ✚ Respuesta de las vacas a los tratamientos
- ✚ Tamaño inicial y final de los folículos.
- ✚ Tamaño inicial y final del cuerpo lúteo inicial

## 7. ANALISIS ESTADÍSTICO.

Los datos paramétricos del estudio se analizaron a través de un diseño completamente al azar (DCA) el cual se representa con el siguiente modelo matemático (Steel y Torrie, 1980):

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j(\tau_i) + \delta_k$$

Donde:

$Y_{ijk}$ = k-ésimo observación de la i-ésimo hormona experimental, de la i-ésimo hembra.

$\mu$ = media general.

$\tau_i$ = efecto de La i-ésimo hormona.

$\alpha_j(\tau_i)$  efecto del tipo de hormona en la hembra.

$\delta_k$ = error experimental

Para los datos no paramétricos se realizó una prueba de chisq.

**CAPITULO III.  
RESULTADOS Y DISCUSION.**

Los resultados obtenidos del ensayo se detallan a continuación.

**1. RESPUESTA DE LAS VACAS A LOS TRATAMIENTOS.**

El análisis estadístico indica que no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Ver Cuadro 1). Resultados similares reporta López (2007) quien en un estudio similar utilizó un análogo de progesterona, en forma de implante subcutáneo de silicona y acetato de buserelina, un análogo de GnRH.

**CUADRO 5. RESPUESTA POR TRATAMIENTO**

Procedimiento FREQ

Estadísticos para Tabla de resp por trat

Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	1	0.4190	0.5174
Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	1	0.4201	0.5169
Adj. chi-cuadrado de continuidad	1	0.1048	0.7462
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.4095	0.5222
Coeficiente Phi			-0.0976
Coeficiente de contingencia			0.0971
V de Cramer			-0.0976

Test exacto de Fisher

Celda (1,1) Frecuencia (F)	6	
Left-sided Pr <= F		0.3735
Right-sided Pr >= F		0.8341
Table Probability (P)		0.2075
Two-sided Pr <= P		0.7470

Tamaño de la muestra = 29

Cuando se analiza la respuesta por tratamiento se puede observar que el 57.14% de las vacas tratadas con Gonadotrofina coriónica equina (PMSG) (T<sub>1</sub>) respondieron, mientras que en el T<sub>2</sub> (GnRH) el 46.67% respondieron positivamente al tratamiento (Cuadro 2).

**CUADRO 6. FRECUENCIA DE RESPUESTA POR TRATAMIENTO**

RESP.	TRAT.		TOTAL
	1	2	
NO	6 42.86	8 53.33	14 48.27
SI	8 57.14	7 46.67	15 51.73
<b>TOTALES</b>	<b>14</b> <b>100.0</b>	<b>15</b> <b>100.0</b>	<b>29</b> <b>100.00</b>

Para la interacción respuesta\*condición corporal, el análisis estadístico mostro diferencias altamente significativas, lo que indica que la condición corporal de la vaca, tiene mucha influencia sobre la respuesta al tratamiento (ver Cuadro 3.)

**CUADRO 7. ESTADÍSTICOS PARA TABLA DE RESPUESTA\*CONDICION CORPORAL**

Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	8	18.3429	0.0188
Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	8	24.2515	0.0021
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	2.6152	0.1058
Coeficiente Phi		0.6457	
Coeficiente de contingencia		0.5424	
V de Cramer		0.6457	

Nuestros resultados coinciden con lo señalado por Pedroso *et. al.*, (1999) quienes indican que la condición corporal (CC) se ha relacionado con la capacidad de respuesta de las vacas a los tratamientos hormonales para la sincronización del celo.

Señala este mismo autor (Pedroso *et. al.*, 1999), que la CC es un indicador del estado de las reservas del cuerpo que puede actuar indirectamente afectando los mecanismos endocrinos que controlan el proceso reproductivo y el fenómeno de la foliculogénesis y esteroido-génesis de los folículos ováricos, como también el umbral de respuesta del hipotálamo, hipófisis, tiroides y otras glándulas de secreción interna pueden también verse afectadas.

Por otra parte, el análisis estadístico reflejo que la interacción respuesta\*número de partos no resulto significativa, lo que nos indica que la cantidad de partos no tiene ningún tipo de efecto sobre la respuesta a la aplicación exógena de hormona en la hembra bovina (ver Cuadro 4.)

**CUADRO 8. ESTADÍSTICOS PARA TABLA DE RESPUESTA\*NÚMERO DE PARTOS**

Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	8	13.7206	0.0893
Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	8	16.7518	0.0328
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	8.8635	0.0029
Coeficiente Phi		0.5584	
Coeficiente de contingencia		0.4876	
V de Cramer		0.5584	



**FIGURA 6. INSEMINACION A TIEMPO FIJO DE ANIMALES EXPERIMENTALES**

**2. TAMAÑO DE LOS FOLÍCULOS**

De acuerdo al análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas para el tamaño de los folículos antrales observados, ni antes ni después de aplicados los tratamientos.

## CUADRO 9. ESTADÍSTICOS PARA TAMAÑO DE FOLICULOS POR TRATAMIENTO

The GLM Procedure

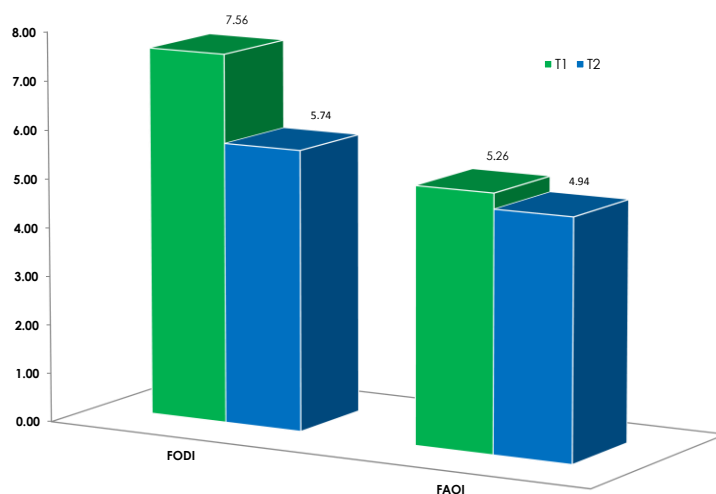
Dependent Variable: Fol

Source	Sum of DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	250.5087228	16.7005815	1.38	0.2812
Error	13	156.8569944	12.0659226		
Corrected Total	28	407.3657172			

R-Square	Coef Var	Root MSE	FOD Mean
0.614948	52.91512	3.473604	6.564483

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	1	21.0191344	21.0191344	1.74	0.2097

El promedio para el tamaño inicial de los folículos antrales del ovario derecho (FAOD) de las vacas que recibieron el T<sub>1</sub> fue de 7.56mm ( $\pm$  3.93) y del ovario izquierdo (FAOI) 5.26mm ( $\pm$  3.34), mientras que en las vacas que recibieron el T<sub>2</sub> el tamaño promedio de FAOD fue de 5.74mm ( $\pm$  3.40) y el de los FAOI fue de 4.94mm ( $\pm$  3.76)



**GRAFICO 1. TAMAÑO INICIAL PROMEDIO DE LOS FOLICULOS ANTRALES (FA) POR OVARIO.**

El tamaño promedio de los FA en las vacas que respondieron al T<sub>1</sub> fue de 6.96mm ( $\pm$  2.03) observándose folículos de mayor tamaño en el ovario izquierdo (9.46mm  $\pm$  2.70). En cuanto al tamaño promedio de los FA en el T<sub>2</sub> el mismo fue de 6.52mm ( $\pm$  0.09) siendo los folículos del ovario derecho los de mayor tamaño (7.17mm  $\pm$  4.27). El tamaño de folículos encontrados en este trabajo, son menores a los reportados por Ayala *et. al.*, (2017) quienes encontraron tamaños de folículos pre-ovulatorios, en vacas Criollas, Holstein y Pardo Suizo de 14,6  $\pm$  0,41mm; 12,7  $\pm$  0,47mm y 12,7  $\pm$  0,65mm respectivamente, como también a los reportados por Monroy (2017) que encontró tamaños de folículos promedio de 17.85  $\pm$  2.39 señalando además, que vacas con mayor tamaño en los folículos, tienen más probabilidad de quedar gestantes (IC 95%). Ahora bien, el tamaño de los folículos podría estar asociado a la ración que consumían los en estudio, ya que como señalan Maurasse *et. al.*, (1985), las dietas altas en energía ejercen un efecto negativo sobre la población folicular del ovario, favoreciendo el crecimiento de folículos de tamaño pequeño, inhibiendo el desarrollo de los folículos grandes e incrementando los procesos de atresia folicular, aunque por otra lado, Henderson *et. al.* (1982), relacionan el contenido de gonadotropinas y la concentración de esteroides en el líquido folicular, con el tamaño de los folículos antrales aspecto que habría que profundizar en otro estudio.

**CUADRO 10. TAMAÑO DE LOS FOLICULOS ANTRALES (FA) DE ACUERDO A LA RESPUESTA POR TRATAMIENTO.**

FOLICULO	RESPUESTA (tamaño mm)			
	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>	
	SI	NO	SI	NO
<b>FAOD</b>	4.47	9.98	7.17	8.13
<b>FAOI</b>	9.46	5.26	5.87	6.99

También se debe tener en cuenta que, de acuerdo a Ginther *et al.*, (1989) y Figueiredo *et. al.*, (1997) el tamaño de los folículos va a depender del número de ondas foliculares

que presente la vaca. Señalan estos autores que en hembras taurinas con dos ondas de crecimiento folicular el diámetro del folículo dominante es de 17,1 y 16,5 mm para la primera y segunda onda; mientras que en vacas cebuínas, los diámetros son de 11,3 y 12,1 mm, respectivamente.

Ahora bien, entre el día uno a tres después del estro emerge una onda de folículos que varía de 10 a 50 con un tamaño de dos a tres milímetros (Bó *et. al.*, 1994), parte de los cuales, entre dos y cinco siguen creciendo, hasta los cuatro y seis milímetros (Ginther *et. al.*,1996). A partir de la transición de FSH a LH, ocurre la divergencia del folículo dominante (8,5 mm en taurinos y 6,2 mm en cebuínos) generando la regresión de los folículos menores, sin embargo, este folículo inicia su atresia luego de la fase estática (Baruselli *et. al.*, 2007), lo que provoca una nueva onda folicular con folículos pequeños.

### 3. TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO.

De acuerdo al análisis estadístico, esta variable no mostró diferencias significativas entre tratamientos.

**CUADRO 11. TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO (CL) DE ACUERDO A LA RESPUESTA POR TRATAMIENTO.**

CUERPO LÚTEO	RESPUESTA (tamaño mm)			
	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>	
	SI	NO	SI	NO
<b>CLOD</b>	8.11	4.94	12.85	.
<b>CLOI</b>	8.84	2.21	15.93	.

Para el tratamiento T<sub>1</sub> el tamaño promedio del cuerpo lúteo (CL) fue de 8.47mm (± 0.51) observándose CL de mayor tamaño en el ovario izquierdo. Igual comportamiento tuvo el T<sub>2</sub> en donde el ovario izquierdo presento mayor tamaño en el cuerpo lúteo post

tratamiento, es importante señalar que en este tratamiento no se observaron cuerpos lúteos en las vacas que no respondieron al tratamiento.

El tamaño reportado para el CL en este trabajo, es menor a los encontrados por Ayala *et al.* (2017) quienes encontraron que para el día 6, el CL presentó un tamaño de  $17,5 \pm 0,62$  mm; Echterkamp *et al.*, (2009), que determinaron un diámetro de CL en el día 7 de  $19,6 \pm 0,7$  mm en novillas y Perea *et al.*, (1998) que en novillas cruzadas (Holstein y Pardo Suizo con Brahmán), fijaron un diámetro máximo de CL en el día 4 de  $11 \pm 0,2$  mm y para el día 0 un valor de  $19 \pm 0,3$  mm.

Trabajos realizados por Justiniano, (2000), en los cuales se determinó la importancia que tiene el tamaño del CL sobre la tasa de preñez, se obtuvieron los siguientes resultados: CL de 17 mm de 27,7% de preñez; de 14 mm de 36% y menos de 10mm 7,1%, lo que indica que, de acuerdo a estos resultados, las vacas del T<sub>1</sub> tendrían poca probabilidad de quedar gestantes, además, el tamaño del cuerpo lúteo, así como la secreción de progesterona, son factores relacionados al establecimiento y mantenimiento de la preñez, afectando el porcentaje de preñez (Bridges, *et al.*, 2000; Spell, *et al.*, 2001; Vasconcelos, *et al.*, 2001; Lequarre, *et al.*, 2004; Nogueira, *et al.*, 2003; Green, *et al.*, 2005).

#### **4. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA TASA DE GESTACIÓN EN LAS VACAS TRATADAS.**

##### **4.1. TASA DE GESTACIÓN AL PRIMER SERVICIO.**

De acuerdo al análisis estadístico hubo diferencias significativas entre los tratamientos aplicados ( $P < 0.05$ ) (ver Cuadro 7), encontrándose una mayor tasa de gestación a la primera inseminación en el T<sub>1</sub> (76.9%) en donde, incluso, vacas que no respondieron al

tratamiento, quedaron gestantes al primer servicio de inseminación (ver Cuadro 8)

## CUADRO 12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA RESPUESTA POR TRATAMIENTO.

Estadísticos para Tabla de Estado por Tratamiento

Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	1	4.1270	0.0422
Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	1	3.9805	0.0460
Adj. chi-cuadrado de continuidad	1	2.8117	0.0936
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	4.0333	0.0446
Coeficiente Phi		0.3063	
Coeficiente de contingencia		0.2928	
V de Cramer		0.3063	

De las 13 vacas que respondieron a los dos tratamientos, 10 quedaron gestantes a la primera inseminación; siete (7) del T<sub>1</sub> y tres (3) del T<sub>2</sub>, adicionalmente, tres (3) vacas del T<sub>1</sub> que no respondieron al tratamiento, presentaron celo, fueron inseminadas y se diagnosticaron gestantes.

La tasa de preñez combinada (vacas que respondieron y no respondieron al tratamiento) para el T<sub>1</sub> fue de 76.9%. Para las vacas que respondieron al tratamiento fue de 53.8% (ver Cuadro 8), superiores a los que reporta Rodríguez, (2016), quien encontró tasas de preñez de 46.7% utilizando un análogo de eCG. Igualmente, tasas superiores de preñez han logrado Bó, *et. al.*, (s.f) cuando incluyen un análogo de eCG en los tratamientos de sincronización para IATF,

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Vallejo *et. al.*, (2017) quien obtuvo el mayor porcentaje de preñez con cuando aplico un tratamiento de sincronización de la ovulación con eCG sin restricción del amamantamiento. Iguales resultados reportan Núñez y Domínguez (2014) y varios otros autores encontraron resultados similares relacionados con la efectividad de la eCG en vacas en anestro. Ganchou, Soto y Ramírez (2003) evaluaron el uso de eCG en vacas mestizas tropicales en anestro

posparto, y encontraron una tasa de ovulación superior del 79 %, y una diferencia en la tasa de preñez del 18,3 % cuando se utilizaba eCG.

En cuanto a la tasa de preñez para el T<sub>2</sub>, estos valores son inferiores a los encontrados por López (2007) quien, utilizando un análogo de GnRH logro tasas de gestación de 40.1%. Este autor también indica que las tasas de gestación obtenidas con GnRH son inferiores a las que se obtienen cuando se utilizan progestágenos.

**CUADRO 13. CANTIDAD DE VACAS GESTANTES Y CONDICION CORPORAL (CC) A LA PRIMERA INSEMINACIÓN POR TRATAMIENTO.**

Trat	Resp	Cant.	CC	Porcentaje
1	si	7	3.5	53.8%
1	no	3	2.6	23.1%
2	si	3	3.2	23.1%
2	no	0	2.8	0.0%
Totales		13		100.0%

**4.2. ESTADO DE GESTACIÓN POR RESPUESTA AL TRATAMIENTO.**

El análisis estadístico (Cuadro 9) indicó diferencias significativas para la variable estado de gestación, lo que indica la efectividad del tratamiento sobre la tasa de gestación coincidiendo nuestros resultados con los hallazgos de diversos autores (Bó *et.al*, s.f; Vallejo, *et. al.*, 2017; López, 2007).

**CUADRO 14. ANALISIS ESTADISTICO PARA ESTADO POR RESPUESTA AL TRATAMIENTO.**

Estadísticos para Tabla de estado por respuesta

Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	1	5.3499	0.0207
Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	1	5.5709	0.0183
Adj. chi-cuadrado de continuidad	1	3.9305	0.0474
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	5.2283	0.0222
Coeficiente Phi		-0.3487	
Coeficiente de contingencia		0.3293	
V de Cramer		-0.3487	

En lo que se refiere a la presentación del celo post tratamiento (Cuadro 10), el rango de respuesta, para los dos tratamientos, no fue mayor cuatro (4) días, lo que comprueba la eficacia de los tratamientos en el re-inicio de la actividad ovárica post parto.

**CUADRO 15. TIEMPO DE RESPUESTA DE LAS VACAS POR TRATAMIENTO.**

TRAT	ID	FECHA DE APLICACIÓN DEL TRAT	TIEMPO DE RESPUESTA AL TRAT. (días)	FECHA A LA 1ª I.A.	TIEMPO HASTA A LA 2ª I.A.	FECHA A LA 2ª I.A.
1	279	12-sep-15	3	15-sep-15		
1	276	13-sep-15	3	16-sep-15		
1	540	17-oct-15	3	20-oct-15		
1	596	23-sep-15	2	25-sep-15		
1	611	06-mar-17	4	10-mar-17		
1	560	06-mar-17	4	10-mar-17	26	01-abr-17
1	420	06-mar-17	4	10-mar-17		
1	610	12-oct-17	3	15-oct-17		
1	5056	14-ago-17	4	18-ago-17	28	11-sep-17
1	7010	14-ago-17	4	18-ago-17	28	11-sep-17
2	166	14-sep-15	1	15-sep-15		
2	450	15-sep-15	0	15-sep-15		
2	338	06-mar-17	4	10-mar-17		

#### **4.3. EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC) SOBRE LA TASA DE GESTACIÓN.**

Como se señalara anteriormente, la interacción condición corporal\*respuesta al tratamiento fue altamente significativa. Sin embargo, al analizar el efecto de la condición corporal\* tasa de gestación (Cuadro 10) se observa que esta interacción no fue significativa, coincidiendo estos hallazgos con los reportados por Bó *et. al.*, (s.f.) quienes indican que la tasa de preñez no es afectada por la cc.

**CUADRO 16. ANALISIS ESTADISTICO PARA ESTADO DE GESTACION\*CONDICION CORPORAL.**

Estadísticos para Tabla de estado por cc

Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	8	13.9066	0.0842
Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	8	17.3469	0.0267
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	1.3609	0.2434
Coeficiente Phi		0.5622	
Coeficiente de contingencia		0.4901	
V de Cramer		0.5622	

**5. COSTOS PARCIALES DE LOS TRATAMIENTOS**

El análisis de costos parciales, el cual solo contempla el costo de los tratamientos evaluados (hormonas), indica que el T<sub>1</sub> resultado ser el más económico y con el que mayor número de gestaciones se obtuvieron.

**CUADRO 17. COSTOS DE LAS HORMONAS UTILIZADAS EN LOS TRATAMIENTOS Y COSTO POR ANIMAL POR TRATAMIENTO.**

Hormona	Nombre Comercial	Presentación	Costo del Producto	Dosis/animal (cc)	Costo/animal	% de Resp.
eCG	Folligon®	Caja de 5 viales de 5cc c/u	B/. 56.50	2	B/. 4.52	76.1%
GnRH	Sincroforte®	Frasco de 20cc	B/. 24.50	5	B/. 6.13	23.1%

## **CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **CONCLUSIONES.**

Con base a los resultados obtenidos en este estudio podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- ✚ A pesar de que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, la aplicación de eCG presento una mejor respuesta en la reanudación de la actividad ovárica en vacas post-parto que el tratamiento con GnRH.
- ✚ La condición corporal es un aspecto que hay que tomar en cuenta al momento de aplicar tratamientos hormonales, ya que esta interacción resulto altamente significativa. Animales con condición corporal superior a 3.5 respondieron mejor a los tratamientos.
- ✚ La aplicación de eCG resulto más efectiva y de más bajo costo.

## REVISION DE LITERATURA.

- ADAMIAK, S. J.; K. MACKIE; R. G. WATT; R., WEBB; K. D., SINCLAIR. 2005.** Impact of nutrition on oocyte quality: cumulative effects of body composition and diet leading to hyperinsulinemia en cattle. *Biology of Reproduction*. Vol. 10 p 1095.
- ADAMS, G.P.; KOT, K.; SMITH, C.A. AND GINTHER, O.J. 1993.** Selection of a dominant follicle and supression of follicular growth in heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 259-271.
- ADAMS, G.P.; MATTERI, R.L.; KASTELIC, J.P.; KO, J.C.H. AND GINTHER, O.J. 1992.** Association between surges of follicle-stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J. Reprod. Fert.* 94: 177-188.
- ANDERSON, R. H. AND M. L. DAY. 1994.** Acute progesterone administration regresses persistent dominant follicles and improvement fertility of cattle in which estrus was synchronized with Melangestrol acetate. *J. Anim. Sci.* 72: 2955-2961.
- ARTHUR, G. H.; DENOAKES; H., PEARSON. 1991.** Reproducción y obstetricia en veterinaria. sexta edición. Interamericana McGraw-hill.892 p.
- ASSUMPÇÃO, T.I; FONTES, W; SOUSA, M.V; RICART, C.A. 2005.** Proteome analysis of Nelore bull (*Bos taurus indicus*) seminal plasma. *Protein Pept Lett.* 2005;12(8):813-7. <https://doi.org/10.2174/0929866054864292>
- AUSTIN, E. J.; M., MIHM; A. C., EVANS; P. G., KNIGHT; J. L., IRELAND; J. J., IRELAND; J. F., ROCHE. 2001.** Alterations in intrafollicular regulatory factors and apoptosis during selection of follicles in the first follicular wave of the bovine estrous cycle. *Biology of Reproduction.* 64: 839-835.
- AYALA, L. E.; PESÁNTEZ, J.L.; PACHECO, E.; RODAS, R.; MÉNDEZ, M. S.; SORIA, M. E.; TORRES, C. S.; VÁZQUEZ, J. M.; PESÁNTEZ M.R. 2017.** Tamaño del folículo ovulatorio, cuerpo lúteo y progesterona sanguínea en vaquillas receptoras de embriones de tres razas en pastoreo en Ecuador. *Rev. Prod. Anim.*, 29 (2), 65-72.
- BÁEZ S, G.; GRAJALES L, H. 2018.** Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. Disponible en: <http://revistageneticabovina.com/reproduccion/anestro-posparto-ganado-bovino-tropico/>
- BARTOLOME, J. A; F. T. SILVESTRE ; S. KAMIMURA; A. C. M. ARTECHE; P. MELENDEZ; D. KELBERT; J. MCHALE; K. SWIFT; L. F. ARCHIBALD; W. W. THATCHER. 2005a** Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows I: use of the Ovsynch and Heatsynch protocol after non-pregnancy diagnosis by ultrasonography. *Theriogenology.* 63: 1617-1627.
- BARTOLOME, J. A; A SOZZI; J. MCHALE; P. MELENDEZ; ; A.C. M.**

- ARTECHE; F. T. SILVESTRE; D. KELBERT; K. SWIFT; L. F. ARCHIBALD; W. W. THATCHER. 2005b** Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows II: assigning protocol according to stage of the estrous cycle, or presence of ovarian cysts or anestrous. *Theriogenology*. 63: 1628-1642.
- BARTOLOME, J. A; A SOZZI; J. MCHALE; K. SWIFT; D. KELBERT; L. F. ARCHIBALD; W. W. THATCHER. 2005c** Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows III: Administration of GnRH 23 day post Ai and ultrasonography for non pregnancy diagnosis on day 30. *Theriogenology*. 63: 1643-1658.
- BARUSELLI, P.S.; SALES, J.N.S.; CREPALDI, G.A.; MARQUES, M.O.; FERREIRA, R.M.; DE SÁ, F.M.F.; VIERA, L.M. 2013.** Uso de la eCG asociada al control de la dinámica folicular: IATF, TETF y SPO. *Rev. Taurus* 62: 32-42.
- BARUSELLI, P.S.; GIMENES, L.U.; SALES, J.N.S. 2007.** Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 31, n.2, p.205-211.
- BARUSELLI, P. S.; G. A., BO; E. L., REIS; M. O., MARQUES; M. F., SÁ. 2005.** Introdução de IATF no manejo reprodutivo rebanhos bovinos de corte no Brasil. VI simposio internacional de reproducción animal. Córdoba Argentina.
- BARUSELLI, P.S.; MARQUES, M.O.; REIS E.L.; BO G.A. 2003.** Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. 103-114.
- BARUSELLI, P.S.; MARQUES, M.O.; NASSER, L.F.,; REIS, E.L.; BO, G.A. 2003b.** Effect of eCG on pregnancy rates of lactating zebu beef cows treated with CIDR-B devices for timed artificial insemination. *Theriogenology*. 59(1):214.
- BEG, M. A.; D. R., BERGFELT; K., KOT; M. C., WILTBANK; O. J., GINTHER. 2001.** Follicular-fluid factors and granulosa-cell gene expression associated with follicle deviation in cattle. *Biology of Reproduction*. 64: 432-441.
- BERGAMASCHI M. A. C.; W. R. R., VICENTE; R. T. BARBOSA, J. A. MARQUES; A. R. FREITAS. 2002.** Sincronização da ovulação em fêmeas Nelore, com associação de progesterona, estrógeno e gonadotropina sérica de égua prenhe. *ARS Veterinaria Jaboticabal SP*. Vol.18 (3) pp 267-272.
- BERGFELD, E.G; KOJIMA, F.N; CUPP, A.S; WEHRMAN, M.E; PETERS, K.E; SANCHEZ, T. 1996.** Changing dose of progesterone results in sudden changes in frequency of luteinizing hormone pulses and secretion of 17 beta-estradiol in bovine females. *Biol Reprod*. 1996;54(3):546-53.  
<https://doi.org/10.1095/biolreprod54.3.546>

- BINELLI M.; J., HAMPTON; W. C., BUHI; W. W., THATCHER. 1999.** Persistent dominant follicle alters pattern of oviductal secretory proteins from cows at estrus. *Biology Reproduction*. 61: 127-134.
- BLANCO, A.G.S. Y CAMPO, P.E. 1997.** Regulación neurohormonal del ciclo estral en la vaca. Monografía. Universidad del Norte, Paraná, Brasil.
- BO, G.; CUTAIA, L.E.; SOUZA, A. H.; BARUSELLI, P. s.f.** Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Zona Rural Estación Gral Paz. Disponible en: <http://www.syntexar.com/descargas/5GABRIEL%20A%20BO%20SYSTEMATIC%20REPRODUCTIVE%20MANAGEMENT%20IN%20DAIRY%20FINAL.pdf>
- BO G. IATF: PROTOCOLOS A BASE DE P4 Y E2. 2012.** VI Jornadas de taurus Reproducción Bovina 2012 IRAC Córdoba Argentina.
- BO, G. A.; M. G., COLASO; M. F., MARTINEZ; J. P., KASTELIC; R. J., MAPLETOF. 2006.** Sincronización de la emergencia de la onda folicular y la ovulación en animales tratados con progestagenos y diferentes estere de estradiol, Biotecnología da reprodução em bovinos. Segundo simposio internacional de reprodução animal aplicada. Londrina Brasil.
- BO, G. A.; G.P., ADAMS; R. A., PIERSON; R. J., MAPLETOFT. 1995.** Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology*. 43: 31-40.
- BÓ, G.A.; ADAMS, G.P.; PIERSON, R.A. 1994.** Follicular waves dynamic after estradiol 17 $\beta$  treatment of heifers with or without a progesterone implant. *Theriogenology*, v. 41, p.1555-1569.
- BORCHERT, K.M; FARIN, C.E; WASHBURN, S.P. 1999** Effect of estrus synchronization with norgestomet on the integrity of oocytes from persistent follicles in beef cattle. *J Anim Sci.*;77(1):2742-8. <https://doi.org/10.2527/1999.77102742x>
- BRIDGES, P., WRIGHT, D., BUFORD, W., AHMAD, N., HERNANDEZ, H., MCCORMICK, M., SCHRICK, F., DAILEY, R. LEWIS, P., AND INSKEEP, E. 2000.** Ability of induced corpora lutea to maintain pregnancy in beef cows. *Journal of American Science*. 78, 11: 2942-2949.
- BRITO, C.R; S. BLANCO; R. C. CALDERÓN; B. PREVAL; E. CAMPOS. 2001.** Patología de la Reproducción Animal. Pag. 52-53, Editado por: Editorial Félix Varela. La Habana.
- CALLEJAS, S. 2005.** Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. Parte II. *Rev. Taurus* 25: 16-35.
- CARAVIELLO. D,Z.; WEIGEL K.A.; FRICKE P.M.; WILTBANK M.C.; FLORENT M.J.; COOK N.B. 2006** Survey of Management Practice Related

to the Reproductive Performance of Dairy Cattle on Large Commercial Farms in The United States. *J. Dairy Sci* 89 4723-4735.

**CAVALIERI, J., NATION, D. P., HEPWORTH, G., PINO, S., RABIEE, A., M<sup>C</sup>MILLAN, K.L. 2003**, Phantom cows predisposing factors, causes and treatment strategies that have been attempted to reduce the prevalence within herds. Proceedings of the Australian and New Zealand Combined Dairy Cattle Veterinarians Conference – incorporating the 20th Annual Seminar of the Veterinarians New Zealand Veterinary Association 20: 365- 388.

**CAVESTANY D. 2002**. Sincronización y/o inducción de celos con o sin inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de Uruguay. Costos y variaciones en las respuestas. Documento procedente de XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría; 2002 jun 12-15; Paysandú, Uruguay.

**COLLELL, V.J. 1995**. Manejo de la reproducción en explotaciones lecheras de alta producción. Actas 8va. Jornada Internacional de Reproducción Animal. Santander. PP: 118-126,1995

**CORDOBA, M. C.; P. M., FRICKE. 2001**. Evaluation of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows manager in grazing-based dairies. *Journal Dairy Science*. 84: 2700-2708.

**CHEBEL, R; J. E. P. SANTOS; S. JUNCHEM; K. N. GALVÃO; W.W. THATCHER. 2003**. Effect resynchronization with GnRH on day 21 after insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60: 1389-99, 2003.

**CHELIKANI ,P.K; J. D. AMBROSE; J. J. KENNELLY. 2003**. Effect of dietary energy and protein density on body composition attainment of puberty and ovarian follicular dynamic in dairy heifers. *Theriogenology* 60:647-658.

**CHENAULT, J. R; J. F. BOUCHER; K. J. DAME; J. A. MAYER, AND S. L. WOOD-FOLLIES. 2003**. Intravaginal progesterone insert to previous inseminated dairy cows. *J. Dairy Sci*. 86: 2039-2049.

**CHEBEL, R; J. E. P. SANTOS; S. JUNCHEM; K. N. GALVÃO; W.W. THATCHER. 2003**. Effect resynchronization with GnRH on day 21 after insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60: 1389-99.

**CLEEFF, V.; K.L. MACMILLAN; M. LUCY; M. DROST AND W.W. THATCHER. 1996**. Effect of administration progesterone at selected intervals after insemination of synchronized on pregnancy rates and resynchronization of return to service. *Theriogenology* 46: 117-130.

**CLEEFF, V.; J.M. DROST AND W.W. THATCHER. 1991**. Effect of post insemination progesterone supplementation on fertility and subsequent estrous response of dairy heifers. *Theriogenology* 36: 795-807.

- CLIFF, S.C.; G.R. MORRIS; J.S. HOOK; K.L M<sup>C</sup>MILLAN. 1995.** Calving pattern in dairy heifers following single set time insemination and resynchronize. Proc. Second Insemination Proc. NZ. Soc. Anim. Prod. 55: 70-71, 1995.
- CUNNINGHAM, J.G. 1997.** Fisiología veterinaria. Segunda Edición. Edición Interamericana McGraw-Hill
- CUTAIA L. 2006.** Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF): una herramienta para el mejoramiento genético.
- CUTAIA, L.; VENERANDA, G.; TRÍBULO, R.; BARUSELLI, P.S.; BÓ, G. 2003.** “Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos”. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. 119-129.
- DE LA SOTA, R.L; SOTO, A.T; GOBELLO, M.C. 2002.** Farmacología del estro y del parto. Cap. 32 pp 423-434 En: BOTANA LOPEZ,LM; LANDONI,MF; MARTINJIMENEZ,T “ Farmacología y terapéutica veterinaria” Primera Edición. Ed. Mc Graw Hill. Interamericana
- DELGADO B. E. 1984.** Estudio del uso de dos tratamientos hormonales en la sincronización del celo y medición de la tasa de preñez, Universidad Nacional Agraria la Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista.
- DENNIS N.,A; STACHOWICZA, K; VISSERA, B; HELYA, F.S; AMERA, P.R; MEIERB, S; BURKEB, B.R. 2015.** Uncovering genetic variation in cow fertility using simulation. Disponible en: <http://www.nzsap.org/system/files/proceedings/Dennis%20et%20al.%20Modelling%20cow%20fertility.pdf>
- DUFFY, P.; M. A., CROWE; M. P., BOLAND; J. F., ROCHE. 2000.** Effect of exogenous LH pulses on the fate of the first dominant follicle in postpartum beef cows nursing calves. Journal of Reproduction and fertility. 118: 9-17.
- ECHEVERRÍA, J. 2004a.** Endocrinología Reproductiva: Oxitocina. Revisión bibliográfica” Boletín técnico elaborado para Laboratorio Chem Stolz S.R.L.
- ECHEVERRÍA, J. 2004b.** Endocrinología Reproductiva: Hormona liberadora de gonadotropinas (Gn-RH). Revisión bibliográfica” Boletín técnico elaborado para Laboratorio Biogénesis S.A.
- ECHEVERRÍA, J. 2005a.** Aspectos farmacológicos en el control del ciclo estral de la perra. Revisión bibliográfica. REDVET.
- ECHEVERRÍA, J. 2005b.** Endocrinología Reproductiva: Benzoato de estradiol. Revisión bibliográfica” Boletín técnico elaborado para Laboratorio Biogénesis S.A.
- ECHTERNKAMP, S. E.; CUSHMAN, R. A. y ALLAN, M. F. 2009.** Size of Ovulatory Follicles in Cattle Expressing Multiple Ovulations Naturally and its

Influence on Corpus Luteum Development and Fertility. *Journal of animal science*, 87 (11), 56-68.

- ENGELHARDT, H.; J. S., WALTON; R. D., MILLER; G. J., KING. 1989.** Estradiol – induced Blockade of ovulation in the cow: effects on luteinizing hormone release and follicular fluid steroids. *Biology of Reproduction*. 40: 1287-1297.
- FANNING, M. D.; J. C., SPITZAR; G. L., BURNS; B. B., PLYLER. 1992.** Lutela function and reproductive response in suckled beef cows after metestrus administration of a norgestomet implant and injection of estradiol valerato with various dosages of injectable norgestomet. *Journal of Animal Science*. 70: 1352-1356.
- FAVERO, R.J; CRUZ, L.C AND KESLER, D.J. 1995.** The effect of constant delivery of gonadotropina releasing hormone on fertility of cattle. *Journal of Animal Science*. 21:2377-2384.
- FOLMAN, Y.; M., KAIM; Z., HERZ; M., ROSEMBERG. 1990.** Comparison of methods for the synchronization of estrous cycles in dairy cows. 2. Effects of progesterone and parity on conception. *Journal or Dairy Science*. 73: 2817-2825.
- FOOTE, R. H. 1981.** Factors affecting gestation length in dairy cattle. *Theriogenology* 6:553.
- FORTUNE, J.E.; SIROIS, J. AND QUIRK, S.M. 1988.** The growth and differentiation of ovarian follicles during the bovine estrous cycle. *Theriogenology*. 29: 95-109.
- FRICKE. P. M. 2001.** Manipulación de la función ovárica. Instituto Babcock. *Reproducción y Selección Genética* No.605, Pp1-13.
- GANCHOU, F.; SOTO, E.; RAMÍREZ, L. 2003.** Postpartum anestrous treatment with intravaginal progesterone and eCG in suckling crossbred tropical cows. *Rev Cient FCV-LUZ*. 2003;13(1):38-44.
- GEARY, T.W.; WHITTER, J.C.; HALLFORD, D.M.; MACNEIL, M.D. 2001.** Calf removal improves conception rates to the OVSYNCH and COSYNCH protocols. *J. Anim. Sci*.
- GETHER, U; KOBILKA, B.K. 1998.** G protein-coupled receptors. II. Mechanism of agonist activation” *J. Biol. Chem*. 273:17979-17982
- GIBBONS, A.E., CUETO, M.I. 1995.** Transferencia de embriones en ovinos y caprinos.. 1.ed. INTA EEA Bariloche, p.5-21.
- GINTHER O.J.; WILTBANK, M.C.; FRICKE, P.M. ET AL. 1996.** Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol. Reprod*, v.55, p.1187-1194.
- GINTHER, O.J.; KNOPE, L. & KASTELIC, J.P. 1989.** Temporal associations

among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod. Fertil.*, v.87, p.223-230.

**GORDON, I. 2006.** Tecnología de la reproducción de los animales de granja, Editorial Acriba S. A. Zaragoza. 541 p.

**GORDON, I. 1999.** Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos. Editorial Acriba S. A. Zaragoza. 514 p.

**GREEN, M., HUNTER, M.; MANN, G. 2005.** Relationships between maternal hormone secretion and embryo development on day 5 of pregnancy in dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 88, 3-4: 179-189.

**HAFEZ, E. S. E. Y B. HAFEZ. 2002.** Foliculogénesis, maduración del óvulo y ovulación. En: Reproducción e inseminación artificial en animales, Cap 5. Hafez, E. S. E. y B. Hafez. (ed). Séptima Edición McGraw Hill Interamericana. México. pp 70-83.

**HAFEZ, E.S.E. 1987.** Reproducción e inseminación artificial en animales 5º Edición. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill.

**HENAO D. M.; CARRILLO, M. L.; OLIVERA M. A. 2004.** Comportamiento durante el calor y dinámica folicular interestral en vacas BON (Blanco Orejinegro). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 17: 39-43.

**HENAO, G., L.E. TRUJILLO Y VÁSQUEZ, J.F. 2000.** Cambios en la dinámica folicular de vacas Cebú anéstricas sometidas suspensión temporal de la lactancia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 13(2): 121-129.

**HENAO G, TRUJILLO L, MALDONADO J. 2000b.** Liberación de gonadotrofinas hipofosarias y factores que la afectan durante el posparto bovino. Revisión. *Rev Colom Cienc Pecua*. 2000;13(1):46-57.

**IGLESIAS, C. 2002.** Aplicación posparto de GnRH y PGF2 $\alpha$  para estimular la reactivación ovárica y la fertilidad en ganado lechero. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 23 p.

**ILL, H. K.; H. S., GOOK; S. S. DONG. 2003.** A progesterone-based timed AI protocol more effectively prevents premature estrus and incomplete luteal regression than an Ovsynch protocol in lactating Holstein cows. *Theriogenology*. 60: 809-817.

**IÑIGUEZ F.** Manejo reproductivo del hato ganadero. VIRBAC al día. Boletín #24. Disponible en: <http://www.webveterinaria.com/virbac/news24/manejoreproductivo.pdf>. Consultado el 8 de marzo de 2018.

**JOHNSON, S,K; LEWIS P,E; INSKEEP E.K. 1991.** Steroids and cAMP in follicles of postpartum beef cows treated with norgestomet. *J Anim Sci*. 1991;69(9):3747-53. <https://doi.org/10.2527/1991.6993747x>

- JUSTINIANO, D.J.A. 2000.** Sincronización de celo y preñez en vientres cebuinos receptoras de embriones. Tesis de Grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - U.A.G.R.M. Santa Cruz. Bolivia. Pp. 1 -55.
- KASTELIC, J.P.; KO, J.C.H. AND GINTHER, O.J. 1990.** Suppression of dominant and subordinate ovarian follicles by a proteinaceous fraction of follicular fluid in heifers. *Theriogenology*. 34: 499-509.
- KESLER, D. J.; R. J., FAVERO. 1995.** Estrus synchronization in beef females with norgestomet and estradiol valerate. *Agriculture Practice*. 16: 6-11.
- KNOBILL E; J. D. NEILL. 1994.** The physiology of reproduction. Secon Edition. Raven Press. Vol. 2 pp 107-212.
- KNOFF, L.; KASTELIC, J.P.; SCHALLEMBER, E. AND GINTHER, O.J. 1989.** Ovarian follicular dymanics in heifers. Test of two wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim. Endocrin.* 6: 111-119.
- KO, J.C.H.; KASTELIC, J.P.; DEL CAMPO, M. R. AND GINTHER, O.J. 1991.** Effects of a dominant follicle on ovarian follicular dynamics during the oestrous cycle in heifers. *J. Reprod. Fert.* 91: 511-519.
- KOJIMA N.; T. T., STUMPF; A. S., CUPP; L. A., WERTH; M. S., ROBERSON; M. W., WOLFE; R. J., KITOK; J. E., KINDER. 1992.** Exogenous progesterone and progestins as used in estrous synchrony regimens do not mimic the corpus luteum in regularion of luteinizing hormone and 17 $\beta$ -estradiol in circulation of cows. *Biology of Reproduction*. 47: 1009-1017.
- LAMMOGLIA, M. A.; R. E., SHORT; S. E., BELLONS; R. A., BELLONS; M. C., NACNEIL; H. D., HAFS. 1998.** Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripubertal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F2 $\alpha$ . *Journal of Animal Science*. 76: 1662-1670.
- LE BLANC S. 2005.** Using DHI Records on-farm to evaluate Reproductive Performance. *Advances in Dairy Technology* 17, 319-330.
- LEQUARRE, A., VIGNERON, C., RIBAUOUR, F., HOLM, P., DONNAY, I., DALBIES-TRAN, R., CALLESEN, H. AND MERMILLOD, P. 2004.** Influence of antral follicle size on oocyte characteristics and embryo development in the bovine. *Theriogenology*. 63, 3: 841-859.
- LOMAS, S. L.; T. C. ALVES; N. E., TERRA; P., DA COSTA; G. E. DOMINGOS. 2002.** Folículo dominante e resposta superovulatória em novilhas da raça Nelore. *Revista Brasileira de zootecnia*. vol. 31 pp 363-368.
- LOPEZ, L.L.; 2007.** Evaluación de dos protocolos hormonales de sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo en vacas cebuínas bajo condiciones

de crianza extensiva en la Amazonía. TESIS para optar el título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. E. A. P. de Medicina Veterinaria. Lima-Perú. 2007

**LUCY, M. C. SECOND INSEMINATION BREEDING STRATEGIES FOR DAIRY COWS. 2005.** Advances in Dairy Technology 17: 149-157.

**LUCY M.C.; MCDOUGALL,S.; NATION, D.P. 2004.** The use of treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture based management systems. Anim Reprod Sci 82-83, 495-512.

**LUCY, M. C.; H. J., BILLINGS; W. R., BUTLER; L. R., EHNISS; M. J., FIELDS; D. J.,KESLER; J. E., KINDERS; R. C., MATOS; R. E., SHORT; W. W., THATCHER; R. P., WETTERMAN; J. V., YELICH; H. D., HAFS. 2001.** Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF2 $\alpha$  for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers and dairy heifers. Journal of Animal Science. 79: 982-995.

**MAPLETOFT, R. J.; M., COLAZO; M., MARTINEZ; J. P., KASTELIC. 2005.** Aplicación de la IA a tiempo fijo en programas de bovinos de carne de Canadá. VI simposio internacional de reproducción animal.

**MAPLETOFT, R. J. MARTÍNEZ, M. F.; COLAZO, M. G.; KASTELIC, J. P. 2003.** The use of controlled internal drug release device for the regulation of bovine reproduction. J. Anim Sci81:E, suppl,2: E28-E36.

**MARIANO, I. M. 1994.** Reproducción de los animales domésticos. Editorial Aedos. Primera Edición. pp 148-155.

**MARTINEZ, M. F.; J. P., KASTELIC; G. P., ADAMS; P. J., MAPLETOF. 2002.** The use of progesterone-releasing device (CIDR) or mellengestrol acetate with GnRH, LH or estradiol benzoate for fixed-timed AI in beef heifers. Journal of Animal Science. Vol. 88: 1746-1751.

**MARTÍNEZ, M.F, ADAMS, G.P, BERGFELT, D, KASTELIC, J.P, MAPLETOFT, R.J. 1999.** Effect of LH or GnRH on the dominant Follicle of the first follicular wave in heifers. Anim Reprod Sci. 57: 23-33

**MAURASSE, C.; MATTON, P.; DUFOUR, J.J. 1985.** Ovarian follicular population at two stages of an anestrous cycle in heifers given high energy diets. Journal of Animal Science. 61. 1194-1200. 1985

**M<sup>C</sup>DOUGALL, S. C. COMPTON. 2005.** Reproductive performance of anestrous dairy cows treated with progesterone and estradiol benzoate. J. Dairy Sci. 88: 2388-2400.

**M<sup>C</sup>DOUGALL, S S.H. LOEFFLER. 2004.** Resynchrony of postpartum dairy cows previously treated for anestrous. Theriogenology. 61: 239-253,

- M<sup>C</sup>MILLAN, K. L.; B. V. SEGWAGWE; C. S. PINO. 2003.** Association between the manipulation of patterns of follicular development and fertility in cattle. *Anim. Reprod.* 78: 304-307.
- M<sup>C</sup>MILLAN, K. L.; V. K. TAUFANA; A. M. DAY; V. M. EAGLES. 2001.** Some effects of post-insemination hormonal therapies on coinception rates and re-insemination rates in lactating dairy cows . In *Fertility in the high producing dairy cow* .edit. MG Diskin and J Sreenan .Pp 195-208, Occasional Publication No. 26, Vol.I. British Society of Animal Science.
- MEE, M. O.; J., ESTEVENSON; B. M., ALEXANDER; R. G., SASSER. 1993.** Administration of GnRH at estrus influences pregnancy rates, serum concentrations of LH, FSH, estradiol-17B, pregnancy-specific protein B, and progesterone, proportion of luteal cell types, and in vitro production of progesterone in dairy cows. *Journal of animal science.* 71 185-198.
- MORALES JT., CAVESTANY D. 2012.** Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales, *Veterinaria (Montevideo)* 48 (188) 3-11.
- NARUMIYA, S.; SUGIMOTO, Y.; USHIKUBI, F. 1999.** Prostanoid receptors: Structures, properties, and functions. *Physiol. Rev.* Vol 79 N°4 pp 1193-1226.
- NISWENDER, G. D.; J. L., JUENGLER; P. J. SILVA; M. K., ROLLYSON; W. E., MCINTOSH. 2000.** Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Reviews.* 80 (1) p 1-19.
- NISWENDER, G.D.; NETT, T.M. 1988.** Corpus luteum and its control. En: KNOBLL, E & NEIL, J. *The physiology of Reproduction* Ed New York Raven Press pp. 489-525
- NOGUEIRA, M., MELO, D., CARVALHO, L., FUCHS, E., TRINCA, L. AND MORAES, C. 2003.** Do progesterone concentrations decrease pregnancy rates in Embryo recipients synchronized with PGF2 and eCG? *Theriogenology.* 61. 7-8: 1283-1290.
- NÚÑEZ, M.J.; DOMÍNGUEZ, R.A. 2014.** Efecto del amamantamiento restringido sobre la tasa de preñez en vacas cebuínas con cría sometidas a un programa de IATF y repaso con toros en el departamento de Caaguazú [tesis de especialización]. Córdoba: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba.
- ODDE, L. G. 1990.** A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *Journal of Animal Science.* 68: 817-830.
- OLTENACU, P. A., T. R. ROUNSAVILLE, R. A. MILLIGAN, AND R. H. FOOTE, 1981.** Systems analysis for designing reproductive management programs to increase production and profit in dairy herds. *J Dairy Sci.* 64:2096
- PECSOK, S. R., M. L. MCGILLARD, AND R. L. NEBEL. 1994.** Conception rates. 1. Derivation and estimates for effects of estrus detection on cow profitability. *J. Dairy Sci.* 77:3008.

- PEDROSO, R.S.; ROLLER, FELICIA; GONZÁLEZ, NOELIA; FELIPE, N.; RUBIO, TERESITA Y VELIZ J. 1999.** Alteraciones metabólicas y carenciales que afectan la fertilidad y la aplicación de las nuevas biotecnologías de la reproducción en el ganado bovino en clima subtropical, *Rev. Cub. Reprod. Anim. Revisión.* 25: 1–10.
- PEDROSO, R. Y BONACHEA SARA, T. 1995.** Influencia de la condición corporal sobre el comportamiento reproductivo del ganado bovino. *Revisión bibliográfica. Rev. Cub. Reprod. Anim.* 21: 1-14.
- PEREA, F.; GONZÁLEZ, R.; CRUZ, R.; SOTO, E.; RINCÓN, E.; GONZÁLEZ, C. y VILLAMEDIANA, P. 1998.** Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. *Revista Científica FCV-LUZ,* 8 (1), 14-24.
- PERRY, G. A.; M. F., SMITH; T. W., GEARY. 2004.** Ability of intravaginal progesterone inserts and melengestrol acetate to induce estrus cycles in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science.* 82: 695-704.
- PERRY, G.A.; M. F., SMITH; D. J., PATTERSON. 2002.** Evaluation of a fixed-time artificial insemination protocol for postpartum suckled beef cows. *Journal of Animal Science.* 80: 3060-3064.
- PETER A.T; VOS P. L.A.M.; AMBROSE D.J. 2008.** Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology.* 2009;71(9):1333-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.11.012>
- PORETSKY L, KALIN M. 1987.** The gonadotropic function of insulin. *Endocr Rev;*8:134-141.
- PTAZYNSKA, M. 2006.** XVIII Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. APPA. Cajamarca –Perú.
- PURSLEY, J. R., M. R. KOSOROK AND M. C. WILTBANK. 1997.** Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. dairy sci.* 80: 1301.
- PURSLEY. J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. 1995.** Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 and GnRH. *Theriogenology* 1995; 44:915-923.
- QUIRK, S. M.; R. G., COWAN; R. M., HARMAN; C. L., HU; D. A., PORTER. 2004.** Ovarian follicular growth and atresia: the relationship between cellular proliferation and survival. *Journal of Animal Science.* 82: 40-52.
- RAJAKOSKI, E. 1960.** The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, ciclical and left-right variations. *Acta. Endocrinol.* 34: 1-6, 1960.
- RAJAMAHENDRAN, R.; MANIKKAM, M. 1994.** Effect of exogenous steroids

hormones on the dominant follicle maintained by a Norgestomet implant in heifers. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 457-464, 1994.

**RHODES, F. M. S. MCDOUGALL; C. R. BURKE; G. A. VERKERK; AND K. L. MACMILLAN. 2003.** Treatment of cows with an extended Postpartum Anestrus Interv. *J. Dairy Sci.* 86: 1876-1894,

**RIVERA, C. 1993.** Regulación neuroendocrina de la función ovárica. En: *Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción.* Ed. Hemisferio Sur. Argentina.

**RODRIGUEZ, H.O. 2016.** Efecto de la eCG sobre la preñez en vacas y vaquillonas. Tesina de la Orientación Producción Animal (Bovinos de Carne), presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Veterinario. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil,

**ROCHE, J.F. AND BOLAND, M.P. 1991.** Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states. *Theriogenology.* 35: 81-90.

**SANCHEZ, T.; M. E., WERHMAN; F. N., KOJIMA; A. S., CUPP; E. G., BERGFELD; K.E., PETERS; V., MARISCAL; R.J., KITTOK; J.E., KINDER. 1995.** Dosage of the synthetic progestin, norgestoment influences luteinizing hormone pulse frequency and endogenous secretion of 17 $\beta$ -estradiol in heifers. *Biology of Reproduction.* 52: 462-469.

**SANTOS, J. E. P., W. W. THATCHER., R. C. CHEBEL., R. L. A. CERRI., K. N. GALVÃO. 2004.** The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim Reprod. Sci.* 82-83: 513-535.

**SARTORI, R.; P. M., FRIECK; J. C., FERREIRA; O. J., GINTHER; M. C., WILTBANMK. 2001.** Follicular deviation and acquisition of ovulatori capacity in bovine follicles. *Biology of Reproduction.* 65: 1403-1409.

**SAVIO, J.D.; THATCHER, W.W.; BADINGA, L.; DE LA SOTA, R.L. AND WOLFENSON, D. 1993.** Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *J. Reprod. Fertility.* 97: 197-203.

**SAVIO, J.D.; KEENAN, L.; BONALD, M.P. AND ROCHE, J.F. 1988.** Patterns of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. *J. Reprod. Fert.* 83: 663-671.

**SAVIO, J.D.; KEENAL, L.; BOLAND, M.P. AND ROCHE, J.F. 1987.** Ovarian follicular development during the oestrous cycle in heifers. *J. Reprod. Fert.* 77: 124-130.

**SENGER, P. L. 2005. Pathways to pregnancy and parturition. Second Revised edition. pp 145-185.**

**SENGER, P. L. 1994.** The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J. Dairy Sci.* 77:2745.

- SHARIF, N.A.; XU, S.X.; WILLIAMS, G.W.; CRIDER, J.Y., GRIFFIN, B.W.; DAVIS, T.L. 1998.** Pharmacology of 3H prostaglandin E1 / 3H prostaglandin E2 and 3H prostaglandin F2  $\alpha$  binding to EP3 and FP prostaglandin receptor binding sites in bovine corpus luteum: characterization and correlation with functional data. *J. Pharmacol & Exp. Therap.* Vol 286 N<sup>o</sup>2 pp 1094-1102
- SHELDON, I.M.; WATHES, D.C.; DOBSON H. 2004.** The management of bovine reproduction in elite herds. *Vet J.* 2006;171(1):70-8. <https://doi.org/10.1016/j>.
- SHORT, R. E.; R. A., BELLOWS; R. O., STAGIGMILLER; J. G., BERARDINELLI; E. E., CUSTER. 1990.** Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science.* 68: 799-816.
- SIROIS, J. AND FORTUNE, J.E. 1988.** Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by realtime ultrasonography. *Biol. Reprod.* 39: 308-317.
- SOTO BELLOSO, E.; G. P. MARTÍNEZ; G. S. CASTILLO. 1998.** Avances en el manejo reproductivo de la vaca problema en ganadería de doble propósito. P: 429-430, En: *Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito.* Editores. C. González-Stagnaro. N. Madrid-Bury; E. Soto Belloso. Univ. Zulia. FAC. De Ciencias Veterinarias. FAC. de Agronomía. CONDES, GIRARZ.
- SPELL, A., BEAL, W., CORAH, L., LAMB, G. 2001.** Evaluating recipient and embryo factors that affect pregnancy rates of embryo transfer in beef cattle. *Theriogenology.* 56, 2: 287-297.
- STEVENSON, J. S AND S. M. TIFFANY. 2004.** Resynchronization estrus and Ovulation after not-pregnant diagnosis and various states including cysts. *American Dairy Science Association* , 87: 3658-3664.
- STEVENSON, J. S.; D. P., HOFFMAN; D. A., NICHOLS; P. M., MCKEE; C. L., KREHBIEL. 1997.** Fertility in estrus-cycling and non cycling virgin heifers and suckled beef cows after induced ovulation. *Journal of Animal Science.* 75: 1343-1350.
- SUNDERLAND, S.J.; GROWE, M.A.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. AND IRELAND, J.J. 1994.** Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrous cycle of heifers. *J. Reprod. Fert.* 101: 547-555.
- THATCHER , W. W; A. GUZELOGLU; A. MEIKLER; S. KAMIMURA; T. BILBY; A. A. KOWAALSKI; L. BADINGAN; R. PERSHING; J. BARTOLOME; J. E. P. SANTOS. 2003.** Regulation of embryo survival in cattle. *Reproduction Supplement,* 61: 253-266.
- THATCHER, W.W; F. MOREIRA; S.M. PANCARCI; J.A. BARTOLOME; J. E. P. SANTOS. 2002.** Strategies to optimize reproductive efficiency by regulation of ovarian function. *Domestic Animal Endocrinology.* 23: 243-254.
- THATCHER, W. W.; M., DROST; D. J., SAVIO; K. L. MCMILLAN; K. W.,**

- ENTWISTT; E. J. SCHMITT; R. L., DE LA SOTA; G.R., MORRIS. 1993.** New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle. *Journal of Animal Reproduction Science*. 33:27-49
- THATCHER W W. MACMILLAN K.L HANSEN P.J DROST M. 1989.** Concepts for Regulation of Corpus Luteum Function by Conceptus and Ovarian Follicles to Improve Fertility. *Theriogenology*.
- THOMPSON, K. E.; J. S., STEVENSON; G. C., LAMB; D. M., GRIEGER; L. A., LÖEST. 1999.** Follicular, hormonal, and pregnancy response of early postpartum suckled beef cows to GnRH, norgestomet and prostaglandin F2 $\alpha$ . *Journal of Animal Science*. 77: 1823-1832.
- TRIBULO H, ELÍAS B J, COMBESSIES G, MARTÍNEZ A. 2006.** Fisiología y manejo reproductivo del posparto en vaca de carne con cría al pie. En: *Manejo reproductivo en rodeos de carne*. Córdoba, Argentina: Instituto de Reproducción animal de Córdoba; p. 112. s
- TWAGIRAMUNGU, H.; L.A. GUILBAULT AND J. DUFOUR. 1995.** Synchronization of ovarian follicular wave with a gonadotrophin realising hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle. *A review J. Anim. Sci.* 73: 3141-3151, 1995.
- VALLEJOS, T. D.A.; MUÑOZ, Y.A.; CHAVEZ, C.A.; ASTAÍZA, J.M.; BENAVIDES, C.J. 2017.** Sincronización de la ovulación en bovinos utilizando gonadotropina coriónica equina con amamantamiento restringido y sin este. *Rev. Med. Vet.* ISSN 0122-9354 ISSNe 2389-8526: Bogotá (Colombia) N° 35: 83-91, julio-diciembre del 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4391>
- VANE, J.R.; BOTTING, R.M.; 1994.** Biological properties of cyclooxygenase products. En: *The handbook of immunopharmacology. Lipid mediators*. Chap 3 pp 61-97 Ed. CUNNINGHAM, F.M Academic Press. Hartcourt Brace & Company, Publishers.
- VASCONCELOS, J., SARTORI, R., OLIVEIRA, H., GUENTHER, J. WILTBANK, M. 2001.** Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*. 56, 2: 307-314.
- VITTONÉ JS, ALLER JF, OTERO G, SCENA C, ALBEIRO RH, CANO A. 2011.** Destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas tratadas con progesterona intravaginal. *Arch Zootec.* 2011;60(232):1065-76. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000400022>
- WEB, R.; P. C., GARNSWORTHY; J. G., GONG; D. G., ARMSTRONG. 2004.** Control or follicular growth: local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science*. 82 (suppl. E) 63-74.
- WILLIS,A.L.; SMITH, D.L 1994.** Metabolism of Arachidonic Acid: an overview. En: *The handbook of immunopharmacology. Lipid mediators*. Chap 1 pp 1-32 Ed.

**WILTBANK M, LOPEZ H, SARTORI R, SANGSRITAVONG S, GUMEN A. 2006.** Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65, 17-29.

**WILTBANK.M. C; A. GUMEN AND R. SARTORI. 2002.** Physiological classification of anovulatory condition in cattle. *Theriogenology* 57: 21-54.

**YAVAS Y, WALTON J. 2000.** Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows. A review. *Theriogenoly.* 2000;54(1):1-23. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00322-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00322-8)