



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

#### **“EFICIENCIA DE DOS HORMONAS DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS LECHERAS EN LA FINCA MARÍA DELFINA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

**José Antonio Quimbiamba Carrasco**

**DIRECTOR:**

**Dr. Luis Nájera M.Sc.**

**Ibarra, abril del 2018**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

## EFICIENCIA DE DOS HORMONAS EN LA TASA DE PREÑEZ DE VACAS LECHERAS EN LA FINCA MARIA DELFINA

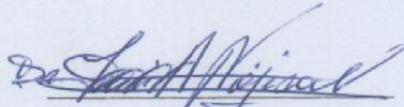
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Dr. Luis Nájera M.Sc

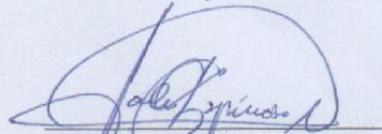
**DIRECTOR**



FIRMA

Dr. Manly Espinosa M.Sc

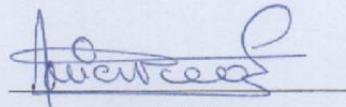
**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing., Miguel Aragón Esparza M.Sc

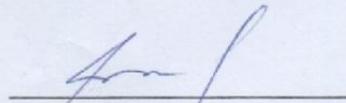
**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón M.Sc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>Cédula de identidad:</b>	172443309-7
<b>Apellidos y Nombres:</b>	Quimbiamba Carrasco José Antonio
<b>Dirección:</b>	Cayambe – Comunidad Santo Domingo N°1
<b>Email:</b>	<a href="mailto:joseantonio12571@hotmail.com">joseantonio12571@hotmail.com</a>
<b>Teléfono fijo:</b>	0980412926

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	Eficiencia de dos hormonas de la tasa de preñez en vacas lecheras en la finca María Delfina.
<b>Autor:</b>	Quimbiamba Carrasco José Antonio
<b>Fecha:</b>	2018
<b>Solo para trabajos de grado</b>	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>Director:</b>	Dr. Luis Nájera M.Sc.

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

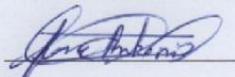
Yo **José Antonio Quimbiamba Carrasco** con cédula de identidad Nro. 1724433097 en calidad de autor y titular de los derechos de autoría de la obra ya mencionada anteriormente hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital. Autorizando a la Universidad Técnica del Norte, publicación de la obra en el repositorio digital de la institución y uso del archivo digital en la biblioteca con fines académicos, para aplicar como material de apoyo a la educación, investigación, extensión; en concordancia con la ley de educación superior.

## **3. CONSTANCIA**

El autor manifiesta que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de abril de 2018.

### **EL AUTOR**



Firma

Quimbiamba Carrasco José Antonio

**172443309-7**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por José Antonio Quimbiamba Carrasco, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 25 días del mes de abril de 2018.



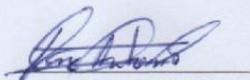
Dr. Luis Nájera M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo **José Antonio Quimbiamba Carrasco** con cédula de identidad Nro. 1724433097 Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **EFICIENCIA DE DOS HORMONAS DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS LECHERAS EN LA FINCA MARIA DELFINA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 25 días del mes de abril de 2018.



Firma

Quimbiamba Carrasco José Antonio

**172443309-7**

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** Ficaya – UTN

**Fecha:** 25 de abril del 2018

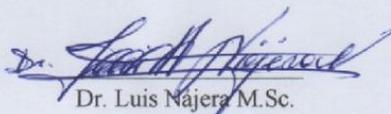
**Quimbiamba Carrasco José Antonio** “Eficiencia de dos hormonas de la tasa de preñez en vacas lecheras en la finca María Delfina”/TRABAJO DE GRADO, Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería Agropecuaria Ibarra, 25 de Abril del 2018, 91 páginas.

**Director:** Dr. Luis Nájera M.Sc.

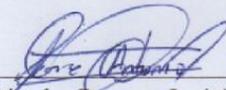
El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar la eficiencia de la prostaglandina y estradiol de la tasa de preñez en vacas lecheras en la finca María Delfina, entre los objetivos específicos se encuentran: 1.- Determinar la intensidad y la duración del celo bajo los efectos de la prostaglandina y estradiol. 2.-Evaluar la eficiencia de la prostaglandina y estradiol en la tasa de preñez. 3.-Establecer el beneficio económico de la prostaglandina y estradiol en la tasa de preñez.

**Fecha:** 25 de abril del 2018



Dr. Luis Nájera M.Sc.

**Director**



Quimbiamba Carrasco José Antonio

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ponerme en el camino a personas que me ayuden a ser cada día mejor.

Agradezco a mi familia, amigos y docentes que, gracias a su apoyo incondicional, he podido concluir con esta obra.

Sobre manera agradezco a mi director de tesis Dr. Luis Nájera y asesores Dr. Manly Espinosa, Ing. Miguel Aragón Esparza e Ing. Juan Pablo Aragón por sus efectivos y acertados consejos para lograr con éxito la culminación del trabajo de titulación y así poder contribuir a nuestro querido país Ecuador.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres y hermano, por todo lo que han hecho para que sea alguien en la vida, gracias a su educación, apoyo incondicional y amor, a mis amigos, compañeros que siempre estuvieron apoyándome en mi etapa estudiantil.

Se lo dedico de manera muy especial a mi madre Zoila Carrasco y a mi padre José Quimbiamba ya que ellos han sido el pilar fundamental, en quien me sostengo todos los momentos de mi vida, gracias a sus consejos y amor he podido salir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLA.....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>XVI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XVII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema .....	2
1.3 Formulación del problema .....	2
1.4 Justificación.....	2
1.5 Objetivos .....	3
1.5.1 General.....	3
1.5.2 Específicos.....	3
1.6 Hipótesis.....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Importancia de la ganadería en el mundo .....	5
2.2 Importancia de la ganadería en el Ecuador .....	5
2.3 Fisiología del aparato reproductor de las vacas .....	5
2.3.1 Ovarios .....	5
2.3.2 Trompas de falopio u Oviducto.....	6
2.3.3 Útero .....	6
2.3.4 Cérvix.....	6

2.3.5	Vagina y Vulva .....	6
2.4	Pubertad.....	7
2.5	Ciclo estral de la vaca .....	7
2.5.1	Definición .....	7
2.5.2	Fase folicular o de regresión luteal (Proestro).....	7
2.5.3	Fase Preovulatoria (Estro y Metaestro) .....	8
2.5.4	Fase lutea .....	9
2.5.5	Fases del ciclo estral.....	9
2.5.6	Ciclo estral hormonal de la vaca .....	10
2.5.7	Signos de celo.....	10
2.6	Endocrinología de la reproducción .....	10
2.6.1	Hormonas.....	10
2.6.2	Hipotálamo.....	11
2.6.3	Mecanismo Feed back.....	11
2.6.4	Hipófisis.....	12
2.6.5	Ovario.....	12
2.6.6	Funciones de las hormonas de la reproducción .....	12
2.7	Prostaglandina .....	13
2.7.1	Química y biosíntesis de las prostaglandinas.....	13
2.7.2	Mecanismo de acción de las prostaglandina .....	14
2.7.3	Función de la prostaglandina .....	14
2.8	Estrógenos .....	15
2.8.1	Biosíntesis.....	15
2.8.2	Mecanismo de acción del estradiol.....	15
2.8.3	Función del Estradiol.....	16
2.9	Cuerpo lúteo .....	17
2.10	Luteólisis .....	17
2.11	Condición corporal.....	17
2.12	Vacas anestrícas .....	18
2.13	Sincronización con prostaglandina .....	18

2.14	Sincronización con estradiol .....	18
2.15	Inseminación artificial.....	19
2.15.1	Protocolo de inseminación artificial.....	20
2.16	Diagnóstico de preñez .....	20
2.17	Palpación rectal .....	21
2.18	Prostaglandina en cabras .....	21
2.19	Prostaglandina en ovejas .....	22
2.20	Estudios de sincronización en vacas .....	22
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>24</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>24</b>
3.1	Caracterización del área de estudio.....	24
3.1.1	Ubicación Geográfica .....	24
3.2	Materiales y Equipos.....	25
3.2.1	Material experimental .....	25
3.2.2	Materiales de campo .....	25
3.2.3	Equipos.....	25
3.3	Metodología .....	26
3.3.1	Tipo de investigación .....	26
3.3.2	Factores en estudio.....	26
3.3.3	Tratamientos .....	26
3.3.4	Diseño experimental .....	27
3.3.5	Características del experimento .....	27
3.4	VARIABLES EVALUADAS.....	27
3.4.1	Presencia de estro posterior al tratamiento hormonal .....	27
3.4.2	Duración de celo o estro .....	28
3.4.3	Intensidad del celo .....	28
3.4.4	Porcentaje de vacas que manifiestan celo.....	28
3.4.5	Tasa de preñez .....	28
3.4.6	Análisis beneficio costo .....	29

3.5	Manejo específico del experimento .....	29
3.5.1	Duración del experimento.....	29
3.5.2	Área de estudio .....	29
3.5.3	Composición forrajera de los potreros .....	29
3.5.4	Alimentación .....	30
3.5.5	Selección de animales e identificación .....	31
3.5.6	Descripción de los tratamientos .....	35
3.5.7	Inseminación artificial .....	37
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>38</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>38</b>
4.1	Presencia de celo posterior al tratamiento hormonal .....	38
4.2	Duración de celo .....	40
4.3	Intensidad de celo.....	41
4.4	Porcentaje de presencia de celo.....	42
4.4.1	Prostaglandina .....	44
4.4.2	Estradiol .....	44
4.4.3	Testigo.....	45
4.5	Tasa de preñez.....	45
4.5.1	Prostaglandina .....	47
4.5.2	Estradiol .....	47
4.6	Análisis costo beneficio .....	47
4.7	Prueba de hipótesis.....	49
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>		<b>50</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>		<b>51</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>52</b>
<b>8. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>		<b>57</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Función de la prostaglandina .....	14
<b>Figura 2:</b> Función del estradiol .....	16
<b>Figura 3:</b> Mapa de ubicación del área de estudio .....	24
<b>Figura 4.</b> Acción de prostaglandina .....	36
<b>Figura 5.</b> Acción del estradiol.....	37
<b>Figura 6:</b> Tiempo de inseminación artificial.....	37
<b>Figura 7:</b> Presencia de celo posterior al tratamiento hormonal .....	39
<b>Figura 8:</b> Duración de celo .....	40
<b>Figura 9:</b> Intensidad de celo.....	42
<b>Figura 10:</b> Porcentaje de celo .....	43
<b>Figura 11:</b> Tasa de preñez.....	46
<b>Figura 12:</b> Análisis Costo Beneficio.....	48

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1</b> Tratamientos evaluados .....	26
<b>Tabla 2:</b> Contenido nutricional del suplemento vacas lecheras .....	30
<b>Tabla 3:</b> Composición de la sal mineral.....	31
<b>Tabla 4:</b> Chequeo ginecológico .....	32
<b>Tabla 5:</b> Identificación de animales .....	32
<b>Tabla 6:</b> Condición corporal .....	33
<b>Tabla 7:</b> Descripción de la raza de los animales .....	34
<b>Tabla 8:</b> Peso de vacas tratadas.....	34
<b>Tabla 9:</b> Días abiertos .....	35
<b>Tabla 10:</b> Parámetros de homogeneidad.....	38
<b>Tabla 11:</b> Análisis de varianza para presencia de celo posterior al tratamiento hormonal.....	38
<b>Tabla 12:</b> Análisis de varianza para la duración de celo.....	40
<b>Tabla 13:</b> Adeva de la intensidad de celo .....	41
<b>Tabla 14:</b> Adeva porcentaje de presencia de celo.....	42
<b>Tabla 15:</b> Porcentaje de presencia celo por tratamientos.....	43
<b>Tabla 16:</b> Tasa de preñez .....	45
<b>Tabla 17:</b> Adeva tasa de preñez .....	46
<b>Tabla 18:</b> Análisis de costos .....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Mapa de ubicación .....	62
<b>Anexo 2:</b> Cercado eléctrico .....	63
<b>Anexo 3:</b> Evaluación condición corporal .....	64
<b>Anexo 4:</b> Datos de las vacas en estudio: Producción, Parto, Días abiertos, Edad, CC y Peso.....	65
<b>Anexo 5:</b> Datos de variables: Celo después de la hormona, Presencia de celo, Intensidad de celo, Duración de celo, Tasa de preñez .....	66
<b>Anexo 6:</b> Costo de producción total .....	67
<b>Anexo 7:</b> Inicio de investigación .....	68
<b>Anexo 8:</b> Materiales de investigación .....	69
<b>Anexo 9:</b> Implantación del área de estudio .....	72
<b>Anexo 10:</b> Presencia de celo y montas .....	73
<b>Anexo 11:</b> Inseminación .....	74

**TÍTULO:** EFICIENCIA DE DOS HORMONAS DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS LECHERAS EN LA FINCA MARÍA DELFINA.

**Autor:** José Antonio Quimbiamba Carrasco

**Director de Trabajo de Titulación:** Dr. Luis Nájera M.Sc.

**Año:** 2018

**RESUMEN**

En la provincia de Pichincha, cantón Cayambe, comunidad de Pambamarca; se realizó el estudio “Eficiencia de dos hormonas de la tasa de preñez en vacas lecheras en la finca María Delfina”, los objetivos específicos planteados fueron 1) Determinar la intensidad y duración del celo bajo los efectos de la prostaglandina y estradiol. 2) Evaluar la eficiencia de la prostaglandina y estradiol en la tasa de preñez 3) Establecer el beneficio económico de la prostaglandina y estradiol. La investigación estuvo conformada por tres tratamientos y siete repeticiones con un diseño completamente al azar (DCA) cada unidad experimental fue una vaca lechera de primero o segundo parto. Para la obtención de resultados se efectuó el análisis de varianza (ADEVA), además para las variables que poseen significancia se realizó la prueba de Tukey al 5%. En el análisis económico se utilizó la metodología del beneficio/costo. El tratamiento que reportó mejores resultados fue el T1 (Prostaglandina) con una tasa de preñez del 85% además presentó promedios más altos respecto a las variables: días a la presencia de celo después de aplicar la hormona, duración e intensidad de celo y porcentaje de presencia de celo; en el T3 (Testigo absoluto sin hormona) fue el menos efectivo con una tasa de preñez del 43% teniendo los puntos más bajos en todas las variables, sin embargo el T2 (Estradiol) tuvo una tasa de preñez del 71 % siendo este el tratamiento de menos costos pero se obtiene menor tasa de preñez con relación al T1 (Prostaglandina) el cual es más efectivo ya que puede generar más réditos económicos concluyendo así que el T1 es el más eficiente.

**TITLE:** EFFICIENCY OF TWO HORMONES OF THE PRICE RATE IN DAIRY COWS IN THE MARÍA DELFINA FARM.

**Author:** José Antonio Quimbiamba Carrasco

**Director of Titling Work:** Dr. Luis Nájera M.Sc.

**Year:** 2018

### **ABSTRACT**

In the province of Pichincha canton Cayambe community of Pambamarca the study Efficiency of two hormones of pregnancy rate in dairy cows in the farm Maria Delfina, the specific objectives were 1) Determine the intensity and duration of heat under the effects of prostaglandin and estradiol. 2) Evaluate the efficiency of prostaglandin and estradiol in the pregnancy rate. 3) Establish the economic benefit of prostaglandin and estradiol. The investigation consisted of three treatments and seven repetitions with a completely randomized design (DCA). Each experimental unit was a first or second calving dairy cow. To obtain results, the analysis of variance (ADEVA) was performed, and for the variables that have significance, the Fisher test was performed at 5%. In the economic analysis, the benefit / cost methodology was used. The treatment that gave the best results was T1 (Prostaglandin) with a pregnancy rate of 85%. I also present higher averages with respect to the variables: days after the hormone was applied, the duration and intensity of estrus and the percentage of presence of heat; in T3 (absolute control without hormone) was the least effective with a pregnancy rate of 43% having the lowest points in all the variables. However, T2 (Estradiol) had a pregnancy rate of 71%, this being the treatment with the lowest costs but a lower pregnancy rate is obtained in relation to T1 (Prostaglandin), which is more effective since it can generate more economic benefits thus concluding that T1 is the most efficient.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Vizcarra (2015), manifiesta que la Sierra Ecuatoriana se han dedicado a criar y producir ganado lechero, destacando a la provincia de Pichincha con mayor actividad ganadera, produciendo el 21% de leche de la región Sierra dentro de esto sobresalen ocho cantones productores siendo los cantones Mejía y Cayambe con la más alta producción. En el Ecuador se producen 5,32 millones de litros diarios, obteniendo un incremento en los últimos años del 25% a 30% lo cual indica que se producen un excedente de 250.000 litros al día de leche de buena calidad, que se pretende exportar (Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente, 2014).

Según Carvajal (2015) en Ecuador la tasa de preñez es del 49% al respecto el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (2013), afirma que en Uruguay existe una tasa de preñez del 72.3 % por otro lado en Nueva Zelanda la tasa de preñez es del 85%, debido a que ellos manejan nuevos métodos hormonales en la parte reproductiva. La infertilidad de los animales está determinada por diferentes aspectos reproductivos como son: vacas anestricas, anomalías en el puerperio lo que limita el progreso de las explotaciones ganaderas (Hernandez, 2013).

Hoyos (2010), afirma que, al mantener una apropiada eficiencia reproductiva, el manejo se hace más dinámico, donde la producción de leche o crías se mantiene constante. De este modo el capital de trabajo es sustentable y sostenible a lo largo de la etapa reproductiva.

Según Dutan (2013), determinó que el tratamiento con dos dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol, generó una mayor tasa de preñez del 60% frente a 30% generado por el tratamiento con una sola dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol. Mientras que Romero y Gómez (2012), manifiestan que al utilizar prostaglandina en la tasa de preñez se obtuvieron resultados de un 70% con relación al testigo que fue de 30% en la tasa de preñez.

## **1.2 Problema**

Fernández 2012), menciona que el anestro, estro silencioso y el desbalance hormonal son factores que afectan a la economía de las explotaciones ganaderas, la principal causa de la disminución de la fertilidad a nivel de la provincia de Pichincha, específicamente en el cantón Cayambe es el anestro y estro silencioso los cuales van llevados de la mano de los cambios bruscos de temperatura y celos de corta duración, identificándose que estos factores reducen la tasa de preñez, ampliándose así los días abiertos e impedido que la inseminación artificial sea más eficiente.

En la Finca María Delfina, cuya ganadería bordea las 210 cabezas de ganado con 100 vacas en producción se ha identificado cerca del 30% de problemas reproductivos tales como estrés calórico, celos de corta duración, cambios bruscos de temperatura en la zona por lo que este trabajo investigativo busca nuevos métodos para así mejorar la tasa de preñez, ya que por no realizar un buen manejo reproductivo han tenido pérdidas económicas del 20% de la producción por vaca al año.

En vacas con mayor producción a los 12 litros que es el promedio de la propiedad se produce el bloqueo de hormonas afectando negativamente el desempeño reproductivo del hato (López, 2013).

## **1.3 Formulación del problema**

¿Se puede mejorar la tasa de preñez en las vacas lecheras de la finca María Delfina?

## **1.4 Justificación**

Saldarriaga (2009), menciona que en los hatos de ganado lechero si no obtienen una cría por año, la efectividad de la producción y reproducción afecta los ingresos económicos de los ganaderos. Por consecuencia se debe buscar nuevos métodos que permitirán inseminar y preñar

mayor número de animales, sin tener retrasos reproductivos y obtener una mejor tasa de preñez y producción de leche.

En la actualidad la ganadería exige a los productores máxima eficiencia en la tasa de preñez al ser un factor principal, que contribuye a mejorar los réditos económicos (Cutaia, 2006).

La mayoría de los hatos ganaderos siguen manejando programas de reproducción bovina basados en el manejo ancestral y sin poseer registros, esto ha conllevado a que se amplíen los días abiertos así como también los celos silenciosos y vacas anestrícas; por tal motivo se propuso la realización de la presente investigación para implementar técnicas que permitan mejorar el índice de vacas preñadas de manera que se obtenga información actualizada a los pequeños ganaderos sobre técnicas de manejo reproductivo que permitan mejorar la producción de leche, con miras a tener ganaderías prosperas y rentables en las organizaciones campesinas de la región.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 General**

Determinar la eficiencia de la prostaglandina y estradiol de la tasa de preñez en vacas lecheras en la finca María Delfina.

### **1.5.2 Específicos**

- Determinar la intensidad y la duración del celo bajo los efectos de la prostaglandina ( $\text{PgF2}\alpha$ ) y estradiol (E4).
- Evaluar la eficiencia de la prostaglandina ( $\text{PgF2}\alpha$ ) y estradiol (E4) en la tasa de preñez de vacas lecheras.
- Establecer el beneficio económico de la prostaglandina ( $\text{PgF2}\alpha$ ) y estradiol (E4) en la tasa de preñez de vacas lecheras.

## 1.6 Hipótesis

- **Ho:** Ninguno de los tratamientos mejorarán la tasa de preñez en vacas lecheras.
- **Ha:** Al menos uno de los tratamientos mejorará la tasa de preñez en vacas lecheras.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Importancia de la ganadería en el mundo**

La ganadería a nivel mundial se ha transformado en los últimos años siendo en algunos países una actividad multifuncional generando alimentos e ingresos económicos de tal manera la creciente demanda de leche y sus derivados han hecho que el objetivo principal de los hatos lecheros sea producir mayor cantidad de leche de buena calidad por hectárea a menor costo posible, para lograr este propósito, se han implementado técnicas de manejo reproductivo mediante tratamientos hormonales (Márquez, 2012).

#### **2.2 Importancia de la ganadería en el Ecuador**

En la región andina de sur américa se destaca a Ecuador y Colombia como los principales productores de leche, teniendo así Ecuador una población aproximada de 4,13 millones de bovinos de los cuales el 49, % corresponde a la región sierra donde se producen 4.1 millones de litros diarios, dentro de lo cual se considera un pilar importante y fundamental para las familias que subsisten de esta actividad (ESPAC, 2016).

#### **2.3 Fisiología del aparato reproductor de las vacas**

##### **2.3.1 Ovarios**

Los ovarios son las estructuras más complejas e importantes en el aparato reproductor de las vacas ya que interactúa con otras glándulas y estructuras nerviosas en el cuerpo para poder controlar el ciclo reproductivo de la vaca (Ruiz, 2016). El complejo ovario-hipotálamo-hipófisis se encarga de las funciones ováricas y uterinas que determinan los diferentes eventos del ciclo estral. Los ovarios de aproximadamente 1.5 pulgadas de largo y ½ de ancho, contiene dos principales estructuras, el cuerpo lúteo (producción de progesterona) y los folículos que producen el estradiol y producción de óvulos en diferentes estados de madures (Rivera, 2009).

### **2.3.2 Trompas de falopio u Oviducto**

Se convierte en la estructura que une los cuernos uterinos con el ovario, además de ser el sitio donde se lleva a cabo la fertilización. El extremo craneal del oviducto presenta una abertura ancha y delgada en forma de embudo llamada fimbria o infundíbulo el cual abraza al ovario y captura el óvulo durante la ovulación. Una vez que el óvulo entra el oviducto, viaja y se deposita en la ampolla esperando por el espermatozoide para llevar a cabo la fertilización (Rivera , 2009).

### **2.3.3 Útero**

Consta de un cuerpo y dos cuernos (derecho e izquierdo); su interior está recubierto de una membrana mucosa, llamada endometrio con abundantes glándulas simples, excepto en las carúnculas que no son glandulares. Las carúnculas son proyecciones o pequeños botones de la superficie interna del útero, donde se fijan, por medio de los cotiledones, las membranas fetales durante la gestación (Yanguma, 2009).

### **2.3.4 Cérvix**

El cérvix es una estructura en forma de esfínter, se caracteriza por tener una pared muscular gruesa y poseer pliegues o anillos que son capaces de cerrarse herméticamente formando una barrera física entre la vagina y el útero protegiéndoles del medio externo, es responsable de la producción de moco Cervical (Rangel, 2009).

### **2.3.5 Vagina y Vulva**

La vagina está ubicada paralela al recto por encima de la vejiga, la vagina puede medir aproximadamente 25 centímetros varía dependiendo de la raza de la vaca, también al desarrollo corporal y estado reproductivo de la hembra bovina. La vulva, constituye la abertura exterior del tracto reproductor de la vaca; se comunica con la vagina por medio del vestíbulo. La vulva aumenta de tamaño y varía su coloración en las épocas de celo. Cerca de la abertura externa y en

la parte exterior, se encuentra un órgano sexual llamado clítoris, cuya estimulación excita sexualmente a la hembra (Yanguma, 2009).

## **2.4 Pubertad**

Se presenta cuando la hembra bovina alcanza el 55% a 60% de su peso adulto y se presenta el primer comportamiento de estro acompañado por la ovulación y maduración del cuerpo lúteo en el ovario. Esto se encuentra determinado por diversos factores, tales como: genotipo, tamaño y peso del animal (factores endógenos), estación del año al nacimiento, época de lluvias, nutrición, temperatura ambiental, método de crianza (Gómez, 2008).

## **2.5 Ciclo estral de la vaca**

### **2.5.1 Definición**

Se conoce como ciclo estral al ritmo de actividad ovárica, que consiste en la maduración de un folículo, la ovulación, la formación del cuerpo lúteo y la destrucción del mismo para permitir la maduración de un nuevo folículo y cerrar el ciclo. La duración en promedio de este evento es de 21 días puntualizando la dinámica folicular, desarrollo de ondas, endocrinología y características del desarrollo folicular durante el ciclo estral bovino (Rivadeneira, 2013).

### **2.5.2 Fase folicular o de regresión luteal (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 (Palma, 2001). Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo tenemos una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la PGF2a 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 tiene a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotropinas (FSH y 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 (Lab. Sintex, 2005).

### **2.5.3 Fase Preovulatoria (Estro y Metaestro)**

Esta fase comienza con la receptividad al macho (la vaca se deja montar por otras 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, baja con frecuencia y pierde el apetito; en el caso de las vacas lecheras, se reciente su producción (Ortega, Favala, & Hernandez, 2011).

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 preovulatorio 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 (Palma, 2001).

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 horas 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 (Lab. Sintex, 2005).

#### 2.5.4 Fase lútea

La fase lútea temprana (metaestro) el cuerpo lúteo se forma a partir de las células foliculares. En la fase lútea media (diestro), el cuerpo lúteo produce grandes cantidades de progesterona. Durante la fase lútea tardía el cuerpo lúteo se destruye (lisis) por la acción de la prostaglandina ( $F2\alpha$ ) producida por el endometrio uterino. La lisis del cuerpo lúteo (luteólisis) es seguida por una marcada reducción de la progesterona en sangre. La retroalimentación negativa ejercida por la progesterona sobre el hipotálamo es eliminada y la hembra entra en una nueva fase folicular ya que se incrementa el (GnRH) (Pullman, 2015).

#### 2.5.5 Fases del ciclo estral

Alzate (2017), manifiesta que el ciclo está dividido en 4 fases que son las siguientes:

- **Proestro:** El ciclo estral se inicia con el crecimiento y maduración de uno o varios folículos ováricos, bajo el estímulo de la (FSH) y (LH); conforme los folículos van creciendo se produce cada vez más estrógenos, sobre todo al final de esta fase que provoca una creciente vascularización y un mayor crecimiento celular. En definitiva, el proestro es una fase preparatoria del estro o celo (4 días).
- **Estro o celo:** Es el período de receptibilidad de la hembra al macho caracterizado por las manifestaciones de celo como consecuencia de la alta concentración de estrógenos. Estos por retro funcionalidad positiva van a inducir al hipotálamo-hipófisis para una mayor liberación de (LH) así completando la maduración del folículo hasta que ocurre una descarga preovulatoria de (LH) que provoca la ovulación (1 día).
- **Metaestro:** Corresponde al período de formación y crecimiento del cuerpo lúteo que se instaura después de la ovulación. En esta fase comienza la producción de progesterona (3 días).
- **Diestro:** Representa generalmente la fase más larga del ciclo. Esta fase se desarrolla desde la madurez del cuerpo lúteo hasta la regresión del mismo, hay una gran producción de progesterona, mantenida por el influjo de la (LH) (13 días).

### **2.5.6 Ciclo estral hormonal de la vaca**

Según Sepúlveda (2013), el ciclo estral está regulado por una armoniosa acción combinada del sistema nervioso con diversos órganos y diferentes hormonas, dentro de los más importantes se encuentra el hipotálamo, situado en la base del cerebro, aquí se produce la hormona generadora de gonadotropina (GnRH) la que estimula a la hipófisis a la producción de las hormonas (FSH) y (LH) donde la (FSH) estimula el desarrollo de los folículos en los ovarios mientras que la (LH) es responsable de la última fase de la maduración folicular, ovulación, liberación del óvulo y mantenimiento del cuerpo lúteo en el ovario. El folículo contenido en el óvulo produce estradiol, esta es la hormona del celo o estro induciendo a comportamientos y signos físicos que evidencian que el animal está preparado para concebir tras la ovulación, un cuerpo lúteo se desarrolla en los restos del folículo el cual produce progesterona la cual suprime la liberación (GnRH) así también de la (FSH) y (LH) lo cual evita nuevas ovulaciones y tiene una influencia en la membrana mucosa del útero preparándolo para recibir un embrión, si la vaca no está preñada el útero produce prostaglandina lo que permite la regresión del cuerpo lúteo con un descenso de los niveles de progesterona permitiendo el inicio de un nuevo ciclo.

### **2.5.7 Signos de celo**

La detección de celo requiere una aguda observación. La mayoría de las vacas posee un patrón de comportamiento que cambia gradualmente desde el comienzo al final del celo. El mejor indicador de que una vaca está en celo es cuando se mantiene quieta, nerviosa, se endematiza la vulva, se deja montar por sus compañeras o un toro y secreta moco cervical (Ramirez, Diaz, & Roman, 2014).

## **2.6 Endocrinología de la reproducción**

### **2.6.1 Hormonas**

Las hormonas son mensajeros químicos que transmite información a las células y coordina las adaptaciones homeostáticas, crecimiento, desarrollo y reproducción, y a su vez pone

en marcha las actividades celulares, respuestas tisulares, reparación de órganos y mantenimiento del sistema. Estos mensajeros actúan en bajas concentraciones y funcionan como catalizadores (Guillén, 2009).

## **2.6.2 Hipotálamo**

Es una parte básica del cerebro en donde las neuronas producen las hormonas como la gonadotropina (GnRH), las cuales se difunden a través de estructuras como los capilares al sistema hipofisario y de allí a las células de la hipófisis anterior, las que tienen como función estimular la producción y secreción de hormonas como folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) las cuales ayudan en la reproducción (Rippe, 2009).

## **2.6.3 Mecanismo Feed back**

Según Brito (1999), menciona que tenemos dos tipos de Feed back hipotalámicos:

- **Feed back largo**

Los esteroides gonadales sobre el hipotálamo, regulan la secreción de la (GnRH). La primera acción del estradiol, la progesterona y la testosterona, disminuye la frecuencia de generación de los pulsos de (GnRH). Después del primer periodo de inhibición (retroacción negativa) el estradiol incrementa en la fase folicular la secreción de la GnRH (retroacción positiva), la que induce a una descarga preovulatoria.

- **Feed back corto**

Llamado también feed back hipotalámico. La acción de los opioides peptídicos es muy corta, estas sustancias ejercen una acción inhibitoria sobre la secreción de la (LH). Estos compuestos se incrementan durante las situaciones estresantes de la alimentación, el confinamiento y el amamantamiento. De esta forma se unen al feed back negativo que ejercen los esteroides sobre la secreción de los factores de liberación hormonal hipotalámico.

#### 2.6.4 Hipófisis

Está Constituida de dos partes una anterior y otra posterior. La adenohipófisis produce diferentes tipos de hormonas como el Folículo-estimulante (FSH) y la Luteinizante (LH) las que cumplen un papel relevante en el ciclo estral. La (FSH) es la encargada del crecimiento y maduración folicular y la (LH) es la que interviene en la ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. La oxitócina, que también es almacenada en la adenohipófisis intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides al útero y en el proceso de luteólisis (Rippe, 2009).

#### 2.6.5 Ovario

Cumplen funciones exocrinas (liberan óvulos) y endocrinas (secretan hormonas). Dentro de las hormonas que se producen en los ovarios citamos a los estrógenos, progesterona y la inhibina. Los estrógenos son producidos por el folículo ovárico y ejercen función sobre algunos órganos como las trompas de Falopio, útero, vagina, vulva y SNC en el cual estimulan la conducta de celo donde el hipotálamo 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) (Lab. Sintex, 2005).

#### 2.6.6 Funciones de las hormonas de la reproducción

Según Gomez (2008), menciona que las hormonas de la reproducción se dividen en gonadotropinas y gonadales femeninas las que se detallan a continuación:

- **Hormonas gonadotropinas**

- ✓ **FSH:** Desarrollo del folículo y secreción de la hormona estrogénica en hembras. Producción de espermatozoides en machos.
- ✓ **LH:** Ovulación y función del cuerpo lúteo en hembras, secreción de la hormona testosterona en machos.
- ✓ **Oxitócina:** Contracciones uterinas en el parto y excreción de leche.

- ✓ **Prolactina:** Desarrollo y función de la glándula mamaria.
- ✓ **Relaxina:** Dilatación del cérvix y relajamiento del conducto obstétrico.
- **Hormonas gonadales femeninas**
  - ✓ **Estrógenos:** Desarrollo de los órganos genitales y características sexuales secundarias, celo, preparación endometrial y desarrollo de la glándula mamaria.
  - ✓ **Progesterona:** Preparación endometrial ovárica del útero para implantación del embrión y el mantenimiento de la preñez. Desarrollo de la glándula mamaria.

## 2.7 Prostaglandina

Las prostaglandinas son un grupo de ácidos cíclicos insaturados que ejercen efectos biológicos diversos y potentes tanto en el hombre como en los animales. En su comienzo se creyó que se producían en la glándula prostática, donde deriva su nombre. En la actualidad se han encontrado prácticamente en todo los tejidos de los mamíferos, actuando localmente en algunos casos como hormonas locales y en otros actuando sobre tejidos blancos más distantes con características propias de sustancias endócrinas (Hernández, 1994).

### 2.7.1 Química y biosíntesis de las prostaglandinas

- **Química:** Las prostaglandinas son metabolitos del ácido araquidónico cuyo esqueleto estructural consiste en un ácido graso de 20 carbonos que contiene un anillo ciclo pentano llamado ácido prostanoico, los carbonos están numerados del 1 al 20 y la numeración comienza en la terminación ácida. Las prostaglandinas difieren entre ellas en que contienen diversos grados de sustitución o insaturación en el anillo; también en las cadenas laterales alifáticas, que les confieren distintas actividades biológicas (Hernández, 1994).
- **Biosíntesis:** La biosíntesis de las prostaglandinas, es un proceso complejo que se inicia con la liberación de ácidos grasos no saturados esenciales, por estímulos químicos, neurales y mecánicos a nivel de la membrana celular. La mayoría de los ácidos grasos esenciales provenientes de la dieta que se incorpora a un fosfolípido estimulando para

que se active la fosfolipasa con liberación de ácidos grasos que sirven de sustrato para la formación de prostaglandinas (Rodríguez, 1996).

### 2.7.2 Mecanismo de acción de las prostaglandina

Las prostaglandinas tienen a cargo el mecanismo de producir la regresión del cuerpo lúteo y disminución de niveles de progesterona y así estimular al hipotálamo a la producción de GnRH dentro de esto la (FSH) estimula el desarrollo de los folículos en los ovarios en cambio la (LH) es encargada de la última fase de maduración folicular y la ovulación de este modo el folículo contenido en el óvulo produce estradiol lo que induce al comportamiento y signos físicos de celo (Sepulveda, 2013).

### 2.7.3 Función de la prostaglandina

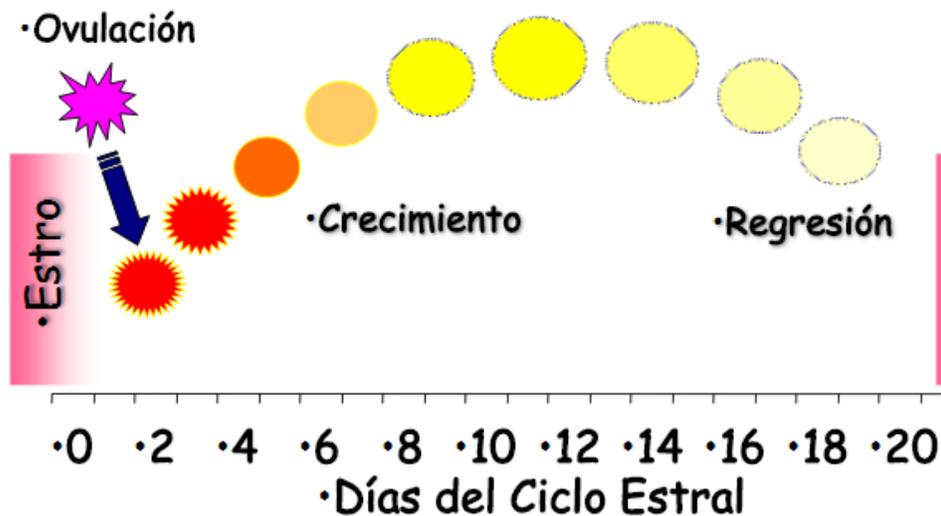


Figura 1: Función de la prostaglandina

Fuente: Sepulveda, 2013

BIOGEN (2015), manifiesta que la prostaglandina puede cumplir la función de luteólisis desde el día 6 al 15 del ciclo estral, de tal manera los animales que este en la fase luteal entrarán a celo dentro de 4 a 5 días de la aplicación, tomando en cuenta que no todos los animales van a

responder al 100% si bien la respuesta lúteolítica comienza al sexto día esta va ser progresiva e irá aumentando paulatinamente para ser máxima a partir del día ocho en adelante.

## **2.8 Estrógenos**

Los estrógenos naturales son esteroides de 18 carbonos caracterizados por un anillo aromático, son secretados por las células de la teca interna y granulosa de los folículos ováricos, cuerpo lúteo, la placenta y en pequeñas cantidades por la corteza suprarrenal y los testículos. El principal estrógeno secretado por el ovario y también el estrógeno natural más potente es el estradiol. (Hernández, 1994)

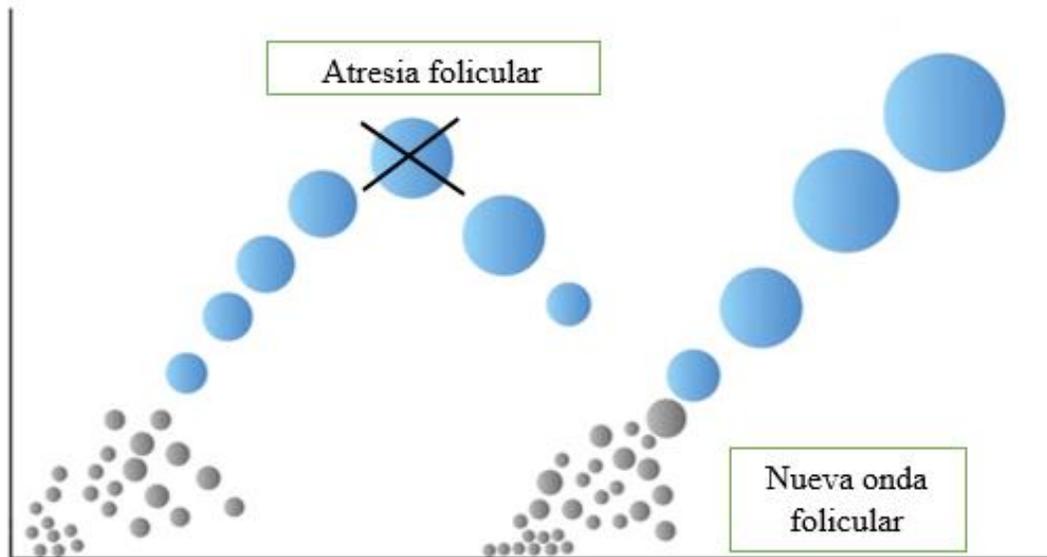
### **2.8.1 Biosíntesis**

En general los pasos en las vías de biosíntesis y la localización subcelular de la mayoría de las enzimas comprometidas son similares en todas las glándulas productoras de esteroides, incluyendo el ovario y testículos. El ovario la vía de biosíntesis de los estrógenos incluye su formación a partir de andrógenos por acción de una aromatasas produciendo el estradiol al cual se lo sintetiza como la potencia estrogénica. (Hernández, 1994)

### **2.8.2 Mecanismo de acción del estradiol**

Según Brito (1999), establece que los esteroides gonadales sobre el hipotálamo, regulan la secreción de la (GnRH). La primera acción del estradiol, la progesterona y la testosterona, disminuye la frecuencia de generación de los pulsos de (GnRH). Después del primer periodo de inhibición (retroacción negativa) el estradiol incrementa en la fase folicular la secreción de la GnRH (retroacción positiva), la que induce una descarga preovulatoria.

### 2.8.3 Función del Estradiol



**Figura 2:** Función del estradiol

**Fuente:** BIOGEN, 2015

La función fundamental de la aplicación de estrógenos es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de quistes persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad. La atresia es seguida por una nueva onda folicular haciendo que las vacas presenten celo dentro de 4 a 5 días, asegurando de esta manera la presencia de un folículo dominante de buen desarrollo que puedaocular (IRAC, 2015).

Hernández (2009), menciona que el estradiol en dosis bajas ejerce la misma función que la prostaglandina, puesto que estimula a la oxitócina a la producción de las enzimas como son: fosfolipasa y ciclooxigenasa indispensables para la síntesis de prostaglandina, por lo tanto, promueven a la lisis de cuerpo lúteo.

## **2.9 Cuerpo lúteo**

En el cuerpo lúteo se desencadena luego de la aparición de un cuerpo hemorrágico de donde se desprendió el óvulo. el cual se forma a partir del tercer día del nuevo ciclo estral apareciendo un cuerpo lúteo joven el cual permanecerá hasta el día 17 de ciclo luego de este período se produce la luteólisis la cual es generada por una hormona como es la prostaglandina (Fernández, 2012).

## **2.10 Luteólisis**

La luteólisis ha sido analizada en dos pasos, aparentemente consecutivos: a) luteólisis funcional, que es la pérdida de la capacidad de sintetizar progesterona; y b) luteólisis estructural, que es la involución del (CL) acompañada de la pérdida en la integridad de sus células. La ( $PGF_{2\alpha}$ ), que es la principal lúteolítica, se produce en las células endometriales y también en el cuerpo lúteo en menor concentración; es transportada a través de un mecanismo de contracorriente de la vena uterina, a la arteria ovárica lateral al ovario donde se ha formado el cuerpo lúteo. Para que el (CL) sea sensible a la ( $PGF_{2\alpha}$ ) debe alcanzar cierto estado de madurez, caracterizado por una amplia vascularización y por la producción de progesterona que lleva a niveles por encima de 1ng/ml; esto ocurre hacia el día 5 del ciclo estral. La acción de la prostaglandina que conduce a la luteólisis consiste en la inhibición de la esteroidogénesis (Olivera, 2007).

## **2.11 Condición corporal**

La condición corporal es un indicador empleado básicamente para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de las vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un inductor del estado nutricional de la vaca, se lo define también con un método subjetivo para evaluar las reservas energéticas de las vacas lecheras (Mosquera, 2008).

## **2.12 Vacas anestricas**

Según Baez & Grajales (2009), menciona que el anestro se lo puede definir como el periodo después del parto en el cual en un periodo determinado de 45 a 90 días no muestran celo o estro dentro de lo cual se considera normal, pero a partir de este período comienza las pérdidas económicas.

## **2.13 Sincronización con prostaglandina**

La administración de prostaglandinas es un método eficaz para el tratamiento de vacas que poseen un CL persistente o un quiste luteal. En el caso del CL persistente la prostaglandina causa una rápida regresión del CL, con una rápida declinación en la producción de progesterona. La luteólisis es comúnmente seguida por un desarrollo de folículos ováricos y celo con una ovulación normal. Para el tratamiento del quiste luteal el empleo de prostaglandinas, es el método de elección, induciendo la regresión del quiste, ocurriendo el estro posterior a los 8 días de haber aplicado el tratamiento.

## **2.14 Sincronización con estradiol**

El estradiol administrado en la dosis apropiada se puede usar para sincronizar una onda folicular en el ganado bovino. Al existir una alta concentración de progesterona (ya sea de fuentes endógenas o exógenas), el estradiol produce una reducción en la secreción de LH, provocando la atresia del folículo dominante, causando de esta manera la emergencia de una nueva onda folicular. Cuando existe una baja concentración de progesterona circulante, el estradiol provoca la liberación de GnRH, la cual producirá un pico de LH que puede conducir a la ovulación y luteinización del folículo dominante en algunos animales. De esta manera, el estradiol es similar, aunque menos eficaz, a la inyección de GnRH utilizado para la sincronización de la onda folicular. El estradiol también puede tener una acción directa sobre el folículo dominante causando su atresia y, al mismo tiempo, suprime la síntesis de FSH y su secreción. El intervalo de aparición de un grupo de folículos nuevos después del tratamiento con estradiol, depende de la dosis y el tiempo de tratamiento en relación con la emergencia del

folículo dominante. El estradiol también causa regresión del CL cuando se inyecta al comienzo del ciclo estral (Lucy & Poblete, 2012).

## **2.15 Inseminación artificial**

Según el INTA (2004), define a la inseminación artificial con sus ventajas y desventajas de la siguiente manera.

La Inseminación Artificial (I.A.) es un método de reproducción en el que se obtiene semen del macho para introducirlo posteriormente en el sistema genital de la hembra por medio de instrumentos especiales. En este sistema no existe contacto directo entre el macho y la hembra.

- **Ventajas**

- Mejoramiento genético: permite aumentar el número de crías por toro y por año. En un servicio natural se utiliza un 3 a 4 % de toros, lo que significa que un toro puede servir entre 25 a 35 vacas por servicio. En la I.A. de un solo eyaculado se pueden obtener 240 pajillas.
- Fácil transporte de material genético: resulta más económico transportar semen que el toro.
- Conservación prolongada del semen: durante muchos años, aún después de muerto el animal.
- Reducción o eliminación de toros de los rodeos.
- Prevención y control de enfermedades: la I.A. elimina el contacto directo entre el macho y la hembra, con lo que se previenen enfermedades de transmisión venérea (Vibriosis y Tricomoniasis) y otras.
- Mantenimiento de registros seguros.

- **Desventajas**

- Mayores costos.
- Instalaciones y personal capacitado.
- Posible transmisión de enfermedades.
- Uso de semen de dudosa calidad.

### **2.15.1 Protocolo de inseminación artificial**

Alta genetics (2012), menciona el siguiente protocolo de inseminación.

- Primero asegurarse de que la vaca está en celo.
- Extraer la pajuela con las pinzas evitando levantar la canastilla más allá del cuello del tanque.
- Evitar mantenerla ahí por más de 10 segundos.
- Colóquela inmediatamente en el termo de descongelamiento, cierre la tapa y manténgala ahí durante 45seg.
- Previamente, asegúrese de que la temperatura del agua sea la correcta (36-37°C.)
- Saque la pajuela del termo y séquela perfectamente.
- Evite frotar la pajilla.
- Manipule la pajilla con la toalla de papel para protegerla de la luz solar y el aire.
- Corte el extremo sellado de la pajilla.
- Utilizar corta pajillas, límpielo diariamente ya que se ensucia fácilmente.
- Insertar la pajuela en el catéter.
- Insertar el catéter con la pajuela en la pistola de inseminación.
- Colocarse el guante de inseminación.
- Introducir la mano por el recto y tomar el cérvix.

### **2.16 Diagnóstico de preñez**

El diagnóstico de gestación es una práctica imprescindible en los programas de manejo reproductivo de los sistemas de producción de leche, una vez que la vaca ha sido inseminada es necesario saber, lo más rápido posible si está gestante en realidad, el diagnóstico de gestación está encaminado a detectar a las vacas no gestantes (vacías), ya que a estas se deben programar nuevamente para ser inseminadas. En vacas bajo el sistema de producción de carne o doble propósito, el diagnóstico de gestación se lleva a cabo en todas las vacas que fueron expuestas a

los toros al igual que en el ganado de leche el diagnóstico está orientado a identificar las vacas no gestantes para integrarlas a otro tipo de empadre (Hernández, 2009).

### **2.17 Palpación rectal**

Hernández (2009), menciona que la palpación rectal es la técnica más práctica y puede ser aplicada con alta precisión por los veterinarios, a partir del día 35 después de la inseminación, la etapa de gestación en la cual se debe identificar la vesícula amniótica o el deslizamiento de la membrana corioalantoidea. Conforme la gestación avanza se encuentran otros signos positivos; después de la inseminación a los 65 días es posible palpar el feto y tras el día 75 ya se percibe los placentomas, a partir del día 60 se puede estimar la edad de la gestación basándose en el tamaño del feto. Cabe señalar que en ningún caso se debe dar un diagnóstico positivo si no se ha identificado al menos uno de los siguientes signos positivos de gestación:

- Deslizamiento de las membranas corioalantoideas.
- Palpación de la vesícula amniótica.
- Palpación del feto.
- Palpación de los placentomas: estructuras formadas por la unión de la carúncula (materna) con el cotiledón (fetal) que se siente en la pared uterina como prominencias de forma ovalada y de consistencia firme.

### **2.18 Prostaglandina en cabras**

Según Requena (2010), afirma que el porcentaje de celos logrados en las cabras al aplicar prostaglandina en fase lútea fue de 93,75% y el 92,66% para las que recibieron eCG en la fase folicular, esto indica que no se encontró diferencia estadística significativa al ( $P > 0,05$ ) entre ambos tratamientos. Los animales tratados con prostaglandina mostraron celo dentro de los 3 a 5 días. Y los animales tratados con eCG mostraron celo de 2 a 3 días. La tasa de preñez que se obtuvo fue de 81,25% para los animales tratados con prostaglandina y de 85,32% para los tratados con eCG.

## 2.19 Prostaglandina en ovejas

Se observó que al administrarlo por vía intramuscular la PGF<sub>2</sub> $\alpha$  entre los días 4 a 6 del ciclo y una segunda dosis con 9 a 10 días de diferencia el 100% de las ovejas presenta estro 40 horas después de la aplicación; la dosis también se ha visto que afecta, ya que con 20 mg de PGF<sub>2</sub>  $\alpha$  se indujo el estro en el 100% de las ovejas y cuando se redujo la dosis a 15 mg solo el 70% lo presentó.

## 2.20 Estudios de sincronización en vacas

Rojas (2012), menciona que en su investigación obtuvo los resultados siguientes:

- **Días a la presencia de celo después de la aplicación de la hormona:** al utilizar una dosis de prostaglandina el día cero y una segunda dosis el día 11 sin determinar cuerpo lúteo las vacas presentaron el celo entre 3 – 4 días a partir de la segunda aplicación, en el método de sincronización crestar donde interviene el estradiol logró el celo de 2 a 3 días después de haber retirado el implante.
- **Duración del celo:** tratando con (Presynch) el tiempo que duró el celo es de 12 horas, para el tratamiento (Ovisynch) 12 horas por otro lado el tratamiento (Crestar) 14 horas y el tratamiento (CIDR) 13 horas de duración de celo.
- **Porcentaje de celo:** aplicando dos dosis prostaglandina una el día 0 y otra después de 12 días sin palpación de cuerpo lúteo obtuvo el 20 % de presencia de celo.

Ilvay (2010), menciona que la duración de celo en vacas Holstein mestizas, no presentaron diferencia estadística es así que las que se trataron con Crestar presentaron una duración de celo promedio de 22,8 horas mientras que las vacas tratadas con dos dosis de prostaglandina y una de gonadotropina presentaron en promedio 21,6 horas.

Dransfield et al. (1998), menciona como término medio 10.1 montas, pero en otra de sus investigaciones obtuvo 6.6 a 8.5 montas por vaca.

Espinosa (2008), menciona que el porcentaje de vacas que presentaron celo es del 62,5% de las vacas y el 37,5% no manifestaron celo. El resultado obtenido, en este tratamiento se debe a que, en la ganadería donde se realizó el estudio, existen vacas problema, por lo que la presentación de celos visibles en estos animales es muy baja.

Datan (2013), al realizar la prueba de significancia al 5%, se determinó que el tratamiento con dos dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol generó una mayor tasa de preñez del 60% frente a 30% generado por el tratamiento con una sola dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol.

Rivera (2010), en su investigación seleccionó dos grupos de 28 vacas por tratamiento separadas al azar, las que fueron sometidas a la sincronización de celo, utilizando 05 ml de estradiol obtuvo 15 vacas en estado de preñez, cuyo porcentaje de preñez es de 53,57 %. Utilizando 1ml quedaron en estado de preñez 13 vacas resultando un porcentaje de preñez del 46,43 %. Analizando estos resultados no se obtuvo diferencias significativas entre los grupos ( $P > 0,05$ ).

Romero & Gómez (2012), manifiesta que al utilizar prostaglandina en la tasa de preñez se obtuvo resultados de un 70% con relación al testigo que fue de 30%.

Arias & Escobar (2008), mencionan que los animales hacen frente a las condiciones adversas del clima mediante la modificación de mecanismos fisiológicos y de comportamiento para mantener su temperatura corporal dentro de un rango normal. Como consecuencia, es posible observar alteraciones en la producción y en la reproducción produciendo un declinamiento hormonal, Estos cambios se acentúan bajo condiciones extremas de frío o calor.

Según Yanzaguano (2013), al utilizar el método de sincronización Ovsynch con diferentes horas de inseminación generó un costo de 1496,11\$ dándole un costo por tratamiento de 498,70 \$ y estableciendo por vaca un costo de 55.41\$.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en la finca María Delfina, ubicada en la comunidad de Pambamarca, parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha a una altura de 3200 m.s.n.m.  $0^{\circ}03'26''$  latitud S y  $78^{\circ}10'02''$  longitud O. Una temperatura promedio de  $16^{\circ}\text{C}$ , 900 mm de precipitación y 80% de humedad relativa (Inamhi, 2016).

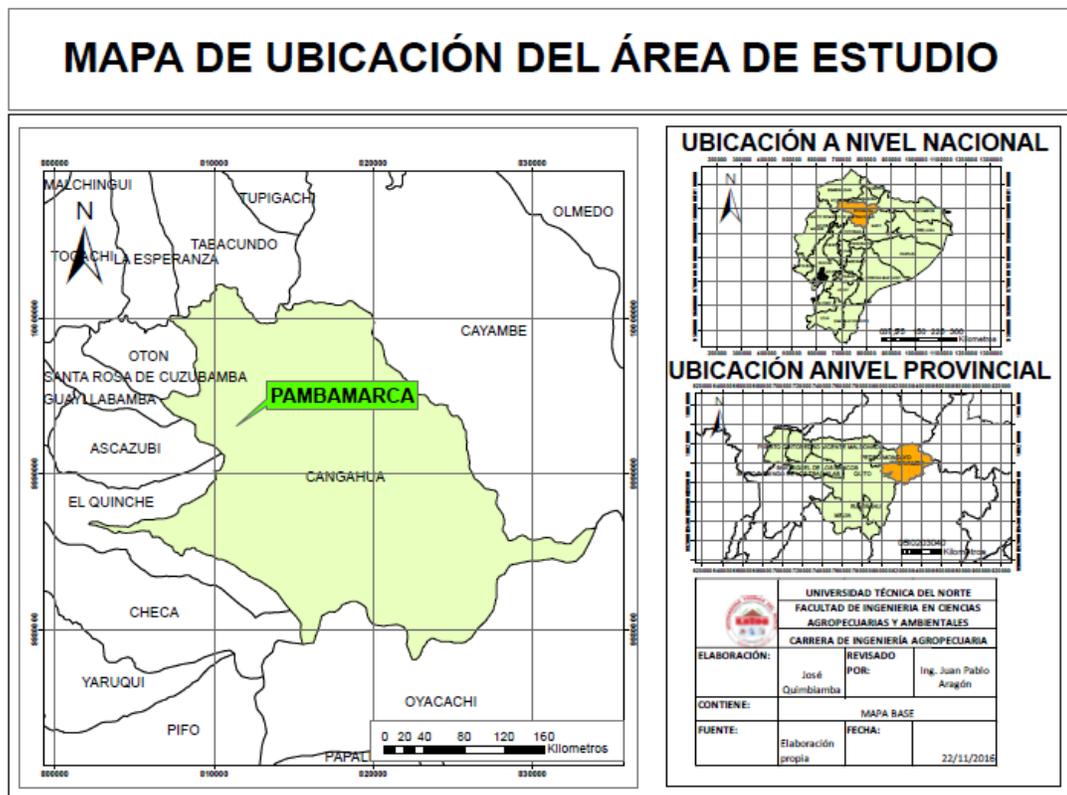


Figura 3: Mapa de ubicación del área de estudio

Elaborado por: Laboratorio de Geomántica FYCAYA (UTN) (2017)

## **3.2 Materiales y Equipos**

### **3.2.1 Material experimental**

- 21 vacas mestizas de 3 a 5 años de edad
- Prostaglandina (PgF2 $\alpha$ )
- Estradiol (E4)

### **3.2.2 Materiales de campo**

- Catéteres
- Guantes de ginecología desechables
- Corta pajuelas
- Libreta de campo
- Registro
- Fundas
- Balde
- Jeringuillas desechables
- Agujas desechables 21 x1/2
- Papel higiénico
- Overol

### **3.2.3 Equipos**

- Pistola de inseminación
- Computadora
- Impresora

### 3.3 Metodología

#### 3.3.1 Tipo de investigación

El propósito de la investigación fue conocer la eficiencia de dos hormonas de la tasa en preñez en vacas lecheras. Por lo tanto, a esta investigación se la cataloga como experimental aplicada al campo.

#### 3.3.2 Factores en estudio

- Prostaglandina (PgF2 $\alpha$ )
- Estradiol (E4)

#### 3.3.3 Tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos, dos corresponde a la aplicación de hormonas con un testigo absoluto.

**Tabla 1** Tratamientos evaluados

<b>Tratamientos</b>		
<b>T1 (Prostaglandina)</b>	<b>T2 (Estradiol)</b>	<b>T3 (Testigo sin tratamiento)</b>
	<b>Códigos</b>	
T1R1	T2R1	T3R1
T1R2	T2R2	T3R2
T1R3	T2R3	T3R3
T1R4	T2R4	T3R4
T1R5	T2R5	T3R5
T1R6	T2R6	T3R6
T1R7	T2R7	T3R7

### **3.3.4 Diseño experimental**

Se manejó el Diseño Completamente al Azar (DCA)

### **3.3.5 Características del experimento**

- Repeticiones: 7
- Tratamientos: 3
- Total de unidades experimental: 21
- Tomando en cuenta que a cada vaca se la considera una unidad experimental a la cual se le aplicó uno de los tratamientos

### **3.4 Variables evaluadas**

- Presencia de estro posterior al tratamiento hormonal
- Duración de celo
- Intensidad de celo
- Porcentaje de vacas que manifiestan celo
- Tasa de preñez
- Análisis costo benéfico

#### **3.4.1 Presencia de estro posterior al tratamiento hormonal**

Se determinó el tiempo que tardan las vacas en presentar celo posterior a la aplicación de los tratamientos hormonales, datos que se tomaron dentro de los 24 días período que normalmente dura un ciclo estral por consecuente una vez registrado los resultados se procede a realizar el análisis estadístico.

### 3.4.2 Duración de celo o estro

En lo que concierne a duración de celo se tomaron datos de la hora de inicio del celo y finalización del mismo, determinado así el número de horas que las vacas expresaron celo.

### 3.4.3 Intensidad del celo

Con respecto a esta variable se determinó el número de montas efectuadas dentro de la duración del celo, estableciendo tres rangos de intensidad baja (1-3), media (4-6) y alta (7 a 10) montas, se determinó estos niveles de intensidad de acuerdo a los datos obtenidos en la investigación teniendo como punto más alto 10 montas.

### 3.4.4 Porcentaje de vacas que manifiestan celo

Al haber concluido el tratamiento hormonal en esta variable se observó el número de vacas que expresaron celo por tratamiento y de este modo se realizó relación con el número de vacas tratadas, estableciendo así el porcentaje de preñez mediante la fórmula descrita a continuación:  $\% \text{Celo} = \frac{\text{Vacas en Celo}}{\text{Vacas Tratadas}} \times 100$

### 3.4.5 Tasa de preñez

Para la tasa de preñez se determinó mediante palpación rectal a las 8 semanas la tasa de concepción la cual se obtuvo mediante la fórmula descrita a continuación  $\% \text{TC} = \frac{\text{Vacas Prenadas}}{\text{Vacas Inseminadas}} \times 100$  una vez establecida este dato mediante la siguiente fórmula se establece la tasa de preñez  $\% \text{TP} = \frac{\% \text{TC} \times \% \text{CELO}}{100}$

### **3.4.6 Análisis beneficio costo**

Se determinó el costo por cada tratamiento y vaca tratada, también se tomó en cuenta el promedio de días abiertos y los réditos que generan las vacas de la finca con producción de 12 litros diarios promedio si se redujeran los días abiertos.

## **3.5 Manejo específico del experimento**

### **3.5.1 Duración del experimento**

La investigación se la realizó en 70 días, con animales que contengan características similares y estén en las mismas condiciones (edad, parto, condición corporal y peso).

### **3.5.2 Área de estudio**

El área de estudio se determinó basándose en el pastoreo que maneja la finca, ya que en 3.5 ha mantienen 21 animales, en 70 días con una producción de forraje verde (FV) de 2kg por metro cuadrado por lo tanto cada animal consume 47 kg FV diario.

1m <sup>2</sup>	2kgFV
35000m <sup>2</sup>	70000kg FV

### **3.5.3 Composición forrajera de los potreros**

Los potreros tienen 5 años de haber sido establecidos, la mezcla forrajera contiene el 70% de gramíneas (reygras perenne, reygras anual), 20% leguminosas (trébol blanco) 5% de kikuyo y 5% de malezas.

### 3.5.4 Alimentación

#### 3.5.4.1 Pastoreo

El forraje se suministró mediante un sistema de cercado eléctrico con distancia de 125 m de largo y 2 m de ancho esto en la mañana, haciéndolo del mismo modo en la tarde, brindando diariamente a los 21 animales 1000 kg de forraje verde (Anexo 2).

#### 3.5.4.2 Suplemento alimenticio (en el ordeño)

- **Balanceado**

Se proporcionó 4 kg diarios de sobre alimento por animal (balanceado comercial) con la siguiente composición nutricional:

**Tabla 2:** Contenido nutricional del suplemento vacas lecheras

<b>Contenido nutricional</b>	<b>Porcentaje</b>
Proteína	18%
Grasa	8%
Fibra	18%
Humedad	13%
Ceniza	10%
Nitrógeno no proteico	1.5%

- **Sal mineral**

En el alimento balanceado se administró 200 gr diarios de sal mineral en dos raciones de 100 gr respectivamente en cada ordeño la cual contiene la siguiente composición mineral:

**Tabla 3:** Composición de la sal mineral

<b>Elementos minerales</b>	<b>Porcentaje</b>
Calcio	15 %
Fósforo	12 %
Magnesio	0.24%
Hierro	0.10 %
Yodo	5.0 ppm
Selenio	2 ppm

#### **3.5.4.3 Complemento alimenticio (después de ordeño)**

En la mañana luego de realizarse el ordeño respectivo a las vacas, se administró tres pacas de avena de 30 lb diario, adicionando 6 lt de melaza, dando un promedio de 4.1lb de avena por vaca día con 285 gr de melaza.

#### **3.5.5 Selección de animales e identificación**

La selección de animales se la realizó en base al chequeo ginecológico y parámetros de homogeneidad, (edad, peso, CC).

##### **3.5.5.1 Chequeo ginecológico**

Se realizó un chequeo ginecológico por palpación rectal donde se determinó que las vacas no estén gestantes, se verificó si sus ovarios son funcionales y cumplen sus funciones fisiológicas. De acuerdo a esto se procede a realizar la selección de animales y distribución de los tratamientos para las vacas que estén en la fase luteal T1 (Prostaglandina) y vacas que se encuentren en fase folicular T2 (Estradiol) y para el T3 (Testigo) se tomó vacas en las dos fases.

**Tabla 4:** Chequeo ginecológico

Repetición	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Identificación	Chequeo	Identificación	Chequeo	Identificación	Chequeo
<b>R1</b>	151	<b>CL</b>	181	<b>No CL</b>	3885	<b>CL</b>
<b>R2</b>	85	<b>CL</b>	61	<b>No CL</b>	213	<b>No CL</b>
<b>R3</b>	186	<b>CL</b>	54	<b>No CL</b>	244	<b>CL</b>
<b>R4</b>	224	<b>CL</b>	137	<b>No CL</b>	52	<b>No CL</b>
<b>R5</b>	246	<b>CL</b>	37	<b>No CL</b>	241	<b>CL</b>
<b>R6</b>	251	<b>CL</b>	58	<b>No CL</b>	40	<b>CL</b>
<b>R7</b>	222	<b>CL</b>	103	<b>No CL</b>	3877	<b>No CL</b>

**CL:** en la fase de desarrollo luteal **No CL:** están en la fase de desarrollo folicular.

### 3.5.5.2 Identificación de animales por tratamiento

Al terminar el chequeo ginecológico los animales fueron identificados por el número de arete y un collar distintivo para cada uno de los tratamientos en el caso de la prostaglandina collar verde y en el caso del estradiol collar azul y para el testigo no se colocó ningún tipo de collar.

**Tabla 5:** Identificación de animales

Repetición	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Identificación # de arete	Hormona Collar	Identificación # de arete	Hormona Collar	Identificación # de arete	
<b>R1</b>	151	Verde Prostaglandina	181	Azul Estradiol	3885	
<b>R2</b>	85	Verde Prostaglandina	61	Azul Estradiol	213	
<b>R3</b>	186	Verde Prostaglandina	54	Azul Estradiol	244	
<b>R4</b>	224	Verde Prostaglandina	137	Azul Estradiol	52	
<b>R5</b>	246	Verde Prostaglandina	37	Azul Estradiol	241	
<b>R6</b>	251	Verde Prostaglandina	58	Azul Estradiol	40	
<b>R7</b>	222	Verde Prostaglandina	103	Azul Estradiol	3877	

### 3.5.5.3 Manejo sanitario

### 3.5.5.4 Condición corporal

La condición corporal de los animales en estudio se efectuó mediante el juzgamiento en escala de uno a cinco, obteniendo como promedio en la investigación en tres de condición corporal, es decir, los animales estuvieron en perfectas condiciones para el servicio.

**Tabla 6:** Condición corporal

Repetición	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Identificación	C.C.	Identificación	C.C.	Identificación	C.C.
<b>R1</b>	151	2,5	181	3,5	3885	3
<b>R2</b>	85	3	61	2,5	213	2,5
<b>R3</b>	186	3,5	54	3	244	3
<b>R4</b>	224	3	137	3,5	52	2,5
<b>R5</b>	246	3,3	37	3	241	3,5
<b>R6</b>	251	2,5	58	2,5	40	3,5
<b>R7</b>	222	3	103	3	3877	3
<b>Promedio</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>3</b>

### 3.5.5.5 Descripción de la raza de los animales

Los animales con los que se trabajó son mestizos teniendo así en la investigación vacas con características en 33% de vacas Holstein, 57% jersey y en 10% Brown swiss cabe recalcar que la función fisiológica no es determinada por la raza.

**Tabla 7:** Descripción de la raza de los animales

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Arete	Raza	Arete	Raza	Arete	Raza
<b>R1</b>	151	Jersey	181	Holstein	3885	Jersey
<b>R2</b>	85	Jersey	61	Jersey	213	Jersey
<b>R3</b>	186	Holstein	54	Jersey	244	Holstein
<b>R4</b>	224	Jersey	137	Brown swiss	52	Jersey
<b>R5</b>	246	Holstein	37	Holstein	241	Holstein
<b>R6</b>	251	Holstein	58	Jersey	40	Jersey
<b>R7</b>	222	Brown swiss	103	Jersey	3877	Jersey

### 3.5.5.6 *Peso*

Se realizó una medida del perímetro torácico a la altura de la cruz, rodeando el tórax un poco separado del antebrazo con la cinta bovino métrica tomando el peso y teniendo así un promedio de 420kg por animal.

**Tabla 8:** Peso de vacas tratadas

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Arete	Peso(kg)	Arete	Peso(kg)	Arete	Peso(kg)
<b>R1</b>	151	450	181	400	3885	400
<b>R2</b>	85	400	61	410	213	380
<b>R3</b>	186	460	54	390	244	450
<b>R4</b>	224	390	137	450	52	460
<b>R5</b>	246	400	37	430	241	420
<b>R6</b>	251	430	58	420	40	410
<b>R7</b>	222	450	103	390	3877	440
<b>X</b>		<b>426</b>		<b>413</b>		<b>423</b>

### 3.5.5.7 Edad y Parto

Las vacas seleccionadas para la presente investigación comprendieron edades dentro de los tres a cinco años, por lo tanto, se trabajó con animales entre el primero y segundo parto respectivamente.

### 3.5.5.8 Días abiertos

Resulta oportuno recalcar que para tomar este dato se consideró la fecha del último parto de cada animal, mostrando así que los animales en estudio al momento de la investigación tienen un promedio de 142 días abiertos, siendo lo normal manejarse entre 90 a 120, por lo tanto existen 22 días más del nivel óptimo, teniendo así pérdidas significativas por animal.

**Tabla 9:** Días abiertos

Repetición	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	#arete	D.a.	#arete	D.a.	#arete	D.a.
<b>R1</b>	151	150	181	150	3885	145
<b>R2</b>	85	155	61	160	213	155
<b>R3</b>	186	145	54	150	244	125
<b>R4</b>	224	150	137	140	52	135
<b>R5</b>	246	120	37	120	241	155
<b>R6</b>	251	130	58	130	40	150
<b>R7</b>	222	150	103	120	3877	145
<b>Promedio</b>		<b>143</b>		<b>139</b>		<b>144</b>

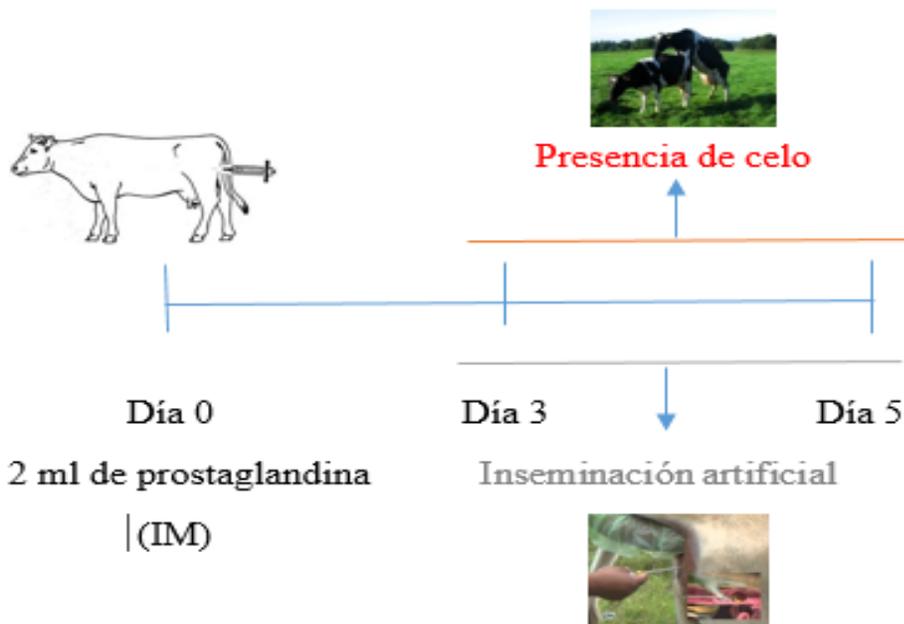
DA: días abiertos

### 3.5.6 Descripción de los tratamientos

Cada tratamiento tubo 7 vacas como unidades experimentales manejadas bajo las mismas condiciones de alimentación, estado sanitario, edad, peso y condición corporal teniendo así animales lo más homogéneos posible.

### 3.5.6.1 Tratamiento hormonal con prostaglandina

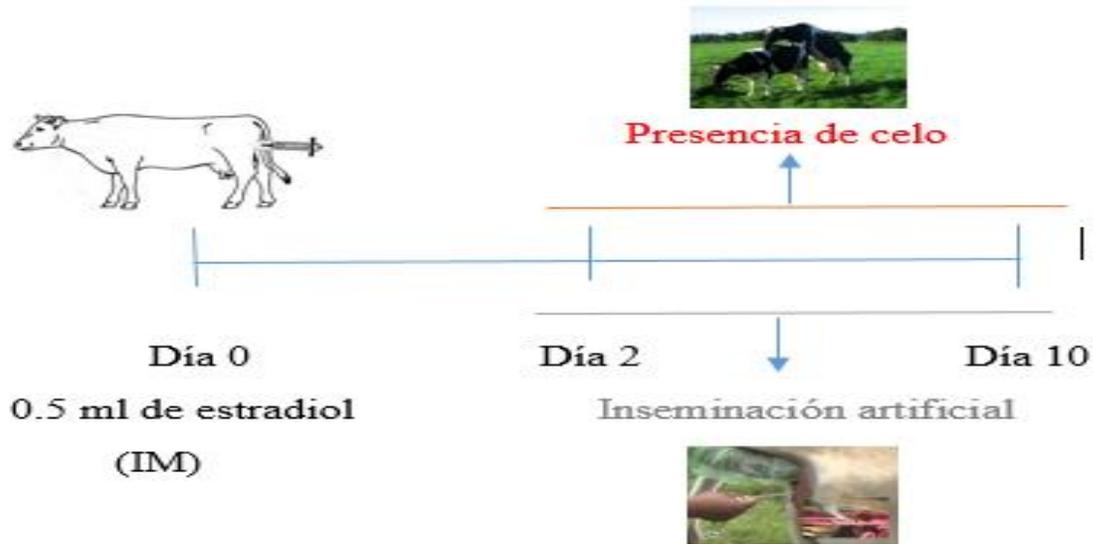
La aplicación del T1 (Prostaglandina) se realizó en presencia de cuerpo lúteo, administrándose en el día cero a las 7:00 am, una dosis de 2ml (PgF2 $\alpha$ ) por vía intramuscular con aguja 21x1<sup>1/2</sup> para lo que se procedió a mezclar la hormona con un ml de agua destilada para asegurarse de suministrar todo el producto.



**Figura 4.** Acción de prostaglandina

### 3.5.6.2 Tratamiento hormonal con estradiol

Con respecto a la aplicación del tratamiento se lo realizó en el día cero a las 7:30 am, administrando 0.5 ml de estradiol (E4) por vía intramuscular con aguja 21 x1<sup>1/2</sup> procediendo a mezclar la hormona con un ml de agua destilada para ase (MGAP, 2013)gurarse de suministrar todo el producto.



**Figura 5.** Acción del estradiol

▪ **Testigo**

Se procedió a inseminar las vacas que presenten celo.

**3.5.7 Inseminación artificial**



**Figura 6:** Tiempo de inseminación artificial

**Fuente:** Sepulveda, 2013

La inseminación artificial se realizó con pajuelas nacionales, de propiedad de la finca, se inseminó de acuerdo a la presencia de celo en cada tratamiento luego de haber sido aplicada la hormona, la inseminación se realizó dentro de las 12 a 16 horas de haber iniciado el celo.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para esta investigación se manejaron 21 animales seleccionados en base a un chequeo ginecológico, asimismo se determinó parámetros de homogeneidad como condición corporal, peso, edad y número de partos los cuales se describen en la (Tabla 10) en promedio por tratamiento.

**Tabla 10:** Parámetros de homogeneidad

<b>Tratamientos</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>C.C.</b>	<b>Parto</b>
<b>T1</b>	3	426	3	1
<b>T2</b>	4	413	3	2
<b>T3</b>	3	423	3	1
<b>X</b>	<b>3</b>	<b>420</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

En efecto, establecidos los parámetros de homogeneidad se muestra a continuación los resultados obtenidos en la presente investigación:

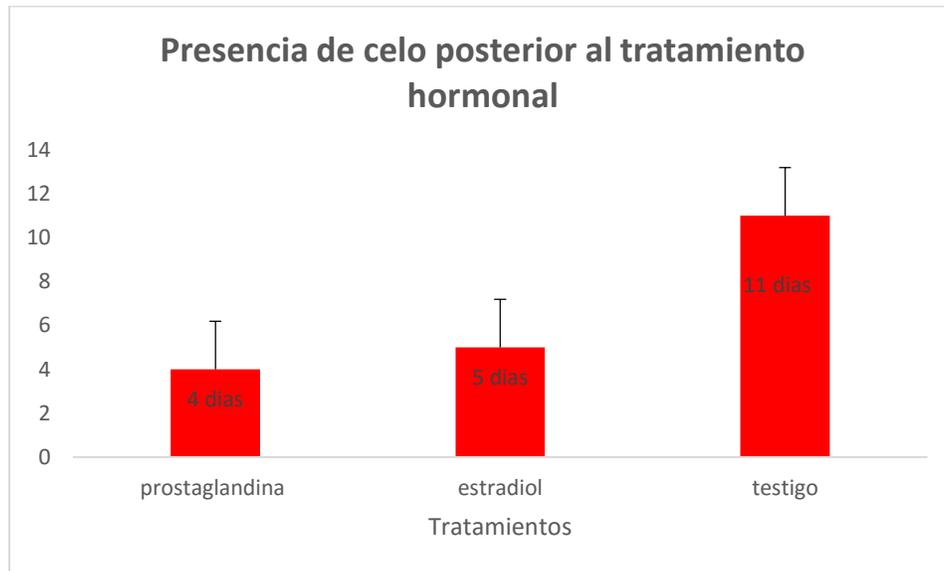
#### 4.1 Presencia de celo posterior al tratamiento hormonal

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la (Tabla 11)

**Tabla 11:** Análisis de varianza para presencia de celo posterior al tratamiento hormonal

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F tabular %5</b>	<b>F tabular %1</b>
<b>Total</b>	20	118.95				
<b>Tratamiento</b>	2	45.81	22.905	5.6*	3.55	6.01
<b>Error</b>	18	73.14	4.06			

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 11) con respecto a los días a la presencia de celo muestran que existe diferencia significativa al 5% de este modo al tener significancia entre tratamientos se procedió a realizar la prueba de rango múltiple tukey al 5%, al aplicarse este análisis funcional para esta variable se establece que estadísticamente el tratamiento T1(Prostaglandina) es mejor con presencia de celo post aplicación de la hormona de 4 días seguido del estradiol que tan solo tiene una diferencia de un día, por otro lado el testigo mostro celo a los 11 días presentando 3 vacas en celo, e3stimando que en este tratamiento puede incrementar los días a la presencia de celo ya que en algunos animales no se manifestó signos de estro.



**Figura 7:** Presencia de celo posterior al tratamiento hormonal

La prostaglandina y estradiol causaron efecto en los animales tratados al presentar celo post aplicación de la hormona en menos días , según los datos obtenidos coinciden con lo que menciona Requena (2010), que las vacas tratados con prostaglandina en presencia de cuerpo lúteo mostraron celo dentro de los 3 a 5 días de la aplicación. En lo que concierne a la aplicación de 0.5 ml de estradiol en la fase folicular se obtuvo estro en un promedio de 5 días. Con respecto a esto IRAC (2015), menciona que al aplicar estradiol en la fase folicular produce atresia del folículo generando una nueva onda folicular, por consecuente se presenta un celo dentro de 4 a 5 días de la aplicación.

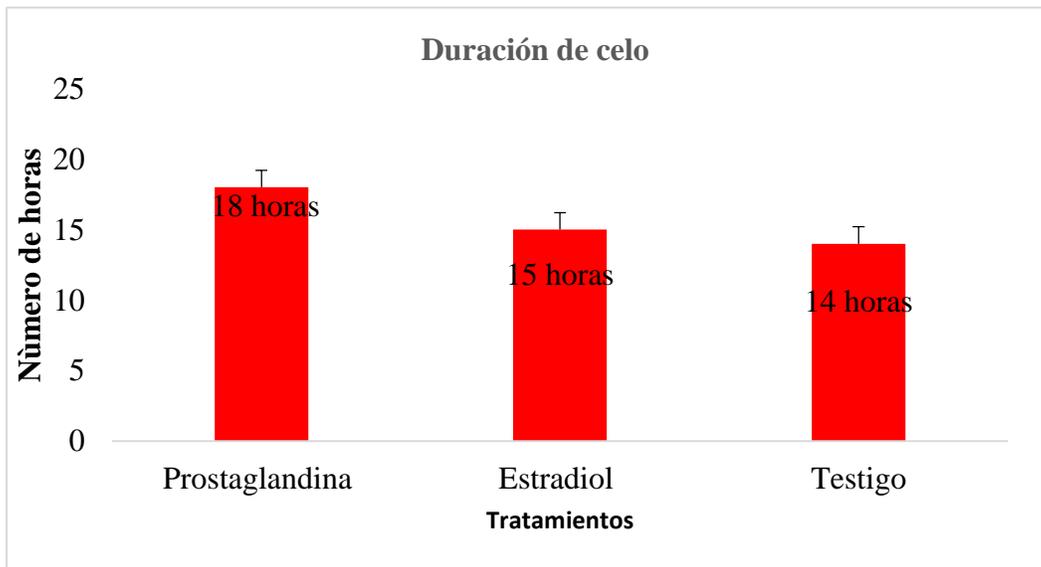
## 4.2 Duración de celo

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan a continuación:

**Tabla 12:** Análisis de varianza para la duración de celo

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F tabular %5</b>	<b>F tabular %1</b>
<b>Total</b>	20	1228.95				
<b>Tratamiento</b>	2	265.81	132.90	2.8 <sup>ns</sup>	3.55	6.01
<b>Error</b>	18	963.14	53.51			

El análisis de varianza (Tabla 12) con respecto a la duración de celo muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que no se realizó el análisis funcional de tukey al 5% determinando así que para esta variable daría lo mismo aplicar prostaglandina o estradiol, ya que no se tiene una diferencia tan marcada entre tratamientos.



**Figura 8:** Duración de celo

La duración de celo en vacas de 3 a 5 años de edad en el T1 (prostaglandina) es de 18 horas en promedio versus al testigo que obtuvo 14 horas en promedio sin embargo, los datos que menciona Rojas (2012), son inferiores a los de la presente investigación teniendo que para vacas de 5 años en adelante el tratamiento uno (Presynch) la duración de celo es de 12 horas, para el tratamiento dos (Ovisynch) 12 horas, por otro lado el tratamiento tres (Crestar) 14 horas y el cuarto tratamiento (CIDR) 13 horas de duración de celo. Por otro lado Ilvay (2010), menciona que la duración de celo en vaconas Holstein mestizas, no presentaron diferencia estadística es así que las que se trataron con Crestar presentaron una duración de celo de en promedio de 22,8 horas mientras que las vaconas tratadas con dos dosis de prostaglandina y una de gonadotropina presentaron en 21,6 horas en este sentido, se nota que estos tratamientos en vaconas ayudan con celos de más duración que en vacas.

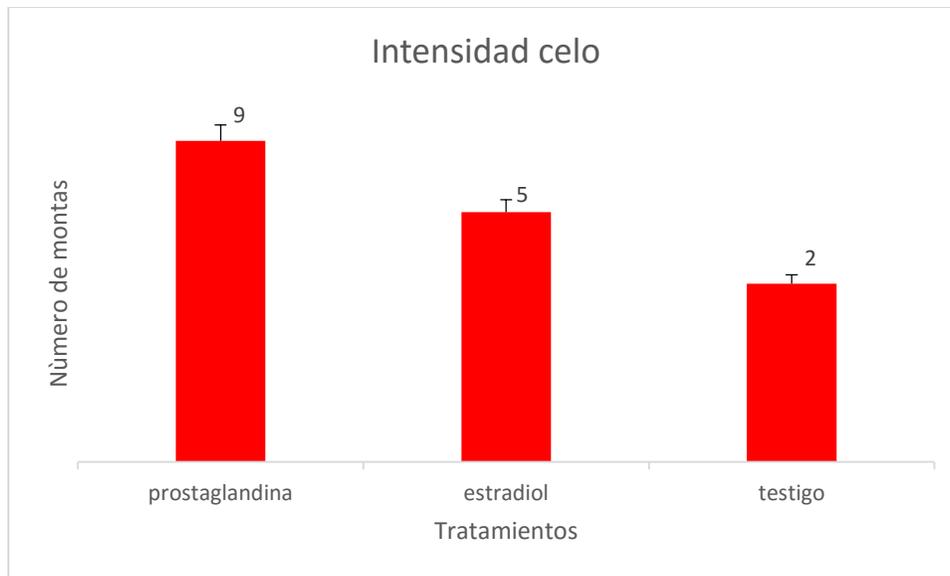
### 4.3 Intensidad de celo

El nivel de intensidad se determinó mediante el número de montas efectuadas por cada vaca dentro de la duración del celo, estableciendo tres rangos de intensidad baja (1-3), media (4-6) y alta (7 a 10) montas, se determinó estos niveles de intensidad de acuerdo a los datos obtenidos en la investigación teniendo como punto más alto 10 montas.

**Tabla 13:** Adeva de la intensidad de celo

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F tabular %5</b>	<b>F tabular %1</b>
<b>Total</b>	20	294.57				De la
<b>Tratamiento</b>	2	108.86	54.43	5.28*	3.55	6.01
<b>Error</b>	18	185.71	10.32			

Al realizarse el análisis estadístico entre los tratamientos con respecto a la intensidad de celo se muestra que existe diferencia significativa entre tratamientos al 5% por lo que se procedió a realizar el análisis funcional de tukey al 5% determinado así:



**Figura 9:** Intensidad de celo

En la variable intensidad de celo la cual se evaluó con el número de montas estableciendo para el T1 (Prostaglandina) un promedio de 9 montas mientras por otro lado el T2 (Estradiol) presentó un promedio de 5 montas en relación al T3 (Testigo) que presentó 2 montas; según Dransfield et al (1998), menciona como término medio 10.1 montas, pero en otra de sus investigaciones que realizó el mismo obtuvo 6.6 a 8.5 montas por vaca.

#### 4.4 Porcentaje de presencia de celo

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 14

**Tabla 14:** Adeva porcentaje de presencia de celo

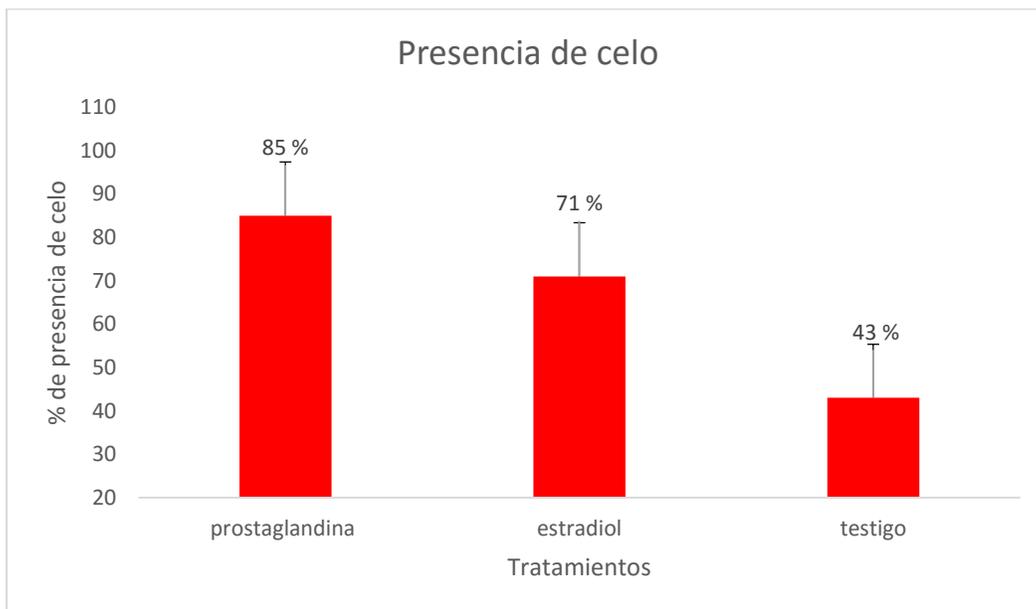
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F tabular %5</b>	<b>F tabular %1</b>
<b>Total</b>	20	10531.81	526.59			
<b>Tratamiento</b>	2	3649.24	1824.62	4.77*	3.55	6.01
<b>Error</b>	18	6882.57	382.37			
<b>CV</b>	22%					

Al realizarse el análisis estadístico de la tabla (14) con respecto al porcentaje de celo se muestra que existe diferencia significativa con un valor al tener significancia entre tratamientos, se procede a realizar el análisis funcional de Tukey al 5% determinado así que, para esta variable el tratamiento con prostaglandina y estradiol sobresalen con relación testigo que tiene 43% de animales en celo.

**Tabla 15:** Porcentaje de presencia celo por tratamientos

Tratamiento	% Presencia de celo	Número de vacas en celo
Prostaglandina	85%	6
Estradiol	71%	5
Testigo	43%	3

La tabla (15) permite mostrar que al hacer uso de la Prostaglandina existe un incremento de 42% del celo a relación con el testigo, así mismo al hacer uso del estradiol se incrementó de 28%, lo que evidencia que existe mayor efectividad con el uso de la prostaglandina y estradiol.



**Figura 10:** Porcentaje de celo

#### **4.4.1 Prostaglandina**

En la presente investigación, se muestra que determinando la presencia de cuerpo luteo y aplicando una dosis de prostaglandina, el 85 % de las vacas presentaron celo ya que fisiológicamente produce regresión lútea, por consecuencia se mostró un mayor número de vacas en celo; por otra parte Rojas, (2012) menciona que al aplicar dos dosis prostaglandina una el día 0 y otra después de 12 días sin palpación de cuerpo lúteo obtuvo el 20 % de presencia de celo. La no presencia de celo del 15 % se debe a que la prostaglandina no cumplió su función a esto BIOGEN (2015), aduce que la prostaglandina en los primeros 5 días del ciclo estral no produce regresión de cuerpo lúteo de este modo la luteólisis se produce desde el sexto día del ciclo, siendo más eficiente a partir del día 8-15 del ciclo estral.

#### **4.4.2 Estradiol**

Al aplicar estradiol se obtuvo el 71% de presencia de celo al respecto Hernández, (1998) menciona que el estradiol en dosis bajas ejerce la misma función que la prostaglandina, puesto que estimula a la producción de oxitocina, la misma, que unida a dos enzimas como la fosfolipasa y ciclooxigenasa son indispensables para la síntesis de prostaglandina, por lo tanto produce lisis de cuerpo lúteo, así también el estradiol estimula la producción GnRH y por ende induce a la presencia de celo, Por otro lado IRAC (2009), afirma que la función fundamental de la aplicación de estrógenos es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad.

La atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 a 5 días, se asegura de esta manera la presencia de un nuevo folículo dominante y viable y de este modo se obtiene un celo, por otro lado la no presencia de celo en este tratamiento se debe a los cambios bruscos de temperatura de la zona lo que produce un alto declinamiento de los estrógenos de modo que al aplicar una sola dosis de estrógenos no fue suficiente para producir la atresia del folículo y generar una nueva onda folicular, a esto Arias & Escobar, (2008) mencionan que los animales hacen frente a las condiciones adversas del clima mediante la modificación de mecanismos fisiológicos y de comportamiento para mantener su temperatura corporal dentro de

un rango normal. Como consecuencia, es posible observar alteraciones en la producción y en la reproducción produciendo un declinamiento hormonal principalmente en la síntesis de estrógenos, estos cambios se acentúan bajo condiciones extremas de frío o calor.

#### 4.4.3 Testigo

En la presente investigación, el testigo obtuvo una 43% de presencia de celo (tres vacas) y un 57% de no presencia de celo (cuatro vacas), por eso es necesario hacer uso de la prostaglandina y estradiol, lo que ayudaría a tener mayor número de vacas en celo pero también, cabe recalcar que la no presencia de celo en este tratamiento se debe a que existen vacas problema; que presentan celos silenciosos, deficiencias hormonales del mismo modo Espinosa (2008) al evaluar 20 vacas en el tratamiento testigo obtuvo el 37.5% de vacas en celo. Los resultados obtenidos, en este tratamiento es debido a que, en la ganadería donde se realizó el estudio, eran vacas problema, por lo que se observó una baja presentación de celos visibles en estos animales.

#### 4.5 Tasa de preñez

**Tabla 16:** Tasa de preñez

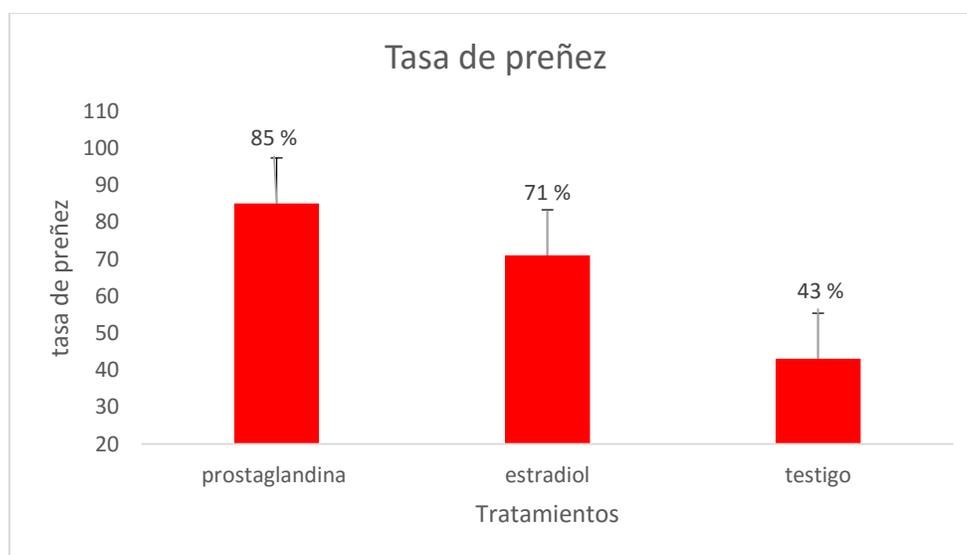
<b>Tratamiento</b>	<b>% Tasa de preñez</b>	<b>Vacas preñadas</b>
Prostaglandina	85%	6
Estradiol	71%	5
Testigo	43%	3

La tabla 16 muestra que una vez realizada la inseminación de las vacas dentro de las 12 a 16 horas de la presencia del celo, se realizó el chequeo ginecológico a las ocho semanas de haber inseminado para determinar la tasa de preñez.

**Tabla 17:** Adeva tasa de preñez

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FCAL</b>	<b>F tabular %5</b>	<b>F tabular %1</b>
<b>Total</b>	20	10531.81	526.59			
<b>Tratamiento</b>	2	3649.24	1824.62	4.77*	3.55	6.01
<b>Error</b>	18	6882.57	382.37			
<b>CV</b>	22%					

Al realizarse el análisis estadístico entre los tratamientos con respecto al porcentaje de celo, se muestra que existe diferencia significativa al 5% entre tratamientos, por lo que se procedió a realizar el análisis funcional de Fisher al 5% determinado así que para esta variable el tratamiento con prostaglandina y estradiol sobresalen con relación al testigo, ya que las dos hormonas mejoraron la tasa de preñez. Al respecto Datan (2013), al haber realizado la prueba de significancia al 5%, determino que el tratamiento con dos dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol, generó una tasa de preñez del 60% frente al tratamiento con una sola dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol que generó 30% de preñez.



**Figura 11:** Tasa de preñez

#### 4.5.1 Prostaglandina

La presente investigación realizada en la finca María Delfina, en vacas de primero y segundo parto en edades de tres a cinco años al aplicar el T1 (Prostaglandina), se presentó una tasa de preñez del 85%, comparando este índice frente a la tasa del testigo se evidenció que fue superior en un 42%. Con respecto a esto Serrano, (2012) determinó en su investigación una tasa de preñez del 58.69% al aplicar el tratamiento Presynch y con el Ovsynch una tasa del 42.39%. Del mismo modo Romero & Gómez, (2012) manifiesta que al utilizar prostaglandina en la tasa de preñez obtuvo resultados de un 70% con relación al testigo que fue de 30% a esto Requena, (2010) obtuvo animales tratados con prostaglandina una tasa de preñez de 81,25%.

#### 4.5.2 Estradiol

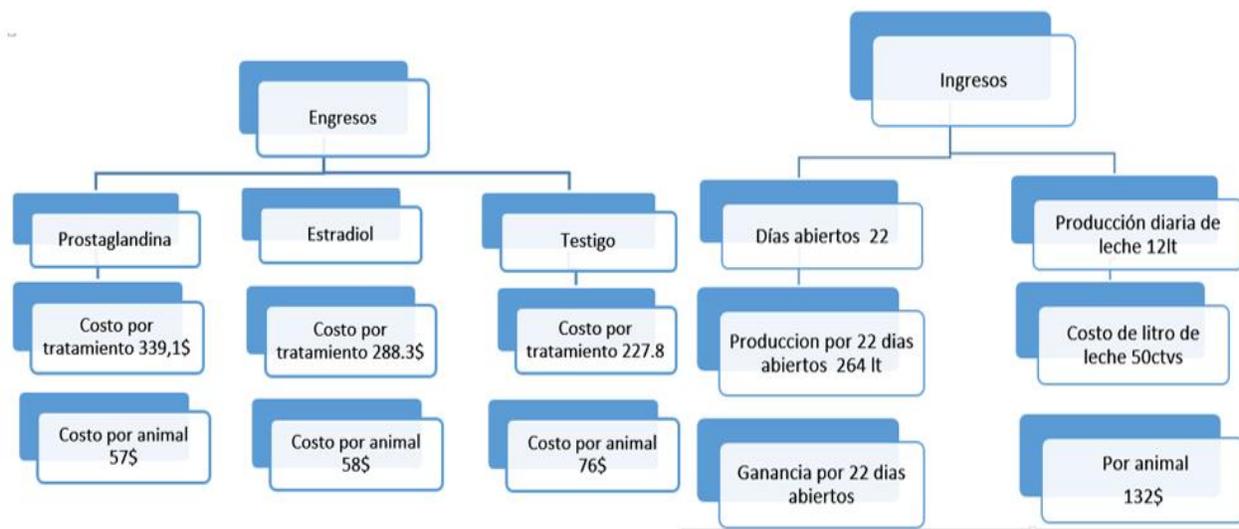
Al aplicar estradiol se manifiesta un 71% de vacas preñadas dando así un índice total de 67% de vacas preñadas en toda la investigación y al tener mayor eficiencia en la parte reproductiva mejorará los réditos económicos. Del mismo modo Rivera (2010), afirma que una vez seleccionados dos grupos con 28 vacas cada uno separadas al azar, sometidas a la sincronización de celo, utilizando 0.5 ml de estradiol obtuvo 15 vacas preñadas, expresando así 53,57 % de tasa de preñez, de la misma manera utilizando 1ml de estradiol logró preñar 13 vacas teniendo en este tratamiento 46,43 % de preñez. Analizando estos resultados no se obtuvo diferencias significativas entre los grupos ( $P > 0,05$ ).

#### 4.6 Análisis costo beneficio

Tabla 18: Análisis de costos

Tratamientos	Costo total por tratamiento	Costo por vaca preñada	Análisis beneficio costo	Producción por vaca
Prostaglandina	339.1	57	2.3	132
Estradiol	288.3	58	2.27	132
Testigo	227.8	76	1.7	132

En la presente investigación, se tuvo un promedio de 22 días abiertos por lo tanto se pretende con tratamientos hormonales reducirlos y así generar mejores réditos económicos para los ganaderos, en el caso de la prostaglandina se obtuvo seis vacas preñadas con un costo de 339.1\$, mientras que el T2 estradiol con 5 vacas en gestación genera un egreso de 288.3\$ por otro lado el testigo presentó menores gastos pero también su tasa de preñez fue baja a relación que los tratamientos hormonales.



**Figura 12:** Análisis Costo Beneficio

En relación análisis costo beneficio, al reducir los 22 días abiertos se considera una ganancia de 264 lt en el total de días abiertos promedio, considerando el valor de un litro de leche el ingreso es de 132 dólares por vaca utilizando T1 (Prostaglandina) con una inversión de 57 dólares por animal, generando así por cada dólar invertido un beneficio de \$1.3, al aplicar el T2 (Estradiol) con un costo de 58 dólares por vaca, dejando así un ingreso neto de \$1.27, el testigo en relación a los tratamientos hormonales genera tan solo por cada dólar invertido una ganancia de 0.70 ctv.; siendo así la prostaglandina la que genera mejores réditos económicos. Al respecto Yanzaguano, (2013) utilizando el metodo de sincronizacion Ovsynch con diferentes horas de inseminación generó un costo total de \$1496,11 dándole un costo por tratamiento de \$498,70 y estableciendo por vaca un costo de \$55.41.

#### 4.7 Prueba de hipótesis

- **Ho:** Ninguno de los tratamientos mejorarán la tasa de preñez en vacas lecheras.
- **Ha:** Al menos uno de los tratamientos mejorará la tasa de preñez en vacas lecheras.

En la presente investigación al haberse realizado el análisis de varianza, se establece que existe diferencia significativa al 5% lo que indica que los dos tratamientos hormonales mejoraron la tasa de preñez, aceptándose así la hipótesis alternativa.

## 5. CONCLUSIONES

- La intensidad de celo y presencia de celo muestran que existe diferencia significativa, es decir que en la presente investigación hubo efecto de las hormonas en función de la expresión de celo.
- Al aplicar estradiol, se demostró eficiencia en la sincronización de una nueva onda folicular con un resultado favorable del 71% de presencia de celo teniendo el 29% de vacas que no expresaron celo, debido a los factores medio ambientales de la zona, imposibilitando cumplir sus funciones reproductivas, produciendo un declinamiento de estrógenos e impidiendo la ovulación.
- Considerando que las vacas en estudio fueron tratadas en las mismas condiciones de manejo, al realizar el análisis estadístico la administración de prostaglandina y estradiol intervinieron positivamente en la tasa de preñez, presentando el 85% de vacas gestantes en el T1 (PgF2 $\alpha$ ) y el 71% al aplicar el T2 (Estradiol), con reacción al testigo las vacas tratadas con las hormonas evidenciaron un incremento de preñez del 42% en el caso de la prostaglandina.
- Al aplicarse los tratamientos hormonales, se estableció mayor rentabilidad en el grupo de vacas tratadas con (PgF2 $\alpha$ ) en presencia de cuerpo lúteo, obteniéndose el indicador de análisis costo beneficio de \$2.3 (dólares USA) lo que representa un beneficio neto de \$1.3 (dólares USA) al reducirse los 22 días abiertos.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la presente investigación en vacas que tengan tres partos en adelante y evaluar el porcentaje de preñez.
- Realizar nuevos estudios aplicando una dosis de estradiol en la fase folicular, para estimular a la sincronización de una nueva onda folicular y en la fase luteal estimular a la regresión de cuerpo lúteo.
- Se recomienda aplicar prostaglandina y estradiol para la sincronización de estro o de ovulación de vacas lecheras lo que facilitara la inseminación artificial, permitiendo la programación de partos en la época más idónea para aprovechar al máximo el potencial lechero, sin afectar el comportamiento reproductivo.
- En vacas que estén sobre los 3000msnm y exista cambios bruscos de temperatura realizar estudios aplicando estradiol en varias dosis para corregir el desequilibrio hormonal producido por los factores medio ambientales.
- Difundir los resultados de la presente investigación a los involucrados en la producción de leche con el propósito de mejorar la eficiencia reproductiva de sus hatos ganaderos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AGSO. (18 de octubre de 2014). *La producción lechera en Ecuador*. Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-produccion-lechera-en-ecuador-genera-1-600-millones-en-ventas-anuales-infografia>
- Alta genetics. (26 de junio de 2012). *Alta Genetics - Reproduccion e Inseminacion*. Obtenido de <http://web.altagenetics.com/ecuador/DairyBasics/Category/30>
- Alzate, D. (27 de 10 de 2017). Obtenido de <http://medvetsite.com/ciclo-estral-de-la-vaca/>
- Arias, & Escobar. (2008). *Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000100002&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000100002&script=sci_arttext)
- Baez, G., & Grajales, H. (09 de 2009). *ANESTRO POSPARTO EN GANADO BOVINO EN EL TRÓPICO*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682009000300011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000300011)
- BIOGEN. (13 de Octubre de 2015). *Ciclo Estral*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=rYYikBrOTsY>
- Brito. (1999). Eficacia de la prostaglandina y benzoato de estradiol para sincronización de celo en vaconas. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/525/1/TESIS.pdf>
- Carlos Hoyos. (2010). *Comparación de la eficiencia de los tratamientos de inseminación a tiempo fijo intra vaginales nuevos frente a los reutilizados en los índices de preñez en vacas cruza cebú paridas y secas*. Obtenido de <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/215/1/203263.pdf>
- Carvajal. (2015). *Los bovinos en Ecuador, con menos población durante los últimos*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/05/24/nota/4902476/bovinos-pais-menos-poblacion-durante-ultimos-anos>
- Cutaia, M. (2006). *inseminación artificial a tiempo fijo (iatf) - Producción Animal*. Recuperado el 09 de mayo de 2015, de [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/60-ia\\_a\\_tiempo\\_fijo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/60-ia_a_tiempo_fijo.pdf)

- Dransfield et al. (1998). *Compendium de reproducción animal - Sinervia*. Obtenido de <http://www.sinervia.com/sites/default/files/Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf>
- Dutan, J. (2013). Eficacia de protaglandina y benzoato de estradiol para sincronización de celo en vaconillas. Ecuador.
- Espac. (2012). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Ecuador.
- Espinosa, M. (2008). *COMPARACIÓN DE TRES PROGRAMAS PARA SINCRONIZACIÓN DE CELOS EN VACAS MESTIZAS*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/236/2/03%20AGP%2068%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Fernandez, M. (2012). reproducción y control ecográfico en vacuno. zaragoza: Servet.
- Fernandez, L. (2012). *reproduccion aplicada en el ganado bovino de leche*. Mexico: Trillas.
- Gomez, R. (2008). *Enciclopedia Bovina*. Obtenido de [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e\\_bovina/Indice.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/Indice.pdf)
- Guillén, J. (2009). *Glándula pituitaria y sistema portal hipofisario*. Cordoba: El Cid.
- Hernandez, M. (1994). *Endocrinología fisiológica general*. Quito: Universidad central del Ecuador.
- Hernandez, A. (9 de 10 de 2013). *Infertilidad en bovinos*. Obtenido de <https://prezi.com/q3hbtsptgjl/causas-de-infertilidad-en-bovinos/>
- Hernandez, J. (2009). *Manual de Practicas de Reproduccion Animal.pdf*. Obtenido de [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales\\_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Reproduccion%20Animal.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Reproduccion%20Animal.pdf)
- Ilvay, F. (2010). *tesis de grado - DSpace ESPOCH. - Escuela Superior Politécnica*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1155/1/17T0989.pdf>
- Inamhi. (2016). *Red de Estaciones*. Obtenido de <http://186.42.174.231/index.php/red-de-estaciones/easytablerecord/2-prueba/1019>
- INTA. (2004). *inseminación artificial en bovinos - Producción animal*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&rlz=1C1NHXL\\_esEC719EC719&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=definicion+inseminacion+artificial+inta+2004](https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&rlz=1C1NHXL_esEC719EC719&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=definicion+inseminacion+artificial+inta+2004)
- IRAC. (2015). *Irac-biogen*. Obtenido de <http://www.iracbiogen.com.ar/front/irac.asp?NoticiaID=39>

- Lab. Sintex. (2005). Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino. Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/72-manejo\\_farmacologico\\_ciclo\\_estral\\_bovino.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf)
- Lopez, H. (2013). *Farmacologia clinica en bovinos*. Mexico: Trillas.
- Lucy, & Poblete. (2012). *DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ANESTRO MEDIANTE ECOGRAFÍA*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/fvp739d/doc/fvp739d.pdf>
- Marquez, J. (24 de 10 de 2012). *Producción de Bovinos de Leche - Generalidades de la Ganado*. Obtenido de <http://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2012/10/produccion-de-bovinos-de-leche.html>
- MGAP. (2013). *Anuario Estadístico Agropecuario 2013 - MGAP*. Obtenido de [http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2013/DIEA\\_Anuario\\_2013.pdf](http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2013/DIEA_Anuario_2013.pdf)
- Mosquera, L. (05 de Marzo de 2008). *Condicion corporal en bovinos*. Obtenido de <http://condicioncorporalbovinos.blogspot.com/search?updated-min=2008-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2009-01-01T00:00:00-08:00&max-results=1>
- Olivera, M. (31 de 05 de 2007). *Bovine luteolysis: intracellular signals - SciELO Colombia*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902007000300017](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902007000300017)
- Ortega, Favala, & Hernandez. (2011). *EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN IMPLANTE DE PROGESTERONA*. Obtenido de [file:///C:/Users/user/Downloads/rchszaX1202%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/rchszaX1202%20(1).pdf)
- Palma, G. (2001). *Biotecnología de la reproducción*. Argentina: BALCARCE.
- Pullman, W. (31 de Julio de 2015). *La fase folicular y luteal del ciclo estral*. Obtenido de [file:///C:/Users/PcQUim/Downloads/375594012.Capitulo\\_8\\_Fase\\_Folicular.pdf](file:///C:/Users/PcQUim/Downloads/375594012.Capitulo_8_Fase_Folicular.pdf)
- Ramirez, Diaz, & Roman. (2014). *INTENSIDAD DEL CELO ESPONTÁNEO Y FERTILIDAD DELAS VACAS EN DOS FINCAS CON GANADERÍA MESTIZADA DE DOBLE PROPÓSITO*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/3731/373139085006/>
- Rangel, L. (2009). *Manual de Practicas de Reproduccion Animal*. Obtenido de [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales\\_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Reproduccion%20Animal.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Reproduccion%20Animal.pdf)

- Requena, F. (09 de 2010). *Efecto de diferentes protocolos de sincronización de estros sobre la eficiencia reproductiva en caprinos lecheros*. Obtenido de [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09\\_11\\_36\\_Trabajo\\_Fin\\_Master\\_Cabras\[1\]\\_Fernando\\_Requena\\_Domenech.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09_11_36_Trabajo_Fin_Master_Cabras[1]_Fernando_Requena_Domenech.pdf)
- Rippe, C. (2009). el ciclo estral - Dairy Cattle Reproduction Council. Obtenido de <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf>
- Rivadeneira, V. (01 de 2013). *Ciclo estral bovino*. Obtenido de [http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo\\_ciclo\\_estral\\_bovino\\_rivadeneira.pdf](http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_ciclo_estral_bovino_rivadeneira.pdf)
- Rivera, A. (2010). *SINCRONIZACION Y RESINCRONIZACION DE CELO EN VACAS CRIOLLAS UTILIZANDO PROGESTERONA*. Obtenido de [http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc\\_tesis/RIVERA,%20ANGIE-20101115-111203.pdf](http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/RIVERA,%20ANGIE-20101115-111203.pdf)
- Rivera, h. (2009). *Revision anatomica del aparato reproductor de las vacas*. Obtenido de <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rivera%20DCRCH%202009.pdf>
- Rodriguez, J. (1996). *Prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos*. Obtenido de [http://www.seqc.es/download/revista/680/1683/1215784307/1024/cms/Qumica%20Clinica%201986;5%20\(2\)%20139-144.pdf/](http://www.seqc.es/download/revista/680/1683/1215784307/1024/cms/Qumica%20Clinica%201986;5%20(2)%20139-144.pdf/)
- Rojas, A. (2012). *EVALUACIÓN DE CUATRO PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5403/1/Tesis%20Final%20E2%80%9CEVALUACI%C3%93N%20DE%20CUATRO%20PROTOCOLOS%20DE%20SINCRONIZACI%C3%93N%20DE%20CELO%20CON%20INSEMINACI%C3%93N%20ARTIFICIAL%20A%20TIEMPO%20FIJO%20%28IATF%29%20EN%20GANADER%C3%>
- Romero, E., & Gómez, L. (04 de julio de 2012). Efecto de la prostaglandina sobre el periodo abierto durante el puerperio en vacas de doble proposito. colombia.
- Ruiz, M. (31 de 05 de 2016). *Aparato Reproductor Hembra Vaca y Marrana*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/352790285/Informe-Aparato-Reproductor-Hembra-Vaca-y-Marrana>
- Saldarriaga, E. (2009). análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/329/1/AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20ENTRE%20INSEMINACI%C3%93N%20ARTIFICIAL%20A%20TIEMP%E2%80%A6.pdf>

- Sepulveda, J. (04 de enero de 2013). *Ciclo estral bovinos Sepulveda*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=V0Ni4TsYHuE>
- Serrano, A. (2012). *EFECTO DE LA PRESINCRONIZACIÓN CON PROSTAGLANDINA (PGF2 $\alpha$ ) SOBRE LA TASA DE PREÑEZ*. Obtenido de <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20Final%20Serrano%20Alfonso%20-%20Arg%202010.pdf>
- Vizcarra, R. (2015). *Historia de la lechería de Ecuador*. Obtenido de [http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/publicaciones/la\\_leche\\_del\\_ecuador.pdf](http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/publicaciones/la_leche_del_ecuador.pdf)
- Yanguma, C. (6 de 08 de 2009). Obtenido de <http://reproduccioncarlos.blogspot.com/2009/08/aparato-reproductor-de-la-hembra-ovina.html>
- Yanzaguano, C. (2013). *Evaluación de la tasa de preñez utilizando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a 0-10-20 horas post aplicar el protocolo de sincronización Ovsynch*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5536/1/UPS-CT002769.pdf>

## 8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ANESTRO:** Ausencia del ciclo estral.

**CELO SILENCIOSO:** Ovulación de un óvulo sin que manifieste los cambios usuales de conducta que indican el celo.

**CICLO ESTRAL:** Ciclo estral de 21 días en promedio durante el cual el ovario de la vaca libera un folículo y el útero se prepara a sí mismo para una posible preñez. El ciclo estral se encuentra controlado por hormonas.

**CONCEPCIÓN:** Una preñez confirmada luego de un servicio.

**CONDICIÓN CORPORAL:** Reserva corporal (principalmente en la forma de tejido graso) determinada por observación visual o palpación rectal (sinónimo: reserva corporal).

**CUERPO LÚTEO:** Masa amarilla de células secretoras de hormonas que se desarrolla en la superficie del ovario desde los restos del folículo luego de que el óvulo ha sido liberado (ovulación). Un cuerpo lúteo activo secreta progesterona, lo que previene el desarrollo completo del folículo y mantiene la preñez (sinónimo: cuerpo amarillo).

**DEJARSE MONTAR:** Período durante el celo en el que la vaca permanece quieta cuando es montada por otra vaca o toro.

**DÍAS ABIERTOS:** Número de días desde el parto hasta la nueva concepción

**ESTEROIDE:** Uno de los varios compuestos orgánicos solubles en grasa que poseen un anillo de 17 átomos de carbono como base y que ocurren naturalmente. Incluye ácidos biliares, muchas hormonas (por Ej..., estrógeno, testosterona) y precursores de ciertas vitaminas.

**ESTRO:** Período de cerca de seis a 30 horas que cada vaca o novilla posee una vez cada 21 días durante el cual muestra signos de excitación sexual. Los signos típicos incluyen el montar o dejarse montar por otras vacas o el toro. Esta conducta es menos pronunciada en vacas Bos Indicus (Cebú) que en las Bos Taurus (vacas europeas como Jersey). La liberación de un óvulo ocurre 10 a 14 horas luego de que los signos de celos finalizan (sinónimo: celo).

**ESTRÓGENO:** Es una hormona esteroidea producida principalmente por el ovario y responsable por generar el estro y las características sexuales femeninas secundarias.

**FENOTIPO:** Valor tomado por un rasgo. Los fenotipos o rasgos cualitativos caen generalmente dentro de grupos discretos (por Ej... color de pelo que puede ser negro, rojo, blanco etc.), el valor tomado por un rasgo cuantitativo puede ser un número (Ej..., desempeño durante la lactancia = 5345 Kg.).

**FERTILIZACIÓN:** Proceso en el que dos gametos (un óvulo y un espermatozoide) se unen para formar un cigoto.

**GENOTIPO:** Conjunto de alelos presentes en las células para un gen en particular o un conjunto de genes.

**GONADOTROPINAS:** Grupo de hormonas que actúan o estimulan las gónadas.

**HIPOTÁLAMO:** Parte del cerebro que se encuentra comprometido con la regulación hormonal de la reproducción por medio de la secreción de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). El hipotálamo se encuentra también involucrado en la regulación de procesos básicos para el cuerpo tales como temperatura corporal.

**HORMONA FOLÍCULO ESTIMULANTE (FSH):** Hormona glicoproteína secretada por la pituitaria anterior que estimula el crecimiento de los folículos en el ovario y la producción de estrógenos por el folículo en la hembra; en el macho estimula la producción de espermatozoides.

**HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS (GnRH):** Hormona peptídica secretada por el hipotálamo que estimula la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) desde la hipófisis anterior. La GnRH puede inyectarse en pequeñas cantidades para causar la ovulación de óvulos maduros.

**HORMONA LUTEINIZANTE (LH):** Hormona Glicoproteína secretada por la glándula pituitaria anterior. En la hembra, la LH induce la ovulación, el desarrollo del cuerpo lúteo y la producción de progesterona. En el macho la LH estimula la producción de espermatozoides y de la hormona testosterona.

**HORMONA:** Sustancia (ya sea proteína, péptido o esteroide) que se secreta en pequeñas cantidades en un órgano, y es transportada por la sangre y es capaz de estimular la función de otro órgano por medio de actividad química.

**TASA DE PREÑEZ:** Porcentaje de vacas que son confirmadas preñadas luego del servicio. La división de uno por el índice de concepción es igual a servicio por concepción.

**INSEMINACIÓN ARTIFICIAL:** Es una técnica por medio de la cual un técnico deposita el semen de un toro seleccionado en el útero de una vaca en el momento del estro.

**INVOLUCIÓN:** Proceso por medio del cual el tracto reproductivo, en particular el útero, retorna a su tamaño normal luego de parir el ternero. La involución se completa generalmente 40 a 60 días luego del parto.

**LUTEINIZACION:** Formación del cuerpo lúteo.

**LÚTEOLISIS:** Degeneración del cuerpo lúteo.

**METRITIS:** Inflamación del útero.

**OVARIO:** Una del par de órganos reproductoras glandulares de la hembra.

**OVULACIÓN:** La liberación de un óvulo (desde un folículo) en uno de los dos ovarios 10 a 14 horas luego del final del estro.

**OVULO:** Célula reproductiva femenina que contiene la mitad del material genético de una célula normal (sinónimo: gameto femenino).

**PALPACIÓN RECTAL:** Manipulación de varias partes de los órganos reproductivos con una mano insertada en el recto de la vaca, generalmente, para detectar la presencia de un feto en crecimiento o estructura (cuerpo lúteo) en la superficie del ovario.

**PIOMETRA:** Infección en la que la pus se acumula en el útero debido a falta de drenaje (cerviz cerrado).

**PROGENIE:** La nueva generación, la descendencia.

**PROGESTERONA:** Hormona esteroidea secretada por el cuerpo lúteo y que prepara al útero para la preñez, previene la recurrencia de ciclos estrales deprimiendo la liberación de FSH y LH por la pituitaria.

**PROSTAGLANDINA:** Hormona secretada por el útero que provoca la regresión del cuerpo lúteo al final de un ciclo estral o la preñez.

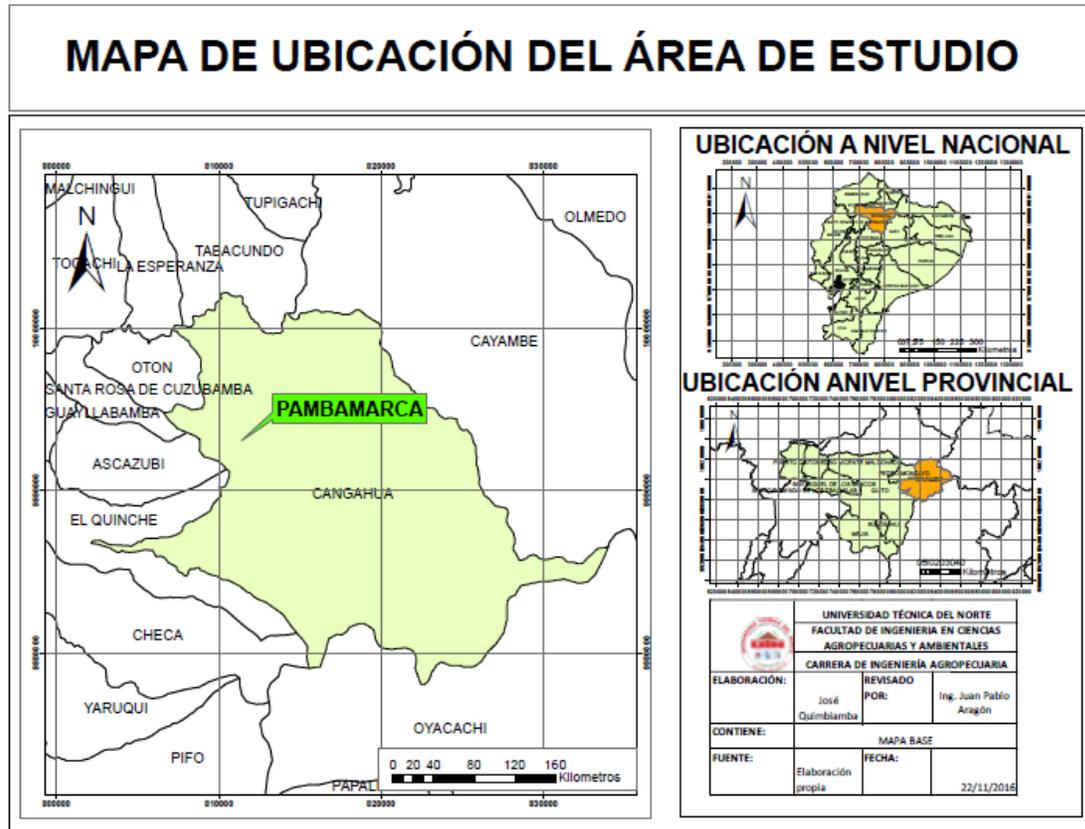
**TRICOMONIASIS:** Enfermedad venérea común que es causada por un protozoo y transmitida por medio de apareamiento natural; puede conducir a abortos.

**VACA CÍCLICA:** Vaca que ha sido observada en celo.

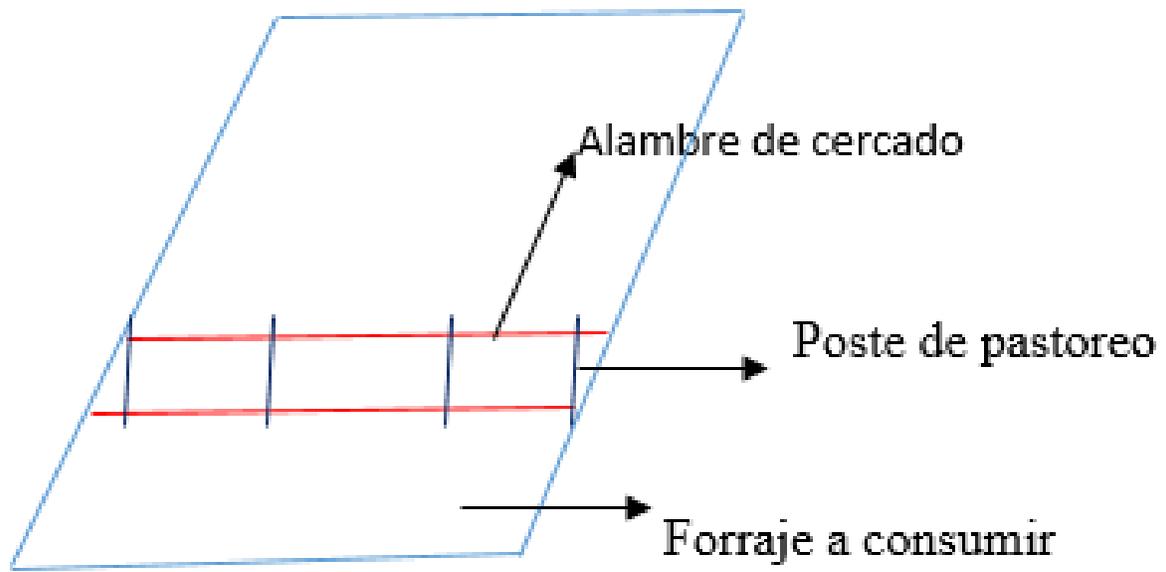
**VACA VACÍA:** Una vaca no preñada.

# Anexos

Anexo 1: Mapa de ubicación



**Anexo 2:** Cercado eléctrico



**Anexo 3: Evaluación condición corporal**

<p>Paso 1</p> <p>Si observa las costillas 12 y 13 la CC es de 3 y si no observa es más de 3.</p>	
<p>Paso 2</p> <p>Si puede ver las costillas cortas o apófisis transversa la CC es de 2 o menos</p>	
<p>Paso 3</p> <p>Si puede ver una v muy profunda la CC es de 1 a 1.5.</p>	
<p>Paso 4</p> <p>Observe en el coxal y el isquion si tiene una u baja la CC es de 3.5</p>	
<p>si tiene una u pronunciada la CC es de 3</p>	
<p>si tiene una v insipiente la CC es de 2.5</p>	
<p>si tiene una v profunda la CC es de 1.5 a 2</p>	
<p>Paso 5</p> <p>Determinar el grado de engrosamiento de la base de la cola observando desde atrás y de arriba</p>	
<p>Condición corporal 3</p>	
<p>Condición corporal 3.5 Chato</p>	
<p>Condición corporal 4 muesca</p>	
<p>Condición corporal 4.5 muesca profunda</p>	

---

Condición corporal 5 dificultad al caminar

---

**Anexo 4:** Datos de las vacas en estudio: Producción, Parto, Días abiertos, Edad, CC y Peso

<b>Identificación</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Producción</b>	<b>Parto</b>	<b>Días abiertos</b>	<b>Edad</b>	<b>C.C.</b>	<b>Peso Kg</b>
151	Prostaglandina	12	1	150	3	2,5	450
85	Prostaglandina	13	2	155	4	3	400
186	Prostaglandina	13	1	145	3	3,5	460
224	Prostaglandina	14	1	150	3	3	390
246	Prostaglandina	16	2	120	4	3,3	400
251	Prostaglandina	16	1	130	3	2,5	430
222	Prostaglandina	11	1	150	3	3	450
181	Estradiol	12	2	150	4	3,5	400
61	Estradiol	12	1	160	3	2,5	410
54	Estradiol	10	2	150	4	3	390
137	Estradiol	10	2	140	4	3,5	450
37	Estradiol	12	1	120	3	3	430
58	Estradiol	11	1	130	3	2,5	420
103	Estradiol	12	2	120	4	3	390
3885	Testigo	12	1	145	3	3	400
213	Testigo	15	2	155	4	2,5	380
244	Testigo	10	2	125	4	3	450
52	Testigo	10	1	135	3	2,5	460
241	Testigo	12	1	155	3	3,5	420
40	Testigo	12	1	150	3	3,5	410
3877	Testigo	10	1	145	3	3	440

**Datos de campo**

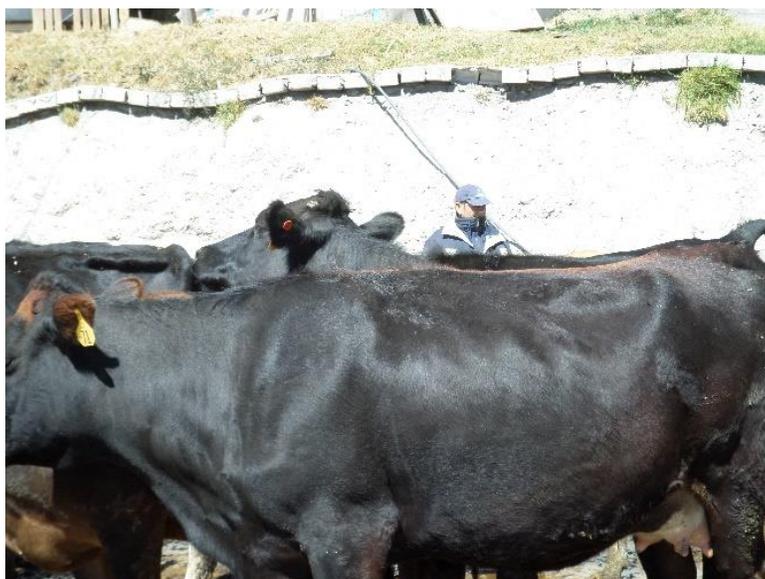
**Anexo 5:** Datos de variables: Celo después de la hormona, Presencia de celo, Intensidad de celo, Duración de celo, Tasa de preñez

<b>Arete</b>	<b>T</b>	<b>R</b>	<b>Celo después hormona</b>	<b>Presencia celo</b>	<b>montas</b>	<b>Horas celo</b>	<b>Preñez</b>
<b>151</b>	1	1	3	1	10	17	1
<b>85</b>	1	2	4	1	9	20	1
<b>186</b>	1	3	5	1	8	16	1
<b>224</b>	1	4	0	0	0	0	0
<b>246</b>	1	5	5	1	10	18	1
<b>251</b>	1	6	3	1	9	16	1
<b>222</b>	1	7	4	1	8	18	1
<b>181</b>	2	1	0	0	0	0	0
<b>61</b>	2	2	4	1	7	16	1
<b>54</b>	2	3	0	0	0	0	0
<b>137</b>	2	4	5	1	6	14	1
<b>37</b>	2	5	3	1	8	14	1
<b>58</b>	2	6	6	1	5	15	1
<b>103</b>	2	7	7	1	7	15	1
<b>3885</b>	3	1	10	1	6	15	1
<b>213</b>	3	2	0	0	0	0	0
<b>244</b>	3	3	12	1	5	13	1
<b>52</b>	3	4	0	0	0	0	0
<b>241</b>	3	5	0	0	0	0	0
<b>40</b>	3	6	10	1	4	16	1
<b>3877</b>	3	7	0	0	0	0	0

**Anexo 6:** Costo de producción total

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
chequeo ginecologico1 y 2	chequeo	42	10	420
Catéteres	Unidad	21	0.3	6.3
Guantes de ginecología desechables	unidad	35	0.25	8.75
Pajuelas	Unidad	14	15	210
Corta pajuelas	Unidad	1	20	20
Libreta de campo	Unidad	1	1	1
Fundas	Unidad	10	0.1	1
Jeringuillas desechables 10 ml con aguja 18x1 y ½	Unidad	14	0.3	4.2
Papel higiénico	Rollos	3	0.5	1.5
Overol	Unidad	1	15	15
Pistola de inseminación	Unidad	1	75	75
<b>Insumos</b>				0
Estrumate	Frasco 20 ml	1	40	40
Grafoleon	Frasco 20ml	1	10	10
Panacur	dosis de 50 ml	21	<b>3.6</b>	75.6
			<b>Total</b>	888.35
<b>Imprevistos 10 %</b>				88.835
<b>Total + imprevistos</b>				<b>977.2</b>

**Anexo 7: Inicio de investigación**



## Anexo 8: Materiales de investigación

Materiales

Vacas



Chequeo ginecológico



Identificación



Toma de peso y condición corporal



Desparasitación

Aplicación de hormona





**Anexo 9:** Implantación del área de estudio



**Anexo 10:** Presencia de celo y montas



**Anexo 11: Inseminación**

