

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA  
TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TEMA:**

**“Evaluación de dos protocolos de IATF sobre la Tasa de Preñez y los niveles de LH en vaconas mestizas del CIPCA (Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica) cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo”**

**AUTOR:**

**Alex Rolando Bautista Solis**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. Miguel Gutiérrez Reinoso**

**Latacunga - Ecuador**

**Junio - 2015**

# AUTORÍA

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### DECLARACIÓN DEL AUTOR

“La responsabilidad del contenido de esta investigación, el análisis realizado, las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis pertenece única y exclusivamente al autor: **ALEX ROLANDO BAUTISTA SOLIS**; y el patrimonio intelectual de la misma a la “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”.

(Reglamento de Graduación de la U.T.C).



Alex Rolando Bautista Solis

C.I.:140047254-2

## CERTIFICACIÓN

Cumpliendo con el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director de Tesis con el Tema "EVALUACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE IATF SOBRE LA TASA DE PREÑEZ Y LOS NIVELES DE LH EN VACONAS MESTIZAS DEL CIPCA (CENTRO DE INVESTIGACIÓN, POSGRADO Y CONSERVACIÓN AMAZÓNICA) CANTÓN CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA, PROVINCIA DE NAPO", propuesto por el Sr. Alex Rolando Bautista Solis, presento el Aval Correspondiente de este trabajo de tesis.

Atentamente,



Handwritten signature of Dr. Miguel Gutiérrez Reinoso, written in black ink over a horizontal line.

Dr. Miguel Gutiérrez Reinoso

Director de Tesis

Nosotros, en calidad de Miembros del Tribunal de Grado, aprobamos el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y U. A. CAREN por cuanto, el postulante Alex Rolando Bautista Solis, con el Tema de Tesis: "EVALUACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE IATF SOBRE LA TASA DE PREÑEZ Y LOS NIVELES DE LH EN VACONAS MESTIZAS DEL CIPCA (CENTRO DE INVESTIGACIÓN, POSGRADO Y CONSERVACIÓN AMAZÓNICA) CANTÓN CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA, PROVINCIA DE NAPO", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa Institucional.

Atentamente,



Dr. Rafael Garzón Jarrín  
Presidente del Tribunal



Dr. Edwin Pino Panchi  
Miembro (Opositor)



Dr. Alonso Chicaiza Sánchez  
Secretario

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis agradecimientos a:

Dios por darme la fuerza y valentía necesarias en los momentos que más las necesité, por bendecirme y caminar con él a su lado durante mi vida.

Quiero agradecer a la “Universidad Técnica de Cotopaxi”, a las autoridades y a todos mis profesores que me impartieron sus conocimientos académicos, permitiéndome realizar los estudios para mi formación en esta noble institución.

A mi Director de Tesis, al Dr. Miguel Gutiérrez por su generosidad de brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica, además de su confianza, afecto y amistad, factores fundamentales para la realización de este trabajo.

A mi madre y hermanos, que me supieron brindar su apoyo incondicional y su sabiduría para alcanzar mis metas planteadas, por estar conmigo en cada etapa de mi vida, por ser mis mejores amigos y comprenderme en los momentos más difíciles de mi vida.

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica - CIPCA (Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica), por el apoyo y confianza brindada para la realización de mi tesis dentro de esta noble institución, en su prestigioso ganado bovino.

En particular al CLEPL (Centro Latinoamericano de Estudios de las Problemáticas lecheras) al Dr. Pablo Marini PhD, Dr. Roberto Quinteros, Dr. Juan Carlos López, Ing. Juan Carlos Moyano por su apoyo incondicional y confianza, ya que han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como profesional y persona.

*Alex Rolando Bautista Solis*

Finalmente y sin ninguna intención de omitir nombres, infinitos agradecimientos a todas las personas que colaboraron y participaron en la realización de esta investigación. Dios les pague y los bendiga siempre.

*Alex Rolando Bautista Solis*

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, a mi Madre y a mis Hermanos, pilares fundamentales en mi vida. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi Madre Sonia y a mis Hermanos Freddy, Iván y Carla, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar dándome su apoyo en todo momento, por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor, gracias a ustedes he llegado a esta meta. Dios los bendiga siempre y recuerden que tendrán un apoyo incondicional en mí.

*Alex Rolando Bautista Solis*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## ÍNDICE DE PRELIMINARES

Portada.....	i
Declaración Expresa del Autor.....	ii
Aval del Director de la Tesis.....	iii
Aval del Tribunal de la Tesis.....	iv
Agradecimiento.....	v-vi
Dedicatoria.....	vii
Índice de Contenidos.....	viii-xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Aval de Inglés.....	xvi
Introducción.....	xvii-xviii
Objetivos.....	xix
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Fisiología Reproductiva Bovina.....	1
1.2. Ciclo Estral.....	2
1.2.1 Fases del Ciclo Estral Bovino.....	3
1.2.1.1 Fase Folicular o de Regresión Luteal (Proestro).....	3
1.2.1.2 Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro).....	4-5
1.2.1.3 Fase Luteal (Diestro).....	5-6
1.2.2 Dinámica Folicular Bovina.....	6-7
1.2.3 Regulación Neuroendocrinológica del Ciclo Estral.....	7-9
1.2.4 Control de la Hipófisis por el Hipotálamo.....	9-10
1.2.4.1 Hipófisis.....	10-11
1.2.4.2 Ovarios.....	11
1.2.4.3 Útero.....	11
1.2.5 Hormonas Adenohipofisarias Reguladoras de la Reproducción.....	12-13



1.2.6 Hormonas Gonadales Vinculadas a la Reproducción.....	13-15
1.3 Protocolos para la Realización de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF).....	15
1.3.1 Tratamientos de Sincronización de la Ovulación en IATF.....	16
1.3.2 Protocolos con Dispositivos con Progesterona y Estradiol.....	16
1.4 Manipulación del Desarrollo Folicular.....	16-17
1.4.1 Efectos de Diferentes Estrógenos sobre el Desarrollo Folicular.....	17-18
1.5 Medidas de Eficiencia Reproductiva.....	18-19
1.6 Glosario de Términos.....	19-20
<b>CAPÍTULO II</b> .....	21
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
2.1. Ubicación de la Investigación.....	21-22
2.2 Recursos Materiales.....	23
2.2.1 Humanos.....	23
2.2.2 Materiales de Oficina.....	23
2.2.3 Insumos.....	24
2.2.4 Equipos.....	24
2.3 Tipos de Investigación.....	25
2.3.1 Investigación Descriptiva.....	25
2.3.2 Investigación Experimental.....	25
2.4 Metodología.....	26
2.4.1 Métodos.....	26
2.4.1.1 Inductivo.....	26
2.4.1.2 Deductivo.....	26
2.4.2 Técnicas.....	26
2.4.2.1 Selección de Datos.....	26
2.4.2.2 Estructuración de Datos.....	27
2.5 Diseño Experimental.....	27
2.5.1 Tratamientos de Estudio.....	28
2.5.2 Unidad Experimental.....	28
2.6 Manejo del Ensayo.....	28-29
2.6.1 Diagnóstico.....	29

2.6.1.1 Sanidad, Ginecología y Sincronización.....	29-31
2.6.1.2 Manejo de las Variables.....	31-32
<b>CAPÍTULO III</b> .....	33
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	33-39
<b>CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	41
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	42-45
<b>ANEXOS</b> .....	46-62

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Ciclo Estral.....	2
<b>Gráfico 2.</b> Dinámica Folicular Bovina.....	7
<b>Gráfico 3.</b> Concentraciones Hormonales de la LH.....	12
<b>Gráfico 4.</b> Ubicación del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA).....	22
<b>Gráfico 5.</b> Perfil de LH Plasmático determinado en vaconas mestizas del CIPCA, sometidas a dos protocolos de IATF en el Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo.....	34
<b>Gráfico 6.</b> Tasa de Preñez determinada en vaconas mestizas del CIPCA sometidas a dos protocolos de IATF en el Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo.....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Recurso Humanos.....	23
<b>Cuadro 2.</b> Materiales de Oficina.....	23
<b>Cuadro 3.</b> Insumos Veterinarios.....	24
<b>Cuadro 4.</b> Equipos Veterinarios.....	24
<b>Cuadro 5.</b> Prueba de T student para la evaluación del perfil de LH plasmático en vaconas mestizas del CIPCA sometidas a dos protocolos de IATF.....	36
<b>Cuadro 6.</b> Costo en dólares de los protocolos de sincronización de celo para IATF, aplicada en vaconas mestizas del CIPCA.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Protocolo de IATF – Tratamiento 1.....	47
<b>Anexo 2.</b> Protocolo de IATF – Tratamiento 2.....	47
<b>Anexo 3.</b> Esquema del Protocolo de IATF – Tratamiento 1 en vaconas mestizas del CIPCA.....	48
<b>Anexo 4.</b> Esquema del Protocolo de IATF – Tratamiento 2 en vaconas mestizas del CIPCA.....	48
<b>Anexo 5.</b> Condición corporal (cc) de las vaconas sometidas a IATF.....	49
<b>Anexo 6.</b> Resultados de los Exámenes de LH – Tratamiento (T1) y (T2).....	50
<b>Anexo 7.</b> Resultados de la Tasa de Preñez – Tratamiento (T1) y (T2)....	51
<b>Anexo 8.</b> Exámen de Laboratorio (T1).....	52
<b>Anexo 9.</b> Examen de Laboratorio (T2).....	53
<b>Anexo 10.</b> Unidades Experimentales a Libre Pastoreo (Reconocimiento...)	54
<b>Anexo 11.</b> Unidades Experimentales previas a la Sincronización.....	54
<b>Anexo 12.</b> Chequeo Ginecológico previo a la Sincronización.....	55
<b>Anexo 13.</b> Insumos Veterinarios Tratamiento (T1) - CRESTAR®.....	55
<b>Anexo 14.</b> Insumos Veterinarios Tratamiento (T2) - DIB®.....	56
<b>Anexo 15.</b> Aplicación de Implante CRESTAR® en la oreja izquierda.....	56
<b>Anexo 16.</b> Aplicación de Dispositivo Intravaginal DIB®.....	57
<b>Anexo 17.</b> Tubos y Agujas Vacuntainers para la Extracción de Sangre...	57
<b>Anexo 18.</b> Extracción de Sangre de la Vena Coccígea Media.....	58
<b>Anexo 19.</b> Refrigeración de Muestras de Sangre en el Cooler de Transporte.....	58
<b>Anexo 20.</b> Material para Inseminación Artificial.....	59
<b>Anexo 21.</b> Inseminación Artificial.....	59
<b>Anexo 22.</b> Diagnóstico de Preñez con Ecografía.....	60
<b>Anexo 23.</b> Fotografía con Presencia de Saco Vitelino (Ecógrafo).....	60
<b>Anexo 24.</b> Fotografía con Presencia de Saco Vitelino (Ecógrafo).....	61
<b>Anexo 25.</b> Fotografía con Presencia de Saco Vitelino (Ecógrafo).....	61
<b>Anexo 26.</b> Personal del Trabajo de Investigación.....	62

## RESUMEN

El objetivo de estudio fue: “Evaluar dos protocolos de IATF sobre la Tasa de Preñez y los niveles de LH en vaconas mestizas del CIPCA. Se seleccionaron 40 vaconas mestizas y fueron ubicadas aleatoriamente en los tratamientos. El tratamiento Crestar®, consistió en colocar un implante auricular de Norgestomet el día 0; la remoción del implante se realizó el día 7, y se aplicó 150 ug de PG2 $\alpha$  (BioprostD biotay®)+ 2 mg ECP (Cipionato de Estradiol-Pfizer®) + 400 UI eCG (Folligón®), y la IATF se realizó 52 horas después del retiro del implante, además se aplicó 0.2 mg GnRH (Fertagyl®) en el día de la inseminación, y se extrajo una muestra de sangre para análisis de LH. El tratamiento DIB consistió en la aplicación de progesterona dispositivo intravaginal el día 0; siete días después se retiró el DIB y se aplicó 150 ug de PG2 $\alpha$ , y la IATF se realizó 52 horas después del retiro del implante, además se aplicó 0.2 mg GnRH (Fertagyl®), y se extrajo una muestra de sangre para análisis de LH. El diagnóstico de preñez fue determinado mediante ultrasonografía transrectal 42 días después de la IATF. El Tratamiento (T1), determinó una media de 22,13 ng/ml de LH plasmático y una tasa de preñez del 75 %. Mientras que el Tratamiento (T2), determinó una media de 7,20 ng/ml de LH plasmático y una tasa de preñez del 40 %. El tratamiento Crestar® tuvo una tasa de preñez superior al tratamiento DIB. Los resultados del presente estudio, muestran tasas de preñez aceptables con la IATF en vaconas mestizas, y que los tratamientos con dispositivos de liberación de Norgestomet más cipionato de estradiol y eCG pueden mejorar el desempeño reproductivo de las vaconas.

**Palabras clave:** vaconas mestizas, sincronización, inseminación a tiempo fijo.

## ABSTRACT

The research aim was the two - protocols evaluation on pregnancy rate and LH levels in crossbreed heifers of CIPCA. There were selected 40 crossbreed heifers and they were chosen randomly for treatments. The Crestar® treatment consisted of placing ear implant Norgestomet on day 0, the implant was removed on day 7<sup>th</sup> and it applied 150 ug of PG2 $\alpha$  (BioprostD biotay) + 2 mg ECP (Cipionato of Estradiol-Pfizer) + 400 UI eCG (Folligón) and the IATF was performed 52 hours after the implant it also applied on the insemination day 0,2 mg GnRH (Fertagyl®) and it took out blood sample to analyze LH levels. The DIB treatment consisted of the application of progesterone intravaginal device on the day 0, seven days later the DIB was removed and also it applied 150 ug de PG2 $\alpha$  (BioprostD biotay) and the IATF was performed 52 hours after the implant it also applied on the insemination day 0,2 mg GnRH (Fertagyl®) and it took out blood sample to analyze LH levels. The pregnancy diagnosis was determined by transrectal ultrasonography 42 days after IATF. The treatment (T1) determined an average of 22,13 ng/ml of plasma LH and a 75 % pregnancy rate. While treatment (T2) determined an average of 7,20 ng/ml of plasma LH and a 40 % pregnancy rate. The Crestar® treatment had a superior pregnancy rate to the DIB treatment. The research results showed acceptable pregnancy rate with IATF in crossbreed heifers and those treatments which contain progesterone releasing devices of Norgestomet plus Valerato of Estradiol and eGG can improve the reproductive performance of heifers.

**Key words:** crossbreed heifers, synchronization, fixed time insemination.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **BAUTISTA SOLIS ALEX ROLANDO**, cuyo título versa **"EVALUACION DE DOS PROTOCOLOS DE IATF SOBRE LA TASA DE PRENEZ Y LOS NIVELES DE LH EN VACONAS MESTIZAS DEL CIPCA (CENTRO DE INVESTIGACION, POSGRADO Y CONSERVACION AMAZONICA) CANTON CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA, PROVINCIA DE NAPO"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, mayo 11 del 2015

Atentamente,

Lic. Verónica Rosales  
**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**  
C.C. 1003106984



# INTRODUCCIÓN

Mundialmente la mayoría de productores requiere la obtención de ganado de alta genética para la reproducción, ya que de ello depende una producción sustentable de sus ganaderías. La actual situación de la ganadería, exige máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. Es por eso, que la optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar las ganancias.

En el Ecuador, la reproducción bovina es muy compleja, debido a diversos factores que afectan directamente la reproducción de las hembras bovinas, provocando que los ganaderos no logren obtener un ternero por año por vaca, resultado en un bajo crecimiento de los hatos.

En la Región Amazónica la mala calidad de los pastos con bajos niveles de nutrientes y energía en la dieta, el factor medio ambiental con temperaturas elevadas y humedad relativa alta, la infraestructura y el manejo particular de sus animales al sogueo (amarrados) teniendo que cambiarse de áreas de pastura 2 veces al día; considerablemente modifica la fisiología reproductiva en las hembras bovinas, provocando índices muy bajos de gestación, sin lograr una producción eficiente y sustentable con retorno económico en las fincas.

Desde el uso de técnicas como la inseminación artificial, el control de la dinámica folicular y la ovulación por medio de hormonas en los protocolos de IATF, se ha logrado acortar los días abiertos en las hembras bovinas, reduciendo los problemas asociados con la detección de celos, permitido sistematizar a gran medida los trabajos reproductivos en las ganaderías, además de incorporar adecuados programas de manejo reproductivo en establecimientos ganaderos orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos.

Es por eso que la presente investigación propone comparar y evaluar dos protocolos de IATF, realizando una modificación en un protocolo para reducir los costos y determinar su eficiencia.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar dos protocolos de IATF sobre la Tasa de Preñez y los niveles de LH en vaconas mestizas.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar dos protocolos de IATF-DIB y CRESTAR en vaconas mestizas.
- Determinar los niveles de LH en vaconas mestizas posterior a la aplicación de dos protocolos de IATF.
- Evaluar la Tasa de Preñez en vaconas mestizas tratadas con dos protocolos de IATF.

# CAPÍTULO I

## 1. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 1.1 Fisiología Reproductiva Bovina

El ciclo reproductivo se relaciona con diversos fenómenos: pubertad y madurez sexual, estación reproductiva, ciclo estral, actividad sexual posparto y envejecimiento. Estos componentes son regulados por factores ambientales, genéticos, fisiológicos, hormonales, conductuales, psicosociales. El nivel de fertilidad adquirido al iniciarse la pubertad, se mantiene por unos pocos años antes de comenzar a disminuir gradualmente debido al envejecimiento. (HAFEZ, 2000)

La pubertad en las hembras comienza con la primera ovulación (con o sin manifestación de celo) y termina una vez adquirida la ciclicidad, momento en que los ciclos estrales con manifestaciones externas de celo y ovulación se suceden a intervalos regulares de (18 – 21 días). (BAVERA, 2000)

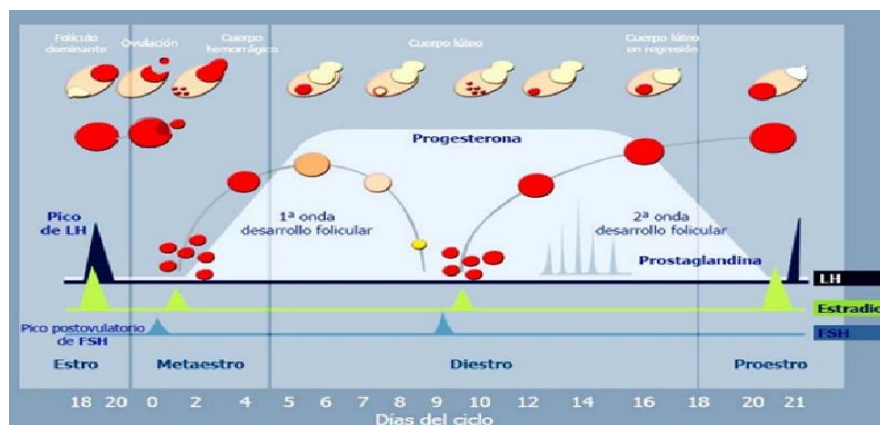
La dinámica folicular en la hembra bovina es desencadenante de los procesos reproductivos y de las fases del ciclo estral, sin embargo, estos eventos están regulados por un complejo conjunto de factores que se interrelacionan y permiten que se presente la ovulación como punto final del ciclo estral y punto inicial en la vida reproductiva de la hembra bovina. Entre estos factores juega un papel importante la influencia de las hormonas sexuales involucradas en el ciclo estral, hormonas que se encuentran reguladas por el sistema neuroendocrino del eje hipotálamo - hipófisis- ovarios-útero y mecanismos intraováricos que establecen una dinámica folicular que permite obtener un folículo maduro capaz de ovular en el momento adecuado y producir así, una célula capaz de ser fecundada. (DELGADO, y otros, 2011)

## 1.2. Ciclo Estral

El perfeccionamiento de técnicas utilizando radioinmunoensayo (RIA), para monitorear los cambios de concentraciones de las hormonas y sus receptores, así como la ultrasonografía para la evaluación de los cambios morfológicos, han permitido sin duda un mayor entendimiento de los procesos productivos en el bovino. La vaca es un animal poliestrico anual (cicla todo el año) y cada ciclo dura entre 17 y 23 días. El celo dura entre 6 y 18 h y la ovulación tiene lugar 24 a 30 h después de comenzado el celo. (BO, y otros, 2008)

Después de la ovulación, el CL se desarrolla y las concentraciones plasmáticas de progesterona aumentan entre el Día 4 y 12 del ciclo para permanecer constante hasta la luteolisis, que ocurre entre los Días 16 a 20. Todos estos cambios durante el ciclo estral bovino están regulados por una delicada interacción entre las hormonas secretadas principalmente en el hipotálamo, la hipófisis, las gónadas (ovarios) y el útero; y constituyen lo que se conoce comúnmente como eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal-uterino. (BO, y otros, 2008)

Gráfico 1. Ciclo Estral



Adaptado Fuente: Dr. Joel Hernández Cerón y MVZ Víctor Manuel Martínez Torres

### **1.2.1 Fases del Ciclo Estral Bovino**

Para un mejor análisis y comprensión de los mecanismos de control de la interacción endocrina, es necesario dividir al ciclo estral en 3 etapas:

#### **1.2.1.1 Fase Folicular o de Regresión Luteal (Proestro)**

La fase folicular comienza con la luteolisis, en la cual las concentraciones de progesterona en sangre decaen abruptamente a niveles menores a 1 ng/ml (24-36 h después del inicio de la luteolisis). La caída de las concentraciones de progesterona elimina la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotropinas. Consecuentemente, aumenta la frecuencia de los pulsos de LH y, en menor grado, la de FSH. (Luteal peptides and intercelular communication, 1987)

El crecimiento folicular y la habilidad de los folículos para producir cantidades considerables de estradiol dependen de un adecuado aporte de FSH y LH. La FSH controla el crecimiento folicular, mientras que la LH está asociada con el mantenimiento de los folículos dominantes y la producción de estradiol necesaria para la inducción del estro, el pico preovulatorio de LH y la ovulación. (Anestro Postparto en Ganado Bovino en el Tropico, 2009)

La síntesis de estradiol por las células de la granulosa dependen del suministro de substrato aromatizable (predominantemente androstenediona) de las células de la teca interna adyacentes y gobernadas por LH. (GARCIA, 2008)

El incremento en la frecuencia de pulsos de LH estimula el desarrollo del folículo dominante, que secreta cantidades crecientes de estradiol. El grado de desarrollo folicular al momento de la luteolisis determina el tiempo que transcurre hasta que el folículo completa su crecimiento y es capaz de producir cantidades suficientes de estradiol como para iniciar el celo y la descarga preovulatorio de LH.

### **1.2.1.2 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. (ZARATE, 2010)

El intervalo entre el inicio de la luteolisis y el comienzo de celo es de 58 – 60 h aproximadamente. (Peripheral plasma concentration of oestradiol, progesterone, cortisol, LH and prolactin during the oestrus cycle in the cow, with emphasis on the peri-oestrus period, 1986).

Los niveles de estradiol aumentan desde la regresión luteal hasta alcanzar niveles máximos el día previo al inicio del celo. Dicha elevación del estradiol provoca el comportamiento propio del celo, (HURNIK, 1987) e induce la descarga preovulatorio de LH. Esta tiene una duración de 6-10 h, se inicia junto con el celo y alcanza un valor máximo (pico) 4-5 más tarde. Durante el pico preovulatorio, la descarga de LH sigue un patrón pulsátil. (Pulsatil secretion of gonadotrophing, ovarian steroids and oxytocing during the luteal phase of the oestrous cycle in the cow, 1984)

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. (CABRERA, y otros, 2012)

La descarga preovulatorio de LH ocurre al comienzo del estro, concurrentemente con el pico de FSH. Se cree que este pico de LH causa la ovulación e inicia la luteinización de las células de la granulosa y de la teca. Generalmente, la ovulación ocurre entre 24 y 30 h después del comienzo de las descargas preovulatoria de LH y FSH. (BO, y otros, 2008)

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. (ZARATE, 2010)

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 hs de comenzado el celo, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo. (GARCIA, 2008)

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. (ZARATE, 2010)

### **1.2.1.3 Fase Luteal (Diestro)**

Después de la ovulación, las concentraciones de progesterona comienzan a elevarse en los días 3 o 4, alcanzan un pico entre los días 8 y 12, y luego disminuyen hasta concentraciones basales antes del próximo estro, como respuesta a la secreción uterina de PGF 2alfa y n ausencia de un embrión viable en el útero. Durante este periodo hay determinados hechos que valen la pena mencionar y tienen que ver con la formación del CL y la dinámica folicular ovárica. (BO, y otros, 2008)

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. (ZARATE, 2010)

Disminuyendo los niveles de progesterona y aumentando los niveles de estradiol paulatinamente hasta producir un feed back negativo que dará lugar al reinicio del ciclo. (ZARATE, 2010)

Si el huevo no es fecundado, el cuerpo lúteo permanece funcional hasta el día 15-20, después del cual comienza a regresionar en preparación para un nuevo ciclo estral. (GARCIA, 2008)

### **1.2.2 Dinámica Folicular Bovina**

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última. (GARCIA, 2008)

Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia:

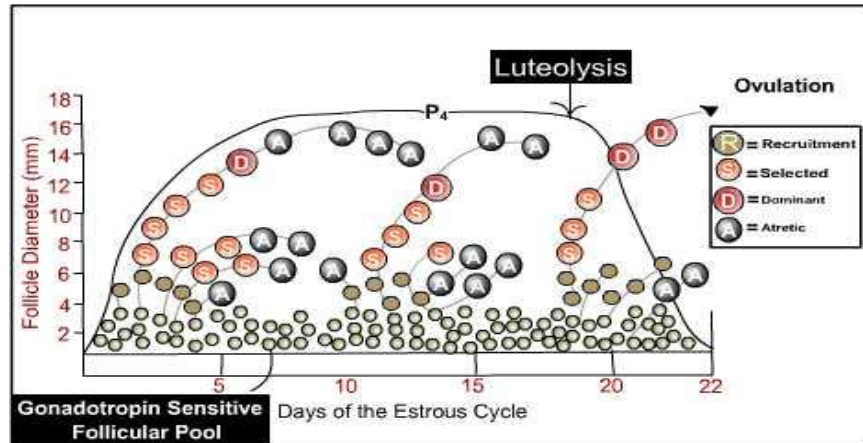
**a. Reclutamiento:** es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación.

**b. Selección:** Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación.

**c. Dominancia:** Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de

continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos.

**Gráfico 2. Dinámica Folicular Bovina**



Fuente: Rick Rasby y Romero Vinton 2014

La causa de la regresión a el folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular. (RODRIGUEZ, y otros)

### 1.2.3 Regulación Neuroendocrinológica del Ciclo Estral

La reproducción es una secuencia de eventos que comienza con el desarrollo del sistema reproductivo en el embrión. Luego de su nacimiento, se produce un estado de aparente quietud o latencia hasta la pubertad en el animal, donde el mismo debe alcanzar el tamaño y peso adecuados para enfrentar un estado de futura madurez sexual. (Endocrinología Reproductiva, 2006)

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción

interrelacionando hipotálamo, hipófisis, ovario y hormonas LH, FSH y esteroides ováricos, para conformar la esencia de la maduración folicular, ovulación, implantación y mantenimiento de la gestación. Todo esto está claramente influenciado por factores hereditarios, nutricionales y ambientales que pueden modificar el ciclo en cualquier animal. (Endocrinología Reproductiva, 2006)

El cerebro regula la secreción de las glándulas endócrinas a través de las hormonas, estas sustancias químicas producidas por tejidos específicos, que se vierten directamente en el torrente circulatorio en respuesta a determinados estímulos provocando una respuesta funcional específica, la cual puede manifestarse tanto en forma inmediata como mediata, modificando su comportamiento a través de cambios en sus esquemas metabólicos.

Los tipos de acciones promovidas por las hormonas pueden ser modificaciones en la permeabilidad de las membranas o en los mecanismos de transporte esta secreción es un proceso que no mantiene una velocidad uniforme y sostenida y puede ser generada tanto en respuesta a un estímulo interno como a uno del medio, o pueden estar sujetas a variaciones cíclicas como las hormonas gonadotropinas, ováricas o los esteroides en general. (Comportamiento Sexual Durante el Estro en Vacas Lecheras, 2003)

Los controles por retroalimentación están dados por el sistema de retroalimentación negativa, en el cual el aumento de la concentración de las hormonas da lugar a una menor producción de las mismas, usualmente a través de una interacción con el hipotálamo o con la hipófisis. (Produccion Animal y Biotecnologias Pecuarias: Nuevos Retos, 2011)

El advenimiento comercial de muchas hormonas ha abierto un campo a la manipulación del ciclo estral para la transferencia de embriones y la sincronización de celos, pero es fundamental hacer hincapié en que las hormonas no corrigen la infertilidad causada por deficiencias alimentarias, de manejo o por enfermedades sistémicas; el funcionamiento normal del sistema reproductivo

depende del estado nutricional, y manejo así como de las estructuras propias.  
(Endocrinología Reproductiva, 2006)

#### **a. Hipotálamo**

El hipotálamo es una estructura ubicada en la parte inferior del cerebro llamada diencefalo, por arriba limita con el tálamo y por debajo con la glándula hipófisis. Con esta última estructura establece intimas relaciones nerviosas y endocrinas.  
(Mundo Pecuario, 2006)

Para el manejo de receptoras en programas IATF es esencial una función del eje hipotalámico – hipofisiario adecuado, mediante la conducción neural normal del hipotálamo de la hembra destinada a la recepción embrionaria, así se facilita la presentación de un ciclo estral normal, ondas foliculares y ovulaciones apropiadas que bien se presenten en forma natural o permitan ser sincronizadas.

#### **1.2.4 Control de la Hipófisis por el Hipotálamo**

Este se realiza mediante dos sistemas:

1. La secreción por las células neuro-secretoras del hipotálamo de las hormonas antidiurética y oxitocina, las cuales son trasladadas para ser liberadas en la región de la hipófisis denominada neurohipófisis.
2. A través del sistema porta hipotálamo- hipofisario que traslada vía sanguínea hormonas que, producidas en diversos núcleos del hipotálamo, son trasladadas hacia su órgano blanco la hipófisis.

Las hormonas hipotalámicas se denominan:

Liberadoras, en la medida en que su presencia estimula la liberación o secreción de las hormonas producidas por el tejido glandular de la hipófisis, GnRH:

liberadora de gonadorofinas (LH y FSH), STH-RH: liberadora de somatotrofina. (Mundo Pecuario, 2006)

Inhibidoras, en la medida en que su acción es inhibir o impedir la liberación de determinadas hormonas hipofisarias. Las hormonas hipotalámicas identificadas son: CRH: liberadora de adrenocorticotrofina, TRH: liberadora de tirotrófina, Somatostatina: inhibidora de la somatotrofina. (Mundo Pecuario, 2006)

En síntesis la principal hormona que se produce en el hipotálamo basándose en el plano reproductivo es la GnRH. Todo esto se da gracias al flujo de liberación de hormonas hipofisarias producidas por el factor antes dicho, siendo las hormonas LH y FSH las más importantes para la reproducción y la IATF.

#### **1.2.4.1 Hipófisis**

Esta glándula de secreción interna, se encuentra ubicada en la base de cerebro, en una estructura del hueso esfenoides denominada silla turca. Ella se encuentra en todos los animales domésticos y mantiene íntimas relaciones anatómicas y funcionales con la estructura nerviosa denominada hipotálamo, constituyendo ambas formaciones histológicas un complejo funcional integrado, fundamental en las relaciones del sistema endocrino. (Mundo Pecuario, 2006)

Posee dos porciones una anterior y una posterior, entre las cuales se destacan las hormonas FSH, LH y oxitocina que son esenciales en el proceso fisiológico del ciclo estral. (Mundo Pecuario, 2006)

La circulación de FSH y LH está regulada por dos sistemas, el tónico o generador de pulsos de la GnRH y el cíclico o generador de un pico pre ovulatorio de GnRH. El primero produce el nivel basal circulante, siempre presente de hormonas hipofisarias, las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El segundo, opera más agudamente siendo evidente

por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra, dando en consecuencia la ovulación.

#### **1.2.4.2 Ovarios**

Son glándulas de función doble, exocrina en el caso de la liberación y almacenamiento de ovocitos, y endócrina porque secretan hormonas entre las cuales se pueden citar estrógenos, progesterona, inhibina y activina. La secreción secuencial en el proceso de la fisiología de la reproducción bovina de estas hormonas depende de la acción directa producida por el eje hipotálamo hipofisario. Y su acción directa sobre estructuras clave como las células de la granulosa y la teca interna del ovocito. (GARCIA, 2008)

Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blanco como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central, en el cual estimulan la conducta de celo y el hipotálamo donde ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico. La progesterona, hormona esteroidea, es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. Los efectos de la progesterona se observan después que el tejido blanco ha estado expuesto durante cierto tiempo a la estimulación de los estrógenos. Esta preparación por los estrógenos conduce a un efecto sinérgico. (GARCIA, 2008)

#### **1.2.4.3 Útero**

Es un órgano tubular, en el cual se da el proceso de la gestación principalmente, pero en el ciclo estral tiene una acción hormonal especial producida por los mecanismos de feed back que regulan el mismo, el útero produce la prostaglandina F<sub>2</sub>alfa, secretada en forma pulsátil que interviene en la regulación neuroendócrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico, y está presente en el mecanismo del parto; y produce además la prostaglandina E<sub>2</sub> que interviene en el proceso de ablandamiento del cérvix durante el proestro y estro.

## 1.2.5 Hormonas Adenohipofisarias Regulatoras de la Reproducción

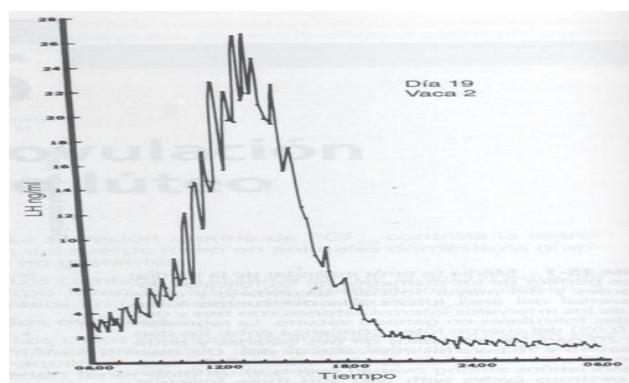
### a. FSH (Hormona Folículo Estimulante)

Estimula el crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos y la secreción de la hormona femenina denominada estrógenos, permitiendo la aparición del celo en las hembras. En los machos estimula la formación de espermatozoides por los testículos. (McDONALD, y otros, 1991)

### b. LH (Hormona Luteinizante)

Glucoproteína compuesta de una subunidad alfa y una beta con peso molecular de 30.000 daltons y una actividad biológica de 30 minutos. Los niveles tónicos o basales de LH actúan en conjunto con la FSH para inducir la secreción de estrógenos del folículo maduro. LH induce la ovulación y mantiene el cuerpo lúteo; estimula junto con la FSH, la secreción de esteroides tanto en el ovario (estrógenos en el folículo y progesterona en el cuerpo lúteo) como en el testículo (testosterona en las células de Leydig). (GUTIERREZ, 2008)

**Gráfico 3. Concentraciones Hormonales de la LH**



Concentraciones hormonales de la hormona Luteinizante (LH) en el plasma sanguíneo durante el ciclo estral. (Cunningham, 1993).

En conjunto con otras gonadotropinas de la hipófisis, la hormona luteinizante es necesaria para funciones reproductivas de mamíferos, tanto en el macho como en la hembra. La liberación de LH de la glándula hipófisis es regulada por la producción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) proveniente del hipotálamo. Estos impulsos a su vez, están sujetos a la retroalimentación del estrógeno proveniente de las gónadas.

### **1.2.6 Hormonas Gonadales Vinculadas a la Reproducción**

#### **a. Estrógenos**

Los órganos blancos de los estrógenos son:

El sistema nervioso central, ahí se estimula la conducta del celo, y ejerce el feed back negativo sobre el generador de la actividad tónica del ciclo estral y un feed back positivo sobre la actividad cíclica. (Estriol y sus derivados. Comportamiento de la tecnología en el mundo, 1999)

En la vulva y vagina se produce un aumento del flujo sanguíneo o hiperemia, congestión y aumento de color como también extravasación de líquidos y sales al espacio extracelular con la consecuente aparición de edema. (Estriol y sus derivados. Comportamiento de la tecnología en el mundo, 1999)

En el ambiente uterino producen proliferación de las células y glándulas endometriales, aumentando su secreción, dan lugar a una congestión de los vasos sanguíneos, en el miometrio producen aumento de la capa muscular circular y longitudinal mejorando la contractibilidad, en el cérvix producen relajación aumentan su diámetro y secreción local de igual manera en los oviductos. (Estriol y sus derivados. Comportamiento de la tecnología en el mundo, 1999)



## **b. Progesterona**

Ejerce un feed back negativo sobre la actividad tónica que regula el ciclo estral, es responsable de la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo y de la gestación, a nivel del endometrio causa que las glándulas uterinas alcancen su máximo desarrollo, desatando secreción de líquidos formado por proteínas séricas y específicas del útero, glicoproteínas y minerales necesarios para la nutrición del cigoto. En el miometrio inhibe las contracciones en el momento de la gestación formando una cámara de incubación debido a la formación de un tapón mucoso. (ZARATE, 2010)

## **c. Prostaglandinas**

Según (UNGERFELD, 2003), las prostaglandinas constituyen con un grupo de ácidos grasos esenciales polinsaturados de 20 carbonos, con pesos moleculares de 300 a 400. Hay quienes no las consideran hormonas en un sentido estricto, utilizando los términos de “hormona local para descubrirlas más adecuadamente”. Esto es debido a que las prostaglandinas no son secretadas por ninguna glándula en particular y tienen una vida media muy corta que solo les permite tener acciones locales.

Prácticamente todos los tipos celulares del organismo tienen la capacidad de convertir ácidos grasos en prostaglandinas como respuesta a muchos estímulos diferentes conocidos como activadores de fosfolipasas en: endocrinos, nerviosos, mecánicos y químicos.

Las prostaglandinas son clasificadas en cuatro grupos básicos, A, B, E Y F, son fuertes estimulantes del músculo liso. En general, las prostaglandinas E relajan y la F contraen el músculo más liso. Muchas clases de prostaglandinas se encuentran en diferentes tejidos de mamíferos.

Desde el punto de vista reproductivo de vista reproductivo las prostaglandinas de mayor importancia son la prostaglandina F2  $\alpha$  (PGF 2  $\alpha$ ) y la prostaglandina E2  $\alpha$  (PGE 2  $\alpha$ ). La PGF 2  $\alpha$  es liberada por el útero (en el endometrio desde donde pasa, vía hemática, al ovario, lugar donde ejerce su acción: la luteolisis), y juega un rol importante en regular la vida del cuerpo lúteo en las especies domésticas. (UNGERFELD, 2003)

La regresión del cuerpo lúteo (luteolisis), es un evento clave responsable de la ciclicidad ovárica en muchas especies domésticas. El útero sintetizada PGF2  $\alpha$  que induce a la regresión del cuerpo lúteo. La liberación de PGF2  $\alpha$  es producida en pulsos durante unas horas en ovejas, cerdas, cabras, yeguas y vacas.

### **1.3 Protocolos para la Realización de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)**

Inseminar a Tiempo Fijo implica la sincronización del celo y la ovulación, mediante tratamientos hormonales de las hembras elegidas para ser inseminadas en determinado momento sin necesidad de detección de celos. La inseminación sin detección de celos es una biotecnología reproductiva que presenta diversas ventajas para los ganaderos y productores de las haciendas.

Dentro de ellas podemos mencionar:

- Servicio concentrado de la hacienda.
- Permitir el uso de semen fresco, refrigerado y/o congelado vía intrauterina
- Menos días de trabajo reales
- Menos pérdidas sanitario-productivas por menor manejo en bretes (no detección de celos)
- Partos más concentrados que favorecen vigilancia y manejo nutricionales. (FIERRO, y otros, 2009)

### **1.3.1 Tratamientos de Sincronización de la Ovulación en IATF**

En general, podemos dividir a los protocolos de IATF en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF), llamados protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos con progesterona (P4) y estradiol. El protocolo Ovsynch ha resultado en una fertilidad aceptable para vacas de leche y de carne. Sin embargo, los resultados de su aplicación en ganado de cría manejados en condiciones pastoriles no han sido satisfactorios, debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro. Por lo tanto, la elección de este protocolo en ganado de cría va a depender de la categoría de animales a utilizar y del estado de ciclicidad del ganado. (Instituto de Reproducción Animal, 2006)

### **1.3.2 Protocolos con Dispositivos con Progesterona y Estradiol**

Existen actualmente en el mercado dispositivos eficientes que liberan P4 y que son mantenidos en la vagina y auricular por un período de 7 u 8 días. El tratamiento más utilizado consiste en administrar 2 mg de benzoato de estradiol (EB) por vía intramuscular (IM) junto con la inserción del dispositivo en lo que nosotros denominamos el Día 0 del tratamiento; en el Día 7 u 8, se extrae el implante y se aplica PGF (IM) y 24 h después se administra 1 mg de EB im. Se realiza IATF entre las 52 y 56 h de la remoción del dispositivo. La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días, se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo. (FIERRO, y otros, 2009)

## **1.4 Manipulación del Desarrollo Folicular**

La ultrasonografía permitió descubrir que es lo que sucedía con el desarrollo folicular cuando los animales eran tratados con dispositivos o implantes conteniendo progesterona o progestágenos sintéticos. Dentro de estos compuestos podemos citar los progestágenos de administración oral como el Acetato de Melengestrol (MGA), los implantes subcutáneos de Norgestomet como el SyncroMate-B y el Crestar y los dispositivos intravaginales con progesterona como el CIDER, -B y el PRID. Con la irrupción en el mercado de las PGF los progestágenos dejaron de usarse en algunos sistemas debido a que los tratamientos de 14 días (para esperar regresión “natural” del CL) se obtenían una baja fertilidad. (BO, 1997)

#### **1.4.1 Efectos de Diferentes Estrógenos sobre el Desarrollo Folicular**

##### **a. Valerato de Estradiol (EV)**

El EV es un estrógeno de vida media larga que se encuentra disponible en el mercado asociado con implantes que contienen el progestágeno sintético Norgestomet. Estos preparados comerciales son el Syncro-Mate-B (SMB, Merial) y el Crestar (Intervet). Estos preparados consisten en un implante de liberación lenta de Norgestomet que se coloca subcutáneo en la oreja del animal. El tratamiento incluye además una solución inyectable oleosa que contiene 3 mg de Norgestomet (N) y 5 mg de EV. (BO, y otros, 2008)

##### **b. Cipionato de Estradiol**

Es un derivado semisintético de acción prolongada del 17 Beta Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, desarrollada para optimizar los resultados de los tratamientos con progestágenos en bovinos. Al igual que otras hormonas esteroideas, los estrógenos actúan principalmente mediante la regulación de la expresión génica. Estas hormonas difunden, debido a su naturaleza lipófila, a través de la membrana citoplasmática y una vez en el interior

de la célula se unen a un receptor nuclear, que muestra gran homología con los receptores de esteroides.

Una opción alternativa para la sincronización de la onda pre-ovulatoria de LH y la ovulación utilizando el estradiol como inductor, es la utilización de otra sal de estradiol de vida media más prolongada, como es el cipionato de estradiol (ECP) (VYNCKIER, y otros, 1990)

## **1.5 Medidas de Eficiencia Reproductiva**

### **a. Tasa de Preñez**

Es importante comprender cuáles son los factores que afectan la tasa con la cual las vacas quedan preñadas en los rodeos lecheros así como las herramientas de manejo que pueden aplicarse para mejorarla. La tasa con la cual las vacas quedan preñadas, comúnmente denominada tasa de preñez, es definida como el número de vacas elegibles de un rodeo (ej. vacas vacías que han finalizado el período de espera voluntario) que conciben cada 21 días. Los dos factores principales que determinan la tasa de preñez son: 1) la tasa de concepción y 2) la tasa de servicio. (FRICKE, 2003)

Para comparar diferentes rebaños o evaluar el desarrollo de la eficiencia reproductiva a través de varios años, el porcentaje de preñez constituye la mejor medida y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de preñez} = \frac{\text{Número de vaconas preñadas}}{\text{Número de vaconas servidas}} \times 100$$

La tasa de preñez del rodeo es el producto de la tasa de detección de celos por la tasa de concepción. La tasa de detección de celos es la relación entre los animales detectados en celo y el total de los que efectivamente están ciclando y la tasa de concepción es el porcentaje de preñez obtenido sobre las que se sirvieron.

## **b. Edad al Primer Servicio**

Es la edad en que la vacuilla es servida por primera vez, se realiza después de que haya alcanzado la madurez sexual. Este parámetro está estrechamente relacionado con el peso y desarrollo corporal del animal así como con la edad en que se alcanza la pubertad. (BULBARELA, 2001)

En el ganado bovino tipo carne, las novillas para el primer servicio deben de tener dos años de edad y pesar un promedio de trescientos kilogramos, pues de lo contrario tendrán dificultades al momento del parto y no se preñarán el año siguiente.

Una vaca permanece en calor durante dieciocho horas más o menos. La ovulación en la vaca se efectúa aproximadamente doce horas después de terminado el calor; el óvulo permanece apto para ser fecundado sólo seis horas después de la ovulación y como el esperma requiere seis horas para adquirir poder fecundante, la vaca o novilla debe ser servida después de la mitad del periodo del calor para obtener una buena fertilidad. (BULBARELA, 2001)

## **1.6 Glosario de Términos**

**Estro:** período donde los animales mamíferos están receptivos sexualmente, es decir, el momento en que aceptan al macho y durante esta etapa ocurre la ovulación.

**Ovulación:** La ovulación es uno de los procesos del ciclo estral de las hembras mamíferas en el cual un folículo ovárico se rompe y libera un óvulo, también conocido como ovocito o gameto.

**Folículo:** Son las unidades básicas de la biología reproductiva de la hembra. Estas estructuras se activan periódicamente e inician el proceso de crecimiento y desarrollo para culminar, generalmente, en la ovulación de un solo ovocito viable.

**Cuerpo Lúteo:** También conocido como cuerpo amarillo, se considera la fase final del proceso de foliculogénesis, es una masa amarillenta formada a partir del folículo de De Graaf (se transforma en cuerpo lúteo cuando el ovocito sale del folículo, inducido por un pico de la hormona LH).

**Luteolisis:** Es la degradación estructural y funcional del cuerpo lúteo, que se produce al final de la fase lútea de los ciclos de estro en las hembras mamíferas y en la ausencia de gestación.

**Implantación:** Es la acción de depositar el embrión fecundado en el interior del útero.

**Atresia:** Proceso de degeneración o muerte programada (apoptosis) propia de las células en cualquier fase de la foliculogénesis. Proceso normal de degeneración y reabsorción del folículo ovárico antes de que llegue a la madurez y se rompa.

**Atrofia:** Consiste en una disminución importante del tamaño de la célula y del órgano del que forma parte, debido a la pérdida de masa celular.

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se hace referencia a la ubicación geográfica donde se realizó el estudio, los materiales y la metodología empleada.

#### 2.1 Ubicación de la Investigación

La presente investigación se realizó en el CIPCA (Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica) Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo.

<b>Provincia</b>	: Pastaza y Napo.
<b>Cantón</b>	: Santa Clara y Carlos Julio Arosemena Tola.
<b>Sector</b>	: Km 44 vía Puyo – Tena, junto a la desembocadura del río Piatúa y Anzu.
<b>Lugar del Ensayo</b>	: Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica.



<b>Precipitación Pluvial</b>	: Hasta 4.000 mm por año.
<b>Humedad Relativa</b>	: 80 %.
<b>Temperatura Promedio</b>	: 19 – 22 °C.
<b>Altitud</b>	: entre 580 y 990 m.s.n.m.
<b>Límites:</b>	: Al norte con varios poseionarios de terrenos, al Sur con el río Piatúa, al Este el río Anzu y al Oeste el río Ayayaku.

Fuente: <http://cipca.uea.edu.ec/index.php/ubicacion>, 2014

**Gráfico 4. Ubicación del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA)**



## 2.2 Recursos Materiales

### 2.2.1 Humanos

**Cuadro 1. Recurso Humanos**

<b>Descripción</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Tesista	Personal	1
Co-Tutores externos	Personal	4
Transporte	Vehículo	1
Alimentación	Varios	50

*Elaboración: Bautista. A*

### 2.2.2 Materiales de Oficina

**Cuadro 2. Materiales de Oficina**

<b>Descripción</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Computadora	Unidad	1
Memoria USB	Unidad	1
Libreta de apuntes	Unidad	1
Perforadora	Unidad	1
Grapadora	Unidad	1
Internet	Horas	1000
Papelería y materiales	Varios	1
Anillados	Unidad	10
Empastados	Unidad	2
Bolígrafos	Unidad	5
Calculadora	Unidad	1

Cámara fotográfica	Unidad	1
--------------------	--------	---

*Elaboración: Bautista. A*

### 2.2.3 Insumos

**Cuadro 3. Insumos Veterinarios**

<b>Descripción</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Hormonas	Varios	Varios
Desparasitantes	Varios	Varios
Desinfectante	Galón	1
Overol	Unidad	1
Botas	Unidad	1
Agujas vacuntainers	Caja	2
Tubos vacuntainers	Caja	2
Cooler de refrigeración	Unidad	2
Guantes ginecológicos	Caja	1
Jeringas 5 ml	Caja	1
Agujas 18 x 1/2	Caja	1
Guantes de manejo	Caja	1
Gel lubricante	Galón	1
Chemis	Caja	1
Catéter de inseminación	Funda	2

*Elaboración: Bautista. A*

### 2.2.4 Equipos

**Cuadro 4. Equipos Veterinarios**

<b>Descripción</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Implantador DIB	Unidad	1
Implantador Crestar	Unidad	1
Termo de nitrógeno	Unidad	2

Pistola de inseminación	Unidad	4
Ecógrafo	Unidad	1

*Elaboración: Bautista. A*

## **2.3 Tipos de Investigación**

### **2.3.1 Investigación Descriptiva**

En la presente investigación, se hace referencia al impacto que tiene la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) mediante la utilización de protocolos de sincronización de celos en la Amazonia Ecuatoriana, y de sus factores que influyen directamente sobre la reproducción, como: la Tasa de Preñez y los niveles de LH.

Se estableció un conjunto de actividades metodológicas y procesales que consistieron en someter a dos grupos de individuos a determinadas condiciones o estímulos (variable independiente), para observar los efectos que se producen (variable dependiente). Los procesos fueron manipulados y provocados intencionalmente por el investigador, logrando recolectar una base de datos; esta base de datos se analizó y resumió para plasmarla en resultados que contribuyan al conocimiento.

### **2.3.2 Investigación Experimental**

La investigación es de tipo experimental, debido a que es un estudio en el que la Tasa de Preñez y los niveles de LH obtenidos con la aplicación de los dos protocolos de IATF fueron intervenidos; las unidades obtenidas estuvieron asignados a los distintos niveles o categorías de las variables manipuladas en estudio de la presente investigación.

## **2.4 Metodología**

### **2.4.1 Métodos**

Los métodos lógicos que se utilizaron son los siguientes:

#### **2.4.1.1 Inductivo**

Con este método científico se obtuvieron conclusiones a partir de la evaluación de los dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) sobre la Tasa de Preñez y los niveles de LH en vaconas mestizas. Además el estudio tuvo cuatro etapas básicas: la observación y el registro de todos los hechos, el análisis y la clasificación de los hechos, la derivación inductiva de una generalización a partir de los hechos, y su contrastación.

#### **2.4.1.2 Deductivo**

Este método considera que las conclusiones están comprendidas en los argumentos planteados por el investigador. Por lo tanto, las conclusiones siguen necesariamente a las deducciones; si el razonamiento deductivo es válido y los argumentos son verdaderos, la conclusión sólo puede ser verdadera.

### **2.4.2 Técnicas**

#### **2.4.2.1 Selección de Datos**

Tuvo lugar con la recolección de la información del estudio realizado. La información recogida dependió de los objetivos fijados. También se las hizo en función a la hipótesis planteada y a los objetivos perseguidos con la investigación.

#### 2.4.2.2 Estructuración de Datos

Los datos recogidos fueron organizados en tablas para desarrollar el diseño experimental a emplear, se los clasificó en dos grupos de acuerdo a sus indicadores (ng/ml) para determinar los niveles de LH, y en porcentajes (%) para establecer la Tasa de Preñez, de las vaconas mestizas evaluadas con los dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

### 2.5 Diseño Experimental

Para la interpretación de los resultados se utilizó la prueba T student. Esta prueba se realiza cuando se va a comparar dos tratamientos, los mismos que fueron establecidos en dos grupos de animales conformados por 20 vaconas para cada tratamiento:

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{s_D / \sqrt{n}}$$

Para la aplicación de la ecuación, la diferencia entre todos los pares tiene que ser calculada. Los pares se forman con los resultados de un individuo antes y después de la evaluación o, entre pares de individuos emparejados en grupos de significancia (por ejemplo, tomados del mismo grupo de edad). La media ( $\bar{X}_D$ ) y la desviación estándar ( $s_D$ ) de tales diferencias se han utilizado en la ecuación. La constante  $\mu_0$  es diferente de cero si se desea probar si la media de las diferencias es significativamente diferente de  $\mu_0$ . Los grados de libertad utilizados son  $n - 1$ .

### **2.5.1 Tratamientos de Estudio**

Se utilizaron dos protocolos hormonales de IATF, con 20 unidades bovinas mestizas para cada tratamiento, los animales seleccionados fueron agrupados indistintamente de cualquier apreciación fenotípica como genotípica.

El Tratamiento 1, consistió en colocar el implante Crestar® (Intervet®) el día 0; la remoción del implante se realizó el día 7 y se aplicó 150 ug de PG2 $\alpha$  (BioprostD biotay®)+ 2 mg ECP (Cipionato de Estradiol-Pfizer®) + 400 UI eCG (Folligón®); al día 9 se extrajo sangre de la vena coccígea media y se continuó con la IA, además de la aplicación de 0.2 mg GnRH (Fertagyl®). Ver Anexo 1, página 47.

El Tratamiento 2, consistió en aplicar un DIB-Syntex® (Dispositivo Intravaginal Bovino) el día 0; al día 7, se retiró el DIB-Syntex® y se aplicó 150 ug de PG2 $\alpha$  (BioprostD biotay®); al día 9 se extrajo sangre de vena coccígea media y se continuó con la IA, además de la aplicación de 0.2 mg GnRH (Fertagyl®). Ver Anexo 2, página 47.

### **2.5.2 Unidades Experimentales**

Cada vacona constituyó una unidad experimental; en la presente investigación se utilizaron 20 vacas para cada tratamiento, con un total de 40 unidades bovinas de raza mestizas.

## **2.6 Manejo del Ensayo**

En la presente investigación se emplearon 40 vacas mestizas y se distribuyeron en dos grupos. El 1<sup>er</sup> grupo de vacas con el Tratamiento 1, estuvo conformado por 20 animales que estuvieron manejados a libre pastoreo, mantenidas en buenas condiciones sanitarias y de manejo. El 2<sup>do</sup> grupo de vacas con el Tratamiento 2, de igual manera estuvo conformado por 20 animales, que estuvieron manejados

igual que el tratamiento 1. Las actividades fueron supervisadas y asesoradas por los técnicos del CIPCA- CLEPL perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica. Para la siguiente investigación detallaremos los Esquema del Protocolo de IATF – Tratamiento 1 y 2 en vaconas mestizas del CIPCA. Véase los anexos 3 y 4, página 48.

### **2.6.1 Diagnóstico**

En la presente investigación, se inició levantando la información de verificación del registro de identificación (arete), registro sanitario y manejo zootécnico. Luego se realizó una anamnesis al técnico responsable del Programa de Bovinos del CIPCA, seguido de un examen físico de las unidades en estudio, para deslindar la aplicación de fármaco alguno y tener constancia que los animales a investigar presentaron algún problema patológico.

#### **2.6.1.1 Sanidad, Ginecología y Sincronización**

##### **a. Desparasitación**

A los animales del experimento se los desparasitó utilizando Ivermic® (Ivermectina 1%) con dosis 200 ug/kg p.v. (equivalente a 1 ml por cada 50 kg p.v.) ya que con frecuencia se encuentran sujetas al nucho o tupe (*Dermatobia hominis*); además se realizó baños localizados por aspersion con Bovitraz® (Amitraz 12.5 %) en dosis de 1 a 2 lt/vacuna contra las garrapata (*Boophilus microplus*), sólo aquellos animales afectados contra este ectoparásitos, ya que existe una prevalencia en la Región Amazónica.

##### **b. Ginecología**

Se realizó un chequeo ginecológico mediante palpación rectal, además se utilizó el ecógrafo (Ibex Pro y Lyte®) con la finalidad de descartar posibles patologías reproductivas y determinar o evaluar la ciclicidad de los animales.



Adicionalmente se evaluó la condición corporal (cc) dentro de la escala de (1 – 5). Según (LOWMAN, 1984), la condición corporal (cc) mínima recomendada para que las hembras bovinas entren al primer servicio está entre 2 y 2,5. Al pasar de una (cc) 2,5 a 3,5 implica un aumento del porcentaje de preñez de cerca del 28 %. Tomando a consideración que nuestras unidades bovinas en estudio presentaron un promedio de 2,9 (cc). Ver el Anexo 5, página 49.

### **c. Sincronización®**

Al 1<sup>er</sup> grupo de vaconas que corresponden al Tratamiento 1, se les aplicó el implante de Norgestomet® (P4) subcutáneamente a las 7 am, el mismo que permaneció por 7 días; al 7<sup>mo</sup> día se retiró el implante y se aplicó una dosis de 2 cc de prostaglandina (PGf2 $\alpha$ )® más 1 cc Cipionato de Estradiol® + 400 UI (eCG®); al 9<sup>no</sup> día, después de limpiar y desinfectar la base de la cola, por punción se extrajo sangre de la vena coccígea media, en tubos al vacío sin anticoagulante y se los remitió inmediatamente al Centro de Diagnóstico Clínico Veterinario “ Animalab CIA. LTDA” donde se realizó el exámen químico hormonal de LH; se inseminó entre las 52 a 56 horas post retiro del implante de (P4); además se administró una dosis de 2 cc de acetato de gonadorelina (GnRH®). Este procedimiento se realizó consecutivamente a todas las vaconas del primer grupo de estudio.

Las muestras de sangre se remitieron en un cooler con gel refrigerante, manteniendo su temperatura entre 2 y 7 °C hasta que se haga la recepción en el Centro de Diagnóstico Clínico Veterinario “Animalab CIA. LTDA”; luego de ser centrifugadas y extraídas el suero, se realizó la cuantificación por inmunoanálisis Prueba de “Elisa Competitiva” en respuesta a estímulos de análogos de la GnRH. Los resultados de los valores obtenidos fueron analizados e interpretados para constatar si los niveles de la hormona luteinizante (LH) se elevaron a nivel de la sangre.

El diagnóstico de gestación se realizó a los 42 días mediante el uso de ecógrafo (Ibex Pro y Lyte®) para su confirmación.

El 2<sup>do</sup> grupo de vaconas que corresponde al Tratamiento 2, se les aplicó el dispositivo intravaginal bovino (DIB-Syntex®) a las 7 am, que permaneció hasta el 7<sup>mo</sup> día, al 7<sup>mo</sup> día se retiró el dispositivo y se aplicó una dosis de 2 cc de prostaglandina (PGf2 $\alpha$ ®); al 9<sup>no</sup> día, después de limpiar y desinfectar la base de la cola, por punción se extrajo sangre de la vena coccígea media, en tubos al vacío sin anticoagulante y se los remitió inmediatamente al Centro de Diagnóstico Clínico Veterinario “Animalab CIA. LTDA” donde se realizó el exámen químico hormonal de LH; se inseminó entre las 52 a 56 horas post retiro del implante de (P4); se administró una dosis de 2 cc de acetato de gonadorelina (GnRH®). Este procedimiento se realizó consecutivamente a todas las vaconas del segundo grupo de estudio.

Las muestras de sangre se remitieron en un cooler con gel refrigerante, manteniendo su temperatura entre 2 y 7 °C hasta que se haga la recepción en el Centro de Diagnóstico Clínico Veterinario “Animalab CIA. LTDA”; luego de ser centrifugadas y extraídas el suero, se realizó la cuantificación por inmunoanálisis Prueba de “Elisa Competitiva” en respuesta a estímulos de análogos de la GnRH. Los resultados de los valores obtenidos fueron analizados e interpretados para constatar si los niveles de la hormona luteinizante (LH) se elevaron a nivel de la sangre.

El diagnóstico de gestación se realizó a los 42 días mediante el uso de ecógrafo (Ibex Pro y Lyte®) para su confirmación.

### **2.6.1.2 Manejo de las Variables**

#### **a. Niveles de LH**

El estradiol estimula al hipotálamo, el cual libera GnRH, esto hace que la hipófisis aumente la liberación de hormona luteinizante (LH) que provoca la ovulación. La ovulación es la liberación del óvulo tras la ruptura del folículo maduro, sucede 24 horas después del pico de LH. Tras la ovulación, el óvulo es

recogido por la trompa del oviducto y transportado hasta el útero. (Manipulación del Ciclo Estral en Ganado Bovino)

Las muestras de sangre se extrae por punción directa en la vena coccígea media, en tubos al vacío sin anticoagulante; la cuantificación de la LH se realiza por inmunoanálisis Prueba de “Elisa Competitiva” en respuesta a estímulos de análogos de la GnRH.

El exámen de Química Hormonal en la sangre mide la cantidad de la hormona Luteinizante (LH), una hormona producida por la hipófisis que provoca la ovulación. Las concentraciones normales en vacas es de 27 a 30 ng/ml de sangre. (JAMES, 2003)

#### **b. Tasa de Preñez**

La Tasa de Preñez hace referencia al número de animales que quedaron preñados del total de animales que fueron sometidos a Inseminación Artificial, utilizando los protocolos de IATF.

**Fórmula:**  $(N^{\circ} \text{ de vientres preñados} / N^{\circ} \text{ de vientres servidos}) \times 100$

## **CAPÍTULO III**

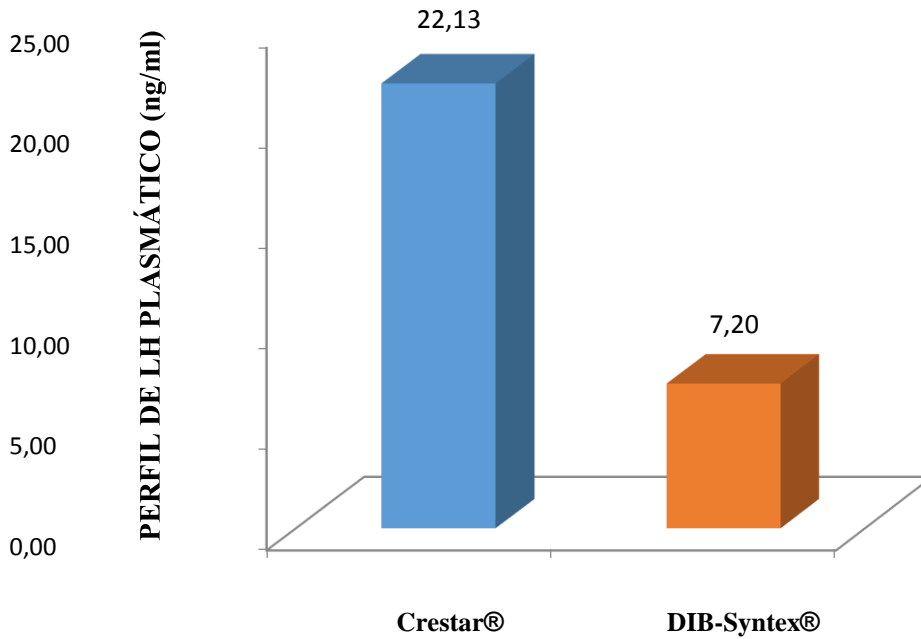
### **3. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

#### **a. Niveles de la Hormona Luteinizante (LH)**

A continuación, en el gráfico 5 se presenta el Perfil de LH plasmático determinado en vacas mestizas del CIPCA, sometidas a dos protocolos de IATF, en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo. Los exámenes de LH en suero sanguíneo para medir la cantidad de concentraciones de Hormona Luteinizante (LH), se realizaron en el Centro de Diagnóstico Clínico Veterinario “Animalab CIA. LTDA” estos fueron los siguientes:

**Grafico 5. Perfil de LH plasmático determinado en vaconas mestizas del CIPCA, sometidas a dos protocolos de IATF, en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo.**



**TRATAMIENTOS HORMONALES**

*Elaboración: Bautista. A*

En el gráfico 5, se presentan los valores de los niveles de las concentraciones de LH en el suero sanguíneo del Tratamiento 1 y Tratamiento 2, existiendo una gran variabilidad entre los valores de los ng/ml de LH en suero sanguíneo obtenidos entre el T1 y T2. Véase también en el anexo 6, página 50.

Estudios realizados en la Amazonía Ecuatoriana con protocolos de IATF utilizando implantes de Norgestomet; Según Vargas, L. (2012), describe que el nivel más bajo presentó el semoviente de nombre Meche, con un nivel de

concentración de 21.85 ng/ml, mientras que el nivel más alto registra el semoviente de nombre Yady con un nivel de 30.59 ng/ml. Sin embargo el T3 da como resultado de una media de 27.69 ng/ml del tratamiento T3.

Los valores de las concentraciones de LH en suero sanguíneo del presente estudio, se encuentran dentro de los parámetros evaluados en la Región Amazónica.

Respecto al T2; Según Baruselli et al., (2005) menciona que, una de las posibles causas de resultados obtenidos en vaquillonas, podría deberse a que altos niveles de progesterona circulante durante el tratamiento, suprime la frecuencia y magnitud de los pulsos de LH, que afectando el crecimiento del folículo dominante, la ovulación y la formación de un CL competente. Esto justifica los valores obtenidos de LH en suero plasmático para el Tratamiento T2, de las vaconas sujetas a IATF en el CIPCA.

A continuación, en el cuadro 5 se presenta la Prueba T student para la evaluación del perfil de LH plasmático en vaconas mestizas del CIPCA sometidas a dos protocolos de IATF.

**Cuadro 5. Prueba T student para la evaluación del perfil de LH plasmático en vaconas mestizas del CIPCA sometidas a dos protocolos de IATF**

<b>PARAMETROS ESTADISTICOS</b>	<b>CRESTAR</b>	<b>DIB</b>
Media	22,13	7,20
Varianza	0,70	1,22
Observaciones	20	20
Coefficiente de correlación de Pearson	0,011412558	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	19	
Estadístico t	48,47	
P(T<=t) una cola	1,12E-21	**
Valor crítico de t (una cola)	1,73	
P(T<=t) dos colas	2,24E-21	
Valor crítico de t (dos colas)	2,09	

Diferencia altamente significativa entre promedios. Según t Student ( $P \leq 0.01$ ).

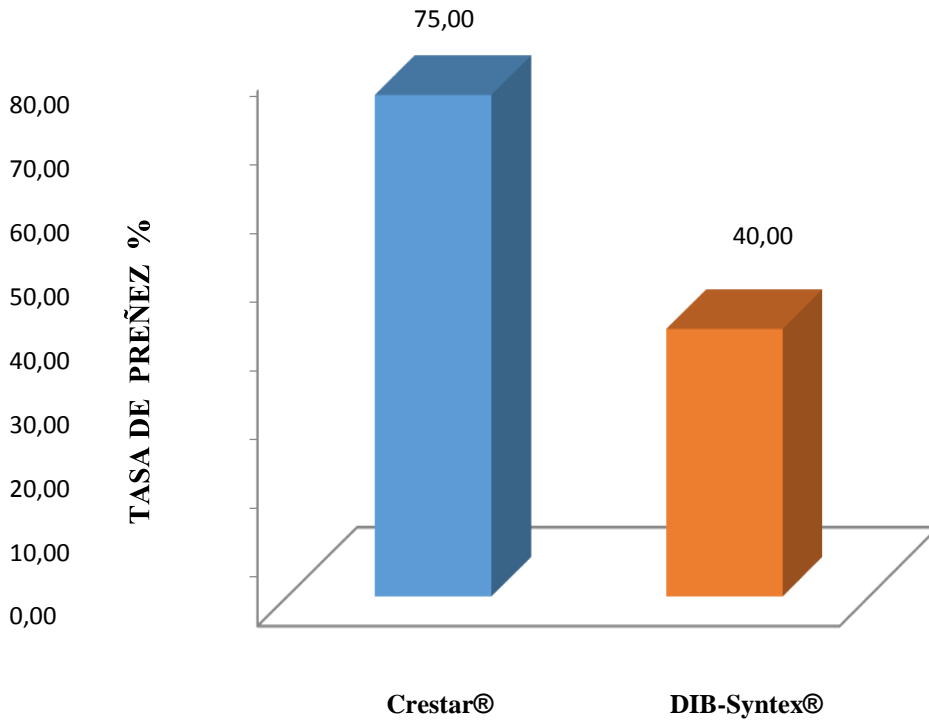
*Elaboración: Bautista. A. (2015)*

En el cuadro 5, se observa que existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre el Tratamiento 1 y 2; donde el Tratamiento 1 obtuvo un valor promedio de 22,13 ng/ml en suero sanguíneo y el Tratamiento 2 un valor promedio de 7,20 ng/ml en suero sanguíneo. Concluyendo que los niveles de LH influyen en la fertilidad de los vacunos.

### **b. Tasa de Preñez**

A continuación, en el gráfico 6 presentamos la Tasa de Preñez determinada en vaconas mestizas del CIPCA sometidas a dos protocolos de IATF, en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo.

**Grafico 6. Tasa de Preñez determinada en vaconas mestizas del CIPCA sometidas a dos protocolos de IATF, en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo**



**TRATAMIENTOS HORMONALES**  
*Elaboración: Bautista. A*

Con el análisis de esta variable determinamos los porcentajes de gestación de los dos Tratamientos evaluados, obteniendo con el Tratamiento 1 el 75,0 % de vaconas gestantes; mientras que con el Tratamiento 2, las vaconas registraron una gestación del 40,00 %; el diagnóstico se realizó a los 42 días luego de la inseminación artificial, Véase también en el anexo 7, página 51. Se evaluó la tasa de fertilidad al primer servicio.



Brogliatti, G. (2003) obtiene resultados de porcentaje de preñez del 45 al 60 % en explotaciones ganaderas en zonas tropicales, teniendo en cuenta que el Tratamiento 1 muestra una Tasa de Preñez de un 70,0 % superando los parámetros sugeridos por la literatura, sin embargo el Tratamiento 2 muestra una Tasa de Preñez de un 40,0 % encontrándose dentro de los parámetros reportados. Además que Ramírez, J. (2000), indica que la tasa de fertilidad mediante la utilización de Norgestomet es de 33 a 65 %.

### **c. Determinación de costos de los protocolos de sincronización de celo para IATF, aplicados en vaconas mestizas del CIPCA.**

El costo de la aplicación del Tratamiento 1, presenta un valor de 40,00 USD/vacona; y el costo de la aplicación del Tratamiento 2, merece un costo de 19,00 USD. Sin embargo, respecto a la eficiencia obtenida en los índices reproductivos al aplicar el Tratamiento 1, se justifica pese a ser más costoso, cuadro 6. Además Vargas, L. (2012) indica que la utilización del protocolo a base de Norgestomet® tiene un valor de 33, 60 USD/Vaca.

A continuación, en el cuadro 6 presentamos los Costos en dólares de los protocolos de sincronización de celo para IATF, aplicados en vaconas mestizas del CIPCA.

**Cuadro 6. Costos en dólares de los protocolos de sincronización de celo para IATF, aplicados en vaconas mestizas del CIPCA.**

CONCEPTO	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
Kit P4 (Progesterona)	15,9	9,5
PGf2 $\alpha$ (Prostaglandina)	4,7	4,7
CE (Cipionato de Estradiol)	2,1	0,0
eCG (Gonadotropina Coriónica Equina)	12,5	0,0
GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropina)	4,8	4,8
<b>Costo/Vacona USD</b>	<b>40,00</b>	<b>19,00</b>

*Elaboración: Bautista. A*

## CONCLUSIONES

1. Respecto a los resultados obtenidos en la investigación, se concluye que, al evaluar T1 – CRESTAR® sobre el T2 – DIB-Syntex®, el T1 – CRESTAR® brinda mejores índices reproductivos sobre: la Tasa de Preñez y los niveles de LH considerándose dentro de los rangos, además siendo superiores a los que se describen en zonas trópico – húmedas.
2. En el T1 – CRESTAR®, el uso de estas sales de estradiol (CE o BE) al momento de retirar el implante de Progesterona (P4) mejora significativamente en la dinámica folicular y la ovulación, influyendo sobre la Tasa de Preñez con un 70 % y un promedio en niveles de LH de 22,13 ng/ml. Lo que no sucede con el T2 – DIB-Syntex®, que al no aplicar una sal de estradiol tanto al inicio como al momento de retirar el dispositivo, nos brinda valores bajos en los niveles de LH plasmático con un promedio de 7,20 ng/ml y una Tasa de Preñez del 40 %.
3. Los resultados obtenidos en la investigación con el T2 – DIB-Syntex®, se considera que los factores hormonales y medio ambientales influyen en la producción y la reproducción de las hembras bovinas de las fincas en la Amazonia Ecuatoriana; sin embargo, se puede adicionar o utilizar otras hormonas en el protocolo de IATF como: alguna de estas sales de estradiol (BE o CE) al momento de colocar y retirar el dispositivo; además se puede usar la eCG o PMSG, esto puede modular los valores fisiológicos reproductivos en las hembras bovinas, incrementando significativamente los índices de fertilidad, reflejados en los valores hormonales obtenidos.

## **RECOMENDACIONES**

1. Aplicar programas de sincronización de celo para IATF con protocolos Crestar® en vaconas, a fin de obtener resultados eficientes sobre la Tasa de Preñez, de acuerdo a lo descrito en la presente investigación.
2. Difundir los resultados obtenidos a nivel de ganadería de doble propósito en la zona trópico – húmedo (Región Amazónica), con el objetivo de incrementar la fertilidad bovina y por ende mejorar los rendimientos económicos de los productores ganaderos.
3. Realizar investigaciones en diferentes regiones del Ecuador, donde influye el manejo zootécnico, la genética animal y factores climáticos, que afectan directamente en la eficiencia reproductiva en el ganado bovino.
4. Realizar evaluaciones o perfiles hormonales y determinar su acción e interacción en el ciclo estral bovino, en las diferentes zonas trópico húmedas.

# BIBLIOGRAFÍA

## Citas Consultadas

1. **CASTRO, A. RAMÍREZ;** Ganadería de Leche Enfoque Empresarial; Producción Bovina de Leche Tomo i; Editorial Universidad Estatal a Distancia: 2002; ISBN. 9868-31-244-4.
2. **CASTRO, A. RAMÍREZ;** Reproducción Bovina; Editorial Universidad Estatal a Distancia San José Costa Rica; Primera Edición 1999; ISBN 9977-64-082-3.
3. **GUTIÉRREZ, A Y GONZÁLEZ, C;** Fisiología Aplicada a la Veterinaria y Zootecnia; Editorial Universidad de Caldas Facultad de Ciencias Agropecuarias 2004; Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia; ISBN. 9588041058.
4. **HAFEZ, E Y HAFEZ, B.;** Reproducción e Inseminación Artificial en Animales; McGRAW-HILL; Séptima Edición 2000; ISBN. 970-10-3719-7.
5. **JAMES, G. CUNNINGHAM.;** Fisiología Veterinaria; Editorial Elsevier; Tercera Edición 2003; ISBN. 84-8174-659-2.

## Citas Virtuales

1. Anestro Postparto en Ganado Bovino en el Tropicó. **BÁEZ S\*, GIOVANNI, M.SC y GRAJALES L, HENRY , PH.D. 2009.** Cordova : s.n., Sep/Dic de 2009.
2. **BAVERA, G. A. 2000.** Sitio Argentino de Producción Animal. [En línea] 2000. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
3. **BO, G, y otros. 2008.** Fisiología de la Reproducción de la Vaca. Primera. Cordoba : s.n., 2008.
4. **BO, GA. 1997.** Manipulación del desarrollo folicular en el ganado bovino: su aplicación en programas de sincronización de celos y transferencia de embriones. s.l. : CONICOR, 1997.

5. **BULBARELA, G. 2001.** Tesis de licenciatura. [aut. libro] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz : s.n., 2001.
6. Comportamiento Sexual Durante el Estro en Vacas Lecheras. **SEPÚLVEDA, N y RODERO, E. 2003.** 9, Caracas : INCI, 2003, Vol. 28.
7. **DELGADO, PABLO MOTTA, RAMOS, NATALIA CUÉLLAR y CLAUDIA MERY GONZÁLEZ SÁNCHEZ, EGNA CRISTINA CASTRO ROJAS. 2011.** Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. [En línea] 2011. [http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ5%282%29\\_8.pdf](http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ5%282%29_8.pdf).
8. **DIEZ BRU, N. 1992.** Principios Basicos de la Ecografía. Madrid : Dpto. Patología Animal II, 1992.
9. Endocrinología Reproductiva. **ECHEVERRIA, J. 2006.** 1, España : REDVET, Enero de 2006, Revista Electronica Veterinaria , Vol. VII, págs. 1-12.
10. Estriol y sus derivados. Comportamiento de la tecnología en el mundo. **BARBARA, GIL, NAVARRO, FERNANDO y CUÉ, MANUEL. 1999.** [ed.] Rev Cubana Farm. 3, Habana : Ciencias Medicas, 1999, Vol. 33.
11. **FIERRO, S, y otros. 2009.** Preguntas y Respuestas Sobre la IATF en Ovinos Asociada a Inseminación intrauterina y a la Refrigeración de Semen. [En línea] 2009. [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/inseminacion\\_ovinos/26-IATF\\_ovinos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/inseminacion_ovinos/26-IATF_ovinos.pdf).
12. **FRICKE, P. 2003.** Sitio Argentino de Producción Animal. [En línea] 2003. [Citado el: 17 de Mayo de 2014.] [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/67-ecuacion\\_reproduccion\\_rodeos\\_lecheros.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/67-ecuacion_reproduccion_rodeos_lecheros.pdf).
13. **GARCIA, R. 2008.** Fisiología Reproductiva del Bovino. 2008.
14. **GUTIERREZ, J. 2008.** Desarrollo Sostenible de Ganaderia Doble Proposito. 2008. pág. 519.
15. **HAFEZ, E. y HAFEZ, B. 2000.** Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. [ed.] E.S.E. Hafez y B. Hafez. Séptima. Kiawah Island : McGraw-Hill Interamericana, 2000. pág. 56.

16. **HURNIK, JH. 1987.** Sexual behavior of female domestic mammals. [ed.] Food Animal Practice. s.l. : Veterinary Clinics of North America, 1987. págs. 423-461. Vol. 3.
17. Instituto de Reproducción Animal. **2006.** Cordova : s.n., 2006.
18. **JAMES, G. 2003.** Cunningham Fisiología Veterinaria. s.l. : Elsevier, 2003.
19. **LOWMAN. 1984.** 1984.
20. Luteal peptides and intercelular comunicacion. **SCHAMS, D. 1987.** 34, s.l. : J Report Fert, 1987, págs. 87-99.
21. **McDONALD, L. E. y PINEDA, M. H. 1991.** Endocrinología Veterinaria y Reproducción. Cuarta. Mexico : McGraw-Hill, 1991.
22. Mundo Pecuario. **RAMIREZ, L. 2006.** 1, 2006, Vol. II, págs. 16-17.
23. Peripheral plasma concentration of oestradiol, progesterone, cortisol, LH and prolactin during the oestrus cycle in the cow, with emphasis on the peri-oestrus period. **DIELEMAN, SJ, y otros. 1986.** s.l. : AnimReprod Sci, 1986, Vol. 10, págs. 275-292.
24. Produccion Animal y Biotecnologias Pecuarias: Nuevos Retos. **UFFO, O. 2011.** 1, Habana : s.n., 2011, Revista de Salud Animal, Vol. 33.
25. Pulsatil secretion of gonadotrophing, ovarian steroids and oxytocing during the luteal phase of the oestrous cycle in the cow. **WALTERS, DL, SCHAMS, D y SCHALLENBERGER, E. 1984.** s.l. : J Reprod Fert, 1984, Vol. 71, págs. 479-491.
26. **RUPÉREZ, R. 2004.** [En línea] 2004. [Citado el: 21 de 04 de 2015.] [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/ecografia\\_ultrasonido/74aplicacion\\_ecografia.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/74aplicacion_ecografia.htm).
27. **UNGERFELD, R. 2003.** Reproduccion en Animales Domesticos. Montevideo : Melibea, 2003. Vol. I.
28. **VARGAS, J. 2003.** 2003.
29. **VYNCKIER, L, y otros. 1990.** Plasma estradiol-17 beta concentrations in the cow during induced estrus and after injection of estradiol-17 beta benzoate and estradiol-17 beta cypionate-a preliminary study. s.l. : J. Vet. Pharmacol, 1990, págs. 36-42.

30. **ZARATE, J, RAMIREZ, J Y RODRIGUEZ, F. 2010.** [En línea] 17 de Mayo de 2010. [Citado el: 13 de Mayo de 2014.]



# ANEXOS

### Anexo 1. Protocolo de IATF - Tratamiento 1

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1= CRESTAR®	Día 0 (CRESTAR®); día 7 (Retirar implante + PG2 $\alpha$ + CEP + eCG); día 9 (IATF, GnRH) Extracción de muestras de sangre; Pruebas de niveles de LH).

*Elaboración: Bautista. A*

### Anexo 2. Protocolo de IATF – Tratamiento 2

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T2= DIB-Syntex®	Día 0 (DIB-Syntex®), día 7 (Retira dispositivo + PG2 $\alpha$ ); día 9 (IATF, GnRH). Extracción de muestras de sangre; Pruebas de niveles de LH).

*Elaboración: Bautista. A*

**Anexo 3. Esquema del Protocolo de IATF – Tratamiento 1 en vaconas mestizas del CIPCA**

<b>ESQUEMA DEL PROTOCOLO DE IATF</b>				
<b>DIA</b>	<b>HORA</b>	<b>HORMONA</b>	<b>DOSIS</b>	<b>CONSENTRACION</b>
0	7 am	CRESTAR® (P4) y (VE)	2 cc	3 y 5 mg
7	7 am	Retirar Implante	-	-
7	7 am	PG2 $\alpha$	2cc	150 ug
7	7 am	CE	1 cc	2 mg
7	7 am	eCG	2 cc	400 UI
9	11 am	GnRH	2cc	0,2 mg
<b>IATF de 52 a 56 horas</b>				

*Elaboración: Bautista. A*

**Anexo 4. Esquema del Protocolo de IATF – Tratamiento 2 en vaconas mestizas del CIPCA**

<b>ESQUEMA DEL PROTOCOLO DE IATF</b>				
<b>DIA</b>	<b>HORA</b>	<b>HORMONA</b>	<b>DOSIS</b>	<b>CONSENTRACION</b>
0	7 am	DIB-Syntex®	1	1g
7	7 am	Retirar Dispositivo	-	-
7	7 am	PG2 $\alpha$	2cc	150 ug
9	11 am	GnRH	2cc	0,2 mg
<b>IATF de 52 a 56 horas</b>				

*Elaboración: Bautista. A*

**Anexo 5. Condición corporal (cc) de las vaconas sometidas a IATF**

Nº	IDENTIFICACIÓN	CONDICIÓN CORPORAL
1	6376	3
2	6743	2,8
3	6745	2,9
4	6412	2,7
5	5770	2,9
6	6727	3
7	6353	2,8
8	6395	2,9
9	6256	2,9
10	6720	3
11	6431	3
12	6251	3
13	6391	3
14	6378	2,9
15	6724	2,8
16	6398	2,8
17	4131	2,7
18	6766	3
19	5845	2,9
20	6424	3
21	7977	2,7
22	3108	2,8
23	S/N Roja	2,8
24	3164	2,9
25	7972	2,8
26	7991	2,8
27	S/N Pardo Suizo	3
28	S/N Charo	2,7
29	5660	2,6
30	6693	3
31	1663	3
32	7993	3
33	5767	2,9
34	4104	2,9
35	3990	3
36	4361	2,9
37	4495	2,9
38	3989	3
39	6513	3
40	6715	2,8
<b>PROMEDIO</b>		<b>2,9</b>

**Anexo 6. Resultados de los Exámenes de LH – Tratamientos (T1) y (T2)**

No	TRATAMIENTOS – VALORES ng/ml	
	T 1	T 2
1	22,0	7,0
2	22,1	6,0
3	22,3	7,0
4	22,1	8,0
5	19,1	7,0
6	22,1	8,0
7	22,1	8,0
8	22,3	7,0
9	22,1	7,0
10	23,2	8,0
11	22,1	8,0
12	21,9	7,0
13	21,8	9,0
14	22,1	6,0
15	22,3	10,0
16	22,4	6,0
17	22,3	6,0
18	22,1	6,0
19	23,7	7,0
20	22,4	6,0
<b>PROMEDIO</b>	<b>22,13</b>	<b>7,20</b>


*Elaboración: Bautista. A*

**Anexo 7. Resultados de la Tasa de Preñez – Tratamientos (T1) y (T2)**

No	TASA DE PREÑEZ %	
	T1	T2
1	Preñez	Vacía
2	Vacía	Vacía
3	Preñez	Preñez
4	Vacía	Vacía
5	Preñez	Vacía
6	Preñez	Preñez
7	Vacía	Preñez
8	Preñez	Vacía
9	Preñez	Vacía
10	Preñez	Preñez
11	Preñez	Vacía
12	Preñez	Preñez
13	Preñez	Vacía
14	Vacía	Vacía
15	Preñez	Preñez
16	Preñez	Vacía
17	Vacía	Vacía
18	Preñez	Preñez
19	Preñez	Preñez
20	Preñez	Vacía
<b>PROMEDIO</b>	<b>75%</b>	<b>40%</b>

*Elaboración: Bautista. A*

## Anexo 8. Exámen de Laboratorio (T1)



**CENTRO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO VETERINARIO**  
**"ANIMALAB CIA. LTDA."**

Dircc: Av. Pablo Guadalupe y Nardos (Frente a la AGSO)  
 Telfs.: Of. 2310 902 / Cel.: 0984 454 385 / 0997 984 371 • Mail: c.d.c.animalab@hotmail.com  
 Machachi - Ecuador

N. DE CASO A. 02 984  
 CÓDIGO QUIT 006 984

Fecha de recepción: Jueves, 6 de enero del 2015  
 Fecha de radiación: Viernes, 9 de enero del 2015  
 Fecha de entrega: Lunes, 12 de enero del 2015

PROPIETARIO: Sr. Alceo Pasatieta  
 R.U.: 14004725-42001  
 HACIENDA: Horda Capoa  
 MEDICO SOLICITANTE: Dr. Roberto Quintana  
 ESPECIE: Dornas  
 EDAD: V/E  
 N° DE MUESTRAS: 20  
 FUERZAS SOCIALIZADAS: L21

TIN FICHAS: 002570458  
 UBICACIÓN: Arroyo de Tola  
 MAR: S/D  
 RESPONSABLE: MVZ Hernán Calderín  
 RAZA: Mestizo  
 SEXO: Machos

**RESULTADOS**

N°	NOMBRE	EDAD	SEXO	RAZA	CIFA	VALOR OBTENIDO
1	0370	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
2	0745	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
3	0745	V/E	H	M	S/D	0.023 mU/ml.
4	0492	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
5	0770	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
6	0727	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
7	0355	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
8	0300	V/E	H	M	S/D	0.023 mU/ml.
9	0256	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
10	0720	V/E	H	M	S/D	0.020 mU/ml.
11	0431	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
12	0251	V/E	H	M	S/D	0.019 mU/ml.
13	0301	V/E	H	M	S/D	0.018 mU/ml.
14	0378	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
15	0724	V/E	H	M	S/D	0.023 mU/ml.
16	0306	V/E	H	M	S/D	0.024 mU/ml.
17	4131	V/E	H	M	S/D	0.023 mU/ml.
18	0700	V/E	H	M	S/D	0.021 mU/ml.
19	0640	V/E	H	M	S/D	0.027 mU/ml.
20	0424	V/E	H	M	S/D	0.024 mU/ml.

## Anexo 9. Exámen de Laboratorio (T2)



**M.V.Z. Hernán Calderín**  
Director ANIMALAB

### CENTRO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO VETERINARIO "ANIMALAB CIA. LTDA."

Direc.: Av. Pablo Guarderas y Nardos (Frente a la AGSO)  
Telfs.: Of. 2310 902 / Cel.: 0984 484 385 / 0997 884 371 • Mail: c.d.c.v.animalab@hotmail.com  
Machachi - Ecuador

N.º DE CASO A. 2015-0014  
CÓDIGO Q217-001-2015

Fecha de recepción: Miércoles, 7 de enero del 2015  
Fecha de maltrato: Jueves, 8 de enero del 2015  
Fecha de entrega: Lunes, 19 de enero del 2015

PROPIETARIO:	Sr. Alan Panatista	TELÉFONO:	0008100776
RUC:	S/D	UBICACIÓN:	Acomandada Tola
HACIENDA:	Heda. Cipca	MAIL:	S/D
NOMBRE SOLICITANTE:	Dr. Roberto Quintana	RESPONSABLE:	MVZ. Hernán Calderín
ESPECIE:	Bovinas	RAZA:	Hierona
EDAD:	V/E	SEXO:	Hembras
Nº DEMUESTRAS:	20		
PRUEBAS SOLICITADAS:	LH		

#### RESULTADOS

Nº	NOMBRE	EDAD	SEXO	RAZA	CEZA	VALOR OBTENIDO
1	7977	V/E	H	M	S/D	0,07 mU/mL
2	3108	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
3	S/N Rojo	V/E	H	M	S/D	0,07 mU/mL
4	3104	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
5	7972	V/E	H	M	S/D	0,07 mU/mL
6	7901	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
7	S/N Pardo Suelto	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
8	S/N Claro	V/E	H	M	S/D	0,07 mU/mL
9	5660	V/E	H	M	S/D	0,07 mU/mL
10	6603	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
11	1603	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
12	7903	V/E	H	M	S/D	0,07 mU/mL
13	5707	V/E	H	M	S/D	0,09 mU/mL
14	4104	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
15	3900	V/E	H	M	S/D	0,10 mU/mL
16	4301	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
17	4400	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
18	3080	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL
19	6783	V/E	H	M	S/D	0,07 mU/mL
20	6785	V/E	H	M	S/D	0,06 mU/mL



**Anexo 10. Unidades Experimentales a Libre Pastoreo (Reconocimiento)**



**Anexo 11. Unidades Experimentales previas a la Sincronización**



**Anexo 12. Chequeo Ginecológico previo a la Sincronización**



**Anexo 13. Insumos Veterinarios Tratamiento (T1) - CRESTAR®**



#### Anexo 14. Insumos Veterinarios Tratamiento (T2) - DIB®



#### Anexos 15. Aplicación de Implante CRESTAR® en la oreja izquierda



## Anexo 16. Aplicación de Dispositivo Intravaginal DIB®



## Anexo 17. Tubos y Agujas Vacuntainers para Extracción de Sangre



**Anexo 18. Extracción de Sangre de la Vena Coccígea Media**



**Anexo 19. Refrigeración de las Muestras de Sangre en el Cooler de Transporte**



**Anexo 20. Material para la Inseminación Artificial.**



**Anexo 21. Inseminación Artificial**



## Anexo 22. Diagnóstico de Preñez con Ecografía



## Anexo 23. Fotografía con Presencia de Saco Vitelino (Ecógrafo)



**Anexo 24. Fotografía con Presencia de Saco Vitelino (Ecógrafo)**



**Anexo 25. Fotografía con Presencia de Saco Vitelino (Ecógrafo)**





## Anexo 26. Personal del Trabajo de Investigación

