

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

*Trabajo de titulación previo a  
la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista*

**TRABAJO EXPERIMENTAL:**

**“EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN  
MESTIZAS APLICANDO GnRH EN EL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN  
ARTIFICIAL, EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN  
E2-P4-PGF2 ALFA”**

**AUTOR:**

JUAN PABLO GUAMÁN PONCE

**TUTOR:**

DR. FROILAN PATRICIO GARNICA MARQUINA

CUENCA-ECUADOR

2019

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Juan Pablo Guamán Ponce con documento de identificación N° 0704617612 manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que soy el autor del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICANDO GnRH EN EL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN E2-P4-PGF2 ALFA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Médico Veterinario Zootecnista*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la ley de Propiedad Intelectual, 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 digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2019.



Juan Pablo Guamán Ponce

C.I. 0704617612

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación:  
**“EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICANDO GnRH EN EL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN E2-P4-PGF2 ALFA”**, realizado por Juan Pablo Guamán Ponce, obteniendo el *Trabajo Experimental* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2019



Dr. Froilán Patricio Garnica Marquina

C.I. 0101650299

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Juan Pablo Guamán Ponce con documento de identificación N° 0704617612, autor del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS APLICANDO GnRH EN EL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN E2-P4-PGF2 ALFA”**, certifico que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre del 2019



Juan Pablo Guamán Ponce

C.I. 0704617612

## DEDICATORIA

A Dios por darme una hermosa familia que me inculcó valores y me proporcionó el apoyo necesario en todo momento, circunstancia esta que me han permitido crecer como ser humano, estudiante, y poseer herramientas para servir a la sociedad.

De manera especial a mis padres: Jorge Guamán y Nelly Ponce que se han constituido en mi soporte incondicional, me proporcionaron ayuda material y espiritual en todos los momentos de mi vida; a mi hermano Jorge Andrés por estar siempre junto a mi transmitiéndome ánimo y motivación; y, a mis abuelitos: Vicente Ponce, Luz Rodríguez, Ana María Guamán y Alfonso Guamán (+) por sus importantes y acertados consejos enlazados con su amor paternal.

Todos ellos contribuyeron para hacer posible una meta más en mi vida.

## AGRADECIMIENTO

Al doctor Patricio Garnica por su asesoramiento en todo el proceso del trabajo experimental, por sus conocimientos y práctica en el área de reproducción animal.

También al Dr. Edwin Yunga por acompañarme día a día durante el trabajo de campo y estar pendiente del cumplimiento del mismo, por ser un amigo y maestro a la vez durante el trabajo con los bovinos.

Mi gratitud al Ing. Javier Trelles, amigo y apoyo en el trabajo editorial de la presente tesis.

Por último, agradezco de corazón a todo el Personal Administrativo y Docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, con mención especial para los que integran la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que compartieron la parte académica y su experiencia en esta hermosa carrera y, me motivaron a buscar tanto la excelencia profesional como humana.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
1. CUERPO DEL TRABAJO ACADEMICO .....	13
1.1 INTRODUCCIÓN .....	13
1.2 RESUMEN DEL ARTE DEL ESTUDIO DEL PROBLEMA. ....	14
1.3 DELIMITACIÓN.....	16
1.3.1 Temporal .....	16
1.3.2 Espacial .....	16
1.3.3 Ubicación .....	17
1.3.4 Académica.....	18
1.4 EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.5 OBJETIVOS.....	19
1.5.1 Objetivo general .....	19
1.5.2 Objetivos Específicos.....	19
1.6 HIPÓTESIS .....	19
1.6.1 Hipótesis nula.....	19
1.6.2 Hipótesis alternativa .....	19
1.7 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRAFICO Y DOCUMENTAL.....	21
2.1 Anatomía del aparato reproductor de la hembra .....	21
2.1.1 Ovarios .....	21
2.1.2 Oviductos .....	21
2.1.3 Útero.....	22
2.1.4 Cérvix o cuello del uterino .....	22
2.1.5 Vagina .....	23
2.1.6 Vulva .....	23
2.2 Pubertad.....	23
2.3 Ciclo estral .....	24
2.4 El eje Hipotálamo – Hipófisis - ovarios.....	25
2.5 Ciclo Ovárico .....	26

2.5.1	Estro o celo.....	26
2.5.2	Metaestro.....	27
2.5.3	Diestro .....	27
2.5.4	Proestro .....	28
2.6	Inseminación Artificial.....	29
2.6.1	Ventajas e inconvenientes de la Inseminación Artificial .....	29
2.6.2	Fundamento para la inseminación artificial. ....	29
2.7	Protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF).....	30
2.7.1	Hormonas usadas para la sincronización.....	30
2.7.1.1	Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH).....	30
2.7.1.1.1	Análogos de la hormona GnRH .....	31
2.7.1.2	Progesterona (P4) .....	31
2.7.1.3	Prostaglandina F2 $\alpha$ (PGF2 $\alpha$ ).....	32
2.7.1.4	Estradiol .....	33
2.8	Capacitación espermática.....	33
2.9	Ecografía .....	33
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1.1	Materiales de oficina .....	31
3.1.2	Materiales de campo.....	31
3.2	Diseño .....	31
3.3	Estadística .....	32
3.4	Población y muestra .....	32
3.4.1	Selección y tamaño de la muestra .....	32
3.4.2	Selección y tamaño de la muestra .....	32
3.4.3	Aplicación de la GnRH al momento de la Inseminación Artificial.....	32
3.4.4	Chequeo ginecológico con ecógrafo. ....	33
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	34
4.1	Marco Logístico .....	40
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	42
5.1	Conclusiones .....	42
5.2	Recomendaciones.....	42
6.	Bibliografía .....	44
7.	ANEXOS.....	49



## Índice de Tablas

Tabla 1. Datos Meteorológicos.....	17
Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de la Inseminación Artificial .....	29
Tabla 3. Materiales de oficina .....	31
Tabla 4. Materiales de campo.....	31
Tabla 5. Tratamiento A con GnRH .....	34
Tabla 6. Tratamiento B sin GnRH.....	36
Tabla 7. t de Student.....	37
Tabla 8. Costo total del estudio .....	40
Tabla 9. Costos por animal del Tratamiento A con GnRH .....	41
Tabla 10. Costo por animal del Tratamiento B sin GnRH .....	41

## Indice de Gráficos

Gráfico 1. Condición de gestación con GnRh .....	35
Gráfico 2. Porcentaje de preñez del Tratamiento A .....	35
Gráfico 3. Condición de Gestación sin GnRH .....	36
Gráfico 4. Porcentaje de preñez del Tratamiento B.....	37

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de la parroquia rural San José de Raranga. ....	17
Ilustración 2. Ciclo Estral Bovino .....	24
Ilustración 3. Eje Hipotálamo - HIpófisis - Ovario .....	25
Ilustración 4. Hormonas de la reproducción.....	26
Ilustración 5. Ciclo Ovárico.....	28
Ilustración 6. Análogos de la GnRH.....	31

## RESUMEN

La investigación fue realizada en la parroquia rural San José de Raranga del Cantón Sígsig perteneciente a la provincia del Azuay, con el objetivo de evaluar el porcentaje de preñez aplicando la Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en el momento de la Inseminación Artificial. El trabajo se realizó con una población de 40 unidades bovinas, con edades que fluctúan entre los dos y seis años, una condición corporal (CC) de dos a tres y entre uno y cuatro partos. Se dividió a la población de estudio en dos grupos de 20 unidades denominados: Tratamiento A con la aplicación de GnRH y el Tratamiento B sin la aplicación de GnRH. Al tratamiento A se les aplicó una dosis de 0,1mg por animal de GnRH en el momento de la Inseminación Artificial. El diagnóstico de preñez se realizó a los 60 días de la inseminación. Los resultados de la investigación obtenidos fueron: en el Tratamiento A con GnRH el 60% de las vacas estuvieron preñadas y el Tratamiento B sin GnRH el 50% de los animales resultaron preñadas. Estadísticamente no hay significancia en el estudio realizado, pero matemáticamente se puede decir que hay un pequeño aumento de preñez usando esta hormona. También se realizó un estudio costo-beneficio de las dos aplicaciones el cual resultó ser que el tratamiento A tuvo un costo de \$37,71 por cada animal, en contraste a los \$31,13 que representó el Tratamiento B.

## ABSTRACT

The research was carried out in the rural parish San José de Raranga of The Canton Sigsig belonging to the province of Azuay, with the aim of evaluating the percentage of pregnancies by applying the gonadotropin-releasing hormone (GnRH) at the time of insemination Artificial. The work was carried out with a population of 40 bovine units, ranging in age between two and six years, a body condition (CC) of two to three and between one and four births. The study population was divided into two groups of 20 units named: Treatment A with the application of GnRH and Treatment B without the application of GnRH. Treatment A was given a dose of 0.1mg per animal of GnRH at the time of Artificial Insemination. The pregnancy diagnosis was made within 60 days of insemination. The results of the research obtained were: in Treatment A with GnRH 60% of the cows were pregnant and treatment B without GnRH 50% of the animals were pregnant. Statistically there is no significance in the study conducted, but mathematically it is said that there is a small increase in pregnancy using this hormone. A cost-benefit study of the two applications was also conducted which turned out that treatment A cost \$37.71 for each animal, in contrast to the \$31.13 represented by Treatment B.

## 1. CUERPO DEL TRABAJO ACADEMICO

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El sector ganadero constituye una fuente importante de empleo e ingresos en el Ecuador, el Banco Central del Ecuador comenta que la contribución nacional del sector agropecuario al Producto Interno Bruto (PIB) para el año 2015 fue de un 8,3%; y la contribución específica del sector pecuario para el mismo años corresponde a 1,5% del PIB (Fao, 2019).

El objetivo de los propietarios de ganado, es obtener una cría por año, tanto en sistemas de explotación extensivos como en los intensivos, para lograr esta meta, la hembra necesita de 280 días para la gestación, de unos 45 días mínimo para la involución del útero y quedar nuevamente preñada en un periodo máximo de 40 días (Chanaluisa, 2016, p. 5).

Este sector tiene dificultades que limitan su desarrollo óptimo como: la debilidad institucional del sector público, la falta de recursos operativos del mismo y el escaso vínculo con el sector privado, en especial con los usuarios finales, categorizados como pequeños y medianos agricultores. El censo del 2000 por el MAG-INEC mostró que el número de unidades bovinas es de 4'489.020, las hembras representan el mayor porcentaje del total con un 66.7% y los machos un 33.2%; en la región de la Sierra se encuentra la mayor cantidad de bovinos con 2'274.137 que representa el 50.6%. En el Ecuador en lo que se refiere a producción, se estima que el 42.4% es ganado mestizo sin registro y el 1.42% tiene registro, específicamente para leche el 54.14% ganado criollo, ganado pura sangre de carne el 0.81%; ganado pura sangre de leche un 0.87% y para doble propósito el 0.35% (Haro, 2003, p. 12).

El sector lechero desafía algunos factores que afectan su desempeño como: técnicas adecuadas de producción, calidad genética, alimentación, niveles sanitarios y sobre todo la baja tasa de concepción (Velasgui, 2012, p. 12). Para mejorar este porcentaje de preñez se han implementado varios métodos entre los cuales, la manipulación del ciclo estral del bovino que permitió el avance de distintas técnicas de reproducción asistida, siendo las más destacadas a nivel comercial la inseminación artificial (IA), la superovulación y transferencia de embriones in vivo (TE) y la producción de embriones in vitro (PIV), todas estas biotecnologías de la reproducción permiten mejorar la eficiencia de un rodeo, generando un proceso genético y logrando mejor rentabilidad para el propietario. La IA ganó popularidad y comenzó a ser utilizada de forma masiva desde la implementación de la inseminación artificial a tiempo fijo (De la Mata, 2016, p. 14).

Para este estudio de porcentaje de preñez, se empleó la hormona liberadora de gonadotropina en el momento de la inseminación artificial en un protocolo E2-P4-PGF2 alfa, en un grupo de 40 bovinos de la raza Holstein mestiza, por su acción en el hipotálamo para que libere la hormona folículo estimulante que produce el desarrollo del folículo y la hormona luteinizante que inicia el proceso de la ovulación (Ayala y Castillo, 2010, pág. 2).

Los resultados nos permitirán realizar las recomendaciones necesarias para este importante sector productivo de la provincia.

## 1.2 RESUMEN DEL ARTE DEL ESTUDIO DEL PROBLEMA.

Un bovino que no se preñe no generará réditos económicos para los pequeños y grandes ganaderos, causando grandes pérdidas. La Inseminación Artificial (IA) es una herramienta que han usado ganaderías lecheras para combatir esta baja fertilidad, se vuelve ineficiente al enfrentar problemas en la detección de celos y la incapacidad de folículo para ovular durante el ciclo estral normal (Idrovo, 2016, p. 3)

La IA ganó popularidad y comenzó a ser utilizada en forma masiva desde la implementación de la inseminación artificial a tiempo fijo (AITF), la cual no requiere de la detección de celo, simplificando el trabajo y evitando las fallas en la detección del celo. Estos protocolos pueden ser usados desde explotaciones extensivas hasta las intensivas, para de esta manera mejorar la eficiencia de un rodeo y a la vez aportar con mejor calidad genética, subiendo sus réditos económicos (Cuervo , 2017, p. 1).

El éxito para un protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) depende de varios factores que están relacionados directamente con los bovinos, los cuales, un porcentaje elevado de ganaderos no toman en cuenta al momento de iniciar un protocolo de inseminación, entre otros mencionemos: a) categoría del animal, b) condición corporal (CC) y nutrición, c) calidad seminal, d) estrés y manejo (de La Mata, 2016, p. 16). Teniendo estos factores en cuenta se ha decidido implementar un protocolo AITF en bovinos Holstein mestizos para analizar el efecto sobre la tasa de preñez, esperando que sea positivo para el ganadero.

El técnico debe tener en cuenta que el porcentaje de preñez al primer servicio es solamente el 50% del total de vacas inseminadas ya que el 50% restante puede deberse a muertes embrionarias, falta de fecundación, pérdida del ovocito, vacas que no estaban en celo, muerte fetal y anormalidades atómicas (Catucuamba, 2012, p. 8).

Hoy en día hay varios tratamientos de IATF que están a disponibilidad para ganaderías de leche como de carne. Básicamente los programas IATF utilizados en la actualidad se agrupan según el tipo de hormona utilizada. Los protocolos denominados “OvSynch” y “Co-Synch” utilizan análogos de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) y prostaglandinas (PGF 2 $\alpha$ ) para la sincronización de la ovulación. En general, tanto como protocolos de IATF a base de GnRH como con sales de estradiol y progesterona, las tasas

de preñez promedian un 50% en rodeos de raza para carne (de La Mata, 2016, pp. 14 - 15).

Del estudio realizado en la Universidad de Zamorano, en empresas de producción lechera en la que se usó 150µg GnRH en el momento de la inseminación artificial en vacas implantadas con Dispositivos Intravaginales Bovinos (DIV-B<sup>®</sup>) con el fin de analizar la tasa de preñez al primer o segundo servicio, contiene la siguiente información: el estudio se realizó con 56 vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes, con edades de entre los 3 a 8 años, repartidas al azar en dos grupos: con GnRH (n=26) y sin GnRH (n=30); los resultados de los tratamientos fueron 69.2% con GnRH y 33% sin GnRH, dando un resultado positivo en los porcentajes de preñez, también se demostró que el tratamiento con GnRH es más rentable en un menor costo por vaca preñada (Ayala y Castillo, 2010, p. iii)

### 1.3 DELIMITACIÓN

#### 1.3.1 Temporal

El proceso de investigación tuvo una duración de 400 horas, distribuidas en dos partes: experimental y redacción del documento final.

#### 1.3.2 Espacial

Esta investigación se realizó en la parroquia rural San José de Raranga del cantón Sigsig, de la provincia del Azuay-Ecuador.





*Ilustración 1. Mapa de la parroquia rural San José de Raranga.*

Fuente: (Google Maps, 2019).

*Tabla 1. Datos Meteorológicos*

Descripción	Denominación
T°	10°-16°C
Precipitación	700-800mm al año
Altitud	2911 m.s.n.m.
Longitud	3°08'04.92" S
Latitud	78°57'58.62" O

### 1.3.3 Ubicación

La parroquia San José de Raranga se encuentra conformada por su cabecera parroquial, San José y 16 comunidades aledañas. Esta presenta una densidad poblacional de 3.000 habitantes dispersos en un área de 51.5Km<sup>2</sup>. En la tabla 1 se observa las coordenadas exactas en las cuales se encuentra ubicado su centro político administrativo (Cabrera, 2016; Reyes y Veleccla, 2012).

El área de estudio comprende sectores de la cabecera parroquial, destacando las comunidades: La Esperanza, La Esmeralda, Virgen de las Aguas, Bahoril. El protocolo

E2-P4-PGF2 alfa se aplicó en vacas mestizas de la raza Holstein, localizados en los potreros de cada uno de los propietarios de los bovinos incluidos en el estudio.

#### 1.3.4 Académica

La experiencia adquirida a lo largo del trabajo de investigación junto con los conocimientos en Inseminación Artificial transmitidos en la cátedra de reproducción, me permitirán desenvolverme con mayor profesionalismo y por ende cumplir con los objetivos que proyecta mi carrera profesional.

#### 1.4 EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA

El bajo porcentaje de fertilidad y concepción en los hatos ganaderos de áreas rurales, representa un problema grave para la rentabilidad económica, poniendo en peligro la subsistencia de pequeños productores de ganado, teniendo en cuenta que en el país no se han implementado tecnologías que ayuden en la efectividad del proceso de reproducción y productividad de la agroindustria ganadera. Esto se debe a una serie de factores como: falta de conocimiento de aplicación del método de inseminación artificial (IA), topografía irregular en los terrenos de pastoreo, la cantidad de unidades bovinas adultas (UBA) (Chanaluiza, 2016, p. 6).

Para elevar los porcentajes de lucro en esta actividad, se han implementado una serie de protocolos hormonales con la finalidad de alterar y por ende controlar el ciclo hormonal (ciclo estral) de los bovinos permitiendo aumentar el número de crías y con ello subir los márgenes de ganancia para productores de mayor y menor escala.

La Inseminación Artificial es el método más utilizado, para tratar de alcanzar porcentajes superiores de preñez, por cuanto otros métodos más sofisticados como, por ejemplo, la transferencia de embriones, representan mayores inversiones y manejo técnico para el pequeño propietario. Una vez revisado los protocolos se eligió para la

investigación la aplicación del método de Inseminación Artificial (IA) con la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH).

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo general

Evaluar el porcentaje de preñez en vacas Holstein mestizas aplicando GnRH en el momento de Inseminación Artificial, en protocolos de sincronización de la ovulación E2-P4-PGF2 alfa

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar los porcentajes de preñez utilizando GnRH al momento de la Inseminación Artificial.
- Analizar los costos beneficio con la aplicación de la GnRH al momento de la Inseminación Artificial.

## 1.6 HIPÓTESIS

### 1.6.1 Hipótesis nula

H0: La aplicación de la hormona GnRH en el momento de la inseminación no contribuye aumentar la tasa de preñez de los vacunos.

### 1.6.2 Hipótesis alternativa

H1: La aplicación de la hormona GnRH en el momento de la inseminación contribuye aumentar la tasa de preñez de los vacunos.

## 1.7 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La presente investigación está orientada a aportar con resultados confiables y útiles, basados en experimentación de campo, para el sector ganadero, que día a día busca métodos más apropiados que le permitan aumentar los porcentajes de preñez de los

bovinos con una inversión mínima en lo posible. La GnRH es un decapeptido producido por las neuronas del hipotálamo y es secretada a los capilares del sistema portal hipotalámico hipofisiario. En la pituitaria, la GnRH se une a receptores específicos y mediante reacciones en cascada estimula la FSH y la LH provocando la ovulación del folículo dominante y la formación de un CL. (Cuervo, 2017, p. 10)

Antes de empezar el proceso de inseminación artificial (IA) se debe tomar en consideración ítems fundamentales que inciden en los resultados finales como: evaluación de la raza de los bovinos, la alimentación, clima, valoración estricta del estado de salud del animal. Además, se tiene que realizar un chequeo rectal con el fin de asegurarse que el espécimen no se encuentre en estado de gestación y, su evolución genital sea normal, satisfactoria. Para garantizar que el proceso sea exitoso se debe detectar oportunamente el celo, para de esta manera obtener una alta tasa de natalidad dentro de la UPA (Cevallos , 2012, p. 18).

Actualmente la inseminación artificial es practicada principalmente en el ganado bovino, en comparación con las otras especies domésticas. Esto se da ya que se tiene un manejo de mejor accesibilidad con este tipo de ganado, el cual se lo realiza diariamente en las labores de ordeño. Cabe mencionar que la IA es más factible de realizar en las razas lecheras que en las razas de carne; aunque este método se aplica usualmente en haciendas que cumplen el doble propósito, producción diaria de leche y carne, porque el ejemplar cuando llega a su tiempo de vida útil pasa a ser faenado, es decir producción de carne (Villarreal, Cabrera, Andara, y Vielma, 2019, p. 9).

Para una mejor comprensión de los resultados de la investigación que nos ocupa, el proceso de Inseminación Artificial, en el siguiente acápite se describen aspectos relacionados con el aparato reproductor del bovino, información del ciclo estral, las características de la inseminación, las propiedades de la hormona aplicada, entre otros.

## 2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

### 2.1 Anatomía del aparato reproductor de la hembra

La reproducción en la hembra es un proceso complejo en el cual va a participar todo el organismo. El aparato reproductor está comprendido de: vulva, vagina, útero, dos trompas uterinas (de Falopio) y dos ovarios. El óvulo es expulsado por el ovario, el mismo que caerá en el infundíbulo y es transportado hacia la trompa uterina, donde normalmente se lleva a cabo la fecundación (Frandsen, 1982, p. 290).

#### 2.1.1 Ovarios

Los ovarios son los órganos esenciales en la reproducción de la hembra, pues cumplen dos funciones: endocrina (producción de hormonas) y citógena (productora de células (Porras y Páramo, 2009, p. 39). Los ovarios son las gónadas femeninas, estos se encuentran compuestos por una corteza o parte externa y una parte interna o médula (Porras y Páramo, 2009, p. 9). También podemos mencionar que: “El ovario, a diferencia del testículo permanece en la cavidad abdominal” (Hafez y Hafez, 2002, p. 13). Son los órganos esenciales en la reproducción, son pares (izquierdo y derecho), los cuales tienen aproximadamente las siguientes dimensiones: 2 cm de ancho y 3 cm de largo. Estos cumplen dos principales funciones: a) producir óvulos y b) producir hormonas (progesterona y estrógenos), las cuales cumplen un rol fundamental en los procesos reproductivos (Cavestany y Méndez, 1993, p. 21).

#### 2.1.2 Oviductos

“Son tubos sinuosos en un número de dos, de 20 a 30 cm de longitud que se extienden desde las extremidades de los cuernos hasta los ovarios, captan al óvulo y lo conducen hacia el útero” (Yunga, 2013, p. 9). El oviducto puede dividirse en cuatro segmentos funcionales: las fimbrias, en forma de olán; el infundíbulo, abertura abdominal en forma

de embudo cerca del ovario; la ampolla, dilatada y más distal, y el istmo, la porción proximal estrecha del oviducto, que conecta a éste con la luz uterina (Hafez y Hafez, 2002, p. 17).

Entre las funciones del oviducto se puede mencionar: el transporte de espermatozoides y óvulos, cumplir como sitio de fecundación y, lugar donde ocurrirán las primeras divisiones celulares del embrión. Toda la actividad del oviducto va a estar determinada por las hormonas femeninas: los estrógenos que van a estimularlo y la progesterona que lo va a inhibir (Jica, 2016).

### 2.1.3 Útero

Es un órgano tubular que a su vez conecta el oviducto con el cérvix, en la mayoría de especies domésticas está conformado por dos partes: un cuerpo y dos cuernos. La función del útero es albergar la gestación (Porrás y Páramo, 2009, p. 13). El útero se encuentra ubicado en la cavidad abdominal, y está conformado por tres capas musculares las cuales son: endometrio, miometrio y adventicia (serosa), de su interior a su capa más externa respectivamente. El endometrio aloja las carúnculas, puntos donde se fija la placenta por medio de los cotiledones, la acción de los estrógenos y la progesterona preparan al útero para la preñez (INATEC, 2016, p. 12).

### 2.1.4 Cérvix o cuello del uterino

El cérvix es un órgano de paredes gruesas, mide 8 a 10 cm, sirve de conexión entre la vagina y el útero. Es fibroso ya que está formado por tejido conectivo en su mayor proporción y también por tejido muscular liso. Este presenta varias prominencias que tiene la forma de bordes transversales alternados en espiral que se los conoce con el nombre de anillos cervicales (generalmente son tres), se considera como el segundo obstáculo en la IA, esta estructura se encuentra sellada en la mayoría del tiempo a

excepción del estro, cuando esta se relaja ligeramente y permite la entrada del espermatozoide al útero (Mayta, 2014) (Tacuri, 2017).

### 2.1.5 Vagina

La vagina se describe como la porción del conducto del parto que se encuentra ubicada en la cavidad de la pelvis, entre el útero por delante y la vulva caudalmente. La vagina cumple como receptáculo para recibir el miembro del macho durante la cópula (montura o servicio) (Frandsen, 1982, p. 295).

### 2.1.6 Vulva

Comprende el vestíbulo vaginal y los labios vulvares, por dentro de la comisura inferior se encuentran el clítoris de unos 10cm de longitud aproximadamente, siendo visible solamente la extremidad sin considerarse como órgano estimulador de la hembra (Yunga, 2013, p. 12). “La vulva aloja en su comisura ventral el clítoris, que es el homólogo femenino al pene” (Idrovo, 2016, p. 16).

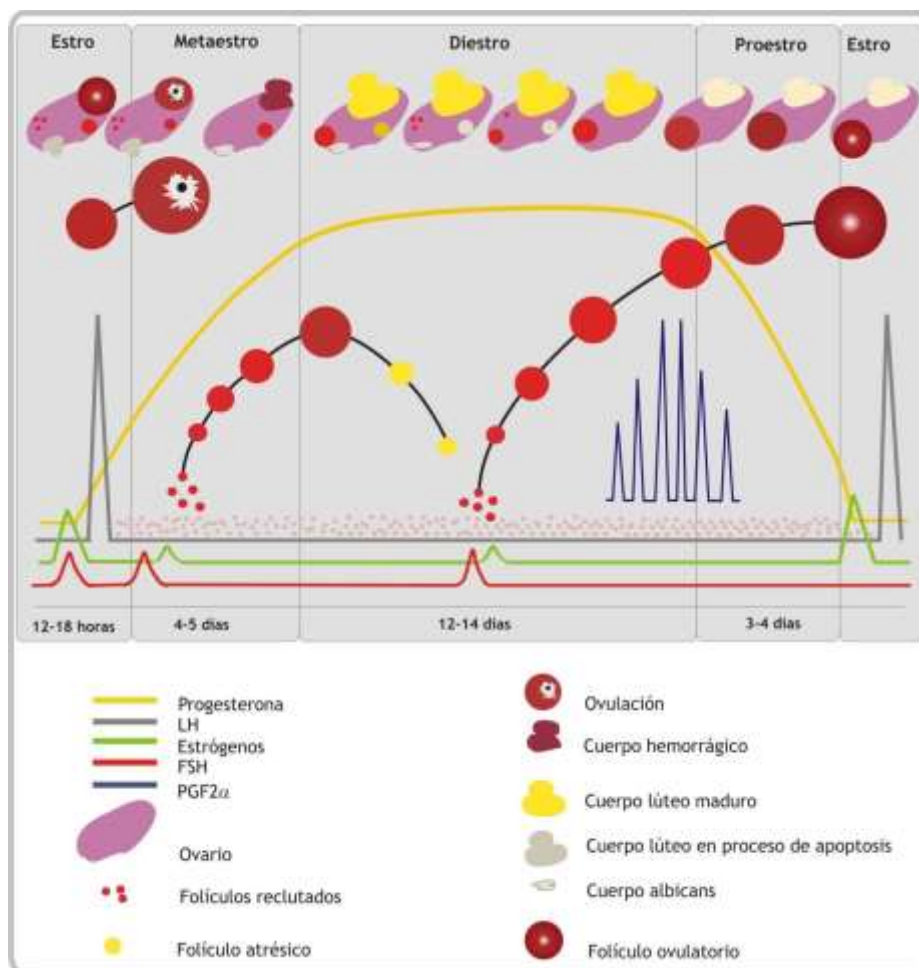
## 2.2 Pubertad

Se entiende por pubertad el periodo durante el cual se hacen funcionales los órganos de la reproducción tanto en la hembra y en el macho, todo esto desencadena una serie de transformaciones en el animal que se van a ir dando, a este proceso se le conoce como ciclo estral (Frandsen, 1982, p. 298). Cuando la hembra alcanza la pubertad manifiesta cambios rítmicos en su conducta sexual (receptibilidad sexual), denominada celo o estro (Idrovo, 2016, p. 19). En las reses vacunas la pubertad varía considerablemente según la raza y las condiciones de la nutrición. Las terneras Holstein presentan su primer estro en promedio al cumplir la edad de 37 semanas, siempre que estén bien alimentadas; a las 49 semanas, si las condiciones en este proceso son intermedias, y a las 72 semanas en animales mal atendidos (Frandsen, 1982, p. 303).

### 2.3 Ciclo estral

“La hembra bovina presenta ciclos en intervalos de 19 a 23 días, y esto sólo se interrumpe durante la gestación o debido a alguna patología” (Hernández, 2016, p. 9)

Un ciclo estral lo podemos definir como el lapso de tiempo que transcurre desde el inicio de un celo y que termina en el siguiente (Cavestany y Méndez, 1993, p. 25). En los vacunos se presenta con regularidad con intervalos de 18 a 24 días, teniendo un promedio de 21 días, los cuales están divididos en 4 etapas conocidas que son: estro, metaestro, diestro y proestro; o en dos: fase lútea (metaestro – diestro) y fase folicular (proestro y estro) (Porras y Páramo, 2009, p. 40).



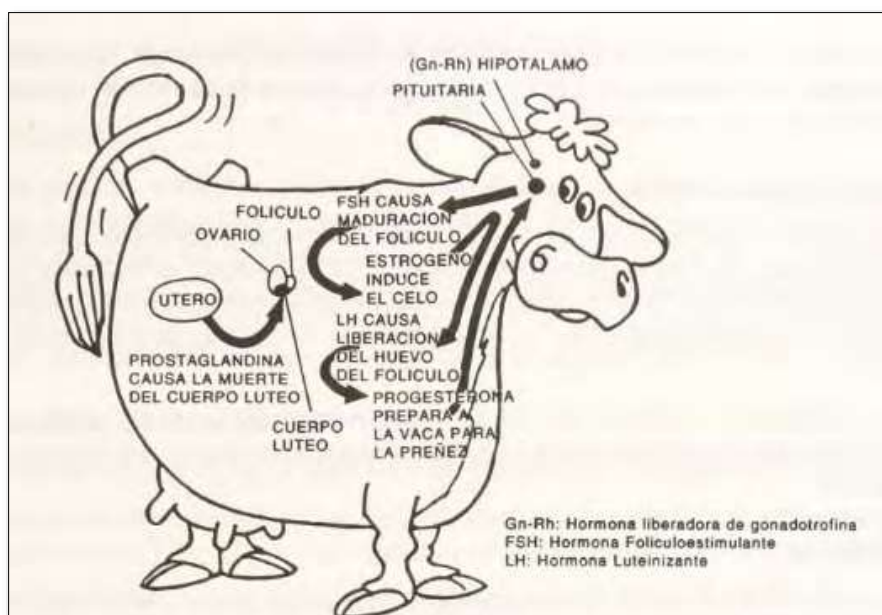
*Ilustración 2. Ciclo Estral Bovino*

Fuente: (Gonzales , 2018)



## 2.4 El eje Hipotálamo – Hipófisis - ovarios.

El hipotálamo también llamada glándula pituitaria, forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona liberadora de (GnRH). Su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisiarias Hormona Folículo Estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH), entre otras (INATEC, 2016, p. 25). El hipotálamo se encuentra en la base del cerebro, está formado por núcleos pares de neuronas y se comunica con la hipófisis mediante un sistema circulatorio especializado conocido como sistema porta – hipotálamo – hipofisiario (Hernández, 2016, p.17).



*Ilustración 3. Eje Hipotálamo - Hipófisis - Ovario*

Fuente: (Cavestany y Méndez, 1993, p. 25)

La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) se difunde por los capilares del sistema ya mencionado para llegar a las células de la adenohipófisis, esta actuará para estimular la secreción de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) que son hormonas hipofisiarias. La hormona folículo estimulante es la responsable del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la

hormona luteinizante actúa para el proceso de esteroideogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. De forma pulsátil estas hormonas son vertidas en la sangre y controladas por los sistemas tónico y cíclico (Orellana, 2015, p. 18).

Glándula	Hormona	Función
Hipófisis anterior	LH	Formación del cuerpo lúteo
	Prolactina	Bajada de la leche
	ACTH	Liberación de glucocorticoides
Hipófisis posterior	Oxitocina	Bajada de la leche
Ovario	Estrógenos	Crecimiento glándula mamaria
	Progesterona	Mantenimiento de la preñez Crecimiento glándula mamaria
	Relaxina	Expansión pelvis Dilatación del cérvix
Corteza adrenal	Glucocorticoides	Parto
Placenta	Estrógenos	Crecimiento de glándula mamaria
	Progesterona	Mantenimiento de la preñez Crecimiento glándula mamaria
	Relaxina	Expansión pelvis Dilatación del cérvix
Útero	Prostaglandina	Parto Regrecion del cuerpo lúteo

*Ilustración 4. Hormonas de la reproducción*

Fuente: (INATEC, 2016, p. 25)

## 2.5 Ciclo Ovárico

### 2.5.1 Estro o celo

Conocido como el período de receptividad sexual, las vacas en celo o en períodos alrededor del mismo tienden a juntarse en grupos donde las vacas montan y se dejan montar quedándose quietas (Cavestany y Méndez, 1993, p. 25). Tiene una duración de 12 a 18 horas, mientras que la ovulación ocurre entre 30 a 36 horas después de iniciado el celo (Porras y Páramo, 2009, p. 40). Los estrógenos se encuentran en grandes

concentraciones que provocan un pico de GnRH, lo que da como consecuencias un pico preovulatorio de LH (Macas, 2017, p. 23).

### 2.5.2 Metaestro

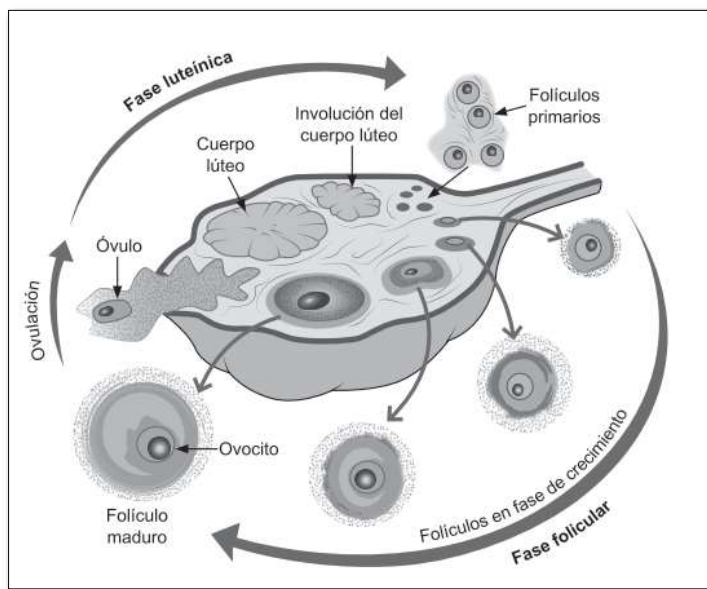
Esta etapa dura entre 4 a 5 días, comprendida desde el final del celo (rotura del folículo) que dará la formación del cuerpo hemorrágico que posteriormente dará origen al cuerpo lúteo (CL), este secretará progesterona (P4) hormona que es la responsable de preparar el útero para la gestación y de inhibir la actividad cíclica estral. En los 3 días siguientes se desarrollará el CL a partir de las paredes del folículo roto, aquí se da la primera oleada folicular, que dará origen a un folículo dominante y a varios subordinados, en esta fase se libera el óvulo (Idrovo, 2016; Macas, 2017; Porras y Páramo, 2009).

### 2.5.3 Diestro

Esta fase se caracteriza por la presencia y dominio del cuerpo lúteo en el ovario y la producción de progesterona, y está regulada por las secreciones de la glándula pituitaria anterior, útero, ovario, y va desde el día 5 del ciclo estral hasta el día 18 (Sarmiento, 2014, p. 22). Es la etapa más larga cuya duración se puede manipular (la sincronización de celos, en realidad consiste en tratamientos tendientes a acortar o prolongar esta etapa, para que una vez suspendido el mismo, los animales entren en celo más o menos al mismo tiempo). En caso de no haber fecundación, el útero produce una hormona, la prostaglandina, que provoca la destrucción del cuerpo lúteo y el ciclo se repite. Si hubo fecundación, la liberación de prostaglandina es inhibida y el bovino se encuentra en gestación, la liberación de progesterona se mantiene durante la preñez del animal. (Cavestany y Méndez, 1993, pp. 25-26).

### 2.5.4 Proestro

Esta etapa tiene una duración de dos a tres días, el cual inicia con la regresión del cuerpo lúteo (CL) del ciclo anterior o luteolisis y que termina con el inicio del estro o celo. La destrucción del cuerpo lúteo ocurre gracias a la acción de la prostaglandina ( $\text{PGF}2\alpha$ ) de origen uterino. Con la caída de los niveles de progesterona ( $\text{P}_4$ ), el efecto de retroalimentación negativa que ejercía a nivel hipotalámico desaparece, y comienza a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas FSH y LH las cuales estimulan el crecimiento folicular con dimensiones de 2 a 2,5cm. Aunque durante el proestro pueden desarrollarse varios folículos, solo uno (dos en el caso de gemelos) será seleccionado para ovular. Este folículo estimulante se diferencia de los demás en que es estimulado por la hormona FSH y LH para producir estrógenos. El incremento de estrógenos del folículo preovulatorio alcanza los centros nerviosos del hipotálamo que controlan las manifestaciones externas de celo. Aquí se inicia la fase del celo o estro (Idrovo, 2016; Sarmiento, 2014).



*Ilustración 5. Ciclo Ovárico*

Fuente: (INATEC, 2016, p. 24)

## 2.6 Inseminación Artificial

La inseminación artificial (IA) es la técnica de manejo reproductivo empleado en diferentes especies, su finalidad es agilizar los avances en genética con efectividad, de manera rápida y de un costo accesible (Porrás y Páramo, 2009, p. 75). Esta técnica consiste en depositar el semen ya procesado en el tracto genital de la hembra, en un determinado tiempo y con ayuda de instrumental apropiado para la actividad. Su objetivo es depositar un número determinado de espermatozoides vivos en el tracto genital femenino para que se encuentre con el óvulo y poder fertilizarlo (Cavestany y Méndez, 1993, p. 12).

### 2.6.1 Ventajas e inconvenientes de la Inseminación Artificial

*Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de la Inseminación Artificial*

Ventajas	Inconvenientes
Mejora genética	Disminución de la fertilidad en comparación con la monta natural
Eliminación del toro	Se requiere personal capacitado
Control sanitario	Dificultad en la detección de celos
Conocimiento del rodeo	
Disminución de costos	

Fuente: (Cavestany y Méndez, 1993, p. 13).

### 2.6.2 Fundamento para la inseminación artificial.

Para tener un buen resultado en un protocolo de inseminación artificial (IA), el profesional debe entender las bases biológicas de la dinámica folicular ovárica y de la regresión del cuerpo lúteo (CL) del ganado bovino ya sea de leche o de carne, el desarrollo de un sistema que controle el crecimiento folicular ovárico preovulatorios, la regresión

del CL, y la ovulación. El empleo de agonistas de GnRH y de PGF o tratamientos a base de progestágenos y estrógenos ayuda a la sincronización de los animales para este fin (Yunga, 2013, p. 34). Además de estar en conocimiento de la anatomía del aparato reproductor de hembra y tener los implementos necesarios para el procedimiento.

## 2.7 Protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)

Hay una diversidad de protocolos que se pueden emplear para las IATF, se pueden usar una combinación de GnRH y prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$  (PGF<sub>2</sub> $\alpha$ ) y también podremos encontrar protocolos que usan dispositivos con progesterona y estradiol (Yunga, 2013, p. 34).

### 2.7.1 Hormonas usadas para la sincronización

#### 2.7.1.1 Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)

Para mejorar la fertilidad de los bovinos se han implementado una serie de técnicas en la que se utilizan diferentes tratamientos hormonales, entre los que destaca el uso de la hormona GnRH al momento de la inseminación. “Esta forma de enfrentar la falla en la concepción se fundamenta en el concepto de que estas hormonas sincronizan la ovulación con el momento de la inseminación, previenen problemas de ovulación retardada y mejoran el desarrollo del cuerpo lúteo (Velastegui, 2012, p. 38).

Para la secreción de la hormona GnRH se presenta dos maneras: la forma de la primera es la preovulatoria o cíclica y es estimulada por los estrógenos durante el estro. Para la segunda tenemos de forma pulsátil o tónica la cual está regulada por estímulos externos (fotoperíodo, bioestimulación y amamantamiento), y por estímulos internos (metabolitos, hormonas metabólicas y hormonas sexuales) (Hernández, 2016, p. 18).

### 2.7.1.1.1 Análogos de la hormona GnRH

Los análogos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) tienen la capacidad de unirse con mayor afinidad al receptor de GnRH de forma que producen una supresión hipofisaria tras un aumento inicial en la liberación de gonadotropinas. La sustitución de un solo aminoácido de cadena polipeptídica puede cambiar la afinidad y la actividad de la molécula GnRH formando una agonista, a través de las modificaciones de la cadena lateral que interactúa con el sitio de unión del receptor y / o estructural en la conformación del péptido (Ramos y Nolasco, 2016, p. 10).

Secuencia aminoacídica de los análogos de la GnRH										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GnRH	pGlu	His	Trp	Ser	Tyr	Gly	Leu	Arg	Pro	Gly-NH <sub>2</sub>
<b>Agonistas</b>										
Buserelina	1	2	3	4	5	D-Ser	7	8	9	Etilamida
Goserelina	1	2	3	4	5	D-Ser	7	8	9	AzaGly
Leuprolide	1	2	3	4	5	D-Leu	7	8	9	Etilamida
Triptorelina	1	2	3	4	5	D-Trp	7	8	9	Gly-NH <sub>2</sub>
Histerelina	1	2	3	4	5	D-His	7	8	9	AzaGly
Nafarelina	1	2	3	4	5	D-Nal	7	8	9	Gly-NH <sub>2</sub>
<b>Antagonistas</b>										
Cetrorelix	D-Nal	D-Phe	D-Pal	4	5	D-Cit	7	8	9	D-Ala
Nal-Glu	D-Nal	D-Phe	D-Pal	4	Arg	D-Glu	7	8	9	D-Ala
Antide	D-Nal	D-Phe	D-Pal	4	NicLys	D-NicLys	7	Lys(iPr)	9	D-Ala
Ganirelix	D-Nal	D-Phe	D-Pal	4	5	D-hArg	7	hArg	9	D-Ala
Azaline-B	D-Nal	D-Phe	D-Phe	4	Phe	D-Phe	7	Lys(iPr)	9	D-Ala
Antarelix	D-Nal	D-Phe	D-Pal	4	Phe	D-Hcit	7	Lys (iPr)	9	D-Ala

*Ilustración 6. Análogos de la GnRH*

Fuente: (Ramos y Nolasco, 2016, p. 11)

### 2.7.1.2 Progesterona (P4)

El cuerpo lúteo (CL) formado luego de la ovulación por la acción de la LH, produce la hormona progesterona, esta prepara el útero para implantar el embrión y mantener la gestación. En el hipotálamo ejerce un efecto feed back negativo junto con la inhibina, hormona proteica que es producida por el folículo ovárico (células granulosas) e

interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH produciendo una menor secreción de FSH (Orellana, 2015, p. 21).

La secreción de la progesterona comienza antes de la ovulación, desde el folículo destinado a la liberación del óvulo. La progesterona es producida por el ovario bajo la influencia de las hormonas hipotálamo – hipofisarias (FSH y LH), principalmente por el cuerpo amarillo que presenta durante la segunda mitad del ciclo menstrual y a partir del tercer mes del embarazo por la placenta (Orizaba, Alba, y Ocharán, 2013, p. 61).

La progesterona natural tiene una vida media muy corta de entre 3 a 4 minutos, por lo cual necesita de utilizar altas dosis. La alternativa es imitar la fase luteal del ciclo, usando progestágenos o análogos de la P4, los cuales requieren dosis menores, sin producir efectos secundarios (Macas, 2017, p. 29)..

#### 2.7.1.3 Prostaglandina F<sub>2</sub>α (PGF<sub>2</sub>α)

Es un agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea (cuerpo amarillo del ciclo estral y además permite el inicio de un nuevo ciclo estral en ausencia de una concepción. La cantidad de PG en los folículos en el ovario aumentan a medida que estos maduran, la PGF<sub>2</sub>α produce unas contracciones en la musculatura lisa del útero y también provoca la apertura del cuello del útero. Es la encargada de regular la duración del cuerpo lúteo, pues se considera que induce la luteólisis del mismo (Brito , 2013, pp. 21-22).

En vacas puede ser útil para la superovulación controlada en la inducción de nacimientos múltiples, en virtud de su capacidad de sincronizar los calores de los animales. Por esta razón, se utiliza en el trasplante de embriones en vacas, pues permite sincronizar a las receptoras con respecto a la donadora. Debido a su efecto luteolítico se utiliza para sincronizar vacas con estro silencioso; la dosis es de 25mg por vía intramuscular, su vida media es de minutos (Sumano y Ocampo, 2006, p. 816).



#### 2.7.1.4 Estradiol

Los principales estrógenos en los mamíferos son  $17\beta$ -estradiol, estrona, estriol. Se producen en los folículos ováricos y en la placenta. Actúan sobre el SNC para inducir el comportamiento estral en la hembra; sin embargo, en algunas especies como la vaca y la oveja se necesitan pequeñas cantidades de progesterona con estrógenos para inducir el estro. Además podemos mencionar que ejerce un efecto en el útero para aumentar la amplitud y la frecuencia de las contracciones, potencializando los efectos de la oxitocina y la  $PGF2\alpha$  (Brito, 2013, pp. 17-18). Existen diferentes sales, las de uso veterinario son: benzoato, valerato, cipionato y  $17\beta$ -estradiol (Sumano y Ocampo, 2006, p. 841).

#### 2.8 Capacitación espermática

Los espermatozoides de algunas especies mamíferas necesitaban permanecer por algún tiempo dentro del tracto reproductivo femenino antes de adquirir la capacidad para penetrar y fecundar el ovocito. Por tanto, el término "capacitación" ha sido empleado para referirse a los procesos que los espermatozoides experimentan durante este tiempo. El principal sitio de capacitación espermática in vivo es el oviducto. Se ha observado que la región caudal del istmo es particularmente importante en el inicio y posterior modulación de la capacitación (Gutiérrez, 2007, p. 4-5).

#### 2.9 Ecografía

Para el diagnóstico reproductivo de los animales se ha implementado el uso del ecógrafo, que ayuda al estudio de los diferentes aspectos de la función reproductiva, no solo a nivel de investigaciones, sino también en el área clínica (Ochoa, 2013, p. 37).

El ecógrafo debe estar equipado con un transductor lineal de 5 o 7.5 MHz, el cual se protege con un guante de palpación que contiene gel y se introduce vía rectal. Se puede diagnosticar a los 25 días después de la inseminación artificial, pero para fines más

prácticos y menos falsos negativos se la puede realizar a los 30 días post inseminación, donde se podrá observar sin dificultad la vesícula amniótica y el latido cardíaco. En el diagnóstico precoz se debe tomar en cuenta, que se encontrará un número mayor de vacas gestantes, algunas de las cuales perderán irremediablemente la gestación y regresarán en calor, para lo cual se debe informar al propietario de los animales esta situación. Con el chequeo también se pueden identificar a las vacas vacías cuando muchas de ellas están en el diestro temprano (días seis al ocho del ciclo); esto, permite sincronizarlas o re-sincronizarlas (Hernández, 2016, pp. 70-71).

Las frecuencias usadas a menudo para la evaluación de los órganos reproductivos de grandes animales son de 3.5, 5.0 y 7.5 MHz, para poder observar estructuras pequeñas como los folículos ováricos se puede usar una frecuencia de 5.0 y 7.5 MHz, pero para observar estructuras como: fetos y úteros de mediana y avanzada gestación, se observan con frecuencias de 3.5MHz (Macas, 2017, p. 44). Pudiendo detectar la gestación aún en forma más precoz (20 días post-inseminación) esta crece de sentido práctico ya que entre los 20 y 56 días post-inseminación el porcentaje de pérdida de gestación en el ganado lechero oscila entre el 6 y 14%. Por lo cual se recomienda realizar dos controles con ultrasonografía, uno a los 25 días post-inseminación y otra a los 60 días, momento en el cual disminuye la tasa de pérdida (Brito, 2013, p. 37).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.1 Materiales de oficina

*Tabla 3. Materiales de oficina*

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Resma de hojas tipo papel Bond	1	Unidad
Libreta de campo	1	Unidad
Computadora	1	Unidad
Cámara	1	Unidad
Esfero	1	Unidad
Tinta de impresión	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Tablero	1	Unidad

#### 3.1.2 Materiales de campo

*Tabla 4. Materiales de campo*

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Guantes ginecológicos	1	Caja
Catéter de inseminación	1	Funda
Pistola de inseminar	1	Unidad
Gel lubricante	1	Galón
Jeringas de 3ml	1	Caja
Agujas descartables	1	Caja
Dispositivos Intravaginales	40	Unidad
Ecógrafo	1	Unidad
Termo para descongelar	1	Unidad
Tijeras	1	Unidad
Pajuelas	40	Unidad
Termo de nitrógeno líquido	1	Unidad
GnRH	60	MI
Benzoato de estradiol	1	MI
Progesterona	80	MI
Transporte y alimentación	48	Número de visitas

#### 3.2 Diseño

El método que se utilizó en el trabajo de investigación fue el experimental inductivo (método científico que alcanza conclusiones generales partiendo de hipótesis o antecedentes

en particular, se basa en la observación y la experimentación de hechos y acciones concretas para llegar a conclusión/es general/es). El estudio práctico se realizó con 40 vacas en la parroquia rural de San José Raranga del cantón Sígfig.

### 3.3 Estadística

El Diseño Estadístico utilizado fue “t de Student” con dos tratamientos: Tratamiento “A” Inseminación Artificial con GnRH, y Tratamiento “B” Inseminación Artificial sin la aplicación de GnRH (cada tratamiento consta de 20 muestras).

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1 Selección y tamaño de la muestra

Los animales para este estudio fueron sometidos a un examen del sistema reproductivo, mediante la palpación rectal, para separar animales con: problemas reproductivos y que no estén dentro de los parámetros establecidos para la investigación.

Se utilizaron 40 vacas que nos representa el 100% de nuestra población, animales con edades que oscilan entre los dos a seis años, confinadas en diferentes comunidades de la parroquia rural de San José de Raranga.

#### 3.4.2 Selección y tamaño de la muestra

Se dividió en dos grupos: Tratamiento A (con GnRH), y Tratamiento B (sin GnRH), cada grupo compuesto por 20 vacas, de las cuales se lleva el registro respectivo a través de hojas de campo pre elaboradas para recoger la información pertinente.

#### 3.4.3 Aplicación de la GnRH al momento de la Inseminación Artificial.

En el acto de la inseminación artificial (IA) se aplicó una dosis de 0,1mg/animal de Gonadorelina a las 20 vacas del Tratamiento A y, al grupo de bovinos del Tratamiento B no se le aplicó la antes mencionada hormona.

#### 3.4.4 Chequeo ginecológico con ecógrafo.

En el chequeo ginecológico se utilizó un ecógrafo manual (Portable Ultrasound Scanner V16) a los 60 días de realizado la inseminación de cada uno de los bovinos, debido a que el acto de inseminación artificial del conjunto tomo cuatro días de trabajo de campo. De esta manera se obtuvieron los datos necesarios para la investigación.

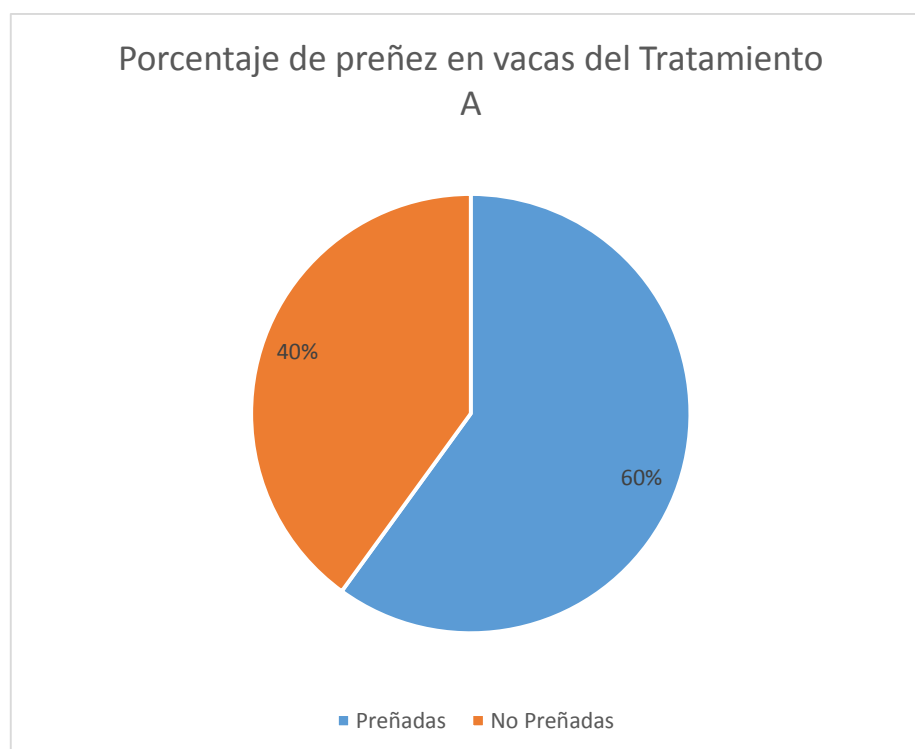
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tabla 5. Tratamiento A con GnRH

Animal	SECTOR	EDAD (años)	NÚMERO CRIAS	CCC	GnRh	Condición
1	Bahoril	3	1	2.25	Con	Preñada
2	Bahoril	3	1	2.5	Con	Preñada
3	Bahoril	5	2	2.5	Con	No preñada
4	Bahoril	6	4	2.25	Con	No preñada
5	Bahoril	4	2	2.25	Con	Preñada
6	Bahoril	3	2	2.75	Con	No preñada
7	Verbenita	3	1	2.25	Con	Preñada
8	Verbenita	6	2	2.00	Con	Preñada
9	Verbenita	3	1	2.25	Con	Preñada
10	Verbenita	5	3	2.75	Con	Preñada
11	Verbenita	6	3	2.25	Con	Preñada
12	Verbenita	4	2	2.25	Con	Preñada
13	Virgen de las Aguas	5	2	2.25	Con	No preñada
14	Virgen de las Aguas	3	1	2.25	Con	No preñada
15	Virgen de las Aguas	3	2	2.75	Con	Preñada
16	Virgen de las Aguas	4	2	2.75	Con	No preñada
17	Virgen de las Aguas	5	3	2.25	Con	No preñada
18	Banguir	4	2	2.75	Con	Preñada
19	Banguir	3	1	3	Con	Preñada
20	Banguir	2	1	3	Con	No preñada



*Gráfico 1. Condición de gestación con GnRH*



*Gráfico 2. Porcentaje de preñez del Tratamiento A*

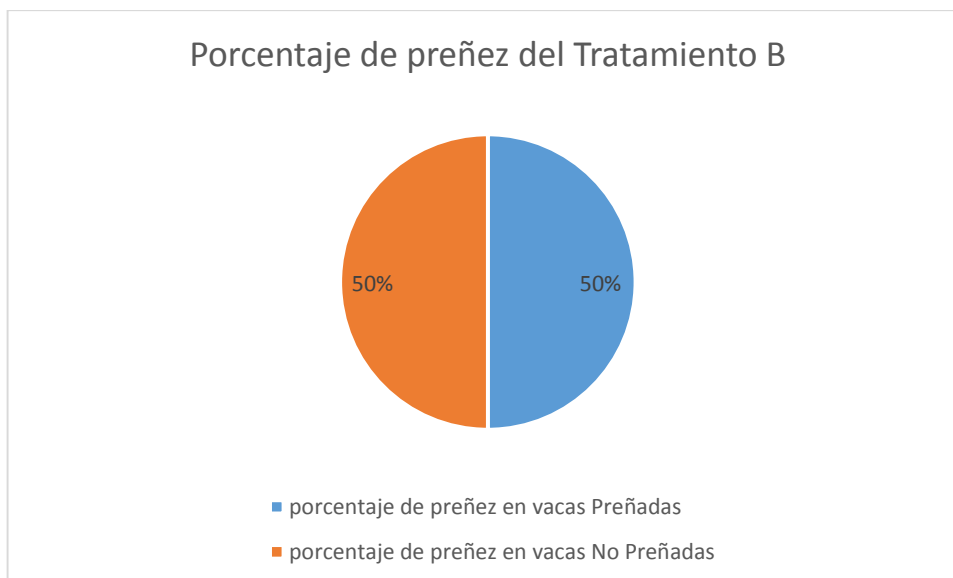
Tabla 6. Trabamiento B sin GnRH

Animal	SECTOR	EDAD (años)	NÚMERO CRIAS	CCC	GnRH	Condición
1	Yungupali	4	1	2.25	Sin	No preñada
2	Yungupali	5	3	2.75	Sin	No preñada
3	Zhiñaguiña	3	2	2.75	Sin	No preñada
4	Zhiñaguiña	5	3	2.25	Sin	No preñada
5	Zhiñaguiña	4	1	2.25	Sin	Preñada
6	Bahoril	5	4	2.25	Sin	Preñada
7	Verbenita	3	1	2.25	Sin	Preñada
8	Verbenita	6	4	2.25	Sin	No preñada
9	Verbenita	4	2	2.25	Sin	Preñada
10	El Rodeo	4	2	2.25	Sin	No preñada
11	San José de Raranga	2	1	2.75	Sin	No preñada
12	Zhiñaguiña	6	4	2.25	Sin	Preñada
13	Zhiñaguiña	4	3	2.25	Sin	Preñada
14	Zhiñaguiña	6	4	2.25	Sin	Preñada
15	Zhiñaguiña	5	3	2.25	Sin	Preñada
16	Virgen de las Aguas	3	1	2.25	Sin	Preñada
17	Banguir	2	1	2.75	Sin	No preñada
18	Banguir	6	4	2.75	Sin	No preñada
19	Verbenita	5	2	2.25	Sin	No preñada
20	Verbenita	2	1	2.25	Sin	Preñada



Gráfico 3. Condición de Gestación sin GnRH





*Gráfico 4. Porcentaje de preñez del Tratamiento B*

Análisis de la t de student de los Tratamientos A (con GnRH) y Tratamiento B (sin GnRH)

con datos transformados  $\sqrt{X+0.05}$

*Tabla 7. t de Student*

t. cal	Significancia	t. tabular	
0,56	NS	5%	1%
		2,093	2,861

La “t de Student”, hace notar que existe una diferencia entre los dos tratamientos aplicados. El tratamiento A al cual se le aplicó la GnRH presenta un porcentaje de 60%, con respecto al 50% del tratamiento B que no se aplicó la hormona mencionada.

El estudio demuestra que en la t de Student los valores de “t Calcular” son 0.56, están muy por debajo de los valores de “t Tabular” al 5% y 1% respectivamente, por lo que los porcentajes de preñez estadísticamente hablando no son significativos. Se aprueba la

hipótesis nula “La aplicación de la hormona GnRH en el momento de la inseminación no contribuye en aumentar la tasa de preñez de los vacunos” y se rechaza la hipótesis alternativa.

Matemáticamente hablando se puede decir que si existe un aumento en el porcentaje de preñez en las vacas en el Tratamiento A (con GnRH), puesto que en dicho tratamiento se logró obtener un total de 12 vacas preñadas en comparación con el Tratamiento B (sin GnRH) que solo se preñaron 10.

El CV es del 9,13% lo que nos indica la confiabilidad de los datos, que están dentro los rangos permitidos.

### Discusión

En la investigación realizada se trabajó con dos tratamientos: A en la que se aplicó la hormona GnRH y B sin GnRH, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: con el Tratamiento A 12 vacas resultaron preñadas y con el Tratamiento B 10 vacas dieron resultado positivo. Una vez analizados estos resultados se puede evidenciar que la aplicación de dicha hormona influye aunque en un pequeño porcentaje la tasa de preñez; resultados estos que podemos establecer un paralelismo con los resultados obtenidos en otra investigación con vacas lecheras que reporta (Pérez, 2008, p. 21 en la que, también se aplicó la hormona GnRH, concluye que el efecto del uso de la hormona en la inseminación artificial no mejoró la tasa de concepción.

Los resultados obtenidos en el tratamiento A no son satisfactorios debido a que solo se obtuvo una tasa de preñez del 60% con la aplicación de la hormona GnRH, es decir tan solo un 10% más que el grupo al cual no se añadió la GnRH. Al respecto, vale preguntarse si en estos resultados poco alentadores obtenidos con el Tratamiento A, no habrían intervenido la serie de elementos que inciden en la tasa de preñez tal como lo menciona (de La Mata, 2016. p. 16): “para que la Inseminación Artificial tenga éxito depende de varios factores: 1)

categoría del animal, 2) condición corporal (CC) y nutrición, 3) calidad seminal, 4) estrés y manejo. El estadio fisiológico del animal, así como su edad, la pubertad y su correlación con la CC, son factores importantes”.

Vale indicar que no todos los parámetros mencionados en el párrafo anterior que inciden en la efectividad de la IA, en la presente investigación, fueron abordados con la rigurosidad deseable por cuestiones de tiempo, costos y, porque los bovinos pertenecen a pequeños propietarios los cuales no cuentan con el respectivo apoyo técnico y conocimiento apropiado. Cabe recalcar que todos los animales inmersos en el estudio si cumplían la condición corporal, la edad y el número de partos.

Si realizamos el análisis del costo beneficio de dicha aplicación se puede establecer lo siguiente: el Tratamiento A tuvo un costo total para las 20 vacas de \$754,20 y el Tratamiento B su costo integral fue de \$622,60. A simple vista se aprecia una diferencia entre ambos tratamientos; para ratificar lo anotado vale presentar el análisis de costo por cada animal, así: costo animal Tratamiento A \$37,71 y costo individual Tratamiento B \$31,13. Luego de obtener estos valores se establece que la diferencia es de \$6,58 por animal.

## 4.1 Marco Logístico

Tabla 8. Costo total del estudio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO USD	CANTIDAD	COSTO EFECTIVO USD
<b>ELEMENTOS FÍSICOS</b>				
JERINGAS DE 3 ML	Caja	10	2	20
GUANTES GINECOLÓGICOS	Caja	10	2	20
CATÉTERES	Funda	10	1	10
PISTOLA DE INSEMINAR	Unidad	80	1	80
GEL LUBRICANTE	Galón	25	1	25
ECÓGRAFO	Alquiler	100	1	100
TANQUE DE NITRÓGENO	Alquiler	50	1	50
<b>ELEMENTOS BIOLÓGICOS</b>				
GESTAVET - GNRH	Frasco	32,95	6	197,70
GRAFOLEÓN – B.E.	Frasco	8,50	2	17
GESTAVET PROST (PROSTAGLANDINA)	Frasco	31,50	4	126
DISPOSITIVO INTRAVAGINAL BOVINO (DIB)	Unidad	108,73	4	434,92
PAJUELAS	Unidad	10	40	400
			Sub total costos directos	1480,62
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
LIBRETA	Unidad	3	1	3
RESMA	Unidad	3,45	1	3,45
TRANSPORTE	Unidad	4,5	15	67,50
INTERNET	Hora	0,30	100	30
ALIMENTACIÓN	Unidad	2,50	15	37,50
EMPASTADO	Unidad	20	1	20
\$			Sub total costos indirectos	161,45
			<b>TOTAL</b>	<b>1642,07</b>

*Tabla 9. Costos por animal del Tratamiento A con GnRH*

MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
JERINGAS DE 3 ML	1	0,20	0,20
GUANTES GINECOLÓGICOS	1	0,60	0,60
CATÉTERES	1	0,50	0,50
PAPEL HIGIÉNICO	1	0,40	0,40
PAJUELA	1	10	10
NITRÓGENO	20kg	5	5
DISPOSITIVO INTRAVAGINAL	1	10,87	10,87
DOSIS DE B.E.	1	0,42	0,42
DOSIS DE PGFF2 ALFA	2	1,57	3,14
DOSIS DE GNRH	2	3,29	6,58
		Total	37,71

*Tabla 10. Costo por animal del Tratamiento B sin GnRH*

MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
JERINGAS DE 3 ML	1	0,20	0,20
GUANTES GINECOLÓGICOS	1	0,60	0,60
CATÉTERES	1	0,50	0,50
PAPEL HIGIÉNICO	1	0,40	0,40
PAJUELA	1	10	10
NITRÓGENO	20kg	5	5
DISPOSITIVO INTRAVAGINAL	1	10,87	10,87
DOSIS DE B.E.	1	0,42	0,42
DOSIS DE PGFF2 ALFA	2	1,57	3,14
		Total	31,13

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

El presente estudio-investigación ha permitido establecer las siguientes conclusiones:

- El uso de la hormona GnRH en la inseminación artificial de bovinos Holstein mestizo si tiene incidencia en el porcentaje de preñez, aunque este es mínimo, con relación a los ejemplares a los que se aplica la IA sin la hormona.
- La diferencia de porcentaje de preñez de los denominados Tratamientos A y B resultó ser de apenas el 10% (12 y 10 vacas preñadas respectivamente).
- Si la diferencia del porcentaje de preñez entre el Tratamiento A y B difieren en un 10%, y estos tienen una diferencia de costos por animal de \$6,58 considero que para el pequeño ganadero invertir siete dólares más con la esperanza de tener una mayor probabilidad de que su bovino quede preñado, le resulta rentable; porque este hecho le representa al campesino de las áreas rurales ganar un animal más.

### 5.2 Recomendaciones

- Para mejorar la efectividad de la Inseminación Artificial, los propietarios de los animales deben tener un manejo adecuado en cuanto a condición corporal y nutrición, ya que cumpliendo estos dos parámetros el animal responderá de mejor manera al tratamiento.
- Recomendable trabajar con edades homogéneas en los animales para tener una mayor efectividad del ensayo.
- Para futuros trabajos de investigación se sugiere continuar ensayando el uso de productos hormonales diversos con la finalidad de mejorar progresivamente reproducción de los hatos ganaderos de pequeños y grandes productores.

- Una vez analizados estos resultados se recomienda utilizar el tratamiento A con GnRH, ya que nos da un mayor número de vacas preñadas, lo que representaría una mejor rentabilidad para el ganadero.

## 6. Bibliografía

- Ayala , D., y Castillo, O. (2010). *Efecto de la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial en vacas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales*. (Tesis de pregrado). Universidad Zamorano, Zamorano, Honduras.
- Brito , M. (2013). *Efecto de la progesterona post-inseminación en la preñez en vacas Holstein posparto*. (Tesis Maestria en Reproducción Animal). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Cabrera, M. (2016). *Ampliación del sistema de agua potable para las comunidades de Banguir y San Martin de la parroquia San José de Raranga, en el cantón Sígsig*. (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca.
- Catucuamba, G. (2012). *Concentración de Progesterona y porcentaje de preñez en vacas tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial*. (Tesis pregrado. Univesidad Zamorano, Zamorano, Honduras.
- Cavestany, D., y Méndez, J. (1993). *MANUAL DE INSEMINACION ARTIFICIAL EN BOVINOS*. Montevideo: INIA.
- Cevallos , J. (2012). *ESTUDIO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA QUE BRINDE EL SERVICIO Y ASESORAMIENTO EN INSEMINACIÓN ARTIFICIAL BOVINA, PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LAS UPA'S DEL CANTÓN CHONE, PROVINCIA DE MANABÍ*. (Tesis pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí.
- Chanaluisa, P. (2016). *Evaluación de índices en producción y reproducción del hato ganadero del CADER, durante el período 2010-2015*. (Tesis pregrado). Universidad Central del Ecuador , Quito.



Cuervo , T. (2017). *EFEECTO DE LA ADICIÓN DE GnRH SOBRE LA TASA DE PREÑEZ DE VACAS DE CARNE SINCRONIZADAS CON DISPOSITIVOS CON P4 Y ECP PREÑEZ DE VACAS DE CARNE SINCRONIZADAS CON DISPOSITIVOS CON P4 Y ECP*. (Tesis Maestría en Reproducción Animal). Universidad de Córdoba, Córdoba.

De la Mata, J. (2016). *Prolongación del proestro y reducción del periodo de inserción del dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne inseminadas a tiempo fijo*. (Tesis Maestría en Reproducción Bovina). Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

Fao. (23 de Octubre de 2019). *Ecuador es pionero en la promoción de prácticas de Ganadería Climáticamente Inteligente*. Recuperado de FAO Ecuador: <http://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/522514/>

Frandsen, R. (1982). *Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos* (2da ed.). México: Interamericana.

Gonzales , K. (24 de Octubre de 2018). *El ciclo estral de la vaca*. Recuperado de Zoovetespasion.com: <https://zoovetespasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/el-ciclo-estral-de-la-vaca/>

Gutiérrez, M. (2007). *EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE ACROSINA EN ESPERMATOZOIDES FRESCO DE PERROS SOMETIDOS A CAPACITACIÓN IN VITRO*. (Tesis pregrado). Universidad de Chile, Santiago.

Hafez, E., y Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

- Haro, R. (12 de Noviembre de 2003). *I informe sobre recursos zoogenéticos Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganaderia*. Recuperado de [www.fao.org](http://www.fao.org): <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/documents/Interlaken/countryreports/Ecuador.pdf>
- Hernández, J. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Idrovo, T. (2016). *Evaluación de la tasa de preñez en vacas repetidoras con la aplicación de eCG al momento de la inseminación artificial*. (Tesis pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Jica. (19 de Mayo de 2016). *Reproducción Animal. INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL*. Recuperado de [www.jica.go.jp](http://www.jica.go.jp): [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Reproduccion\\_Animal.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Reproduccion_Animal.pdf)
- Macas, F. (2017). *Efecto de progesterona inyectable (p4) aplicada en el día 3 postinseminación sobre el cuerpo lúteo y la fertilidad en vacas Brahman y Brown Swiss en el trópico ecuatoriano*. (Tesis Magister en Reproducción Animal). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Mayta, E. (2014). *PATOLOGÍA Y PREVALENCIA DE LA SINEQUIA BURSA OVÁRICA EN VACUNOS CRIOLLO Y BROWN SWISS BENEFICIADOS EN EL CAMAL MUNICIPAL DE AZÁGARO*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Antiplano, Puno, Perú.

- Ochoa, R. (2013). *Evaluación de la inseminación artificial convencional y profunda, con la aplicación de prostaglandinas en vacas Holstein Friesian*. (Tesis Maestría en Reproducción Animal. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Orellana, S. (2015). *Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en la tasa de preñez con protocolo de IATF en vacas Swis*. (Tesis pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Orizaba, B., Alba, G., y Ocharán, M. (2013). Farmacocinética de la progesterona. *Rev Hosp Jua Mex*, 80(1), 59-66.
- Pérez, J. (2008). *"Evaluación del efecto de hCG y GnRH sobre la tasa de concepción en vacas Holstein de primer servicio en tres hatos lecheros localizados en el cantón Mejía*. (Tesis pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Porras, A., y Páramo, R. (2009). *Manual de Prácticas de Reproducción Animal*. México: UNAM.
- Ramos, S., y Nolasco, C. (2016). *Efecto de la aplicación de análogos o antagonistas de GNRH como moduladores de inmunosupresión de hormonas sexuales en lagomorfos*. (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Reyes, C., y Velecela, J. (2012). *Plan de Desarrollo Turístico para el Circuito #2 del Distrito SigSig (San Jose de Raranga - Ludo)*. (Tesis pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca.
- Sarmiento, M. (2014). *EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ CON PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN E2P4PGF2A, CON TRES TIEMPOS DE RETIRO DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL, EN VACAS HOLSTEIN*. (Tesis pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

- Sumano, H., y Ocampo, L. (2006). *Farmacología Veterinaria* (3ra ed.). México: McGraw-Interamericana.
- Tacuri, D. (2017). *Evaluación del porcentaje de preñez en vacas repetidoras utilizando el protocolo E2-P4-PGF2 alfa más la aplicación de un antibiótico post inseminación artificial*. (Tesis grado pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Velastegui, E. (2012). *Administración de GNRH y HCG POST Inseminación Artificial, para Incrementar la Fertilidad en Vacas Holstein*. (Tesis pregrado). ESPOCH, Riobamba.
- Villarreal, J., Cabrera, H., Andara, Y., y Vielma, J. (2019). LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN BOVINOS COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA A LOS ESTUDIANTES DE LA ETARN MESA CERRADA, TIMOTES, ESTADO MÉRIDA. *Bioclínica*, 9(17), 1-32.
- Yunga, E. (2013). *Efecto de la hormona gonadotropina corionica equina (eCG) en la maduración folicular en bovinos con su cria al pie*. (Tesis Maestria en Reproducción Animal). Universidad de Cuenca, Cuenca.

## 7. ANEXOS

## Anexo 1. Datos de Campo

Animal	SECTOR	EDAD (años)	NÚMERO DE CIAS CRIAS	CCC	GnRH	Condición
1	Yungupali	4	1	2.25	Sin	No preñada
2	Yungupali	5	3	2.75	Sin	No preñada
3	Zhiñaguiña	3	2	2.75	Sin	No preñada
4	Zhiñaguiña	5	3	2.25	Sin	No preñada
5	Zhiñaguiña	4	1	2.25	Sin	Preñada
6	Bahoril	3	1	2.25	Con	Preñada
7	Bahoril	5	4	2.25	Sin	Preñada
8	Bahoril	3	1	2.5	Con	Preñada
9	Bahoril	5	2	2.5	Con	No preñada
10	Bahoril	6	4	2.25	Con	No preñada
11	Bahoril	4	2	2.25	Con	Preñada
12	Bahoril	3	2	2.75	Con	No preñada
13	Verbenita	3	1	2.25	Con	Preñada
14	Verbenita	3	1	2.25	Sin	Preñada
15	Verbenita	6	4	2.25	Sin	No preñada
16	Verbenita	4	2	2.25	Sin	Preñada
17	Verbenita	6	2	2.00	Con	Preñada
18	Verbanita	3	1	2.25	Con	Preñada
19	Verbenita	5	3	2.75	Con	Preñada
20	Verbenita	6	3	2.25	Con	Preñada
21	El Rodeo	4	2	2.25	Sin	No preñada
22	San José de Raranga	2	1	2.75	Sin	No preñada

23	Zhiñaguiña	6	4	2.25	Sin	Preñada
24	Zhiñaguiña	4	3	2.25	Sin	Preñada
25	Zhiñaguiña	6	4	2.25	Sin	Preñada
26	Zhiñaguiña	5	3	2.25	Sin	Preñada
27	Verbenita	4	2	2.25	Con	Preñada
28	Virgen de las Aguas	5	2	2.25	Con	No preñada
29	Virgen de las Aguas	3	1	2.25	Con	No preñada
30	Virgen de las Aguas	3	2	2.75	Con	Preñada
31	Virgen de las Aguas	4	2	2.75	Con	No preñada
32	Virgen de las Aguas	5	3	2.25	Con	No preñada
33	Virgen de las Aguas	3	1	2.25	Sin	Preñada
34	Banguir	2	1	2.75	Sin	No preñada
35	Bangui	4	2	2.75	Con	Preñada
36	Banguir	6	4	2.75	Sin	No preñada
37	Banguir	3	1	3	Con	Preñada
38	Banguir	2	1	3	Con	No preñada
39	Verbenita	5	2	2.25	Con	No preñada
40	Verbenita	2	1	2.25	Sin	Preñada

Anexo 2. Número de vacas preñadas, para un "t" de Student con dos tratamientos A = (IA con GnRH), B = (IA sin GnRH) con datos transformados a  $\sqrt{x+0,5}$

	TRAT A con	TRAT B sin	A-B=x	(A-B)^ <sup>2</sup>
1	1	0	1	1
2	1	0	1	1
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	1	1	0	0
6	0	1	-1	1
7	1	1	0	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0
10	1	0	1	1
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	0	1	-1	1
14	0	1	-1	1
15	1	1	0	0
16	0	1	-1	1
17	0	0	0	0
18	1	0	1	1
19	1	0	1	1
20	0	1	-1	1
	12	10	1	12
Σ	Σx <sub>1</sub>	Σx <sub>2</sub>	Σx	Σx <sup>2</sup>

X 0,60 0,50

X<sub>T</sub>  $(x_1+x_2)/2$  0,55

$s^2d = \frac{(\sum x^2 - (\sum x)^2/n)}{n*(n-1)}$  11,95 / 380 0,03

sd raíz de s<sup>2</sup>d 0,18

t diferencia de medias/sd 0,56

CV sd/X<sub>T</sub> 32,24

GL 19

Anexo 3. Número de vacas preñadas, para un “t” de Student con dos tratamientos A = (IA con GnRH), B = (IA sin GnRH) con datos transformados a  $\sqrt{x+0,5}$

	Trat A con	Trat B sin	A – B = x	(A-B) <sup>2</sup>
1	1,22	0,71	0,51	0,2601
2	1,22	0,71	0,51	0,2601
3	0,71	0,71	0	0
4	0,71	0,71	0	0
5	1,22	1,22	0	0
6	0,71	1,22	-0,51	0,2601
7	1,22	1,22	0	0
8	1,22	0,71	0,51	0,2601
9	1,22	1,22	0	0
10	1,22	0,71	0,51	0,2601
11	1,22	0,71	0,51	0,2601
12	1,22	1,22	0	0
13	0,71	1,22	-0,51	0,2601
14	0,71	1,22	-0,51	0,2601
15	1,22	1,22	0	0
16	0,71	1,22	-0,51	0,2601
17	0,71	0,71	0	0
18	1,22	0,71	0,51	0,2601
19	1,22	0,71	0,51	0,2601
20	0,71	1,22	-0,51	0,2601
	20,32	19,3	0,51	3,12
$\Sigma$	$\Sigma x_1$	$\Sigma x_2$	$\Sigma x$	$\Sigma x^2$

X	1,02	0,97		
XT	$x_1+x_2/2$	0,99		
s2d=	$(\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2/n)/n*(n-1)$		<u>3,11</u>	0,01
			380	
sd	raiz de s2d			0,09
T	diferencia de medias/sd			0,56
CV	sd/XT			9,13
GL	19			



#### Anexo 4. Fotografías



Foto 1. Socialización del proyecto en el GAD de la parroquia rural San José de Raranga.



Foto2. Materiales para la Inseminación Artificial.



Foto 3. Aplicación del Dispositivo Intravaginal Bovino



Foto 5. Inseminación Artificial



Foto 6. Aplicación de la hormona GnRH



Foto7. Control ginecológico a los 60 días



Foto 8. Ecografía de vaca preñada con GnRH



Foto 9. Pajuelas usadas



Foto 10. Hormonas utilizadas