



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**Evaluación de la hormona (bST) sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo OVSYNCH**

**CRISTIAN DAVID GUILCAPI CARRILLO**

**Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:**

**MAGÍSTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL MENCIÓN REPRODUCCIÓN BOVINA**

**RIOBAMBA – ECUADOR  
JULIO 2022**

**©2022, Cristian David Guilcapi Carrillo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado **Evaluación de la hormona (bST) sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo OVSYNCH**, de responsabilidad del Señor **CRISTIAN DAVID GUILCAPI CARRILLO** ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas. Ph.D.

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_

Ing. José Vicente Trujillo Villacís. M.Sc.

**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_

Ing. Hemenegildo Diaz Berrones. Mtr.

**MIEMBRO**

\_\_\_\_\_

Ing. Fabián Augusto Almeida López. Mag.

**MIEMBRO**

\_\_\_\_\_

Riobamba, julio 2022

## DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Cristian David Guilcapi Carrillo, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

FIRMA

No. CÉDULA: 060334543-0

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Cristian David Guilcapi Carrillo, declaro que el presente **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo proyecto son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, julio 2022

---

Cristian David Guilcapi Carrillo

C.I. 060334543-0

## **DEDICATORIA**

A Dios y a la Virgen del Rosario de Agua Santa por su infinita bondad y amor, por bendecirme, guiarme, darme la salud y vida para cumplir con éxito este objetivo muy importante para mí.

Con mucho amor para mis padres Marco Guilcapi (+) y Sara Carrillo, por confiar siempre en mí y por sus sabios consejos que me supieron dar para siempre seguir el sendero del bien para verme formado como un profesional para la vida.

A mis amados hijos Aracely y Alejandro, a mi adorada esposa Gaby quienes con su amor sincero e incondicional son mi inspiración, mi apoyo y quienes me aconsejan y motivan siempre. Son un ejemplo de perseverancia.

A mis hermanos Marcelo, Yeny, y Diana, que continuamente me aconsejan y me brindan el apoyo moral en los buenos y malos momentos que solo unos hermanos pueden brindar.

A mis suegros Enrique y Livia por su cariño, apoyo sincero y constante durante cada día de mi vida.

CRISTIAN

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la IPEC por abrirme sus puertas para cursar mis estudios de maestría y permitirme formarme como profesional para la vida.

Dejo constancia de mis debidos agradecimientos al Ingeniero Vicente Trujillo por su valiosa amistad, por compartir sus sapiencias e instruirme con excelencia.

Al Ingeniero Ing. Hermenegildo Díaz por su asesoría constante y de calidad para la culminación de este trabajo de titulación.

Al Ingeniero Fabián Almeida por guiarme y aportar con sus excelentes conocimientos y experiencia para culminar con éxito esta tesis.

CRISTIAN

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Planteamiento del Problema</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Justificación de la Investigación</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3. Objetivos de la Investigación</b> .....	<b>3</b>
<i>1.3.1. Objetivo General</i> .....	<i>3</i>
<i>1.3.2. Objetivos Específicos</i> .....	<i>3</i>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Antecedentes de investigación</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2. Bases Teóricas</b> .....	<b>6</b>
<i>2.2.1. Control neuroendócrino del ciclo estral</i> .....	<i>6</i>
<i>2.2.2. Eje somatotropo</i> .....	<i>7</i>
<i>2.2.3. Hormona del crecimiento</i> .....	<i>8</i>
<i>2.2.4. Factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF1) en la foliculogénesis y en el ovario.</i> .....	<i>9</i>
<i>2.2.4.1. IGF-I durante el ciclo estral</i> .....	<i>9</i>
<i>2.2.4.2. IGF-I endocrino en bovinos durante la gestación.</i> .....	<i>10</i>
<i>2.2.5. Efecto en la Somatotropina en el desarrollo embrionario</i> .....	<i>11</i>



2.2.5.1. Somatotropina y el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 en la reproducción.	12
2.2.6. <b>Hormonas relacionadas con la fertilidad</b>	13
2.2.6.1. Secreción y regulación de la bST.	13
2.2.6.2. Usos de la bST.	14
2.2.6.3. Efectos de la Bst en la fertilidad de vacas lechera.	14
2.2.7. <b>Manejo reproductivo y parámetros óptimos en la reproducción bovina</b>	14
2.2.7.1. Fases del ciclo estral.	15
2.2.8. <b>Condición corporal en los programas de IATF</b>	17
2.2.9. <b>Balance energético negativo en vacas.</b>	19
2.2.10. <b>Servicios por concepción</b>	20
2.2.11. <b>Métodos de diagnóstico de preñez en bovinos</b>	21
2.2.12. <b>Protocolos de sincronización del estro bovino</b>	22
2.2.13. <b>Inseminación artificial en vacas</b>	24
2.3 <b>Identificación de Variables.</b>	25
2.4 <b>Operacionalización de las variables</b>	26
 <b>CAPÍTULO III</b>	
3. <b>METODOLOGÍA</b>	<b>28</b>
3.1. <b>Tipo y diseño de Investigación</b>	28
3.1.1 <b>Investigación de campo</b>	28
3.1.2 <b>Investigación exploratoria</b>	28
3.2. <b>Métodos de Investigación</b>	28

3.2.1	<i>Método deductivo</i> .....	28
3.2.2	<i>Método analítico – sintético</i> .....	29
3.3	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	29
3.3.1	<i>Enfoque cualitativo</i> .....	29
3.3.2	<i>Enfoque cuantitativo</i> .....	29
3.4	<b>Alcance de la investigación</b> .....	29
3.5	<b>Población de Estudio</b> .....	29
3.6.	<b>Unidad de Análisis</b> .....	30
3.7.	<b>Selección de la Muestra</b> .....	30
3.8.	<b>Tamaño de la muestra.</b> .....	30
3.9	<b>Técnica de Recolección de Datos</b> .....	31
3.10.	<b>Instrumentos de Recolección de datos primarios y secundarios</b> .....	32
3.11.	<b>Instrumentos para procesar los datos recopilados</b> .....	32
 <b>CAPÍTULO IV</b>		
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>33</b>
4.1.	<b>Resultados</b> .....	33
4.1.1.	<i>Porcentaje de concepción al día 30</i> .....	33
4.1.2.	<i>Porcentaje de fertilidad global</i> .....	34
4.1.3.	<i>Número de servicios por concepción</i> .....	35
4.1.4.	<i>Costos por tratamiento</i> .....	36
4.2.	<b>Discusión de resultados</b> .....	37
4.3.	<b>Comprobación de hipótesis</b> .....	41

<b>CONCLUSIONES</b> .....	44
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	45
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	46
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE TABLAS

<b>Tabla 1-2.</b> Parámetros reproductivos ideales de un hato lechero .....	15
<b>Tabla 2-2.</b> Escala de registro CC.....	19
<b>Tabla 3-2.</b> Eficiencia reproductiva .....	20
<b>Tabla 4-2.</b> Operacionalización de las variables.....	26
<b>Tabla 5-2.</b> Matriz de consistencia .....	27
<b>Tabla 1-4.</b> Porcentaje de concepción al día 30.....	33
<b>Tabla 2-4.</b> Porcentaje de fertilidad global .....	34
<b>Tabla 3-4.</b> Número de servicios por concepción.....	35
<b>Tabla 4-4.</b> Costos .....	36
<b>Tabla 5-4.</b> Frecuencias .....	42
<b>Tabla 6-4.</b> Cálculo Chi cuadrado.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2.</b> Componentes del eje somatotropo .....	7
<b>Figura 2-2.</b> Perfil de hormonas durante el ciclo estral bovino .....	17
<b>Figura 3-2.</b> Puntos anatómicos para la evaluación de la condición corporal .....	18

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4.</b> Porcentaje de concepción al día 30.....	33
<b>Gráfico 2-4.</b> Porcentaje de fertilidad global .....	34
<b>Gráfico 3-4.</b> Número de servicios por concepción.....	35
<b>Gráfico 4-4.</b> Costos de tratamiento .....	36
<b>Gráfico 5-4</b> chi cuadrado.....	43

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**Anexo A.** Registro de seguimiento

**Anexo B** Costos del tratamiento

**Anexo C** Costo beneficio

**Anexo D** Tabla Chi cuadrado

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la hormona somatotropina recombinante bovina (bST) sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch, la problemática se basó en la carencia de un criterio técnico para el manejo reproductivo de los animales lo que representa consecuencias económicas al disminuir la producción de leche. Para el estudio fue necesario definir el tipo de investigación a usar el cual básicamente fue de campo y exploratoria con un enfoque de tipo cuali y cuantitativo, dentro de los métodos utilizados se encuentran el deductivo y analítico-sintético; como muestra se tomó a 20 vacas que hayan cumplido con ciertas características, dichos animales pertenecieron a la hacienda Achín del cantón Pallatanga, la unidad de análisis se basó en los siguientes parámetros: porcentaje de concepción al día 30, porcentaje de fertilidad global, número de servicios por concepción en cada grupo e impacto económico y se trabajó con dos grupos: el control y el experimental. Los principales resultados se resumen en que el grupo control tuvo un 40% de concepción al día 30 mientras que del experimental fue del 70%; concluyendo así en lo referente a la fertilidad global el 60 % de vacas fue del grupo de control y el 90 % del experimental; en cuanto a costos para el grupo de control fue de \$686,80 y del experimental de \$751,85 ; se recomienda a los ganaderos que se consideren los resultados generados para la toma de decisiones buscando de esta manera mejorar los parámetros reproductivos, la producción de leche por lactancia y mejorar el nivel de ingresos económicos.

Palabras clave: HORMONA BOVINA DE CRECIMIENTO (Bst), CONCEPCIÓN, VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, PROTOCOLO OVSYNCH, FERTILIDAD GLOBAL.



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**



0080-DBRA-UPT-IPEC-2022



## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate the bovine recombinant somatotropin (bST) hormone on the percentage of conception in crossbred Holstein cows synchronized with the Ovsynch protocol, the problem was based on the lack of technical criteria for the reproductive management of the animals, which represents economic consequences by reducing milk production. For the study was necessary to define the type of research to be used, which was field and exploratory with a qualitative and quantitative approach, within the methods used were the deductive and analytical-synthetic; 20 cows that have met certain characteristics were taken as a sample, these animals belonged to the Achín farm in the Pallatanga canton, the unit of analysis was based on the following parameters: percentage of conception at day 30, overall fertility percentage, number of services per conception in each group and economic impact and worked with two groups: control and experimental. The main results are summarized in this way: the control group had a 40% conception rate at day 30 while the experimental group had a 70% conception rate. Thus, concluding that in terms of overall fertility, 60% of the cows were in the control group and 90% in the experimental group. In terms of costs, the cost for the control group was \$686.80 and \$751.85 for the experimental group. It is recommended that farmers consider the results generated for decision making, thus seeking to improve reproductive parameters, milk production per lactation, and improve the level of economic income.

**Keywords:** BOVINE GROWTH HORMONE (Bst), CONCEPTION, HOLSTEIN MESTER Cows, OVSYNCH PROTOCOL, GLOBAL FERTILITY.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país existen varias producciones de tipo pecuario de pequeña, mediana y gran escala, en los cuales están involucrados principalmente las personas de los diferentes sectores rurales. La ganadería lechera ocupa uno de los renglones de mayor importancia en sector agropecuario en el país. Por tal razón, se debe prestar una mayor atención a los diferentes parámetros reproductivos que maneja cada finca ya que al tener alteraciones en estos parámetros y en especial a la concepción, son un indicativo de que existe un mal manejo alimenticio, fallas en la detección de celo, confort ambiental, etc; además, sumados otros factores de tipo intrínsecos del animal como: muertes embrionarias, reabsorciones, etc.), los cuales van a disminuir la eficiencia reproductiva del hato, afectando al futuro de las ganaderías. Es por ello que, se debe tomar en cuenta a la hora de la inseminación artificial que las vacas tengan una buena condicional corporal, que se encuentren libres de cualquier enfermedad reproductiva, etc; para prestar las condiciones óptimas y lograr incrementar la concepción, mejorando de esta manera los diferentes índices reproductivos, ya que estos son un componente muy importante en el manejo de bovinos lecheros por su efecto en la rentabilidad del hato. De esta forma se podrá incrementar la producción lechera por día y por vaca, favoreciendo así a que las vacas tengan una vida útil más larga dentro de cada hacienda, lográndose así reducir el descarte de vacas por causas reproductivas, lo cual aumentaría el ingreso neto de la lechería, más aún teniendo animales de buena genética. Es por ello que, una de las alternativas para mejorar los parámetros reproductivos es el uso de la hormona somatotropina en el momento del servicio, ya sea por inseminación artificial o por monta. Ya que el mecanismo por el cual la somatotropina bovina recombinante actúa favorece el porcentaje de concepción, y esto se debe al efecto en la maduración del ovocito, desarrollo embrionario temprano, función del cuerpo lúteo, reconocimiento materno y fertilización. Demostrando ser una opción repetible en los programas de reproducción bovina (Cerón & Aguilar, 2013).

### 1.1. Planteamiento del Problema

La falla en la concepción o infertilidad, representa el problema más significativo en cuanto a reproducción en hatos lecheros se refiere; siendo considerado como el factor que más afecta a la productividad de la industria lechera.

Según lo menciona Botler, (2000), en los últimos años se ha evidenciado una disminución significativa de la fertilidad, que ha coincidido con un incremento en la producción de leche, ello denota una incidencia directa entre estas variables. Sin embargo, la baja fertilidad no es provocada por la lactancia como proceso fisiológico, sino por los cambios metabólicos que impone la producción de grandes volúmenes de leche y el inadecuado consumo de nutrientes; de tal manera que las vacas lecheras posterior al parto, caen en un balance energético negativo, lo cual significa que la suma de la energía necesaria para su propio mantenimiento y la que requieren para producir es mayor que la consumida, por lo que se ven obligadas a utilizar sus reservas corporales.

El punto más bajo de balance energético (BEN), es alcanzado entre los días 10 y 20, y siguen en balance negativo aproximadamente hasta los días 70 u 80; en algunos casos, sobre todo las vacas de primer parto, hasta el día 100 posparto (Lean & Garvin, 2002).

La elevada incidencia de muerte embrionaria temprana, constituye también una causa de pérdidas económicas y puede ocurrir en vacas infértiles como en vacas con fertilidad normal. Se ha observado que cerca del 90% de los ovocitos son fertilizados, sin embargo, antes de los 16 días pos inseminación los embriones mueren; dichas fallas están directamente relacionadas con un incremento en los siguientes parámetros reproductivos: el intervalo parto concepción, índice coital y tasas de descarte por infertilidad (Hernández & Morales, 2001).

Sin embargo, al ser la parte reproductiva un indicador clave para el éxito de todo hato, es necesario prestarle permanentemente la debida atención con la finalidad de determinar oportunamente estrategias que ayuden a minimizar la incidencia problemas reproductivos y por lo tanto disminuir las pérdidas económicas que experimenta el ganadero.

Partiendo de las premisas anteriores, la presente investigación enfoca un análisis minucioso de las pérdidas económicas ocasionadas principalmente por un mal manejo reproductivo por parte de los ganaderos, debido a que estos invierten considerables cantidades de dinero con el propósito de cumplir el objetivo que es el de obtener leche, sin embargo, no sustentan sus prácticas bajo ningún criterio técnico que pueda guiarlos para llevar un adecuado manejo de sus animales; en consecuencia, las vacas pueden alargar sus parámetros reproductivos, pero en muchas ocasiones no recuperan su potencial productivo, por tanto disminuye la producción y por ende los ingresos económicos. Y surge la pregunta ¿De qué manera se puede determinar la incidencia de la hormona (bST) sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo OVSYNCH?

## **1.2. Justificación de la Investigación**

En la actualidad el incremento de la población a nivel mundial ha sido significativo y por tal motivo el consumo per cápita de leche es mayor, ya que este alimento ocupa un lugar muy importante dentro de la pirámide alimenticia; razón por la cual, es necesario que los ganaderos cuenten con constante asesoramiento en el manejo reproductivo del ganado bovino. En nuestro país muchos ganaderos especialmente los pequeños, tienen diferentes problemas reproductivos ya que, al momento de realizar la Inseminación o monta natural, no toman en cuenta ciertos aspectos como el manejo, confort ambiental, nutrición, sanidad y factores intrínsecos del animal entre otros, lo cual influye significativamente a la hora de que exista un reconocimiento materno del embrión y a mantener la gestación, afectando los parámetros reproductivos y directamente a la economía de la industria lechera. Razón por la cual, es necesario considerar que un programa reproductivo exitoso refleja un incremento en la producción lechera por día y por vaca y durante la vida útil de la misma y en una reducción en el descarte por causas reproductivas, lo cual aumenta el ingreso neto de la lechería. Además, de esta manera se podrá aprovechar toda la genética de cada animal para hacer del sistema una actividad rentable.

Por tales motivos, el estudio del siguiente trabajo investigativo consistió en la aplicación de la hormona somatotropina recombinante bovina (bST) para evaluar el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch, convirtiéndose en una alternativa para que los ganaderos puedan optar en el momento de la reproducción de sus vacas y de esta forma puedan incrementar la concepción de sus animales contribuyendo de esta manera a una mejora en los parámetros reproductivos de las hembras bovinas y por ende mejorar la rentabilidad de los hatos.

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Evaluar la hormona (bST) sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.

### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

1. Determinar el porcentaje de concepción al día 30 en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.

2. Evaluar el porcentaje de fertilidad global en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.
3. Calcular el número de servicios por concepción total en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.
4. Estimar una relación beneficio-costos.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

Varios estudios se han realizado buscando evaluar diferentes hormonas sincronizadas en diferentes protocolos para determinar el porcentaje de concepción en las vacas, siendo este el principal objetivo de las investigaciones.

La infertilidad o bajas tasas de concepción se ha constituido como el problema más grave de reproducción en los hatos lecheros; desde aproximadamente unos 40 años los factores que se asocian a esta problemática son el incremento de vacas en los hatos, el balance energético negativo y la muerte del embrión tempranamente (Lazzari et al., 2011).

En hatos donde existen un gran número de vacas, el incremento de nivel de infertilidad se debe al mal manejo existente ya que no se identifica los estros, un estudio realizado por Ducrot et al., (1999) citado por Gallmeier (2013), menciona que el 44% de vacas que se encuentran en la etapa del celo pasan desapercibidas y el 11% de animales en anestro se consideran en estro.

El alto nivel de muertes embrionarias de manera temprana se constituye en una pérdida económica para los ganaderos, y es importante mencionar que este problema puede aparecer en vacas infértiles como fértiles, se ha visualizado que aproximadamente un 90% de ovocitos son fertilizados pero mueren antes de los 16 días post inseminación (Gallmeier, 2013).

La muerte embrionaria puede ser causada por factores genéticos o ambientales, en el primer caso pueden presentarse anomalías cromosómicas que pueden generarse durante la gametogénesis, fertilización o embriogénesis; en lo referente a los aspectos ambientales son de naturaleza hormonal, nutricional, climática e infecciosa; es por esto problemas que se descubrieron protocolos de sincronizaciones, a través de los cuales con el uso de hormonas se busca sincronizar el estro e incrementar la fertilidad a través del desarrollo folicular permitiendo así la inseminación a tiempo fijo. El protocolo que se utiliza con mayor frecuencia es el denominado Ovsynch, en este es necesario que se aplique un protocolo de pre-sincronización presynch (Gonella et al., 2015).

Los efectos de la hormona somatotropina (bST) se vinculan con la fertilidad de las vacas en la lactancia y presenta elementos positivos similares a los de la hormona de crecimiento GH así

también a los factores de crecimiento se parecen a los de la insulina IGF-1 en la fertilización y desarrollo embrionario (Moreira et al., 2010).

## **2.2. Bases Teóricas**

### ***2.2.1. Control neuroendócrino del ciclo estral***

Rippe (2009), define al ciclo estral como el tiempo transcurrido entre dos periodos estrales, generalmente tienen una duración aproximada de 17 y 24 días, se puede indicar un promedio de 21 días; el ciclo estral se encuentra mediado por varios órganos entre los más importantes se encuentra el eje portahipofisiario, ovarios y útero.

### **Hipotálamo**

Es un órgano que se localiza en la base del cerebro, la principal función se basa en la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GNRH) la cual debe atravesar por medio de capilares para llegar al sistema hipofisiario y desde allí a las células de la hipófisis en donde se producen las hormonas folículo estimulantes (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (Pérez A. , 2016 ).

### **Hipófisis**

Se forma por una parte anterior y posterior, la hipófisis anterior es la que produce hormonas folículos estimulantes (FSH) la cual interviene en el proceso de formación y progreso folicular; la hormona luteinizante (LH) interviene en los procesos de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo; la oxitocina se produce por hipotálamo pero se almacena en el sistema hipofisiario e intercede en los procesos de parto, ayuda a la secreción de leche, se encarga del transporte de los espermatozoides hacia el útero y se encuentra en la luteolisis en el ovario del cuerpo lúteo (Rippe, 2009).

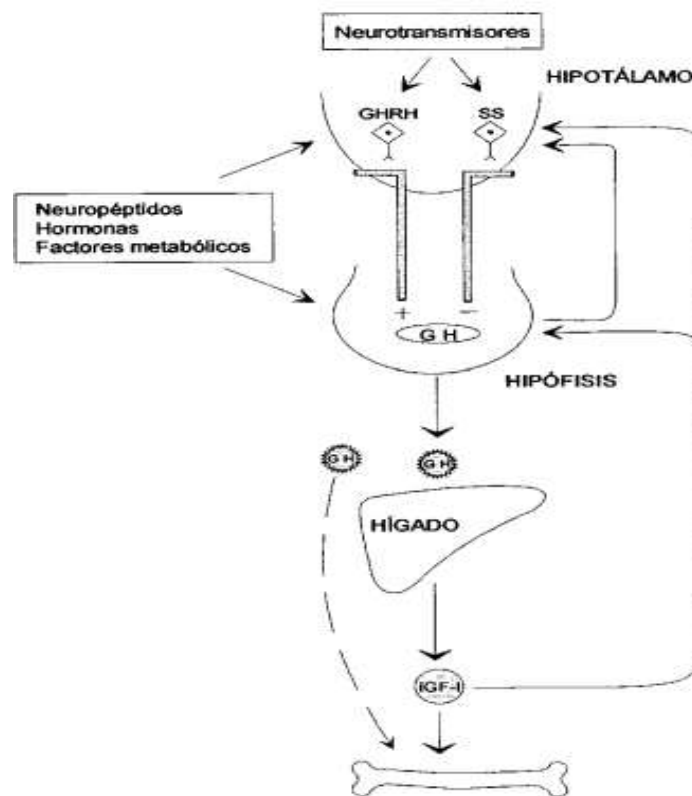
El hipotálamo, hipófisis y ovarios se comunican entre sí a través de dos vías, la sanguínea y la neuronal. Por medio de la vía sanguínea se transporta los factores liberados del hipotálamo hasta el lóbulo anterior de la hipófisis, en cambio la vía neuronal básicamente consiste en la proyección directa de terminales axónicas desde el hipotálamo hasta el lóbulo posterior de la hipófisis, liberando directamente sus productos a la circulación general (Jiménez, 2016).

### 2.2.2. Eje somatotropo

En lo referente a la síntesis y secreción de la hormona de crecimiento (GH) por las células somatotropas hipofisarias está bajo el control de los péptidos hipotalámicos, los cuales son la hormona liberadora de la GH (GHRH) y la somatostatina (SS) (Pérez A. , 1997).

La GH una vez secretada por las células somatotropas actúa sobre los tejidos periféricos estimulando la producción de somatomedinas, también llamadas IGF-1 y II (Factor de crecimiento similar a la insulina –i y –ii); medidas de muchos de los efectos de la GH. Estas hormonas actúan coordinadamente y constituyen lo que se llama el eje somatotropo (Pérez A. , 1997).

El sistema se regula por diferentes neurotransmisores, neuropéptidos, hormonas y señales metabólicas mismas que actúan en la hipófisis y en el hipotálamo disponiendo de mecanismo de retroalimentación en los que se encuentran implicados la GH, IGFs, GHRH y SS, como se muestra en la figura 1-2.



**Figura 1-2** Componentes del eje somatotropo  
Fuente: (Pérez A. , 1997)



### ***2.2.3. Hormona del crecimiento***

La somatotropina fue descubierta hace más de 50 años, las investigaciones iniciales determinaron que cuando las crías de rata fueron inyectadas con un extracto crudo de la hipófisis, la tasa de crecimiento ascendió (Hernández & Gutiérrez, 2013 ). Este extracto fue denominado Somatotropina que en griego tiene como significado “crecimiento del tejido”, es por ello que ciertas veces se determina también como la hormona del crecimiento, o GH.

La hormona bovina de crecimiento (bST) es producida por la glándula pituitaria y se encuentra constituida por 190 y 191 aminoácidos y existen cuatro variantes diferentes de bST producidas de manera natural (Calcedo, 2015).

La somatotropina es una proteína producida por células muy especializadas; llamadas somatotrofos, que se encuentran en la glándula pituitaria o hipófisis, y que juega un papel fundamental tanto en el crecimiento como en la producción de leche en mamíferos. Desde 1937 se sabe que las inyecciones de extractos pituitarios crudos aplicadas a vacas lactantes inducen incrementos en la producción de leche (Berlanga, 2016).

La leche de vaca siempre ha contenido cierta cantidad de BST, alrededor de 3/1.000.000.000. El suministrar BST a las vacas, sin embargo, no aumenta el nivel de BST de la leche. Incluso en la leche de las vacas a las que se les da 12 veces más de la dosis recomendada de Posilac (hormona GH o somatotropina), el nivel de BST no aumenta.

La hormona del crecimiento o somatotropina es una hormona proteica producida en las células somatotróficas de la pituitaria anterior.

La síntesis de algunas hormonas peptídicas consta de un precursor que es un pre pro hormona, la cual tiene en su extremo de la cadena una N-terminal, en ésta una señal de un péptido dirige el pre pro hormona al retículo endoplasmático. Durante este proceso se elimina la péptida señal y queda una pro hormona; ésta es transferida al aparato de Golgi para continuar con su procesamiento, el proceso continúa con el empaquetamiento en una vesícula o gránulo donde permanecerá almacenada para su posterior liberación. Para la liberación de esta hormona debe haber una señal específica, esto ocurre mediante un proceso denominado exocitosis (Vargas, 2015).

#### ***2.2.4. Factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF1) en la foliculogénesis y en el ovario.***

Las concentraciones de IGF-1 se encuentran en mayor cantidad en los folículos grandes es importante mencionar que estos se encargan de la estimulación para el incremento y la esteroidogénesis de las células ováricas, mismas que actúan como un generador de las acciones de las gonadotropinas que permitan la optimización del crecimiento folicular (Lenz et al., 2007).

El IGF-1 es un factor relevante en las células de la granulosa cumpliendo una función importante la que se resumen la estimulación de la producción de progesterona y oxitocina, mismas que se estimula por la acción de la hormona folículo estimulantes FSH y el estradiol, el IGF en los bovinos incrementa la síntesis de LH la cual es provocada por la función de las gonadotropinas GNRH. El mecanismo de inhibición en la producción del IGF-1 es activado por la insulina, FSH y cortisol (Lenz et al., 2007).

En diversos estudios se ha logrado evidenciar que la producción de IGF-1 en células de la teca interna del ovario y membrana de la granulosa al visualizar mayor presencia de RNAm para IGF-1 al empezar con la fase lútea. En lo referente a vacas pre y posparto se encontró RNAm para IGF.1 en folículos dominantes concluyendo así entonces que el IGF-1 del líquido folicular es sintetizado por vía hepática (Spicer et al., 2008).

##### ***2.2.4.1. IGF-1 durante el ciclo estral***

Ruiz, Uribe, & Osorio (2011), en su investigación mencionan que las hembras bovinas posterior a la pubertad deben mantener la ciclicidad estral con la finalidad de lograr la respectiva gestación, y se ha demostrado que el IGF-1 influye tanto en los folículos como la actividad lútea. La participación del IGF-1 durante la fase estral se ha visualizado como un modelo de anovulación nutricional inducida; en dicho modelo la restricción de la dieta redujo la concentración periférica de IGF-1, ciclicidad e incluso ovulación.

Si el animal tiene insuficiencia ovárica por reducción de la alimentación al parecer no existe una relación entre el IGF-1 y los cambios de secreción de LH y FSH. El plasma de estos animales es menos efectivo estimulando la proliferación de células de la granulosa que el plasma de terneras cíclicas (Velásquez et al., 2008).

Aunque la disminución de la dieta de los animales sea mínima como consecuencia se obtiene la reducción del tamaño de los folículos grandes sin embargo esto no afecta a las concentraciones

plasmáticas de IGF-1 ni el líquido folicular, por lo que se determina que las concentraciones séricas de IGF-1 no se asocian al número de folículos durante las ondas foliculares. Si se disminuye el IGF-1 producido por vía hepática no existirá alteración de las concentraciones en el líquido folicular, en el caso de existir procesos patológicos como ovarios poli quísticos las concentraciones séricas de IGF-1 pueden disminuir (Spicer et al., 2008).

Las novillas que se encontraban en balance energético negativo mostraron concentraciones plasmáticas de IGF-1 en menor cantidad, tuvieron un cuerpo lúteo más pequeños y menos cantidad de progesterona plasmáticas comparado a las becerras en balance energético positivo. Se les sometió a un tratamiento con somatotropina recombinante bovina (rBST) restaurando así la concentración de progesterona y el cuerpo lúteo no fue afectado; concluyendo así en que el sistema IGF-1 intraovárico es más importante que el sistema endocrino; en el periodo pre ovulatorio existió un incremento de IGF-1 tanto en ganado destinado para la producción de leche como de carne, así también se midieron las concentraciones de IGF-1 en plasma 2 veces por semana visualizando un incremento en la concentración de IGF-1 en la fase folicular y cayó en la fase luteal (Kawashima et al., 2007).

#### *2.2.4.2. IGF-I endocrino en bovinos durante la gestación.*

Posterior a la concepción, el embrión debe cruzar el oviducto, implantarse en el útero y convertirse en un feto viable que finalmente será la descendencia al término del proceso de gestación. El factor de crecimiento que es similar a la insulina IGF-1 desarrollo un papel importante en la supervivencia de los embriones posterior al traslado del lumen hacia el tracto reproductivo e indirectamente por funciones en el ovario, oviducto y útero (Velásquez et al., 2008).

Se ha demostrados positivamente la acción del IGF-1 en los embriones en los procesos de pre implantación y del respectivo desarrollo. Los embriones que han sido tratados con IGF-1 obtuvieron mayor tasa de concepción frente a aquellos que no fueron tratados posterior a la transferencia en los receptores.

Las consecuencias de la IGF-1 son mediadas claramente por la presencia de receptores sobre los embriones durante el proceso de desarrollo preimplantacional, pero todavía no se ha podido garantizar exactamente si el IGF-1 llega directamente al embrión ya que no preexiste ninguna correlación en las concentraciones plasmáticas de IGF-1 y el líquido del lumen uterino (Bilby et al., 2006).

La cantidad de receptores de IGF-1 existentes en el oviducto y en las glándulas endometriales del útero ocasionen que se piense que el IGF-1 endocrino puede poseer un efecto indirecto por medio de las secreciones del aparato respiratorio del cual depende la supervivencia del embrión

Robinson, Fray, & Wathes (2006), mencionan que el embrión debe tener un tamaño adecuado en el día 16 de gestación, con la finalidad de producir la cantidad óptima de interferón-tau previniendo así leuteólisis y conocer exitosamente la gestación. La producción de interferón-tau se vincula con la cantidad de progesterona generada durante el embarazo durante primera semana luego de la ovulación.

El factor de crecimiento similar a la insulina IGF-1 estimula a la producción de progesterona sin embargo las concentraciones circulantes de IGF-1 no se relaciona directamente con el cuerpo lúteo, y por ende los beneficios que aporta el IGF-1 es la supervivencia del embrión que al parecer no se vincula con la síntesis de interferón-tau. Es importante mencionar que el incremento de los niveles de IGF-1 plasmáticos en las vacas provocó que existan mayores niveles de preñez.

El factor de crecimiento similar a la insulina IGF-1 es considerado como el medio que mayor influencia tiene en los primeros días de gestación, sin embargo esto no puede ser medido debido a que las concentraciones periféricas en el inicio de la preñez los niveles son inferiores; contrariamente en vacas que ya están preñadas durante el primer trimestre los niveles plasmático de IGF-1 se incrementaron por ende ocurre lo mismo con la concentración posterior al parto; observado una diferencia considerable luego de 15 días de pos concepción.

Durante el primer y segundo trimestre de gestación los niveles de IGF-1 se mantiene y su reducción empieza a aparecer durante el tercer trimestre y esto es producto del nuevo patrón de alimentación. Varios autores han mencionado que se tenía la creencia que cuando las vacas están preñadas de fetos hembras los niveles séricos de IGF-1 se incrementaban mientras que si el feto es macho son menores así como en el caso de gemelos sin embargo se ha verificado que ni el sexo o el número de preñez influía en la concentración de IGF-1 (Kawashima et al., 2007).

#### ***2.2.5. Efecto en la Somatotropina en el desarrollo embrionario***

Palma, G (1997) citado por Alvarado (2010), determina que luego de la fertilización, el desarrollo del embrión puede ser influenciado por la rBST y por el IGF-1, ya que se ha identificado receptores para dichas sustancias en los diferentes estados.

Hay dos ventanas que se relacionan con el desarrollo embrionario, en el primer tipo corresponde a la fertilización y desarrollo embrionario en los primeros 7 días, en el segundo caso hace referencia al reconocimiento materno de la gestación. Al administrar rBST al momento del servicio se incrementa el porcentaje de ovocitos fertilizados y la proporción de embriones transferibles. Si se realiza una adición in vitro de GH o IGF-1 al medio existirá un aumento de embriones que lleguen a la etapa de blastocitos, posiblemente posterior de esta administración, el desarrollo del embrión será modulado en el útero y en el oviducto.

El IGF-1 así como otros factores de crecimiento se encuentran implicados en la secreción de fosfolipasa A2 y de la enzima ciclooxigenasa-2 regulando la síntesis de prostaglandina, así también las hormonas de crecimiento en cultivos celulares del endometrio inhiben la expresión de ciclooxigenasa-2 y secreción de prostaglandinas. La concentración de rBST podría mitigar la producción de prostaglandina por el endometrio uterino, durante el reconocimiento materno acrecentando la sobrevivencia del embrión (Moreira et al., 2010).

#### *2.2.5.1. Somatotropina y el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 en la reproducción.*

La somatotropina (ST) y el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 cumplen la función de controlar el crecimiento y la nutrición de los animales pero también afectan a la función reproductiva del animal, esto es porque dicha hormona tiene receptores en la mayoría de los tejidos del sistema reproductor.

La somatotropina se encarga de la estimulación de la síntesis y secreción hepática de IGF-1 con la insulina como factor permisible, y básicamente estas tres hormonas en concentraciones elevadas ayudarían a la estimulación de células de la granulosa lo cual provocaría un incremento en el desarrollo folicular y de los ovocitos.

El IGF-1 incrementa la liberación de LH por la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) de manera que se contribuye al desarrollo folicular y posterior luteinización, es relevante mencionar que el aumento en la síntesis de IGF-1 permitirá la estimulación de la actividad de la aromatasas y a la vez los receptores para LH, y se concluye que es intermediario de las acciones de la hormona de crecimiento GH con respecto a la función folicular (Ruiz et al., 2011).

El tracto reproductivo de la vaca y del embrión produce diferentes moléculas que permiten la regulación del crecimiento embrionario temprano, el IGF-1 incrementa el desarrollo de embriones bovinos con el aumento del número de células en la etapa del blastocito (Block, 2007).

Basándose en la investigación de Block (2007), la proporción de ovocitos que se desarrollan en la etapa de blastocito al día 7 generalmente aumentan para embriones tratados in vitro con IGF-1 contrastando a los controles. Con dichos resultados se concluye que se puede deducir que las acciones de IGF-1 ayudan a que el embrión se desarrolle adecuadamente y mejoran la secreción de hormonas en el momento del reconocimiento materno cuando el embrión sufre la elongación y secreta interferón.

En el estudio realizado por Bilby (2006), se determinó que el tratamiento con bST acrecentó las concentraciones plasmáticas de IGF-1 incrementado la longitud del conceptus y perfeccionando la producción del IFN- $\tau$ , disponiendo al endometrio para la formación y placentación.

### ***2.2.6. Hormonas relacionadas con la fertilidad***

La reproducción de los animales es controlada mediante reguladores biológicos, los mismos son producidos y secretados por células del cuerpo y son transportadas en la circulación para cumplir su función. A estos reguladores biológicos se los conoce como hormonas (Franco & Uribe, 2015).

Las hormonas que intervienen en la reproducción se las puede clasificar por su naturaleza química: polipeptídicas, constituidas por aminoácidos, dentro de estas, las más importantes en la reproducción son la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), la oxitocina, prolactina y hormona de crecimiento (Jácome, 2005). Dentro de este grupo se encuentran las glicoproteínas como la hormona luteinizante (LH), folículo estimulante (FSH), la gonadotropina coriónica humana (hCG) y la coriónica equina (eCG).

Existen hormonas esteroides, las cuales se derivan del colesterol e intervienen en la reproducción, estas son progestágenos, estrógenos, andrógenos, glucocorticoides y los mineral corticoides (Franco & Uribe, 2015). No se puede desconocer las aminas y las prostaglandinas. De las aminas las más importantes son: la dopamina, adrenalina y noradrenalina, mientras que las prostaglandinas provienen del ácido araquidónico. En reproducción la más importante es la prostaglandina. En definitiva, los procesos endócrinos están muy relacionados con lo que ocurre en el resto del organismo, sobre todo en la reproducción y fertilidad.

#### ***2.2.6.1. Secreción y regulación de la bST.***

La secreción de la Somatotropina bovina (bST) se realiza desde los somatotropos en la hipófisis, esta secreción es pulsátil y episódica (McMahon, 2001). La secreción de bST está regulada principalmente por 2 péptidos hipotalámicos: un estimulador denominado somatoliberina

(GHRH) y otro inhibidor (somatostatina), estos se liberan bajo la influencia de diferentes neurotransmisores y hormonas, como los glucocorticoides, estrógenos, hormonas tiroideas, entre otras (Berlangua, 2016).

#### *2.2.6.2. Usos de la bST.*

En 1982 se publicó el primer estudio acerca del uso de la somatotropina recombinante bovina (bST) en vacas lecheras (Bauman, 1999). Esta hormona incrementa la producción de leche a través de un mecanismo homeorrético que consiste en diversas adaptaciones fisiológicas a largo plazo, que permiten a la glándula mamaria disponer de más precursores para la síntesis de leche incrementando la capacidad lactopoyética (Hernández & Gutiérrez, 2013 ).

Su uso generó mucha discusión por tratarse de una hormona que probablemente las vacas tratadas liberan a través de la leche para consumo humano por lo que en algunos países está prohibido su uso. Luego de algunos estudios realizados en vacas lecheras se llegó a la conclusión de que la bST puede influenciar la reproducción, pero su uso aún no está generalizado debido a que no hay muchos estudios que comprueben realmente sus beneficios (Bragaglia, 2009).

Estimula en el hígado la síntesis del factor de crecimiento insulínico IGF-1 que cumple funciones importantes en la reproducción.

#### *2.2.6.3. Efectos de la Bst en la fertilidad de vacas lechera.*

Los efectos de la bST en la fertilidad de vacas en lactancia son similares a los efectos positivos de la hormona de crecimiento (GH) y a los factores de crecimiento parecidos a la insulina (IGF-I) en la fertilización y desarrollo embrionario (Hernández & Gutiérrez, 2013 ). Un estudio realizado en vacas lecheras, demostró que un tratamiento con la hormona bST mejoró la fertilidad cíclica en vacas inseminadas en tiempo fijo (TAI) (Moreirae et al., 2010). Otro en Florida - Estados Unidos, permitió establecer que: utilizando bST junto con el protocolo Ovsynch se mejora las tasas de concepción en vacas lecheras; además la bST y los IGF-I pueden influir en el desarrollo folicular, función lútea y secreción endometrial de PGF2 $\alpha$  (Rodríguez R. , 2018).

#### ***2.2.7. Manejo reproductivo y parámetros óptimos en la reproducción bovina***

Reproducción controlada es un sistema de manejo reproductivo orientado al aumento de la productividad total del hato lechero. Consiste en alcanzar los objetivos planteados de acuerdo a los parámetros que se están manejando, con la finalidad de obtener una cría por año. Reducir los

días abiertos, celo a los 30 a 70 días post parto, quedar preñada a los 85 días de haber parido y disminuir los descartes de los animales por problemas de fertilidad (Vélez, 2015)

Un manejo reproductivo eficiente del hato lechero se basa en disminuir las pérdidas por problemas en la detección de celos, siempre y cuando existe el control sanitario y el manejo nutricional adecuados. El manejo del control estral se convierte en la herramienta más importante en la reproducción del hato bovino. Dentro de esta biotécnica se encuentra los protocolos de sincronización de celo y la inseminación artificial a tiempo fijo o IATF (Vélez, 2015). A continuación, en la tabla 1-2 se da a conocer los parámetros reproductivos ideales de un hato lechero.

**Tabla 1-2.** Parámetros reproductivos ideales de un hato lechero

Parámetros	Objetivos
Intervalo entre Partos	12.4 – 12.7 meses menor 13
Días abiertos	95 – 105 días
Días de Lactancia	155 – 165 días
Vacas con más de 150 días de vacía	<8%
Vacas de descarte por infertilidad	<5%
Días de lactancia a 1 servicio	60 a 65 días
Celos detectados a 24 días	80 - 85%
Vacas vacías al examen de preñez	<10%
Concepción a 1 servicio	>50%
Servicios por concepción	<2.2
Vacas preñadas con 3 o menos servicios	85 – 88%
Vacas que retornan a 4 o más servicios	<15%
Intervalo Parto concepción mínimo futuro	<110

Fuente: (Vélez, 2015)

Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)

#### 2.2.7.1. Fases del ciclo estral

Durante el ciclo estral ocurren numerosos eventos funcionales y morfológicos que han sido asociados a cuatro etapas o fases.

**Fase folicular (Proestro):** dura aproximadamente tres días, se inicia con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo y finaliza con el inicio del celo. Durante el proestro, el patrón de secreción de LH que estaba suprimido por la elevada concentración de P4 durante el diestro cambia, aumentando

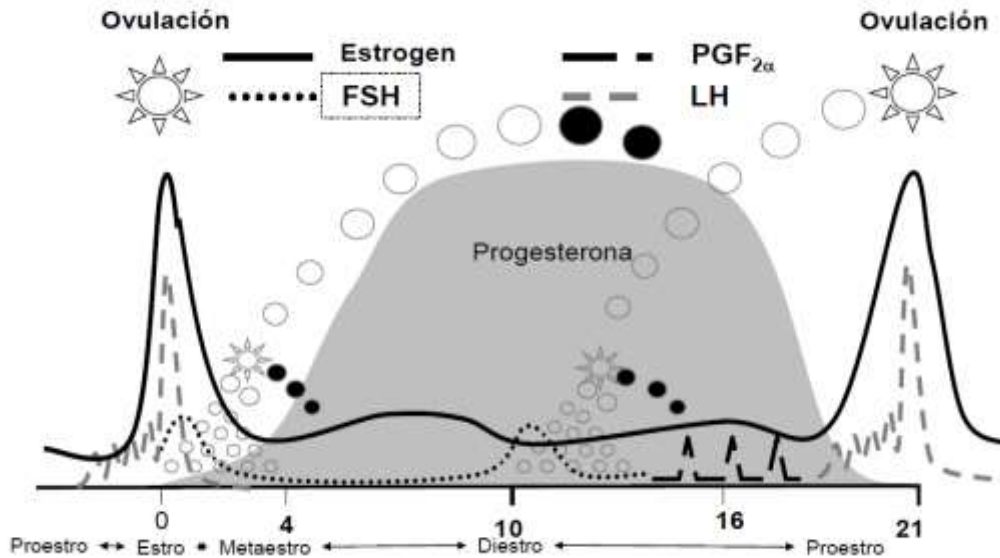


el número y la amplitud de los pulsos que estimulan el crecimiento, maduración y secreción de cantidades crecientes de estradiol folicular (Franco & Uribe , 2015).

**Fase periovulatoria (estro-metaestro):** suele prolongarse por un periodo de 12 a 18 horas, lapso durante el cual la vaca manifiesta inquietud, ansiedad y baja la producción láctea. Durante esta fase, las altas concentraciones de estrógenos estimulan el incremento de la frecuencia de los pulsos de GnRH por las neuronas hipotalámicas, y en consecuencia aumenta progresivamente la frecuencia pulsátil de LH que conduce a la descarga ovulatoria de LH/FSH y que provoca la ovulación. Estos eventos preceden el inicio del metaestro, que en el caso de la vaca es el período en donde ocurre la ovulación, que es seguida por la luteinización del folículo ovulado y el desarrollo temprano del cuerpo lúteo. La ovulación ocurre 28 a 32 horas de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH (Rippe, 2009)

**Fase luteal (diestro)** está presente en el ovario un cuerpo lúteo funcional que produce grandes cantidades de progesterona (Rippe, 2009). Si el ovocito no es fecundado, el cuerpo lúteo permanece funcional hasta el día 15 a 20, para luego experimentar regresión por la acción de la PGF2 $\alpha$  secretada por los cálices endometriales de las células que recubren el endometrio, lo cual prepara el inicio de un nuevo ciclo estral (Becaluba, 2015).

La progesterona es el principal producto de secreción del CL; actúa sobre los genitales de la hembra y prepara al útero para el establecimiento y mantenimiento de la gestación, además evita las contracciones del útero, cierra el cérvix y modifica las características del moco cervical volviéndolo más viscoso, lo cual evita el paso de agentes extraños al interior del útero. Asimismo, regula los cambios que se necesitan en el oviducto y el útero para el desarrollo embrionario, y modula las secreciones uterinas de las cuales los embriones recibirán los nutrientes y otras sustancias necesarias para su crecimiento y diferenciación. Normalmente la progesterona ejerce un efecto inhibitorio sobre la secreción de PGF2 $\alpha$  ya que suprime la formación de los receptores de estradiol en el endometrio, por lo cual esta hormona no puede estimular la síntesis de receptores a oxitocina que aparentemente son importantes para iniciar el proceso de luteólisis (Hernández & Gutiérrez, 2013 ). En seguida, en la figura 2-2 se demuestra la evolución del perfil de hormonas durante el ciclo estral bovino.



**Figura 2-2.** Perfil de hormonas durante el ciclo estral bovino  
Fuente: (Hernández & Gutiérrez, 2013 )

La secreción pulsátil de  $PGF_{2\alpha}$  se inicia al final del diestro y continúa hasta que se completa la regresión del CL. No obstante, cuando no se establece el patrón luteolítico de secreción de  $PGF_{2\alpha}$  apropiado el CL no se destruye y persiste provocando que el ciclo estral se prolongue más de lo normal. El momento que ocurre la luteólisis depende fundamentalmente del momento en que se establece un patrón pulsátil frecuente de secreción de  $PGF_{2\alpha}$  (Hernández & Gutiérrez, 2013 ).

### 2.2.8. Condición corporal en los programas de IATF

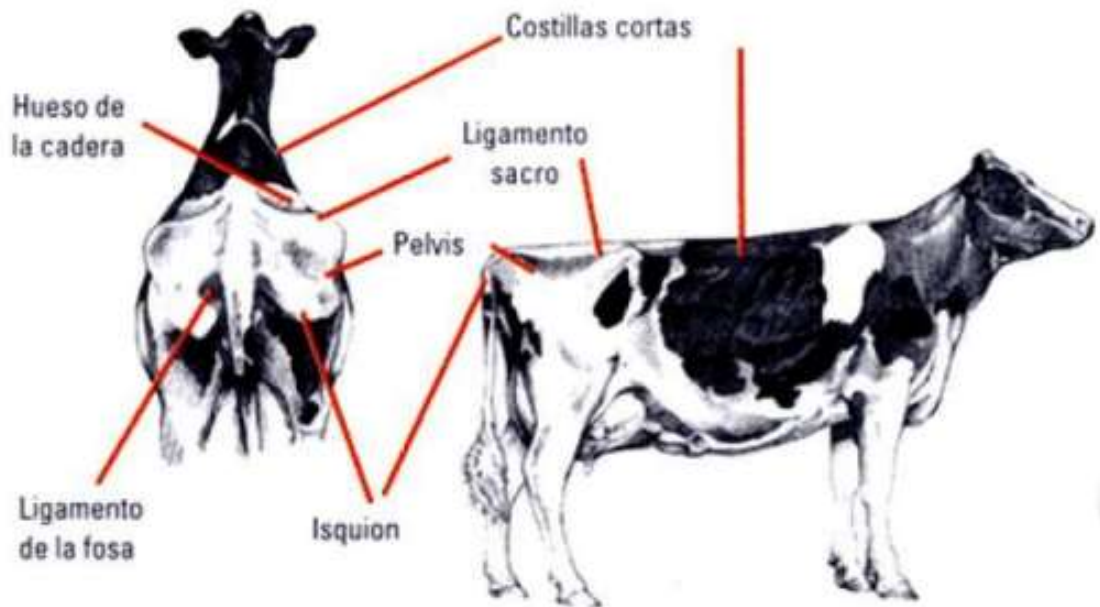
La condición corporal (CC) es definida como una medida que sirve para la estimación de la cantidad del tejido graso subcutáneo en diferentes puntos anatómicos, o el nivel de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa; en tal sentido se considera como un indicador del estado nutricional de las vacas (López, 2006).

La variación de la condición corporal del animal, ya sea individual o de todo el rodeo posee diversas implicaciones que son imprescindibles para la toma de decisiones. Cuando el animal cuenta con una alta tasa de movilización tisular existe un aumento de los valores ácidos grasos no esterificados (NEFAs) y  $\beta$ -hidroxibutirato en sangre sin embargo las concentraciones de insulina, glucosa e IGF-1 disminuyen (Grummer et al., 2004).

El estado metabólico vinculado con altos niveles de movilización incrementa los riesgos de hipocalcemia, acidosis, hígado graso, cetosis y desplazamiento abomasal, los animales que estén

afectadas por estos trastornos son propensas a tener problemas de anestro, mastitis, reducción de la tasa de concepción y problemas podales.

Para la respectiva evaluación de la condición corporal se requiere analizar diferentes puntos anatómicos de manera visual y por palpación en las vacas, como se muestran en la figura 3:



**Figura 3-2.** Puntos anatómicos para la evaluación de la condición corporal

Fuente: (Bertoli, 2015)

En un momento específico del ciclo, el balance puede modificarse y mostrar exceso o deficiencia de energía, entonces cuando el suministro de energía es más que la demanda este exceso origina la formación de grasa corporal mismo que puede consumirse en periodo de balance energético negativo al no satisfacerse las necesidades de mantenimiento y producción del animal (Bertoli, 2015).

Al incrementarse la calificación de la CC los contenidos de agua, proteína y cenizas se reducen mientras que la grasa aumenta, reemplazando el agua en los tejidos organizado, por tal razón los registros del CC son básicamente una medida subjetiva del almacenamiento de grasa corporal.

Para el registro de la CC en vacas lecheras se propone la siguiente escala que se demuestra a continuación en la tabla 2-2:

**Tabla 2-2.** Escala de registro CC

1	Emaciada
2	Delgada
3	Promedio
4	Grasosa
5	Obesa

**Fuente:** (Becaluba, 2015) a partir de (Wright & Russel, 1984)

**Elaborado por:** (Guilcapi, Cristian 2022)

### ***2.2.9. Balance energético negativo en vacas.***

Huertas (2015), menciona que el balance energético negativo se define como el déficit de energía entre el consumo de energía por parte del animal y la energía requerida para el mantenimiento y la preñez de la vaca. El BEN es uno de los factores que mayor repercusión en las vacas en periodo postparto debido a la producción de leche el cuerpo del animal requiere gastar mayor cantidad de energía para poder satisfacer las necesidades nutricionales del ternero.

La vaca lechera debe atravesar por diferentes etapas como son el nacimiento, destete y parto; pero de todos esto es el más importante es el periodo de transición que se vincula al parto, debido a las diversas disfunciones en el campo metabólico, productivo, reproductivo y sanitario que incluso podría llegar a poner en peligro la vida del animal.

El balance energético negativo (BEN) es universal en las vacas productoras de leche durante las primeras semanas de lactancia, generando así que la gran mayoría de las mismas sufren esto sin desarrollar ningún tipo de enfermedad peripartal durante la tentativa de aplicar su asimilación al BEN; sin embargo las vacas lecheras de alta producción, en el periodo comprendido desde preparto hasta la octava semana del posparto presentan BEN no proporcionado debido a la reducción del consumo de materia seca en el preparto y al aumento en la demanda energética para la obtención de leche en el posparto (Gómez & Campos, 2016).

La mayoría de los cambios, generalmente ocurre entre las tres semanas antes y tres después del parto, cambios metabólicos, nutricionales y del sistema endocrino el cual es conocido como periodo de transición. Las vacas durante su primer parto presentan problemas para recuperarse del BEN, afección que puede ser observada por medio de perfiles metabólicos y endocrinos con mayor desbalance que lo normal e índices reproductivos un más bajos que las vacas multíparas, y se añade el estrés de la primera lactancia y reducción de la materia seca agravan esta situación (Chilibroste, 2012).

### **2.2.10. Servicios por concepción**

Los servicios de concepción son definidos como el número de inseminaciones requeridos para que una vaca quede preñada, para lo cual se debe dividir el total de vacas gestantes entre el número de inseminaciones para que llegaran a ese estado.

Se considera un rango aceptable el que oscila entre 1.5 a 1.8 servicios por concepción, claro que hay otros factores que deben ser considerados por ejemplo detección de estros, calidad del semen, técnica de inseminación usada, manejo del semen (Bulbarela, 2001).

Velásquez J. (2012), menciona que cuando el número de servicios excede los 2.5 por preñez en cada vientre es considerado como un problema, y esto depende de la fertilidad del toro, calidad del semen y la técnica de inseminación artificial empleada.

Es importante que se conozca los rangos que permiten determinar la eficiencia reproductiva, para lo cual en la tabla 3-2 se muestran los respectivos índices:

**Tabla 3-2.** Eficiencia reproductiva

<b>Servicios por concepción</b>	<b>Calificación</b>
1.5	Excelente
2	Bueno
Más de 2	Regular
<b>% Fertilidad en el primer servicio</b>	<b>Calificación</b>

---

44	Excelente
45-54	Bueno
44	Regular

---

**Fuente:** (Velásquez J. , 2012)  
**Elaborado por:** (Guilcapi, Cristian 2022)

### ***2.2.11. Métodos de diagnóstico de preñez en bovinos***

Dentro de los métodos para el diagnóstico de preñez en bovino son los siguientes:

**Palpación rectal:** es un método para la detección de la preñez en vacas en un tiempo estimado de 35 a 40 días de manera que se logre establecer eventos como el secado de la vaca e incluso el parto (Robles, 2016).

A continuación, se muestran los elementos que deben ser evaluados para determinar la gestación a través de la palpación rectal:

- Estado de gestación
- Deslizamiento de la membrana
- Vesícula amniótica
- Feto
- Placentomas
- Fremito de la arteria uterina media
  - Ipsilateral
  - Contralateral

Es necesario que se realice la palpación rectal periódicamente y no únicamente cuando existen épocas de reproducción cercanas, esto permitirá que se mejore el diagnóstico y se cuente con un registro más preciso

**Ultrasonografía:** o conocida también como ecografía, es una técnica de diagnóstico que se basa en la capacidad que poseen las distintas partes del organismo de reflejar las ondas de sonidos de altas frecuencias o ultrasonidos. Esto se resume en la formación de imágenes de tejidos y órganos internos del animal que pueden ser visualizados en una pantalla.

La aplicación de este método en el campo veterinario ayuda al estudio del aparato reproductivo de los bovinos, por ende, la aplicación de esta técnica permita confirmar o descartar la preñez de las vacas posterior a la palpación rectal. Por medio de la revisión ecografía se puede diagnosticar tempranamente la gestación, así como identificar enfermedades del útero y ovarios y a su vez conocer los cambios diarios de los folículos durante el ciclo ovárico; la principal ventaja del uso de la ultrasonografía es la evaluación precoz y efectiva de la presencia de un embrión en el claustro materno, generalmente se lo hace a partir del día 25 de gestación (Rodríguez C. , 2012).

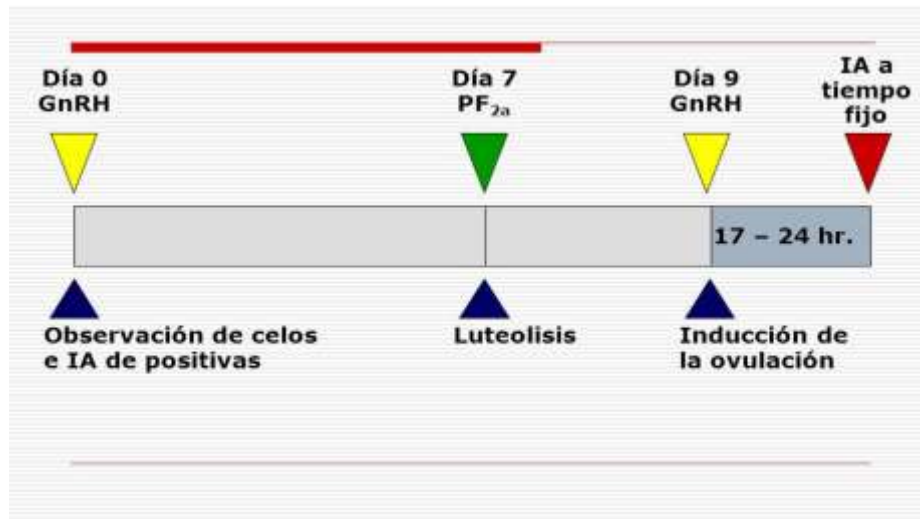
**Progesterona en leche:** durante la preñez, el ciclo estral se obstaculiza debido a que el cuerpo persiste y continua produciendo progesterona, la permanencia de progesterona en la leche en un lapso de 21 a 23 días posterior a la inseminación sería un indicador de preñez en la vaca (Rodríguez C. , 2012).

### ***2.2.12. Protocolos de sincronización del estro bovino***

Con la capacidad de sincronizar el desarrollo de la onda folicular fue posible poner en práctica una sincronización precisa de la ovulación para una inseminación a tiempo fijo con una tasa de concepción aceptable al primero servicio. Con este objetivo se desarrollaron un sinnúmero de protocolos de los cuales los más usados se describen a continuación.

- **Ovsynch (GnRH + PGF2 $\alpha$  + GnRH):** El protocolo Ovsynch fue desarrollado como una estrategia de cría para eliminar la necesidad de detección de celo. El protocolo se compone de una inyección de GnRH en las fases aleatorias del ciclo estral para inducir la ovulación del folículo dominante y sincronizar una nueva emergencia de la onda folicular. Siete días más tarde se aplica una PGF2 $\alpha$  para eliminar el cuerpo lúteo formado y que es sensible a esta hormona. 48 horas después una segunda inyección de GnRH para inducir una ovulación sincrónica 24 a 32 h más tarde. La inseminación a tiempo fijo se lleva a cabo a 12 a 16 h después de la segunda inyección de GnRH. Aunque el protocolo Ovsynch permite IATF sin la necesidad de detección de estro, aproximadamente del 10 al 15% de las vacas mostrará signos de estro durante el protocolo y deben ser inseminadas prontamente. La IATF con el protocolo Ovsynch para la primera IA posparto mejora el rendimiento reproductivo en vacas lecheras siendo tan eficaz como inseminar vacas lecheras lactantes en estro detectado (Calcedo, 2015)
- **Presynch-Ovsynch:** iniciando el protocolo Ovsynch antes del día 12 del ciclo estral minimiza el número de vacas que entran en celo antes de la segunda inyección de GnRH y ovulan antes de la finalización del programa. Para lograr este propósito se diseñó un protocolo

de presincronización para optimizar la respuesta al programa Ovsynch administrando dos inyecciones de PGF2 $\alpha$  con 14 días de intervalo, aplicando la segunda inyección 12 días antes de la primera GnRH del protocolo ovsynch. Este programa aumentó 18% las tasas de preñez en vacas en lactación (Calcedo, 2015). En la figura 4-1 se visualiza lo referente al protocolo Ovsynch:



**Figura 4-2.** Protocolo Ovsynch

- Presynch-Heatsynch:** Este protocolo se basa en la actividad que tiene el estradiol de inducir el estímulo indirecto de LH. La secreción de LH se regula directamente por la GnRH mientras que el estradiol induce la secreción de LH indirectamente a través de una estimulación de retroalimentación positiva de la secreción de GnRH hipotalámica que a su vez estimula la secreción de LH. Las vacas son presincronizados con dos inyecciones de PGF2 $\alpha$  14 días antes de comenzar con el Heatsynch el cual se iniciará 14 días después de la segunda inyección de PGF2 $\alpha$  y se inseminan 48 horas después de la inyección de ECP. Basado en la sincronización de la ovulación y de las tasas de preñez, el ECP se puede utilizar como una alternativa para inducir la ovulación en lugar de la GnRH para la inseminación a tiempo fijo. Dado que el 75% de las ovulaciones se producen en periodos de tiempo  $\geq 48$  horas a  $\leq 72$  horas después de la ECP, se recomienda que cualquier vaca que presente estro 1,5 días después de la inyección ECP sea inseminada, y todas las vacas restantes serán inseminadas a las 48 horas según lo planificado para IATF (Rodríguez R. , 2018).
- Progesterona, prostaglandina y estradiol (P4 + PGF2 $\alpha$  + E2):** El tratamiento consiste en administrar 2 mg de benzoato de estradiol (EB) por vía intramuscular junto con la inserción del dispositivo (CIDR) en el Día 0 del tratamiento; en el Día 7 u 8, se extrae el dispositivo y se aplica PGF2 $\alpha$  intramuscular y 24 h después se administra 1 mg de EB intramuscular. Se



realiza IATF entre las 52 y 56 h de la remoción del dispositivo. La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días, se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo. Por último, la segunda administración de EB es fundamental para sincronizar la ovulación y obtener buenos índices de preñez a la IATF (Colazo, 2015).

### ***2.2.13. Inseminación artificial en vacas***

La inseminación artificial es definida como la técnica a través de la cual se procede a realizar el depósito del material seminal en el tracto genital de la hembra en el momento más preciso, para ello es fundamental tener conocimiento de anatomía y fisiología de los aparatos reproductores tanto del macho como de la hembra de manera que se logre alcanzar el éxito de lo que se pretende realizar (Sheaker, 2003).

Arthur et al., (1996) citado por Sumba (2012), menciona que uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo es obtener parámetros reproductivos eficaces, reduciendo intervalos entre partos y garantizar un retorno económico. La inseminación artificial (IA) ha demostrado que busca el mejoramiento genético en la ganadería y es indiscutible el impacto en los índices de producción lechera.

A continuación, se describen las ventajas y desventajas de la inseminación artificial, basándose en el estudio realizado por Sumba (2012):

#### **Ventajas**

- Uso de reproductores prominentes con la finalidad de mejorar genéticamente
- Incremento del potencial reproductivo del semental
- Prueba rápida del potencial productivo y reproductivo
- Reducción de transmitir enfermedades a la vaca
- No se usa semen de animales enfermos
- Pueden utilizarse sementales que tienen problemas para copular
- Pueden ser servidas todas clase de hembras sin temor a obtener algún tipo de daño
- El control de registros, cubriciones y nacimientos es más efectivo

- Por medio de la inseminación artificial se puede realizar el proceso entre 15 a 20 vacas al día, proceso que sería más complicado si se lo hiciera de manera natural

### **Desventajas**

- Se debe determinar el momento óptimo para la inseminación
- Inversión alta
- Si no existe un control sanitario estricto los toros pueden ser infectados con algún tipo de enfermedad
- Si no se maneja adecuadamente el termino (nivel de nitrógeno o de las de semen descongelación) disminuye el porcentaje de éxito de concepción del halo.

### **Momento óptimo para inseminar**

Varios estudios se han realizado tratando de responder la más crítica de las interrogantes ¿Cuál es el momento óptimo para realizar la inseminación artificial? Y es así que Wiltbank et al. (2000), en su investigación concluyeron en que al realizar la inseminación una vez por día puede lograr similares tasas de concepción, esto podría generarse porque el celo infrecuente genera condiciones de campo las cuales producirían una enorme discrepancia entre el celo detectado y el real, y se identificó además que los bajos niveles de fertilidad se debieron a que la inseminación fue muy tarde desde el inicio del estro, en otros casos fue porque se lo hacía demasiado tarde.

Estudios demuestran que al trabajar con ovulaciones sincronizadas y realizar la inseminación artificial en un tiempo comprendido entre 8-18 horas después del inicio del celo tuvieron mayor fertilidad, mientras que aquellas que se realizaron inmediatamente al inicio del celo produjeron tasas de concepción ligeramente inferiores y las inseminaciones artificiales ejecutadas 24 horas antes de la ovulación tendrían un incremento del 8 al 10% en terneras nacidas (Wiltbank et al., 2000).

### **2.3 Identificación de Variables.**

#### **a. Variable Independiente:**

Evaluación de la hormona (bST)

#### **b. Variables Dependientes:**

1. % de concepción
2. % de fertilidad global

3. # de servicios/concepción
4. Costos

## 2.4 Operacionalización de las variables

En las siguientes tablas se visualiza la operacionalización de las variables tanto dependiente como independiente y la matriz de consistencia respectivamente.

**Tabla 4-2.** Operacionalización de las variables

<b>Variables conceptuales</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Independiente</b> Evaluación de la hormona bST	Administración de dosis de hormona bST	# de dosis por vaca	Registros
<b>Dependiente</b> Concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepción</li> <li>• Fertilidad</li> <li>• Costos</li> <li>• Servicios por concepción</li> </ul>	% concepción al día 30  % de fertilidad global  # de servicios por concepción en cada grupo  Costo total por tratamientos	Observación  Registros  Palpitación

**Elaborado por:** (Guilcapi, Cristian 2022)

**Tabla 5-2.** Matriz de consistencia

<b>Formulación del Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>¿De qué manera se puede determinar la incidencia de la hormona (bST) sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo OVSYNCH?</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar el estado del arte que sustente teórica y referencialmente la investigación.</li> <li>2. Determinar la situación actual sobre el porcentaje de concepción y la incidencia de la hormona bST, por medio de comparaciones de un grupo control y de aplicación.</li> <li>3. Establecer lineamientos y estrategias por medio de una guía técnica, que consideren el mejor tratamiento de la hormona bST en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.</li> <li>4. Estimar una relación beneficio-costeo.</li> </ol>	<p><b>Hipótesis Alternativa</b></p> <p>La administración de la hormona (bST) mejorará el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.</p>	<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de concepción al día 30</li> <li>• Porcentaje de fertilidad global</li> <li>• Número de servicios por concepción en cada grupo.</li> <li>• Costo total por tratamientos</li> </ul>	<p>Observación, Registros, Palpación.</p>
			<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Evaluación de la hormona bST.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de dosis por vaca</li> </ul>	

Realizado por: (Guilcapi, Cristian 2022)

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

Para la realización y cumplimiento de los objetivos del presente trabajo se direccionó de la siguiente manera.

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

##### *3.1.1 Investigación de campo*

El presente estudio se sustentó en una investigación de campo, según Arias (2012):

La investigación de campo se basa en un estudio generado para la comprensión y resolución de alguna situación, problema o necesidad en un contexto determinado. El investigador trabaja en el contexto mismo en donde se da la problemática de las que se obtienen datos relevantes para ser analizados.

Se realizó un estudio de campo en la hacienda Achin ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Pallatanga sector Panza Redonda a 2700 msnm.

##### *3.1.2 Investigación exploratoria*

La presente investigación fue de tipo exploratorio, sin embargo, sus resultados se analizaron utilizando la prueba Chi Cuadrado, para comprobar la hipótesis de este trabajo investigativo.

#### 3.2. Métodos de Investigación

##### *3.2.1 Método deductivo*

Se basó en el análisis comprendido sobre la información recopilada la misma que permitió generar criterios que servirán a nivel general como un referente para el sector ganadero, en función de las variables de estudio; lo cual representó una posible solución al problema planteado en la investigación.

### ***3.2.2 Método analítico – sintético***

Se recopilaron criterios de varios autores y expertos por medio de información obtenida de estudios referenciales, lo cual fue analizado y posteriormente dicha información clasificada según el interés específico de la presente investigación.

## **3.3 Enfoque de la investigación**

### ***3.3.1 Enfoque cualitativo***

La investigación fue considerada de tipo cualitativa ya que se valoraron las opiniones de autores, información que fue recopilada en la revisión bibliográfica.

### ***3.3.2 Enfoque cuantitativo***

En cuanto al tipo cuantitativo, porque se recopiló información en el estudio de campo, y posteriormente se analizó a través de programas estadísticos, determinando así las correlaciones existentes entre las variables de estudio.

## **3.4 Alcance de la investigación**

Esta investigación fue de tipo experimental y se utilizó la prueba Chi cuadrado, cuya finalidad fue establecer la incidencia de la hormona bST en el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo OVSYNCH.

## **3.5 Población de Estudio**

La presente investigación se realizó en la hacienda Achin ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Pallatanga sector Panza Redonda, ubicada a 2700 msnm, con 15 °C de temperatura promedio. La propiedad tiene 56 hectáreas y sus vacas son manejadas al pastoreo, en cuyos pastizales manejan mezclas forrajeras de Rye grass perenne tetraploide, Kikuyo, trébol blanco y llantén. Se ordeña dos veces al día un total de 60 vacas con una producción promedio de 17 litros por vaca, reciben en promedio 3 kg de concentrado (Nutravan) más 180 gramos de sal mineral al día. El consumo promedio por vaca es de 16 kg/ms/vaca/día. La rotación promedio de sus potreros es de 28 días.

Para este estudio se utilizó toda la información diaria asentada en los diferentes registros reproductivos de la hacienda y de esta manera se seleccionó todas las vacas repetidoras de celo hasta llegar a las 20 unidades, de las cuales 10 fueron del grupo control y la diferencia perteneció

al grupo experimental. Esta investigación se basó principalmente en visitas constantes a la hacienda durante el tiempo necesario para poder realizar la selección de los animales y seguir adecuadamente los protocolos para la aplicación de las respectivas hormonas y la toma de los resultados para levantar toda la información para la investigación.

### **3.6. Unidad de Análisis**

- Porcentaje de concepción al día 30
- Porcentaje de fertilidad global
- Número de servicios por concepción en cada grupo.
- Impacto económico.

### **3.7. Selección de la Muestra**

Para el cálculo de la muestra se requiere la aplicación de la fórmula que a continuación se detalla:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Debido a que el tamaño del hato de la hacienda no fue extenso y por el alto costo que representa realizar este tipo de investigación, el número de vacas establecido es una muestra representativa para esta investigación experimental por lo que no fue necesario que se realice el cálculo antes mencionado.

En tal razón, las vacas seleccionadas en la hacienda fueron Holstein mestizas de tercer parto, alimentadas al pastoreo y tuvieron una condición corporal de 2,5 a 3 en una escala de 1 a 5, y se encontraban en la primera fase de lactación. Además, fueron vacas que no hayan presentado problemas clínicos post parto.

### **3.8. Tamaño de la muestra.**

El estudio se realizó utilizando 20 vacas Holstein mestizas, de las cuales 10 pertenecieron al grupo control y su diferencia correspondió al grupo experimental.

### 3.9 Técnica de Recolección de Datos

Para la presente investigación se utilizaron los registros reproductivos de la hacienda y los resultados de concepción que se determinaron mediante el chequeo ginecológico en el grupo control y en el grupo experimental.

#### **Tipo de estudio:**

**GRUPO CONTROL:** Se ejecutó de la siguiente manera:

**Selección:** Se procedió a seleccionar vacas Holstein mestizas post parto que tuvieron un buen estado clínico aparente, buena condición corporal y mediante el chequeo ginecológico se observó que tenían un útero limpio y de ovarios funcionales. Estos animales fueron registrados en una hoja de campo, en la cual se anotó su número de arete correspondiente.

**Sincronización de celos:** Pasada la etapa de involución uterina se realizó la sincronización de celo con el protocolo Ovsynch, para lo cual se inició el día cero con la aplicación intramuscular de 2.5 ml de acetato de Buserelina y la colocación del parche para detectar celo, luego al día 7 se aplicó por vía intramuscular una dosis de 2ml de cloprostenol sódico y al día 9 se repitió la aplicación intramuscular de 2.5 ml de acetato de Buserelina.

**Inseminación artificial:** Pasada las 24 horas de la última dosis de acetato de Buserelina se procedió a observar la intensidad de celo mediante el parche despintado (coloración roja) y seguidamente se realizó la IA. Además, este grupo control no recibió ninguna dosis de la hormona somatotropina.

**Diagnóstico de gestación 30 días:** Se utilizó ecografía transrectal para determinar las vacas preñadas. Además, a las vacas vacías se determinó que existe cuerpo lúteo y se aprovechó esta fase del ciclo estral inyectando una dosis de Prostaglandina F2 alfa para luego de unos 3 a 5 días detectar el celo y realizar la IA. Posteriormente se realizó el chequeo de preñez a los 30 días pos inseminación para confirmar preñez o no.

**GRUPO EXPERIMENTAL:** Se ejecutó de la siguiente manera:

**Selección:** Se procedió a seleccionar vacas Holstein mestizas post parto que tuvieron un buen estado clínico aparente, buena condición corporal y mediante el chequeo ginecológico se observó que tengan un útero limpio y de ovarios funcionales. Estas vacas fueron registradas en una hoja de campo, en la cual se anotó su número de arete correspondiente.



**Sincronización de celos:** Pasada la etapa de involución uterina se realizó la sincronización de celo con el protocolo Ovsynch, para lo cual se inició el día cero con la aplicación intramuscular de 2.5 ml de acetato de Buserelina y la colocación del parche para detectar celo, luego al día 7 se aplicó por vía intramuscular una dosis de 2ml de cloprostenol sódico y al día 9 se repitió la aplicación intramuscular de 2.5 ml de acetato de Buserelina.

**Inseminación artificial:** Pasada las 24 horas de la última dosis de acetato de Buserelina se procedió a observar la intensidad de celo mediante el parche despintado (coloración roja) y seguidamente se realizó la IA. Además, en ese día, al grupo experimental se administró por vía subcutánea en la tabla del cuello la primera dosis de 325 mg de la bST (día 0).

**Segunda dosis de la hormona bST 325mg (día 14 pos Inseminación):** Se aplicó vía subcutánea en la tabla del cuello a cada vaca del grupo experimental.

**Diagnóstico de gestación 30 días:** Se utilizó ecografía transrectal para determinar las vacas preñadas. Además, a las vacas vacías se determinó que existe cuerpo lúteo y se aprovechó esta fase del ciclo estral inyectando una dosis de Prostaglandina F2 alfa para luego de unos 3 a 5 días detectar el celo y realizar la IA. Posteriormente se realizó el chequeo de preñez a los 30 días pos inseminación para confirmar preñez o no.

### **3.10. Instrumentos de Recolección de datos primarios y secundarios**

Se utilizó fichas de observación, registros y ecografía.

### **3.11. Instrumentos para procesar los datos recopilados**

Para procesar los datos se utilizó un computador y el programa Excel.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Porcentaje de concepción al día 30

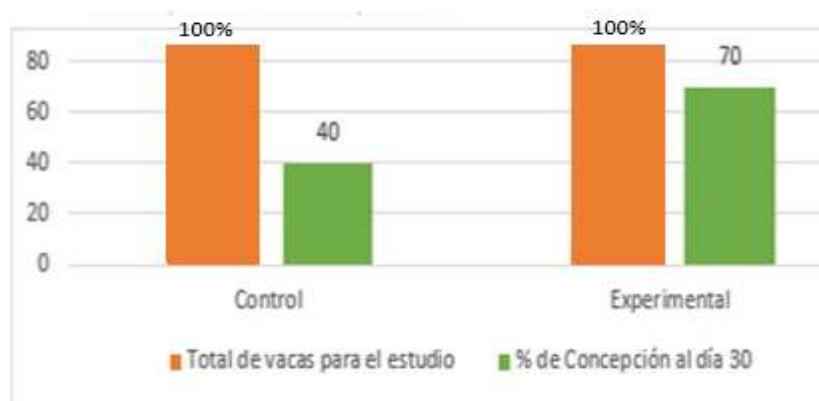
A continuación, se presentan los resultados del porcentaje de concepción al día 30, obtenidos del grupo de control y experimental, mismos que se representan en la tabla 1-3:

**Tabla 1-4.** Porcentaje de concepción al día 30.

Grupos	Nº de observaciones	Nº de vacas preñadas al día 30	% de Concepción al día 30
<b>Control</b>	10	4	40
<b>Experimental</b>	10	7	70

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)



**Gráfico 1-4.** Porcentaje de concepción al día 30

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)

#### Interpretación

Al visualizar el gráfico 1-4 se logra identificar que para el estudio se utilizó tanto para el grupo de control como para el experimental un total de 10 vacas para cada grupo, en lo referente al porcentaje de concepción al día 30 se determinó que el 40% de vacas del grupo de control está en

un estado de gestación frente a un 70% del grupo experimental, existiendo una diferencia del 30% de efectividad del proceso.

#### 4.1.2. Porcentaje de fertilidad global

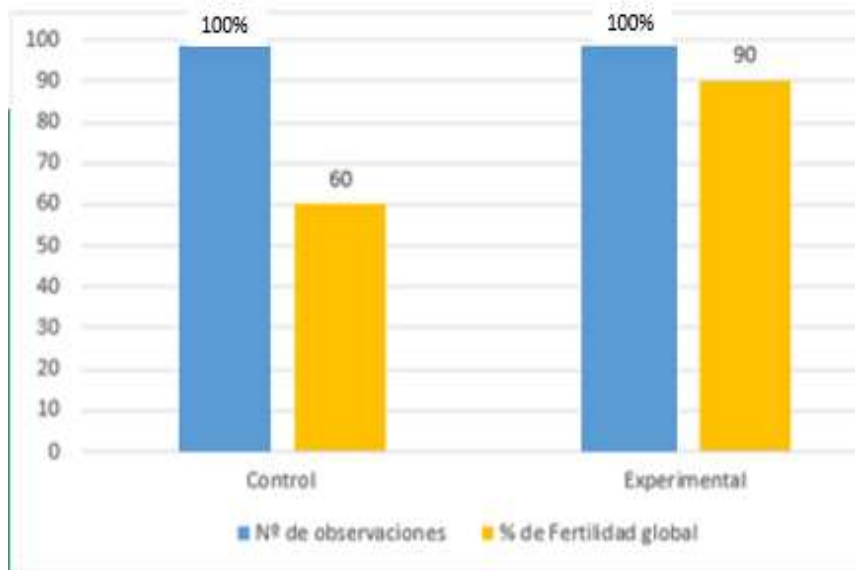
Seguidamente se presentan los resultados del porcentaje de fertilidad global obtenidos del grupo de control y experimental, mismos que se representan en la tabla 2-3:

**Tabla 2-4.** Porcentaje de fertilidad global

Grupos	Nº de observaciones	Nº de vacas preñadas al día 30	Nº de vacas preñadas al día 70	% de Fertilidad global
<b>Control</b>	10	4	2	60
<b>Experimental</b>	10	7	2	90

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Cristian Guilcapi, 2022)



**Gráfico 2-4.** Porcentaje de fertilidad global

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)

#### Interpretación

En el gráfico 2-4 se observa que, en esta investigación el grupo control obtuvo el 60% en lo relacionado con la fertilidad global, en cambio el grupo experimental alcanzó un 90%;

concluyendo así que el grupo experimental logró mayores niveles de fertilidad global lo cual se traduce en una mejor eficiencia reproductiva del hato.

#### 4.1.3. Número de servicios por concepción

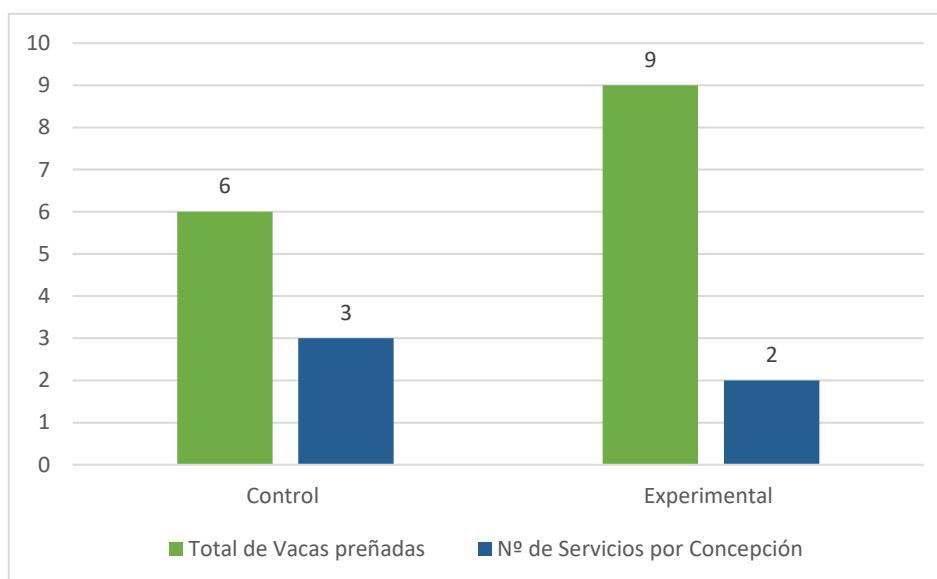
A continuación, se presentan los resultados del número de servicios por concepción obtenidos del grupo de control y experimental, mismos que se representan en la tabla 3-4:

**Tabla 3-4.** Número de servicios por concepción.

Grupos	Nº de observaciones a la 1ra IA	Servicios /Concepción con la 1ra IA	Vacas preñadas a la 1ra IA	Nº de observaciones a la 2da IA	Servicios/Concepción con la 2Da IA	Vacas preñadas a la 2da IA	Total de Vacas preñadas	Nº total de Servicios por Concepción
<b>Control</b>	10	1	4	6	2	2	6	3
<b>Experimental</b>	10	1	7	3	1	2	9	2

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Cristian Guilcapi, 2022)



**Gráfico 3-4.** Número de servicios por concepción

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)

#### Interpretación

En el gráfico 3-4 presentado anteriormente, se visualiza que en el grupo control existió un total de 6 vacas preñadas y se obtuvo 3 servicios por concepción, contrariamente al grupo experimental

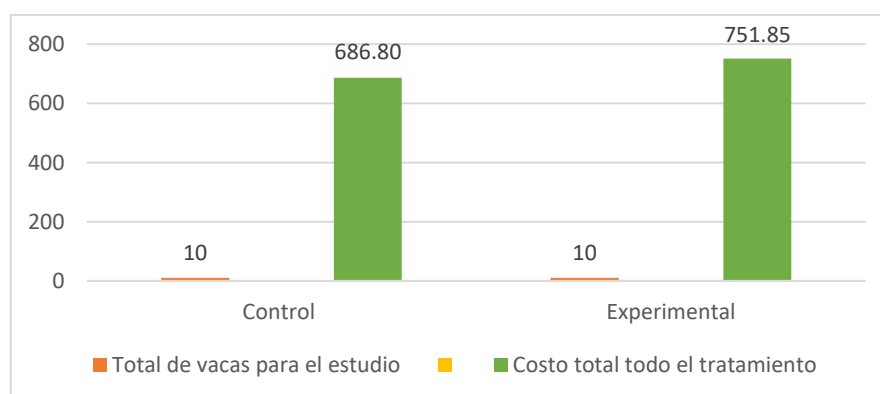
que tuvo 9 vacas preñadas y existieron 2 servicios por concepción, evidenciado así la eficiencia del grupo experimental.

#### 4.1.4. Costos por tratamiento

**Tabla 4-4.** Costos

Grupos	DETALLES	Total/vaca	Unidad	Costo/ml	Total/Vacas (\$)	
<b>CONTROL</b>	Acet. Buser. (5ml/vaca)	5	ml	2,85	142,5	
	PARCHE	1	Unidad	2	20	
	Cloprost sód (2ml/vaca)	2	ml	2,49	49,8	
	Pajuelas	18	Unidad	25	450	
	Jeringas de 3 ml	3	Unidad	0,15	4,5	
	Guantes (5 guant/vaca)	5	Unidad	0,25	20	
	<b>COSTO TOTAL DE TODO EL TRATAMIENTO</b>					<b>686,8</b>
<b>EXPERIMENTAL</b>	Acet. Buser. (5ml/vaca)	5	ml	2,85	142,5	
	PARCHE	1	unidad	2	20	
	Cloprost sód (2ml/vaca)	2	ml	2,49	49,8	
	Pajuelas	13	unidad	25	325	
	Jeringas de 3 ml	3	unidad	0,15	4,5	
	Guantes (5 guant/vaca)	5	unidad	0,25	16,25	
	Hor. bST(1ra dosis 325 mg)	1	unidad	9,69	96,9	
	Hor. bST(2da dosis 325 mg)	1	unidad	9,69	96,9	
	<b>COSTO TOTAL DE TODO EL TRATAMIENTO</b>					<b>751,85</b>

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)



**Gráfico 4-4.** Costos de tratamiento

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)

## **Interpretación**

En el gráfico 4-4 se muestran los datos que representan los costos por tratamiento tanto del grupo de control como el experimental.

Es importante mencionar que en el grupo experimental se aplicó la hormona bST para la primera y segunda dosis, en lo relacionado a los costos totales en el grupo de control fue de \$686,80 mientras que en el experimental fue de \$751,85 existiendo una diferencia de \$65,05. Sin embargo, es necesario recalcar que el grupo experimental alcanzó el 90% de vacas preñadas a nivel global mientras que en el grupo de control fue del 60%.

### **4.2. Discusión de resultados**

- **Porcentaje de concepción al día 30.**

En la presente investigación se reporta que en el grupo experimental se alcanzaron valores más altos que el grupo control en lo relacionado al porcentaje de concepción al día 30, obteniéndose el 70% para el grupo experimental, frente a un 40% del grupo de control. Por lo que se puede indicar que la aplicación del tratamiento en estudio mejora notablemente el porcentaje de concepción.

En la investigación efectuada por Reina (2018), se determinó que al día 30 el grupo experimental tuvo un 48% de gestación mientras que el grupo de control obtuvo un 40%, se aplicó 325 mg comparable a los 500 mg usados en vacas repetidoras, Vargas (2015), usó 500 mg de bST con un protocolo de inseminación artificial obteniendo una tasa de concepción del 41.8% frente al 25,4% del grupo de control.

Bilby et al. (2006), evidenciaron que las tasas de preñez se reducen al utilizar una sola dosis de 500 mg al momento de la IATF, sin embargo, Morales, Zarco. L: Hernández, & Rodríguez (2015), mostraron que el tratamiento en el que se utilizó 500 mg de bST a la detección del celo ayudó a la concepción del 29,3% frente a 16,9% perteneciente al grupo de control. El estudio efectuado por Yanza (2013), en el que se aplicó bST obtuvo un 56% de preñez del grupo experimental frente al 48% del grupo de control.

Moreira et al., (2010), en el estudio reveló que las vacas inseminadas con el protocolo Ovsynch tuvieron mayores resultados de preñez (56-58%) que las del grupo de control (43%).

Moreira et al. (2010), en su investigación efectuada en Florida concluyeron que al utilizar la hormona bST con el protocolo Ovsynch el nivel de tasas de concepción en vacas lecheras se incrementó.

Una vez analizado los resultados de la presente investigación con los resultados de los autores Moreira et al. (2010), se visualiza con claridad que el grupo experimental en este trabajo investigativo obtuvo mayores niveles de concepción al día 30 y estos resultados se alcanzaron porque se logró mantener los niveles de la hormona bST para ayudar a que el embrión se desarrolle adecuadamente y se mejore la secreción de hormonas en el momento del reconocimiento materno. Demostrando así la efectividad del uso de la bST en la preñez de los animales. Los resultados encontrados en la presente investigación contrastan con los autores antes citados. La causa de variación puede estar relacionada con el mecanismo de acción de la hormona bST, el número de dosis, la concentración del producto, el intervalo utilizado, el manejo de la vaca durante en la etapa de transición, y al estado nutricional.

- **Porcentaje de fertilidad global.**

En la presente investigación se pudo determinar que el grupo de control obtuvo un 60% de eficiencia frente a un 90% del grupo experimental demostrando así que existe mayor tasa de efectividad de la fertilidad global con el grupo experimental.

Mendoza (2012), en su investigación concluye que el porcentaje de fertilidad global fue de del 46% para el grupo experimental y del 35% para el grupo control en una muestra de 316 vacas divididas en los dos grupos mencionados.

Reina (2018), en su estudio determinó que el porcentaje global de fertilidad en su estudio fue del 72% en el grupo experimental frente al 50% del grupo de control en una muestra de 50 vacas para cada grupo.

Yanza (2013), en su estudio demuestra que el tratamiento en lo referente a la fertilidad global fue del 56% para el grupo experimental y del 48% para el grupo control con un total de 25 vacas en cada grupo.

Una vez analizado los resultados se observa que en la presente investigación se alcanzó en el grupo experimental un porcentaje de fertilidad global de 90% siendo superior frente a los estudios de Mendoza (2012), Yanza (2013), y Reina (2018), esto fue porque el estado sanitario y nutricional de las vacas previo al tratamiento fue excelente, además tenían un útero limpio y sus

ovarios funcionales. Concluyendo de esta manera que con el uso de bST y con el protocolo de sincronización Ovsynch obtenemos un mayor porcentaje de fertilidad global frente a otros métodos u hormonas.

Al respecto se debe señalar que, en el presente estudio se determinó valores superiores en cuanto a la fertilidad global; esto posiblemente se deba al tamaño de la muestra, la variación climática, a los efectos directos de la hormona del crecimiento (GH) e indirectos, mediados por el IGF-I en los procesos reproductivos. Además, que la bST modifica el ambiente uterino lo cual favorecería las condiciones de desarrollo embrionario, ayudando a una mejor maduración del ovocito, desarrollo embrionario y posteriormente, asegurando un correcto reconocimiento materno de la gestación.

- **Nº de servicios por concepción**

En el presente trabajo investigativo se determinó que, el grupo control obtuvo un total de 3 servicios por concepción, y en el caso del grupo experimental alcanzó un total de 2 servicios por concepción. Concluyendo que, el número de servicios por concepción del grupo experimental es bueno y su valor obtenido se acerca a los parámetros reproductivos ideales en el que se menciona que 1,5 servicios por concepción es excelente.

Rodríguez et al. (2009), en su investigación concluyeron que en el grupo experimental obtuvieron un total de 2 servicios por concepción mientras que el grupo de control alcanzó 4. Como se visualiza tanto en el presente estudio como en el mencionado por Rodríguez et al., (2009), existe una similitud en el número de servicios por concepción considerando que el grupo experimental es menor al de control.

Yanza (2013), en su investigación obtuvo un número de servicios para el grupo de control de 2,5 y el experimental fue de 2; en el estudio efectuado por Proaño (2015), tanto en el grupo de control como el experimental tuvieron 2 servicios por concepción respectivamente

Al comparar los resultados del presente estudio con las otras investigaciones, se determinó que el # de servicios por concepción se acerca al ideal a nivel nacional, esto posiblemente se deba a que se mantuvo los niveles de IGF-I constantemente altos lo cual favoreció a que no exista pérdidas embrionarias. Además, estos resultados posiblemente se deban a la eficiencia en la detección de celo y del inseminador.



## Costos

En lo referente al tema económico este varía, ya que hay condicionantes que se deben considerar como por ejemplo:

- Número de vacas que serán parte del estudio
- Cantidad de requerimientos
- Costos

En lo relacionado a los costos, el grupo de control obtuvo un total de \$686,80 reportando 6 vacas preñadas, mientras que en el experimental el costo fue de \$751,85 con 9 vacas preñadas existiendo una diferencia de \$65,05. Donde podemos concluir que, si bien es cierto el tratamiento control tuvo un menor costo, pero el costo beneficio es favorable para el grupo experimental.

La investigación de Yanzaguano (2013), determina que el costo total del tratamiento fue de \$1.496,11 para un total de 27 vacas, teniendo un costo unitario de \$50,37. Al respecto, Sarmiento (2014) obtuvo un total en su ensayo de \$ 1152,20 y por cada vaca se invirtió \$76,81 de las 15 vacas tratadas 10 resultaron gestantes. En el estudio de Proaño (2015), el costo por tratamiento con protocolo Ovsynch fue de 214,52, el tratamiento por vaca fue de 35,75, es importante considerar que se trataron 6 vacas.

Como se mencionó anteriormente, hay varios aspectos que influyen en los costos económicos de cada tratamiento, considerando los elementos antes mencionados. Por lo que, una vez analizado los resultados del presente trabajo investigativo se concluye que, esta investigación es beneficiosa dentro del aspecto de rentabilidad en comparación con los autores Yanzaguano (2013) y Sarmiento (2014), y Proaño (2015). Por lo tanto, una vez realizado los cálculos correspondiente al costo (ver anexo 3) se concluye que el costo beneficio es favorable para el grupo experimental porque en relación al beneficio costo, por cada dólar invertido se tiene para el grupo de control un valor de 0,17 de ganancia mientras que para el grupo experimental es de 0,29, siendo este superior.

Los resultados del presente estudio posiblemente pueden estar relacionados con el # de vacas utilizadas y por los costos que representa cada tratamiento, ya que una vez realizado los cálculos correspondientes se obtuvo que el grupo control utilizó \$686,80 obteniendo 6 vacas preñadas con un costo unitario de \$114,46, mientras que el grupo experimental invirtió \$751,85 obteniendo 9 vacas gestantes con un costo unitario de \$83,53.

### 4.3. Comprobación de hipótesis

- **Definición de la hipótesis**

#### **Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )**

La administración de la hormona (bST) mejorará el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.

#### **Hipótesis Nula ( $H_0$ )**

La administración de la hormona (bST) no mejorará el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.

- **Reglas de decisión**

Si:  $X_{c2} > X_{t2}$  rechazo la  $H_0$  y **ACEPTO  $H_1$**

Si:  $X_{c2} < X_{t2}$  rechazo la  $H_1$  y **ACEPTO  $H_0$**

#### **Donde:**

$X_{c2}$  = Chi Cuadrado calculado

$X_{t2}$  = Chi Cuadrado de la tabla

- **Nivel de significación**

$\alpha = 0,05$

- **Grados de libertad**

$Gl = (f-1) (c-1)$

$Gl = (3-1) (2-1)$

$Gl = 2*1$

**$Gl = 2$**

Entonces con 2 grados de libertad y a un nivel de  $\alpha = 0,05$  se obtiene el valor de la tabla de 5,9915.

## Especificaciones estadísticas

Se utilizó la fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Dónde:

$\chi^2$  = Chi cuadrado o ji cuadrado

$\sum$  = Sumatoria

O = Frecuencias observadas

E = Frecuencias esperadas.

- **Cálculo**

En la tabla 5-4 se visualiza los valores de las frecuencias observadas que en este caso pertenecen al grupo control y las frecuencias esperadas que son los valores del grupo experimental.

**Tabla 5-4.** Frecuencias

	<b>FO</b>	<b>FE</b>
	<b>(Grupo de control)</b>	<b>(grupo experimental)</b>
<b>% concepción al día 30</b>	40	70
<b>% de fertilidad global</b>	60	90
<b>N° servicio por concepción</b>	3	2

**Fuente:** Investigación de campo

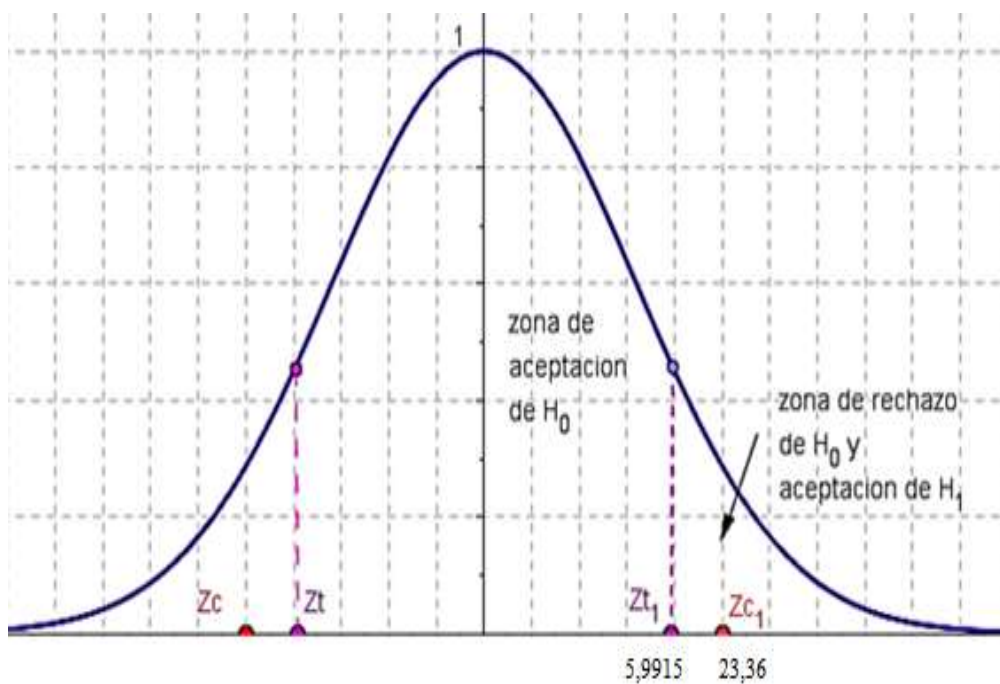
**Elaborado por:** (Guilcapi, Cristian 2022)

Se procede a la aplicación de la respectiva fórmula para el cálculo del Chi cuadrado, para lo cual se ha desglosado el mismo para mayor comprensión:

**Tabla 6-4** Cálculo Chi cuadrado

	FO	FE	FE-FO	(FE-FO) <sup>2</sup>	(FE-FO) <sup>2</sup> /FE
% concepción al día 30	40	70	-30	900	12,86
% fertilidad global	60	90	-30	900	10,00
Total de servicios	3	2	1	1	0,50
					<b>23,36</b>

Fuente: Investigación de campo  
 Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)



**Gráfico 5-4** Chi cuadrado  
 Elaborado por: (Guilcapi, Cristian 2022)

### Análisis e interpretación

Al tener los siguientes valores en el gráfico 5-3:

$$X_{c2} = 23,36 \text{ Y } X_{t2} = 5,9915$$

Y al ser  $X_{c2} > X_{t2}$  se acepta la hipótesis alternativa entonces se concluye en que “La administración de la hormona (bST) mejoró el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch”.

## CONCLUSIONES

- Por medio de la investigación efectuada se determinó que en lo referente a la concepción al día 30 en vacas Holstein mestizas el grupo control obtuvo un 40% mientras que en el grupo experimental fue del 70%, concluyendo así que los resultados favorecen al grupo en utilizó la hormona bST.
- En lo relacionado a la fertilidad global en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch, en el grupo control se visualizó un 60 %, no así el grupo experimental que utilizó la doble inyección de la bST presentó un 90%, habiendo demostrado que el grupo experimental reflejó una fertilidad superior.
- A través de la investigación realizada, en lo referente al número de servicios por concepción, el grupo experimental que utilizó el protocolo Ovsynch más hormona bST, reflejó un total de 2,0 servicios por concepción, siendo así este valor más bajo que el grupo control, demostrándose que este resultado obtenido es bueno para una ganadería productora de leche.
- En lo correspondiente al costo total del estudio, el grupo de control tuvo un valor de \$686,80 con un total de 6 vacas preñadas. Mientras que el costo del tratamiento del grupo experimental fue de \$ 751,85 dólares con un total de 9 vacas preñadas; donde podemos concluir que el costo beneficio refleja un efecto favorable al grupo experimental, ya que por cada dólar invertido hay una ganancia de 0,29 centavos.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar la hormona somatotropina recombinante bovina en el momento de la inseminación artificial a fin de mejorar la tasa de concepción y otros parámetros reproductivos en sus ganaderías, como sucedió en el presente estudio.
- Transmitir los resultados obtenidos en este trabajo investigativo a los ganaderos con la finalidad de que puedan incrementar la fertilidad global en sus fincas y por consiguiente mejoren la economía de sus empresas lecheras.
- Mantener los niveles de la hormona bST, así como también un buen plan nutricional y manejo del Hato para favorecer a un rápido reconocimiento materno y así asegurar que los servicios por concepción se encuentren dentro de los parámetros ideales para que de esta manera se reduzcan los costos en las empresas lecheras, en razón de que el costo promedio por día abierto en vacas se estima que es de tres dólares.
- Evaluar la efectividad de tres dosis altas de la hormona bST sobre el diámetro embrionario longitudinal al día 60 post inseminación y su influencia sobre la cantidad de leche producida en vacas lecheras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. (2010). *Efecto de la somatotropina recombinante BOvina (rBST) sobre la concepción en vacas Jersey sincronizadas con dispositivos de progesterona (CIDR) + Estradiol e inseminadas a tiempo fijo*. Cuenca : Universidad de Cuenca .
- Becaluba, F. (2015). *Métodos de sincronización de celos en bovinos*. Obtenido de <http://www.infogranjas.com.ar/inseminacion-artificial/metodos-de-sincronizacion-de-celos-en-bovinos>
- Berlanga, E. (2016). Diagnóstico bioquímico del exceso de secreción de somatotropina. *ModoGEX*, 559-564.
- Bertoli, J. (2015). *Evaluación del efecto de la condición corporal en la respuesta a la inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras*. Esperanza : Universidad Nacional del Litoral .
- Bilby, T., Sozzi, A., & López, M. (2006). Pregnancy, bovine, somatotropin, and dietary n-3 fatty acids in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* .
- Block, J. (2007). Use of insulin-like growth factor-1 to improve post-transfer survival of bovine embryos produced in vitro. *Theriogenology*.
- Bragaglia, G. (2009). *O uso da somatotropina bovina recombinante em reprodução bovina*. Obtenido de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/118384>
- Calcedo, V. (2015). La hormona del crecimiento bST en la producción y el consumo de leche . *Scielo* , 12-29.
- Chilibroste, P. (2012). Estrategias de alimentación en Sistemas de Producción de Leche de base pastoril. *Hacia una ganadería competitiva y sustentable*, 91-100.
- Colazo, M. (2015). Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en Bos Taurus . *Scielo* , 23-68.
- Franco, J., & Uribe, L. (2015). Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domésticos rumiantes. *Scielo* , 28-36.

- Gallmeier, M. (2013). *Efecto de la bST sobre la fertilidad de vacas lecheras de primer servicio sincronizadas por medio del protocolo Doublesynch*. Quito: Universidad San Francisco de Quito .
- García, F., Hernández, R., Hernández, J., Elizondo, C., & Fernández, G. (2010). Tasas de concepción en respuesta a dosis reducidas de somatotropina en vacas holstein. *Sincronización del estro*, 49-54.
- Gómez, L., & Campos, R. (2016). Control del balance energético negativo y comportamiento productivo y metabólico en vacas doble propósito bajo suplementación energética. *Investigación agraria y ambiental* , 147-156. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/204826931.pdf>
- Gonella, A., Grajales, H., & Hernández, A. (2015). Ambiente receptivo uterino: control materno, control embrionario, muerte embrionaria. *MVZ*, 76-85.
- Grummer, R., Mashek, D., & Hayirli, A. (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Animal Practice* , 447-470.
- Hernández, J., & Gutiérrez, G. (2013 ). La somatotropina bovina recombinante y la reproducción en bovinos, ovinos y caprinos . *Agrociencia* .
- Huertas, E. (2015). *Balance energético negativo*. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14629/3/2019\\_Balance\\_Energético\\_Negativo.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14629/3/2019_Balance_Energético_Negativo.pdf)
- Jácome, A. (2005). *Fisiología endocrina*. Bogotá: Academia Nacional de Medicina .
- Jiménez, A. (2016). El ciclo estral bovino. Regulación neuroendocrina. *Producción animal* , 1-6.
- Kawashima, C., Kida, K., & Hayashi, K. (2007). Changes in plasma metabolic hormone concentrations during the ovarian cycles of Japanese Black and Holstein cattle. *Reproduction and Development*, 247-254.
- Lazzari, G., Colleoni, S., Duchi, R., Galli, A., Houghton, F., & Galli, C. (2011). Embryonic genotype and inbreeding affect preimplantation development in cattle. *Reproduction*.
- Lenz, M., Ramírez, G., & Uribe, L. (2007). Papel del factor de crecimiento semejante a la insulina (IGF-1) en la regulación de la función ovárica. *Biosalud*, 149-159.



- López, F. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial* , 77-86.
- McMahon, R. (2001). Neuroregulation of growth hormone secretion in domestic animals. *Domest Anim Endocrinol*, 65-87.
- Mendoza, G. (2012). Porcentaje de concepción en vacas Holstein. *IBSA*.
- Morales, J., Zarco, L.; Hernández, J., & Rodríguez, G. (2015). Effect of short-term treatment with bovine somatotropin at estrus on conception rate and luteal function of repeat-breeding dairy cows. *Therlogenology* .
- Moreira, E., Risco, M., Pires, J., & Ambrose, M. (2010). Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. *Dairy Science*, 1237-1247.
- Pérez, A. (1997). *Regulación del eje somatotropo a largo plazo*. Obtenido de <http://webs.ucm.es/BUCM/tesis//19972000/X/3/X3064701.pdf>
- Pérez, A. (2016 ). Regulación neuroendocrina del ciclo estral en la hembra bovina . *Respuestas* , 10-21.
- Reina, M. (2018). *Evaluación del efecto de dosis bajas de somatotropina bovina recombinante sobre el porcentaje de concepción en vacas lecheras repetidoras al pastoreo en dos ganaderías en el cantón Mejía* . Quito : Universidad Central del Ecuador .
- Ribeiro, E., Greco, L., Bisinotto, R., Lima, F., & Santos. (2016). Biology of Preimplantation Conceptus at the Onset of Elongation in Dairy Cows. *Biology of Reproduction*.
- Rippe, C. (2009). Ciclo estral. The Dairy Cattle Reproduction Council does not support one product over another and any mention herein is meant as an example not an endorsement. *ABS Global Inc*.
- Robinson, R., Fray, M., & Wathes, D. (2006). In vivo expression of interferon tau mRNA by the embryonic trophoblast and uterine concentrations of interferon tau protein during early pregnancy in the cow. *Molecular Reproduction and Development* , 470-474.
- Robles, T. (2016). *Diagnóstico de gestación por palpación rectal en bovinos*. Sinaloa: MC. Obtenido de 2016.

- Rodríguez, C. (2012). *Comparación de tres métodos para la sincronización del ciclo estral en vaquillas lecheras de la raza holstein-friesian dentro de un programa de inseminación artificial a tiempo fijo*. México : Iton.
- Rodríguez, R. (2018). Eficiencia reproductiva de Ovsynch + CIDR en vacas Holstein bajo un esquema de inseminación artificial a tiempo fijo en el norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*.
- Ruiz, J., Uribe, L., & Osorio, J. (2011). Factor de crecimiento semejante a insulina tipo 1 (IGF-1) en la reproducción de la hembra bovina . *Zootecnia* .
- Sarmiento, M. (2014). *Evaluación de la tasa de preñez con protocolos de sincronización con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal, en vacas holstein*. Cuenca : Universidad de Cuenca .
- Sheaker, J. (2003). Reproductive anatomy and physiology of dairy cattle. *Animal Science* .
- Spicer, L., Bossis, I., & Wetteman, R. (2008). Effect of plasma from cyclic versus nutritionally induced anovulatory beef heifers on proliferation of granulosa cells in vitro. *Domestic Animal Endocrinology* , 250-253.
- Sumba, J. (2012). *Inseminación artificial con celo natural en vacas productoras de leche con semen sin el proceso de descongelado en el descongelado en el cantón Paute*. Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana .
- Vargas, A. (2015). Efecto del uso de una somatotropina bovina recombinante (STbr) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales. *Veterinaria*.
- Velásquez, J. (2012). *Análisis de los parámetros e índices de eficiencia reproductiva en la raza Holstein del Ecuador*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Velásquez, M., Spicer, L., & Wathes, D. (2008). The role of endocrine insulin-like growth factor -1 (IGF-1) in female bovine reproduction. *Domestic Animal Endocrinology*, 325-342.
- Vélez, J. (2015). *Implementación de un programa de latf y manejo reproductivo para el mejoramiento reproductivo de un hato lechero en caldas*. Manizales: Universidad Nacional de Córdoba .

- Wiltbank, M., Sartori, R., Pursley, J., & Vasconcelos, J. (2000). ¿Cuál es el momento óptimo para inseminar? *Technical Conference on Artificial Insemination and Reproduction*, 1-7.
- Yanza, F. (2013). “Efecto de la Somatotropina Recombinante Bovina sobre la concepción en vacas Holstein sincronizadas con Ovsynch (GNRH + Prostaglandina) e inseminadas a tiempo fijo. Cuenca : Universidad de Cuenca .
- Yanzaguano, C. (2013). *Evaluación de la tasa de preñez utilizando la inseminación artificial a tiempo fijo a 1-10-20 horas post aplicar el protocolo de sincronización ovsynch*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

**ANEXOS**

**Anexo A. Registro de seguimiento**

GRUPOS	N°	N° Total de vacas para el estudio	# ARETE	SERVICIOS (IA)		Confirmación de preñez - día 30	# de vacas preñadas al 1er SERV	% de Concepción al día 30	# de Servicios por concepción al día 30
				# de servicios/vaca	TOTAL DE SERVICIOS/ vacas preñadas				
CONTROL	1	10	23	1	4	Vacía	4	40	1,0
	2		18	1		Vacía			
	3		13	1		Vacía			
	4		25	1		Preñada			
	5		19	1		Vacía			
	6		22	1		Preñada			
	7		29	1		Preñada			
	8		33	1		Vacía			
	9		34	1		Preñada			
	10		39	1		Vacía			
EXPERIMENTAL	1	10	37	1	7	Preñada	7	70	1,0
	2		30	1		Vacía			
	3		21	1		Preñada			
	4		20	1		Vacía			
	5		42	1		Preñada			
	6		48	1		Preñada			
	7		50	1		Preñada			
	8		17	1		Vacía			
	9		41	1		Preñada			
	10		60	1		Preñada			

RESULTADOS - REPRODUCTIVOS										
GRUPOS	VACAS QUE RECIBIERON EL 2DO SERVICIO		# total de vacas que reciben 2do serv	# de servicios/vaca	TOTAL de servicios para las vacas repetidoras	Confirmación de preñez - día 70	Concepción al día 70	# de Servicios por concepción al día 70	# TOTAL de Servicios por concepción	% DE FERTILIDAD GOBAL
	Nº	# ARETE								
CONTROL	1	23	6	1	8	Vacía	2	2,0	3,0	60,0
	2	18		1		vacía				
	3	13		2		Preñ				
	4	19		1		vacía				
	4	33		1		vacía				
	6	39		2		Preñ				
EXPERIM	1	30	3	1	3	Preñ	2	1,0	2,0	90,0
	2	20		1		Vacía				
	3	17		1		Preñ				

**Anexo B Costos del tratamiento**

<b><u>COSTOS DE CADA TRATAMIENTO</u></b>					
<b>GRUPOS</b>	<b>DETALLE</b>	<b>Total/vaca</b>	<b>Unidad</b>	<b>COSTO/ ml</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
<b>CONTROL</b>	Acet. Buser. (5ml/vaca)	5	ml	2,85	\$ 142,50
	PARCHE	1	unidad	2	\$ 20,00
	Cloprost sód (2ml/vaca)	2	ml	2,49	\$ 49,80
	# Total de Pajuelas	18	unidad	25	\$ 450,00
	JERINGAS DE 3 ml	3	unidad	0,15	\$ 4,50
	Guantes (5 guant/vaca)	5	unidad	0,25	\$ 20,00
	<b><u>COSTO TOTAL DE TODO EL TRATAMIENTO</u></b>				
<b>EXPERIMENTAL</b>	Acet. Buser. (5ml/vaca)	5	ml	2,85	\$ 142,50
	PARCHE	1	unidad	2	\$ 20,00
	Cloprost sód (2ml/vaca)	2	ml	2,49	\$ 49,80
	# Total de Pajuelas	13	unidad	25	\$ 325,00
	JERINGAS DE 3 ml	3	unidad	0,15	\$ 4,50
	Guantes (5 guant/vaca)	5	unidad	0,25	\$ 16,25
	Hor. bST(1ra dosis 325 mg)	1	unidad	9,69	\$ 96,90
	Hor. bST(2da dosis 325 mg)	1	unidad	9,69	\$ 96,90

<b><u>COSTO TOTAL DE TODO EL TRATAMIENTO</u></b>	\$ 751,85
--	-----------

**Anexo C** Costo beneficio

<b>GRUPO CONTROL</b>			
1 Vaca preñada	1.300,00	6	7.800,00
1 Vaca vacía	900,00	4	3.600,00
TOTAL INGRESO			11.400,00
1 Vaca vacía	900,00	10 Vacas grupo control	9.000,00
Costo tratamiento			686,80
COSTO TOTAL DEL TRATAMIENTO			9.686,80
<b>B/C</b>			<b>1,18</b>
<b>GRUPO EXPERIMENTAL</b>			
1 Vaca preñada	1.300,00	9	11.700,00
1 Vaca vacía	900,00	1	900,00
TOTAL INGRESO			12.600,00
1 Vaca vacía	900,00	10 Vacas grupo control	9.000,00
Costo tratamiento			751,85
COSTO TOTAL DEL TRATAMIENTO			9.751,85
<b>B/C</b>			<b>1,29</b>

## Anexo D Tabla Chi cuadrado

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 07 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Cristian David Guilcapi Carrillo</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
Instituto de Posgrado y Educación Continua
<b>Título a optar:</b> <i>Magíster en Reproducción Animal mención Reproducción Bovina</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**



0080-DBRA-UPT-IPEC-2022

+ Redactar

📧 Recibidos 53

★ Destacados

🕒 Pospuestos

➤ Enviados

🗑️ Borradores 2

⌵ Más

Meet

📅 Nueva reunión

👤 Unirse a una reunión

Unirse



15 de 388: < >

ABSTRACT CRISTIAN GUILCAPI Recibidos x



**JAIME RAMIRO SILVA VERDEZOTO** <jaime.silva@esPOCH.edu.ec>  
para mí, Centro ▾

📧 dom, 24 jul, 22:10 (hace 2 días) ☆ ↶ ⋮

Envío la traducción solicitada.  
Saludos.

[Mensaje recortado] [Ver todo el mensaje](#)

