



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del  
Ambiente**  
**Carrera de Medicina Veterinaria**

**Tema:**

EVALUACION DE UNA PRUEBA INMUNOLÓGICA A BASE DE  
ANTICUERPOS ANTI HCG D DE CONEJOS, SOBRE  
LA DETECCIÓN TEMPRANA DE PREÑEZ EN  
VACAS HOLSTEIN

Proyecto de investigación, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y Medio Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

**Autor:**

Roberth Stalyn Beltrán Sánchez

**Tutor:**

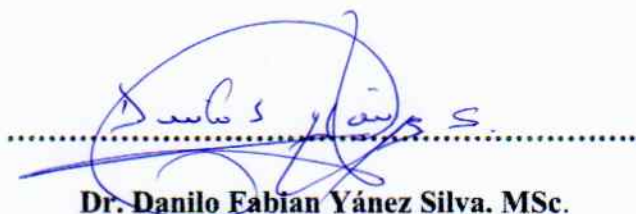
Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva. MSc.

Guaranda – Ecuador

2025

EVALUACION DE UNA PRUEBA INMUNOLÓGICA A BASE DE ANTICUERPOS ANTI HCG DE CONEJOS, SOBRE LA DETECCIÓN TEMPRANA DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN

**REVISADO Y APROBADO POR:**



.....

**Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva. MSc.**

**TUTOR**



.....

**Dr. Jorge Jagger Segura Ochoa. PhD.**

**PAR LECTOR**



.....

**Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira. MSc.**

**PAR LECTORA**

**CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Roberth Stalyn Beltrán Sánchez, con CI. 1805391156, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autores. La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente



Roberth Stalyn Beltrán Sánchez

AUTOR

CI: 1805391156



Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva. MSc.

TUTOR


CI: 0201168754

**ESCRITURA PÚBLICA  
DECLARACION JURADA**

**Señor ROBERTH STALYN BELTRÁN SÁNCHEZ**

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día jueves, veinticuatro de julio dos mil veinticinco, ante mi Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparece el **ROBERTH STALYN BELTRÁN SÁNCHEZ**. El compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil casado, capaz de contraer obligaciones, domiciliado en el cantón Mocha y de transito por esta ciudad de Guaranda, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía y papeletas de votación cuyas copias adjunto a esta escritura.- Advertido por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado de que comparece al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentado en debida forma, prevenido de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: "Previo a la obtención del título de Médico Veterinario, manifiesto que los criterios e ideas emitidas en el trabajo de investigación titulado: "EVALUACIÓN DE UNA PRUEBA INMUNOLÓGICA A BASE DE ANTICUERPOS ANTI HCG D DE CONEJOS, SOBRE LA DETECCIÓN TEMPRANA DE PREÑEZ EN VACAS HOLSTEIN"", es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autor. (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por el compareciente la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal.) Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que le fue al compareciente íntegramente por mí el Notario, se ratifica en todo su contenido y firma conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

  
**Señor ROBERTH STALYN BELTRÁN SÁNCHEZ**  
**C.C. 1805391156**

  
**Doctor Guido Fabian Fierro Barragán**  
**NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA**



# Roberth Stalyn Beltrán Sánchez

## EVALUACION DE UNA PRUEBA INMUNOLÓGICA A BASE DE ANTICUERPOS ANTI HCG DE CONEJO SOBRE LA DETECCIÓN...

 My Files

 My Files

 Universidad Estatal de Bolívar

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:475837761

Fecha de entrega

23 jul 2025, 6:23 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

23 jul 2025, 6:43 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS FINAL STALYN BELTRÁN.docx

Tamaño de archivo

12.3 MB

63 Páginas

11.258 Palabras

65.668 Caracteres






## 6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 25 palabras)
- ▶ Fuentes de Internet
- ▶ Base de datos de Crossref
- ▶ Base de datos de contenido publicado de Crossref

### Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la fuerza y el propósito para llegar hasta aquí.

A mis padres, Alcíbar Beltrán y Rocío Sánchez, por ser la raíz firme de este sueño. Papá, gracias por enseñarme el amor por el campo, por tu trabajo incansable y tu ejemplo silencioso que me acompaña cada día.

Mamá, gracias por tu ternura, tu fe inquebrantable en mí y por ser siempre la voz que me impulsó a seguir adelante.

A mis hermanos, Óscar Miguel y Julissa, por su compañía, sus palabras de aliento y por estar presentes en cada paso de este camino. Ustedes son parte esencial de este logro.

A mi esposa, Jazmine Gavilanes, por caminar a mi lado con amor, paciencia y comprensión. Gracias por creer en mí en cada momento, por ser mi compañera en los días más duros y mi alegría en los días buenos.

Y especialmente a mi hijo, Uriel Beltrán, mi mayor inspiración. Cada paso que doy es por ti y para ti. Este logro también te pertenece, porque eres mi motor, mi razón y mi mayor orgullo.

Esta tesis está dedicada a todos ustedes, mi familia. Porque sin su amor, su apoyo y su fe en mí, nada de esto sería posible.

*Roberth Stalyn Beltrán Sánchez*

## AGRADECIMIENTO

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme salud, claridad y el valor de no rendirme, incluso en los momentos más difíciles.

A mi familia, por ser mi base, mi sustento y mi razón.

A mis padres, Alcívar y Rocío, por cada sacrificio, por cada palabra de aliento y por enseñarme que los sueños se trabajan, se luchan y se conquistan.

A mis hermanos, Óscar Miguel y Julissa, por acompañarme en este viaje con amor y sinceridad.

A mi esposa, Jazmine, por tu amor paciente y tu apoyo incondicional. Gracias por levantarme cuando caí, por entender mis ausencias, y por compartir cada meta como si fuera tuya.

A mi hijo Uriel, por ser luz en mis días oscuros y fuerza cuando sentí desfallecer. Que esta tesis sea un legado, una semilla para tus propios sueños.

A mis profesores y tutores, por compartir su experiencia y sabiduría con pasión y entrega.

A mis compañeros de carrera, por el compañerismo, las risas y los retos que compartimos.

A los ganaderos, productores y trabajadores del campo, por abrirme sus puertas y enseñarme desde la práctica el valor real de nuestra profesión.

Gracias a todos los que creyeron en mí. Esta tesis es un reflejo de amor, sacrificio y esperanza compartida.

*Roberth Stalyn Beltrán Sánchez*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Vacas holstein	6
2.1.1. Origen y características generales	6
2.1.2. Producción de leche y relevancia en Ecuador	6
2.1.3. Adaptación al medio ecuatoriano	6
2.1.4. Eficiencia reproductiva y desafíos en Diagnóstico temprano	7
2.1.5. Relación entre productividad y reproducción	7
2.1.6. Impacto del manejo nutricional en la reproducción	7
2.1.7. Problemas sanitarios comunes	7
2.1.8. Innovaciones en Diagnóstico reproductivo para Holstein	8
2.1.9. Sostenibilidad y competitividad en pequeños y medianos productores	9
2.2. Métodos de Diagnóstico de preñez	10
2.3. Pruebas rápidas inmunológicas	12
2.3.1. Principio de funcionamiento	13
2.3.2. Ventajas sobre métodos tradicionales	14
2.3.3. Limitaciones y retos	15
2.3.4. Perspectivas futuras	16
2.4. Anticuerpos anti-HCG en la detección temprana de preñez en bovinos	16
2.4.1. Mecanismo de acción de los anticuerpos anti-HCG	16
2.4.2. Ventajas y aplicaciones en ganadería	17
2.4.3. Limitaciones y desafíos	17
2.5. Anticuerpos anti.HCG de conejo	17
2.5.1. Producción de anticuerpos en conejo	18
2.5.2. Ventaja en el Diagnostico reproductivo	18

2.5.3. Limitaciones y consideraciones	18
2.5.4. Especificidad en la detección de preñez	19
2.5.5. Mejoras en la gestión reproductiva	19
2.5.6. Contribución al bienestar animal	19
CAPÍTULO III	20
3. MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Ubicación de la investigación	20
• Localización de la investigación	20
• Situación geográfica y edafoclimática	20
• Zona de vida	20
3.2. Metodología	20
3.2.1. Material en estudio	20
3.2.2. Factores en estudio	21
3.2.3. Tratamientos	21
3.2.4. Descripción técnica del ensayo	21
3.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico	21
3.2.7. Métodos de evaluación y datos a tomados	22
3.2.8. Manejo de la investigación	23
CAPÍTULO IV	26
4. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1. INTERPRETACION DE RESULTADOS	26
4.2. COMPROBACION DE HIPOTESIS	36
CAPÍTULO V.	37
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1. CONCLUSIONES	37
5.2. RECOMEDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág.</b>
1.	Peso	26
2.	Edad	27
3.	Condición corporal	28
4.	Sensibilidad	30
5.	Detección del celo día 15, 30, 45	32
6.	Tasa de no retorno	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág.</b>
1.	Peso	26
2.	Edad	27
3.	Condición corporal	28
4.	Sensibilidad	30
5.	Especificidad	31
6.	Detección del celo día 15, 30, 45	32
7.	Tasa de no retorno	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1.	Ubicación de la investigación
2.	Ficha control reproductivo
3.	Base de datos
4.	Fotografías
5.	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

En el cantón Quero, ubicado a 3038 msnm, se evaluaron cuatro protocolos (T0–T3) para la detección temprana de preñez en vacas Holstein, con el objetivo de determinar su impacto en variables productivas y reproductivas, así como el desempeño de una prueba inmunológica rápida basada en anticuerpos anti-hCG. Los objetivos específicos fueron: 1) Comprobar la eficacia de las pruebas inmunológicas en la detección temprana de preñez en vacas Holstein; 2) Determinar la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de dichas pruebas; y 3) Identificar parámetros reproductivos relacionados con la detección de celos y la tasa de no retorno. Las medias de peso vivo (449–477 kg) y condición corporal (2,75–3,75) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. La edad promedio osciló entre 29 y 39,8 meses, siendo las vacas de los grupos T1 y T3 significativamente más jóvenes que las de T0 y T2. En cuanto al desempeño de la prueba inmunológica, la sensibilidad fue del 50 % en T0 y T1, mientras que en T2 y T3 alcanzó el 100 %, lo cual sugiere que los protocolos de sincronización aplicados en estos dos últimos grupos promovieron una mejor sincronía ovárica y mayores niveles circulantes de hCG. La especificidad fue del 100 % en los grupos que incluían hembras no gestantes evaluables (T0 y T2), sin registrarse falsos positivos. Además, tanto el valor predictivo positivo como el negativo alcanzaron el 100 % en los casos con datos completos. Respecto a los parámetros reproductivos, la detección de celo a los 15 días post-inseminación fue máxima en T0 y T3 (4/4), disminuyendo en días posteriores a medida que se confirmaba la preñez. La tasa de no retorno, indicativa de concepción exitosa, fue más alta en T3 (25 %) y T2 (18,75 %) en comparación con T0 y T1 (12,5 %). En conjunto, los tratamientos T2 y T3 demostraron una mayor eficacia en la detección temprana de gestación mediante pruebas serológicas, además de optimizar la eficiencia reproductiva al reducir la reincidencia de celos. Estos hallazgos respaldan el uso de la prueba inmunológica basada en anticuerpos anti-hCG de conejo como herramienta confiable para la detección temprana de preñez en vacas Holstein.

**Palabras claves:** Bovinos, Preñez, Anticuerpos anti hCG, Prueba inmunológica.

## SUMMARY

In the Quero canton, located at 3038 meters above sea level, four protocols (T0–T3) for the early detection of pregnancy in Holstein cows were evaluated to determine their impact on productive and reproductive variables, as well as the performance of a rapid immunological test based on anti-hCG antibodies. The specific objectives were to verify the effectiveness of immunological tests in early pregnancy detection, determine their sensitivity, specificity, and predictive value, and identify reproductive parameters related to estrus detection and the non-return rate. Average body weights (449–477 kg) and body condition scores (2.75–3.75) showed no significant differences between treatments. The average age ranged from 29 to 39.8 months, with cows in groups T1 and T3 being significantly younger than those in T0 and T2. Regarding the performance of the immunological test, sensitivity was 50% in T0 and T1, while it reached 100% in T2 and T3, suggesting that the synchronization protocols applied in the latter two groups promoted better ovarian synchrony and higher circulating hCG levels. Specificity was 100% in groups with evaluable non-pregnant females (T0 and T2), with no false positives recorded. In addition, both the positive and negative predictive values reached 100% in cases with complete data. Regarding reproductive parameters, estrus detection at 15 days post-insemination was highest in T0 and T3 (4/4), decreasing in the following days as pregnancy was confirmed. The non-return rate, indicative of successful conception, was higher in T3 (25%) and T2 (18.75%) compared to T0 and T1 (12.5%). Overall, treatments T2 and T3 demonstrated greater effectiveness in early pregnancy detection through serological testing and improved reproductive efficiency by reducing estrus recurrence. These findings support the use of the rabbit anti-hCG antibody-based immunological test as a reliable tool for early pregnancy detection in Holstein cows.

**Keywords:** Cattle; Pregnancy; Anti-hCG antibodies; Immunological test.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la ganadería bovina enfrenta desafíos crecientes relacionados con la sostenibilidad, la productividad y el bienestar animal. En este contexto, el Diagnóstico temprano de preñez se ha consolidado como una herramienta clave para mejorar la eficiencia reproductiva y económica en las explotaciones ganaderas. La detección precisa y temprana de la preñez permite a los productores optimizar el manejo reproductivo, reducir costos asociados con la infertilidad y mejorar la rentabilidad a largo plazo.

El Diagnóstico temprano de preñez es una práctica esencial en la ganadería bovina, con implicaciones significativas para la productividad y sostenibilidad del sector. A nivel global, se han desarrollado múltiples métodos para detectar preñez en sus etapas iniciales, destacándose técnicas como la ultrasonografía, el ELISA y pruebas inmunológicas basadas en biomarcadores. Estas herramientas no solo permiten identificar preñez con mayor precisión, sino también tomar decisiones oportunas que optimicen el rendimiento económico y el bienestar animal. En el contexto de la industria lechera, la detección temprana reduce el impacto de los días abiertos y facilita una planificación más eficiente de los partos y la producción láctea (Cuevas et al., 2020).

En América Latina, el sector ganadero es un pilar importante de la economía agrícola, y Ecuador no es la excepción. El país cuenta con un considerable número de explotaciones lecheras en regiones como la Sierra, donde predominan razas como la Holstein, debido a su alta producción de leche. Sin embargo, las limitaciones tecnológicas, junto con los altos costos de métodos diagnósticos tradicionales, restringen el acceso de pequeños y medianos productores a herramientas avanzadas de Diagnóstico reproductivo. Esto subraya la necesidad de implementar alternativas más accesibles y adaptadas al contexto local, como las pruebas inmunológicas rápidas (Molina, 2022).

En Ecuador, las condiciones climáticas y de manejo animal varían significativamente entre regiones, lo que influye en la eficiencia reproductiva de los hatos. La incorporación de pruebas como el ELISA, que detecta glicoproteínas asociadas a la gestación, ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar los índices de preñez y reducir pérdidas económicas relacionadas con la reproducción. Estas técnicas, aunque menos invasivas y más rápidas que la palpación rectal, aún requieren una mayor adopción para lograr un impacto significativo en el sector (Bosquez, 2022).

En explotaciones lecheras de pequeño y mediano tamaño, el Diagnóstico temprano de preñez tiene un efecto directo en la rentabilidad y el bienestar animal. Identificar tempranamente las hembras gestantes no solo permite ajustar programas de alimentación y manejo, sino que también ayuda a prevenir problemas como la mortalidad embrionaria y a optimizar el uso de recursos reproductivos. Estudios realizados en regiones andinas han demostrado que el uso combinado de pruebas rápidas con métodos tradicionales puede mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia productiva de las explotaciones (López, 2022).

La implementación de estas tecnologías en Ecuador requiere un enfoque integral que considere tanto los aspectos técnicos como los económicos y sociales. La capacitación de veterinarios y ganaderos, junto con políticas públicas que fomenten la innovación en el sector ganadero, son esenciales para garantizar que herramientas como las pruebas inmunológicas y los métodos avanzados de Diagnóstico sean accesibles y efectivas en diferentes contextos de producción. Esto contribuirá a consolidar un modelo de ganadería más sostenible y competitivo a nivel nacional.

## 1.2. PROBLEMA

En el contexto agropecuario de Ecuador, uno de los principales problemas que enfrentan los ganaderos, especialmente los dedicados a la producción lechera, es la ineficiencia en los diagnósticos reproductivos. Este reto tiene repercusiones significativas en la productividad y rentabilidad de las explotaciones. Las técnicas tradicionales como la palpación rectal, aunque comunes, son limitadas por su precisión en etapas tempranas de preñez y requieren de personal altamente capacitado. Además, la necesidad de realizar estas pruebas a partir del día 45 post-inseminación puede ocasionar pérdidas económicas debido a vacas vacías que no son identificadas a tiempo para ser manejadas adecuadamente.

Además, los problemas reproductivos como la mortalidad embrionaria y las altas tasas de días abiertos (tiempo entre el parto y la inseminación) son frecuentes en muchas explotaciones, especialmente aquellas que no cuentan con un Diagnóstico oportuno. En Ecuador, donde la ganadería de leche es una actividad económica crucial, estos problemas tienen implicaciones negativas tanto para la producción como para el bienestar animal. A nivel microeconómico, las pérdidas por ineficiencia reproductiva representan una disminución en los ingresos de los ganaderos y un aumento en los costos operativos, lo que a su vez afecta la competitividad de las explotaciones.

La falta de acceso a información actualizada y la escasa capacitación técnica también contribuyen a la persistencia de estas limitaciones. Muchos ganaderos aún no tienen conocimiento sobre nuevas tecnologías y cómo implementarlas eficazmente en sus fincas.

Es fundamental investigar y promover alternativas Diagnósticas accesibles y adaptadas al contexto ecuatoriano, como las pruebas inmunológicas rápidas para la detección de preñez. Estas soluciones son económicamente viables y tienen un gran potencial de innovación científica, integrándose con métodos tradicionales. De esta forma, beneficiarían a una gran parte de los ganaderos del país, mejorando la productividad del sector y fortaleciendo la sostenibilidad de la ganadería en Ecuador.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar una prueba inmunológica a base de anticuerpos anti HCG de conejo sobre la detección temprana de preñez en vacas holstein.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Comprobar la eficacia de las pruebas inmunológicas en la detección temprana de preñez en vacas Holstein.
- Determinar la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de las pruebas inmunológicas para la detección de preñez en vacas.
- Identificar parámetros reproductivos y su efectividad en la detección de celos, la tasa de no retorno.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de la prueba inmunológica a base de anticuerpos anti-HCG de conejo no presenta una eficacia en la detección temprana de preñez en vacas Holstein.

**H<sub>1</sub>:** La aplicación de la prueba inmunológica a base de anticuerpos anti-HCG de conejo presenta una eficacia en la detección temprana de preñez en vacas Holstein.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Vacas holstein**

##### **2.1.1. Origen y características generales**

La raza Holstein, originaria de los Países Bajos, se ha convertido en el estándar mundial en la producción lechera debido a su excepcional capacidad genética. Es fácilmente reconocible por su pelaje característico blanco con manchas negras (o rojas en variedades menos comunes). Estas vacas tienen un gran tamaño corporal, llegando a pesar entre 600 y 700 kilogramos en el caso de las hembras, lo que contribuye a su alta capacidad de conversión alimenticia en leche (Pallchizaca, 2024).

##### **2.1.2. Producción de leche y relevancia en Ecuador**

La Holstein es conocida por ser la raza con mayor volumen de producción lechera, alcanzando promedios de 25 a 30 litros diarios por vaca bajo manejo intensivo, aunque en condiciones óptimas y con suplementación adecuada puede superar los 40 litros por día. En Ecuador, esta raza domina la ganadería lechera, particularmente en la región andina, donde las condiciones climáticas y el acceso a pasturas de alta calidad favorecen su productividad. No obstante, el desafío en explotaciones medianas y pequeñas radica en equilibrar los costos de producción con los rendimientos obtenidos (Casa, 2024).

##### **2.1.3. Adaptación al medio ecuatoriano**

Las condiciones de la Sierra ecuatoriana, con temperaturas templadas y una altitud promedio de 2,800 metros sobre el nivel del mar, son ideales para el desarrollo de esta raza. Sin embargo, el estrés calórico puede afectar la productividad de las Holstein en regiones más cálidas o en el trópico húmedo, donde su manejo requiere mayor inversión en infraestructura para la sombra y el agua (Lopez et al., 2020).

#### **2.1.4. Eficiencia reproductiva y desafíos en Diagnóstico temprano**

Las vacas holstein presentan tasas reproductivas inferiores en comparación con otras razas debido a su alta producción de leche, que interfiere en su ciclo estral. Problemas como anestro postparto prolongado, bajas tasas de detección de celos e índices elevados de no retorno son comunes. Estas características subrayan la importancia de adoptar métodos precisos y oportunos de Diagnóstico temprano de preñez para reducir días abiertos y optimizar los parámetros reproductivos (Choque et al., 2021).

#### **2.1.5. Relación entre productividad y reproducción**

El equilibrio entre la alta producción de leche y la eficiencia reproductiva es un reto clave en la ganadería lechera moderna. La detección temprana de preñez mediante pruebas rápidas, como las inmunológicas, puede contribuir significativamente a reducir problemas como mortalidad embrionaria y servicios múltiples por concepción, mejorando así los índices reproductivos en explotaciones ecuatorianas (Andrade et al., 2023).

#### **2.1.6. Impacto del manejo nutricional en la reproducción**

Las Holstein requieren una dieta rica en energía y proteínas para sostener tanto su alta producción láctea como sus necesidades reproductivas. Deficiencias nutricionales pueden causar problemas como anestro nutricional o alteraciones en el desarrollo folicular, afectando directamente su capacidad de concebir. En Ecuador, la disponibilidad de ensilados y pastos mejorados es un factor clave para garantizar un manejo reproductivo exitoso (Ñaupá, 2023).

#### **2.1.7. Problemas sanitarios comunes**

En sistemas ganaderos intensivos, las vacas Holstein enfrentan una elevada predisposición a enfermedades metabólicas y reproductivas, como mastitis, cetosis y desplazamiento de abomaso. Estas patologías afectan no solo la producción láctea, sino también la eficiencia reproductiva del hato, ya que están directamente relacionadas con mayores tasas de mortalidad embrionaria, anestro prolongado y

disminución de la fertilidad. Estas afecciones suelen ser el resultado de un estrés metabólico causado por la alta producción de leche, que demanda un equilibrio nutricional y un manejo adecuado para prevenir complicaciones (Contreras, 2021).

La mastitis, una inflamación de la glándula mamaria, es la enfermedad más común en vacas lecheras y puede reducir significativamente la producción y calidad de la leche. Además, genera efectos secundarios como estrés físico y hormonal que pueden alterar los ciclos reproductivos. Por otro lado, la cetosis, causada por un déficit energético, afecta a las vacas en las primeras semanas postparto, lo que repercute negativamente en su capacidad reproductiva y aumenta el riesgo de aborto. El desplazamiento de abomaso, por su parte, limita la digestión adecuada y puede provocar alteraciones metabólicas severas que afectan tanto la salud general como la reproducción del animal (Arteaga, 2024).

Estas enfermedades tienen un impacto económico significativo en los sistemas intensivos, al aumentar los costos de tratamiento, reducir los ingresos por leche y prolongar los días abiertos. Por esta razón, un Diagnóstico temprano es esencial para minimizar estos efectos. Herramientas como la monitorización constante de parámetros fisiológicos y el uso de tecnologías rápidas, como pruebas inmunológicas y ultrasonografía, pueden facilitar la detección oportuna de problemas reproductivos relacionados con estas afecciones (Patrón, 2023)

#### **2.1.8. Innovaciones en Diagnóstico reproductivo para Holstein**

Es una raza de alto rendimiento lechero que enfrenta retos significativos en su eficiencia reproductiva. Estas pruebas permiten la detección temprana de preñez a partir de los 15 días post-inseminación, superando la limitación de métodos tradicionales como la palpación rectal, que requiere un periodo de espera más prolongado para obtener resultados confiables (Triviño, 2024).

La precisión y rapidez de estas pruebas ofrecen beneficios clave para la gestión reproductiva, ya que proporcionan información oportuna que permite a los ganaderos tomar decisiones críticas, como reintroducir vacas no preñadas en protocolos de inseminación, ajustando estrategias reproductivas en tiempo real.

Esto resulta en una reducción significativa de los días abiertos, un indicador que impacta directamente la rentabilidad de las explotaciones ganaderas al aumentar la frecuencia de preñez en el hato y, consecuentemente, la producción lechera (Másmela, et al., 2020).

Además, el uso de pruebas inmunológicas rápidas minimiza los costos asociados con tratamientos prolongados derivados de la detección tardía de problemas reproductivos. Por ejemplo, estas herramientas permiten identificar preñez en etapas más tempranas, reduciendo el riesgo de errores como falsos diagnósticos negativos que podrían llevar a gastos innecesarios en manejo y tratamiento de fertilidad. De igual forma, al disminuir la cantidad de servicios por concepción, contribuyen a optimizar el uso de recursos como semen y hormonas, lo que beneficia tanto a la economía del productor como al bienestar animal (Vera, 2023).

#### **2.1.9. Sostenibilidad y competitividad en pequeños y medianos productores**

La incorporación de tecnologías reproductivas avanzadas en fincas de menor escala representa un pilar fundamental para reducir las desigualdades tecnológicas en el sector lechero ecuatoriano. Este enfoque busca democratizar el acceso a herramientas innovadoras como las pruebas inmunológicas rápidas, la ultrasonografía y los sistemas de monitoreo digital de celo y preñez. Dichas tecnologías permiten optimizar la gestión reproductiva al detectar preñez en etapas tempranas, reduciendo significativamente las pérdidas económicas asociadas con días abiertos y servicios múltiples por concepción (Vilaña, 2024).

El impacto de estas tecnologías va más allá de la rentabilidad económica, pues también contribuyen al bienestar animal al minimizar el uso de prácticas invasivas como la palpación rectal, mejorando así las condiciones sanitarias y reproductivas del hato. En el caso de las Holstein, raza predominante en la producción lechera ecuatoriana, estas innovaciones son especialmente relevantes dado su alto nivel de susceptibilidad a problemas reproductivos derivados de su intensa producción láctea. De este modo, el manejo técnico adecuado combinado con tecnologías reproductivas mejora la eficiencia y promueve la sostenibilidad de los sistemas productivos (Trujillo, 2020).

Desde una perspectiva ambiental, la implementación de estas herramientas también es clave para la sostenibilidad, ya que permite una planificación más eficiente de los recursos, disminuyendo el impacto ecológico de la ganadería. Por ejemplo, al optimizar la tasa de preñez y reducir el número de días abiertos, se disminuyen los costos energéticos y las emisiones de gases asociadas al mantenimiento de animales improductivos (Arteaga, 2024).

## **2.2. Métodos de Diagnóstico de preñez**

- **Palpación transrectal (PTR)**

La PTR fue descrita hace más de dos siglos y sigue siendo la técnica más utilizada desde los años 50 para el Diagnóstico en ganado bovino. En la especie bovina, la gestación puede ser detectada mediante PTR durante el periodo embrionario tardío, a partir de los 30-35 días post IA. Para ello, es imprescindible que los técnicos dispongan de formación específica y tengan la suficiente experiencia para poder detectar una gestación tras la palpación directa de determinadas estructuras embrionarias a nivel genital (Hernández, 2020).

La palpación directa de estructuras embriofetales se considera un Diagnóstico preciso, que requiere la detección de estructuras como la membrana corioalantoidea, la vesícula amniótica, los placentomas y/o el embrión o feto. Esta técnica todavía sigue siendo muy útil y confiable, pero depende en gran medida de la experiencia del clínico, la calidad del equipo y la condición del animal. Es recomendable realizarla en vacas entre los 30-35 días tras la inseminación artificial, y todavía se puede usar hasta semanas posteriores, pero con menor precisión. La técnica requiere manipulación manual y puede ser invasiva, con riesgo de malformaciones fetales o pérdidas iatrogénicas si no se realiza correctamente (Sice et al., 2022).

Tiene una sensibilidad y especificidad que pueden llegar a ser superiores al 95% en condiciones adecuadas, aunque algunos errores de Diagnóstico pueden suceder, sobre todo en etapas tempranas o con ciertos obstáculos técnicos. Se recomienda repetirla en vacas que hayan sido diagnosticadas gestantes en los primeros 30 días,

antes de los 35, para disminuir la tasa de falsos negativos, principalmente en etapas iniciales del embarazo, dado que la mayoría de las pérdidas embrionarias ocurren en los primeros 35 días (Hernández, 2020).

- **Ecografía transrectal (ETR)**

Este método ha ido ganando terreno frente a la palpación tradicional, siendo considerado una herramienta muy potente y precisa (Fricke et al., 2016). La ecografía permite evaluar directamente la presencia de la vesícula amniótica, embrión o feto, placentomas, y líquido amniótico, así como patologías uterinas (hidrómetra, quistes, endometritis) y patologías fetales. Se puede realizar desde el día 21 post IA, aunque la mayoría de los autores recomiendan entre los días 25 y 35 para mayor precisión. La utilidad principal radica en que no es invasiva, permite la identificación de gestaciones múltiples, y proporciona información adicional sobre el estado del embarazo y posibles patologías.

La experiencia también permite evaluar el tamaño y número de vesículas embrionarias, presencia o ausencia de latidos cardíacos y la condición general del feto, factores que son útiles para estimar la viabilidad y la edad en fases tempranas. La ecografía ha comenzado a superar a la PTR en algunas aplicaciones por su capacidad diagnóstica temprana y su menor invasividad, además de ofrecer información adicional de interés clínico y reproductivo (Sice et al., 2022).

- **No retorno al estro**

El Diagnóstico gestacional por medio de no retorno al estro es un cuando un animal no vuelve al celo post servicio, esto sucede durante la gestación, el conceptus inhibe la regresión del cuerpo lúteo, evitando que el animal regrese al estro. El animal no regresa al estro debido a la no regresión del cuerpo lúteo por causas inherentes a la gestación como quistes ováricos, entre otros. El anestro post servicio en bovinos afecta la confiabilidad del no retorno al estro como método de Diagnóstico de preñez, además, la dificultad en la detección del estro y el estro silencioso hacen que este método no sea adecuado para la aplicación en ganaderías lecheras. La expresión del estro está reducida en intensidad y duración en las vacas lecheras de

alta producción, lo que conduce a una menor eficiencia de detección del estro, por lo tanto, la probabilidad de Diagnóstico erróneo de vacas gestantes por observación de retorno al estro aumenta. La precisión de la identificación de no retorno al estro para el Diagnóstico visual es bajo y un médico debe usarla como ayuda para el Diagnóstico gestacional (Hernández, 2020).

- **Evaluación de la progesterona**

Este método mide los niveles de progesterona en sangre o leche a través de kits rápidos. La presencia de niveles elevados de P4 puede indicar un cuerpo lúteo funcional, asociado a embarazo, pero también puede estar relacionado con otros estados fisiológicos o patológicos (emprendimiento luteínico persistente, quistes luteínicos). No es un método definitivo, pero sí útil para descartar vacas no preñadas en etapas tempranas o en ciertos casos donde la cuantificación de la P4 ayuda a complementar otros diagnósticos. El análisis de progesterona, aunque sencillo, puede tener falsos positivos o negativos, por lo cual no debe usarse como único método Diagnóstico de embarazo. Además, es útil para detectar pérdidas tempranas en etapas iniciales de gestación (Sice et al., 2022).

- **Glicoproteínas asociadas a la gestación (GPAG)**

Estas glicoproteínas, producidas por la placenta, están relacionadas con la presencia de embriones o fetos en desarrollo y pueden detectarse en la sangre o leche mediante kits ELISA o pruebas rápidas (PAG).

Su detección temprana, ya sea en sangre o leche, permite confirmar embarazo en fases tempranas, incluso antes de que puedan ser detectados por métodos físicos o por ultrasonido. Son herramientas prometedoras para Diagnóstico precoz, y su uso en campo está en expansión (Hernández, 2020).

### **2.3. Pruebas rápidas inmunológicas**

Las pruebas rápidas inmunológicas representan una innovación clave en el Diagnóstico reproductivo en bovinos, especialmente en sistemas ganaderos que buscan mejorar la eficiencia reproductiva. Estas pruebas se basan en la detección

de biomarcadores específicos, como las glicoproteínas asociadas a la gestación (PAGs) o la gonadotropina coriónica bovina (bCG), presentes en fluidos corporales como la sangre, leche u orina, poco después de la concepción (Rojas et al., 2021).

### **2.3.1. Principio de funcionamiento**

Las pruebas inmunológicas rápidas son herramientas innovadoras diseñadas para detectar de manera temprana la preñez en bovinos, aprovechando biomarcadores específicos producidos durante la gestación. Estas pruebas se fundamentan principalmente en técnicas como el ELISA (Ensayo Inmunoabsorbente Ligado a Enzimas), que utiliza la interacción altamente específica entre antígenos y anticuerpos para identificar moléculas clave presentes en fluidos corporales como sangre, leche u orina (Contreras, 2021).

Durante las primeras semanas de gestación, el embrión en desarrollo y los tejidos placentarios producen glicoproteínas asociadas a la gestación (PAGs) y otras moléculas como la gonadotropina coriónica bovina (bCG). Estas moléculas ingresan al torrente sanguíneo de la madre y aumentan progresivamente su concentración conforme avanza la gestación. Las pruebas inmunológicas detectan estas sustancias mediante anticuerpos marcados con enzimas, generando una reacción visible, como un cambio de color o fluorescencia, que indica la presencia de preñez (Sice et al., 2022).

Uno de los aspectos más destacables de estas pruebas es su capacidad para identificar preñez en etapas muy tempranas, generalmente entre los días 15 y 28 postinseminación. Esto supera la precisión de métodos tradicionales como la palpación rectal, que requiere esperar al menos 45 días, o incluso la ultrasonografía, que es efectiva a partir de los 25 a 30 días post-inseminación (Guzman, 2024).

El diseño de las pruebas inmunológicas rápidas las hace fáciles de utilizar, incluso en condiciones de campo. Por ejemplo, un kit típico incluye reactivos preconfigurados y manuales de instrucciones simplificados, permitiendo que el análisis sea realizado por personal con capacitación básica. Esto las convierte en una opción práctica para pequeños y medianos productores que buscan mejorar sus

índices reproductivos sin depender de equipos costosos o especialistas (Mesa et al., 2020).

### **2.3.2. Ventajas sobre métodos tradicionales**

Las pruebas inmunológicas rápidas ofrecen beneficios significativos frente a métodos tradicionales como la palpación rectal y la ultrasonografía, principalmente por su capacidad de generar resultados precisos en un tiempo reducido. Su facilidad de uso permite realizar diagnósticos tempranos de preñez en bovinos sin necesidad de equipos sofisticados o infraestructura compleja. Esto es especialmente relevante en sistemas de producción con recursos limitados, ya que reduce los costos asociados con el uso de tecnología avanzada y personal especializado (Carreño et al., 2021).

Otra ventaja importante es que estas pruebas son mínimamente invasivas. A diferencia de la palpación rectal, que puede causar estrés, incomodidad e incluso riesgos de lesiones en los animales, las pruebas inmunológicas utilizan muestras de fluidos como sangre u orina, reduciendo significativamente el impacto en el bienestar animal. Asimismo, en comparación con la ultrasonografía, estas pruebas no requieren el uso de equipos voluminosos ni habilidades técnicas avanzadas, lo que las convierte en una alternativa accesible y práctica para pequeños y medianos productores (Ortiz, 2021).

Además, estas pruebas contribuyen a la sostenibilidad del sistema ganadero al permitir una gestión más eficiente de los recursos. Su rapidez en la obtención de resultados facilita la detección de vacas vacías en etapas tempranas, permitiendo su re inserción inmediata en protocolos reproductivos. Esto reduce los días abiertos y optimiza el uso de semen e insumos, lo que incrementa la rentabilidad del hato. Asimismo, su aplicación en áreas rurales mejora la equidad tecnológica, permitiendo a los pequeños ganaderos adoptar estrategias reproductivas modernas sin necesidad de altos costos o infraestructura avanzada (Saieh et al., 2024).

### 2.3.3. Limitaciones y retos

A pesar de las ventajas que ofrecen las pruebas inmunológicas rápidas, presentan algunas limitaciones que deben ser consideradas al momento de implementarlas en sistemas ganaderos. Una de las principales desventajas es la posibilidad de obtener falsos positivos o negativos, especialmente durante las primeras etapas del embarazo. Esto puede deberse a la calidad variable de los reactivos utilizados en la prueba, que pueden no ser lo suficientemente sensibles o específicos para detectar los biomarcadores en niveles bajos, lo que genera errores en el Diagnóstico. Estos falsos resultados pueden llevar a decisiones incorrectas en el manejo reproductivo, como la inseminación de vacas que ya están preñadas o el descarte de vacas que en realidad están gestantes (Ayala, 2020).

Otro desafío relevante está relacionado con el estado metabólico y de salud general de los animales. La efectividad de las pruebas inmunológicas puede disminuir en vacas que padecen trastornos metabólicos, como la cetosis o la hipocalcemia, que afectan la producción de biomarcadores esenciales para la detección de preñez. Estas condiciones alteran el metabolismo hormonal y, por ende, la concentración de las glicoproteínas asociadas a la gestación (PAGs), lo que puede generar resultados falsos negativos. Además, las infecciones como mastitis o enfermedades reproductivas también pueden interferir con la precisión de la prueba, ya que afectan la respuesta inmune del animal y, por lo tanto, la cantidad de biomarcadores presentes en su sistema (Zumbana et al., 2024).

La implementación de estas pruebas en sistemas ganaderos con infraestructura limitada o en condiciones de campo también presenta retos operacionales. La correcta interpretación de los resultados depende de un manejo adecuado y controlado de las muestras, lo cual puede ser difícil en fincas donde los recursos tecnológicos y humanos son escasos. La capacitación adecuada del personal y la garantía de calidad en la realización de las pruebas son fundamentales para minimizar los errores y optimizar la efectividad de la prueba. Sin estos cuidados, las pruebas rápidas pueden resultar menos efectivas, lo que afectaría directamente su viabilidad en el manejo reproductivo de las explotaciones ganaderas, especialmente en zonas rurales (Parra, Análisis de la productividad del sector

agropecuario en Colombia y su impacto en temas como: encadenamientos productivos, sostenibilidad e internacionalización, en el marco del programa Colombia más competitiva, 2021).

#### **2.3.4. Perspectivas futuras**

El desarrollo continuo de estas pruebas y su combinación con tecnologías digitales, como dispositivos portátiles conectados a aplicaciones móviles, abre nuevas posibilidades para su uso en ganadería de precisión. Esto permitirá una toma de decisiones más informada y en tiempo real, promoviendo la sostenibilidad y la productividad en el sector lechero. Además, la capacitación de los productores en el uso de estas herramientas será clave para maximizar sus beneficios y garantizar su adopción masiva (Parra & Puyana, 2021).

#### **2.4. Anticuerpos anti-HCG en la detección temprana de preñez en bovinos**

Los anticuerpos anti-HCG (gonadotropina coriónica humana) son una herramienta biológica fundamental utilizada en las pruebas inmunológicas para la detección temprana de preñez en diversas especies, incluidos los bovinos. Aunque la HCG es una hormona producida principalmente durante el embarazo en humanos, los estudios han demostrado que también puede ser detectada en animales como las vacas, especialmente durante las primeras etapas de la gestación. La gonadotropina coriónica bovina (bCG), que es similar a la HCG humana, se produce en el cuerpo de la vaca cuando el embrión se implanta en el útero, lo que permite su detección a través de la sangre o la orina de la madre (Arévalo, 2020).

##### **2.4.1. Mecanismo de acción de los anticuerpos anti-HCG**

Los anticuerpos anti-HCG son proteínas diseñadas para unirse específicamente con la hormona HCG o bCG, formando un complejo que puede ser fácilmente detectado mediante un ensayo inmunológico como ELISA. Cuando el anticuerpo se une a la hormona, genera una reacción que produce una señal detectable, como un cambio de color o fluorescencia. Esta técnica es altamente específica y sensible, lo que permite la identificación de preñez a partir de los 15 a 28 días después de la

inseminación artificial, mucho antes de que otros métodos como la palpación rectal o la ultrasonografía puedan confirmar el embarazo (Molina, 2024).

#### **2.4.2. Ventajas y aplicaciones en ganadería**

Una de las principales ventajas del uso de anticuerpos anti-HCG es su capacidad para detectar preñez en una etapa mucho más temprana que los métodos tradicionales, lo que permite a los ganaderos tomar decisiones más rápidas sobre la gestión reproductiva de sus animales. Este Diagnóstico temprano es crucial para reducir los días abiertos y maximizar la eficiencia reproductiva. Además, las pruebas basadas en anticuerpos antiHCG son fáciles de administrar, requieren menos infraestructura que la ultrasonografía y son menos invasivas que la palpación rectal, lo que mejora el bienestar animal (Molina, 2024).

#### **2.4.3. Limitaciones y desafíos**

A pesar de su alta sensibilidad, las pruebas que emplean anticuerpos anti-HCG también tienen algunas limitaciones. La principal es que la hormona bCG no solo se produce en las primeras etapas de la gestación, sino también en otras condiciones, como algunas enfermedades infecciosas. Esto puede dar lugar a falsos positivos. Además, la variabilidad en la calidad de los reactivos y el manejo de las muestras puede afectar la precisión de los resultados. Por lo tanto, es importante realizar estas pruebas en condiciones controladas y combinarlas con otros métodos de Diagnóstico para obtener resultados más confiables (García, 2023).

#### **2.5. Anticuerpos anti.HCG de conejo**

Los anticuerpos anti-HCG de conejo son una variante de los anticuerpos utilizados en pruebas inmunológicas para la detección temprana de preñez en diversas especies, incluidos los bovinos. Estos anticuerpos son obtenidos de conejos inmunizados con gonadotropina coriónica humana (HCG), lo que les permite reconocer y unirse específicamente a la hormona HCG o sus derivados presentes en los fluidos corporales de la madre bovina, como la sangre o la orina (Ortiz, 2020).

### **2.5.1. Producción de anticuerpos en conejo**

El proceso de generación de anticuerpos anti-HCG de conejo se basa en la inmunización de conejos con HCG humana. Tras la inyección de la hormona, los conejos producen anticuerpos que se extraen para su posterior uso en pruebas de Diagnóstico. Estos anticuerpos tienen la capacidad de detectar tanto la HCG humana como la gonadotropina coriónica bovina (bCG), que es producida por las vacas durante las primeras etapas de la gestación. Este enfoque es especialmente útil para pruebas rápidas y de bajo costo, que pueden realizarse en el campo sin la necesidad de equipamiento complejo (Hernández, 2020).

### **2.5.2. Ventaja en el Diagnostico reproductivo**

La principal ventaja de utilizar anticuerpos anti-HCG de conejo en pruebas de detección temprana de preñez es su alta especificidad y sensibilidad. Estos anticuerpos pueden identificar niveles bajos de la hormona bCG, permitiendo la detección de preñez en vacas a partir de los 15 a 20 días post-inseminación, mucho antes de que los métodos tradicionales, como la palpación rectal o la ultrasonografía, puedan confirmar el embarazo. Además, el uso de estos anticuerpos es económico, accesible para pequeños y medianos ganaderos, y menos invasivo, lo que mejora el bienestar animal al evitar prácticas como la palpación rectal (Naranjo, 2019).

### **2.5.3. Limitaciones y consideraciones**

A pesar de sus ventajas, el uso de anticuerpos anti-HCG de conejo en la detección de preñez tiene algunas limitaciones. Uno de los principales problemas es la posibilidad de obtener falsos positivos, especialmente en animales que están experimentando infecciones o trastornos metabólicos, los cuales pueden alterar los niveles de HCG o bCG en el organismo. Además, los reactivos utilizados en estas pruebas pueden variar en calidad, lo que afecta la precisión de los resultados. Por lo tanto, es crucial realizar un control de calidad riguroso en la producción de los anticuerpos y utilizar la prueba en condiciones adecuadas para minimizar estos errores (Saigua, 2023).

#### **2.5.4. Especificidad en la detección de preñez**

Los anticuerpos anti-HCG de conejo son altamente específicos para reconocer la gonadotropina coriónica humana (HCG) y su equivalente en bovinos (bCG). Esta especificidad permite que las pruebas basadas en estos anticuerpos detecten niveles bajos de esta hormona desde etapas muy tempranas del embarazo, generalmente a partir de los 15 días post-inseminación, mejorando la precisión diagnóstica y reduciendo la dependencia de métodos tradicionales como la palpación rectal (Melchor et al., 2019).

#### **2.5.5. Mejoras en la gestión reproductiva**

El uso de anticuerpos anti-HCG de conejo permite un Diagnóstico temprano y oportuno, lo que facilita la toma de decisiones rápidas en el manejo reproductivo, como la reintroducción de vacas no preñadas en protocolos de inseminación artificial. Esto ayuda a optimizar la eficiencia reproductiva al reducir los días abiertos y maximizar la productividad del hato (Bosquez, 2022).

#### **2.5.6. Contribución al bienestar animal**

Estas pruebas son menos invasivas que otros métodos como la palpación rectal o incluso la ultrasonografía. Al utilizar fluidos corporales como sangre u orina, minimizan el estrés y el riesgo de lesiones en los animales, promoviendo mejores estándares de bienestar animal en sistemas ganaderos (Casa, 2024).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Yanayacu Centro perteneciente al cantón Quero, provincia de Tungurahua.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

<b>Altitud</b>	3038 msnm
<b>Latitud</b>	01° 22' 45" S
<b>Longitud</b>	78° 36' 25" W
<b>Temperatura máxima</b>	17 °C
<b>Temperatura mínima</b>	8 °C
<b>Temperatura media anual</b>	15 °C
<b>Humedad relativa media anual</b>	86%
<b>Precipitación media anual</b>	1200 mm

Fuente: (GAD Santiago de Quero, 2024)

- **Zona de vida**

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida desde el punto de vista ecológico en consecuencia a un estilo de vida diferente según Leslie Holdridge (1978) el sitio del experimento corresponde a bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

#### 3.2. Metodología

##### 3.2.1. Material en estudio

- 16 vacas Holstein
- Kits de prueba rápida inmunológica basados en anticuerpos anti-HCG de conejo.

### 3.2.2. Factores en estudio

**Factor A:** Bovinos

A1: 16 vacas Holstein

**Factor B:** Tiempo post-inseminación

B1: Prueba inmunológica a los 15 días post-inseminación

B2: Prueba inmunológica a los 30 días post-inseminación

B3: Prueba inmunológica a los 45 días post-inseminación

B4: Diagnóstico estándar mediante ultrasonografía a los 45 días

### 3.2.3. Tratamientos

Descripción de tratamientos

Tratamiento	Código	Detalle
T0	A1B1	Prueba inmunológica a los 15 días post-inseminación
T1	A1B2	Prueba inmunológica a los 30 días post-inseminación
T2	A1B3	Prueba inmunológica a los 45 días post-inseminación
T3	A1B4	Diagnóstico estándar mediante ultrasonografía a los 45 días

### 3.2.4. Descripción técnica del ensayo

Número de localidades:	1
Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales	16
Número de animales por unidad experimental:	1
Número de animales en total:	16

### 3.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para la presente investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DCA).

### 3.2.7. Métodos de evaluación y datos tomados

- **Peso**

El peso se determinó con la ayuda de una cinta bovino métrica la misma que viene expresada en kilogramos, se procedió a medir la altura de la cruz a cada uno de los animales objetos de estudio al inicio y al final de la investigación.

- **Condición corporal**

Variable que determinó la masa corporal por medio de la observación apreciando; costillas, punta del anca, base de la cadera, articulación y ligamento sacro, se determinó de 1 a 5 en escala según el siguiente detalle: (1) Muy flaca, (2) Flaca, (3) Magra, (4) Gorda, (5) Muy gorda.

- **Edad**

Fue expresada en años de vida del animal, tomada como referencia la información brindada por parte de los ganaderos.

- **Sensibilidad**

Se calculó como el porcentaje de vacas gestantes correctamente identificadas como preñadas por las pruebas rápidas inmunológicas. Esta variable fue evaluada para cada tratamiento (T1, T2 y T3) y comparada con los resultados obtenidos mediante ultrasonografía (T4) al día 45 post-inseminación.

- **Especificidad**

Se determinó como el porcentaje de vacas no gestantes correctamente identificadas como vacías por las pruebas rápidas. Las observaciones se realizó al aplicar la prueba en los días asignados (15, 30, 45) y serán validadas con el Diagnóstico por ultrasonografía.

- **Índice de falsos positivos**

Representó el porcentaje de vacas no gestantes Diagnosticadas erróneamente como preñadas. Este dato se registró en los mismos días de evaluación.

- **Índice de falsos negativos**

Se calculó como el porcentaje de vacas gestantes identificadas erróneamente como vacías. La incidencia de falsos negativos fue particularmente relevante en las etapas iniciales.

- **Detección de celo**

Variable categórica que indicó si la vaca mostró signos evidentes de celo y fue detectada para su inseminación. Esta variable se usó para evaluar la eficiencia en la identificación del estro.

- **Tasa de no retorno**

Se calculó como el porcentaje de vacas que no regresan al estro dentro de los 21 días posteriores a la inseminación. Esta variable indicó la probabilidad de que la vaca haya quedado gestante tras el servicio.

### **3.2.8. Manejo de la investigación**

- **Selección de animales**

Para la ejecución de la presente investigación se seleccionaron 16 vacas de la raza Holstein, todas previamente sometidas a inseminación artificial. Los criterios de inclusión fueron estrictos, considerando vacas con edades comprendidas entre 4 y 6 años, pesos corporales entre 450 y 550 kg, y un estado sanitario óptimo, es decir, libres de enfermedades infecciosas o trastornos metabólicos que pudieran interferir en los resultados experimentales.

- **Identificación de los animales**

Cada vaca fue identificada mediante un arete numerado para facilitar su individualización durante el estudio. Además, se colocó una cinta de color en cada animal, correspondiente al tratamiento asignado. Se utilizaron los siguientes códigos cromáticos: azul para el tratamiento T1, verde para T2, rojo para T3 y amarillo para el grupo control (T4).

- **Recolección de muestras de orina**

La recolección de muestras de orina se realizó siguiendo un protocolo sanitario riguroso. En primer lugar, se procedió al lavado de los órganos genitales externos con agua limpia, seguido de una desinfección utilizando una solución antiséptica suave. Posteriormente, se estimuló la micción mediante masajes suaves en la región perineal hasta obtener aproximadamente 5 ml de orina, la cual fue recolectada en recipientes estériles. Cada muestra fue debidamente etiquetada con el número de identificación del animal, el tratamiento asignado y la fecha de recolección. Finalmente, las muestras fueron almacenadas a una temperatura de 4 °C hasta su procesamiento en laboratorio.

- **Aplicación de las pruebas rápidas inmunológicas**

Para la detección de preñez se emplearon kits de pruebas rápidas inmunológicas basados en anticuerpos anti-HCG de conejo. El procedimiento consistió en agitar previamente el reactivo hasta asegurar la disolución total de cualquier precipitado. Luego, se añadió la muestra de orina (5 ml) al reactivo contenido en un tubo de ensayo, realizando una mezcla con movimientos rotatorios durante 15 segundos. La interpretación de los resultados se realizó conforme a las instrucciones del fabricante: un resultado positivo se evidenció por un cambio de color a morado acompañado de la formación de un precipitado, mientras que un resultado negativo se manifestó con un color naranja homogéneo sin precipitado.

- **Condiciones de manejo del hato**

Durante el periodo experimental, las vacas fueron manejadas bajo condiciones estandarizadas para garantizar el bienestar animal y la validez de los resultados. Se les proporcionó una dieta balanceada compuesta por forrajes y concentrados, junto con acceso libre a agua potable. Además, se realizó un monitoreo Diario para registrar cualquier anomalía en la salud o el comportamiento, lo que permitió intervenir oportunamente en caso de necesidad.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. INTERPRETACION DE RESULTADOS

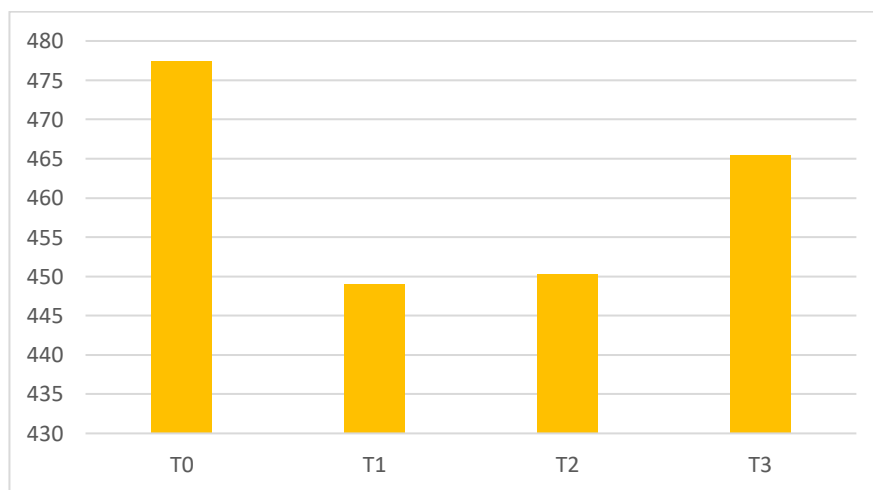
**Tabla 1**

*Peso*

Tratamiento	Peso	NS
T0	477,50	A
T1	449,00	A
T2	450,25	A
T3	465,50	A

**Figura 1**

*Peso*



El peso promedio de vacas por tratamiento, donde todos los tratamientos (T0, T1, T2 y T3) presentan letras iguales (A), lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos. Aunque T0 muestra el mayor peso promedio (477,50) y T1 el menor (449,00), estas variaciones no son estadísticamente

relevantes, por lo que se concluye que el peso no se ve afectado significativamente por los tratamientos aplicados.

Livas, 2019 en su investigación titulada “Evaluación de la tasa de preñez en vacas repetidoras con la aplicación de eCG al momento de la inseminación artificial” obtuvo promedios de peso vivo diferentes en comparación con nuestros resultados, ya que presentaron valores de 338.10 a 367.70 kg.

En relación al resultado obtenido por Livas, determinó valores inferiores, se induce que varios son los causas que intervinieron como manejo zootécnico, stress, calidad de alimento.

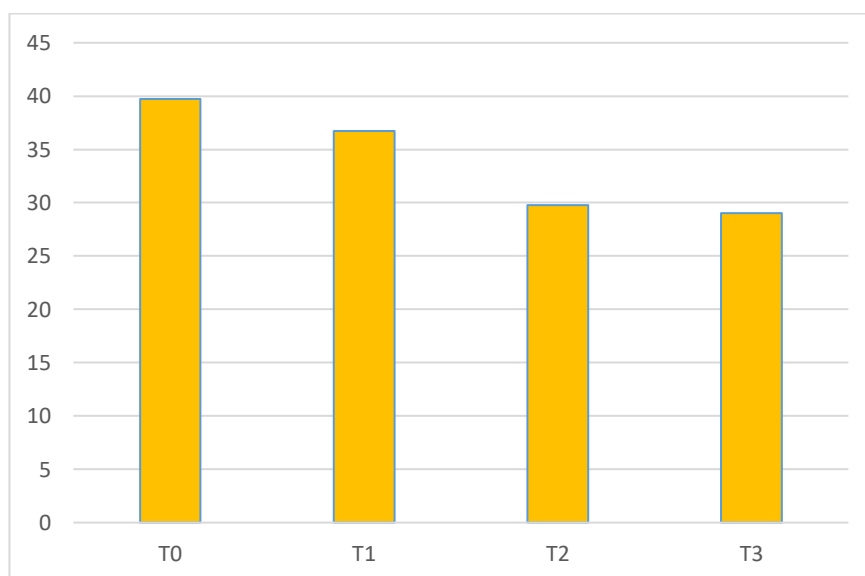
**Tabla 2**

*Edad*

Tratamiento	Edad	*
T0	39,75	B
T1	36,75	A
T2	29,75	B
T3	29	A

**Figura 2**

*Edad*



De acuerdo a los datos obtenidos de la variable edad en vacas por tratamiento, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). El tratamiento con mayor edad promedio fue el T0 (39,75 meses), T1 (36,75 meses) seguido del T2 (29,75 meses) y T3 (29 meses) están en el grupo A, lo que indica diferencias significativas entre sí. Esto infiere que las vacas en T1 y T3 son estadísticamente distintas en edad respecto a las de T0 y T2.

Idrovo, 2020 en su investigación “Preñez en vacas cebuanas sincronizadas y desincronizadas con dispositivos intravaginales y tratadas con dos fuentes comerciales de eCG a los 14 días post inseminación artificial” reporto que en su estudio de 60 vacas experimentales la edad promedio de los animales fueron dentro de 4 a 8 años.

En proporción al resultado obtenido por Idrovo, comprobó una edad superior, esto se prescribe de acuerdo a varios factores como calidad genética en las razas empleadas en su investigación y un mejor manejo zoonótico.

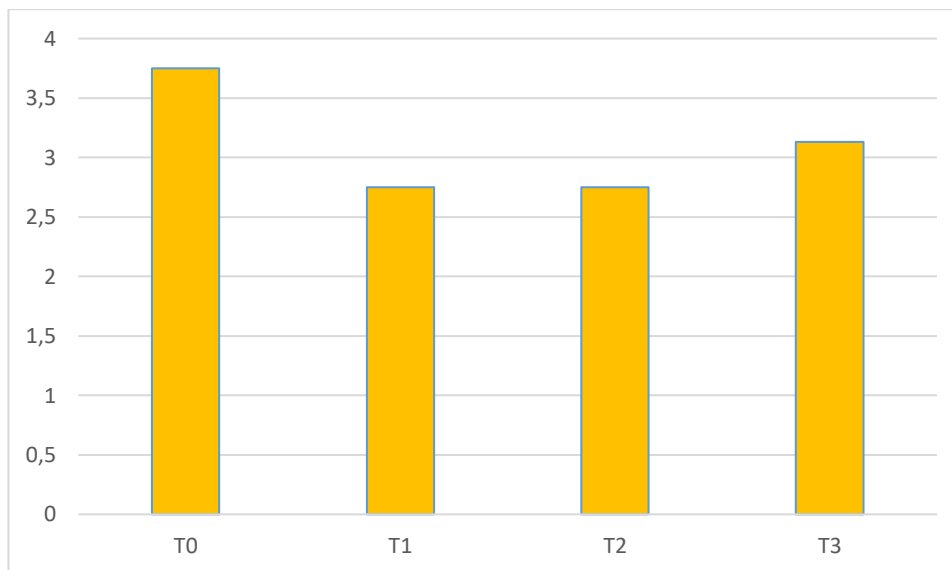
**Tabla 3**

*Condición corporal*

Tratamiento	Condición corporal	*
T0	3,75	A
T1	2,75	A
T2	2,75	AB
T3	3,13	B

**Figura 3**

*Condición corporal*



De acuerdo con la condición corporal en vacas se determinó diferencias estadísticamente significativas indicadas por letras distintas según la prueba de Tukey. T0 presenta la mayor condición corporal promedio (3,75) y pertenece al grupo A, al igual que T1 (2,75), lo que indica que no hay diferencia estadística significativa entre ellos. T2 (2,75) pertenece al grupo AB, es decir, no difiere significativamente ni de T1 ni de T3. T3 (3,13), que pertenece al grupo B, sí difiere estadísticamente de T0. En conjunto, se observa que T0 tiene la mejor condición corporal, mientras que T2 ocupa una posición intermedia y T1 y T3 presentan valores inferiores numéricamente pero ideales para empezar la etapa de preñez.

Suarez, 2022 en su investigación “Detección temprana de preñez en ganado de carne con prueba ELISA usando kit IDEXX Rapid Visual Pregnancy Test®” reporto en su estudio de 20 vacas experimentales la condición corporal promedio fue de 2.75 ideales para el proceso de preñez.

En concordancia con lo reportado por Suarez, se determinó una condición corporal homogénea en todos los grupos experimentales, lo cual es indicativo de un buen estado de salud y condiciones óptimas para sus funciones fisiológicas.

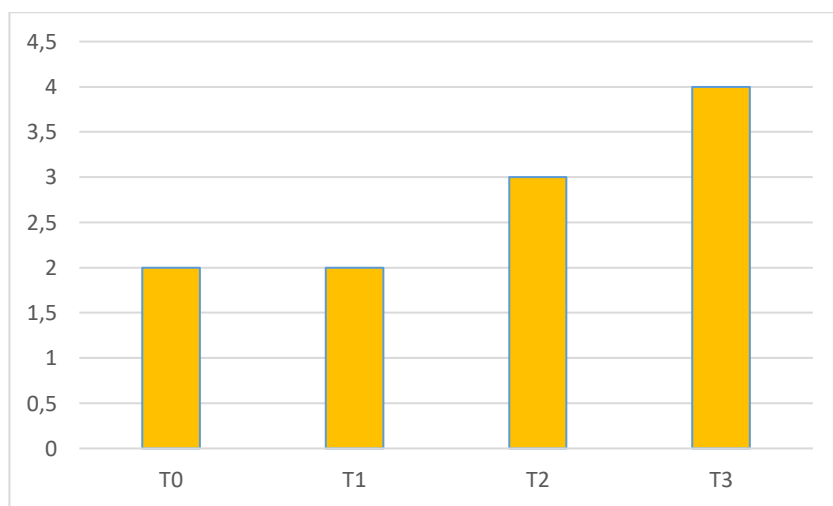
**Tabla 4**

*Sensibilidad*

Tratamiento	Sensibilidad	*
T0	2	A
T1	2	A
T2	3	AB
T3	4	B

**Figura 4**

*Sensibilidad*



La evaluación de la prueba inmunológica rápida frente a la ultrasonografía mostró una sensibilidad variable y notable entre los tratamientos. El grupo T3 exhibió un rendimiento óptimo, alcanzando el 100% de sensibilidad (4 de 4 vacas preñadas correctamente identificadas por la prueba rápida frente a la confirmación ecográfica). En contraste, el grupo T1 y T0 presentó una sensibilidad deficiente del 50% (solo 2 de 4 vacas preñadas). El grupo T2 demostró una precisión del 100% en la coincidencia entre la prueba rápida y la ecografía para las vacas preñadas (3 de 3), y también para la vaca vacía (1 de 1), indicando una alta fiabilidad en este

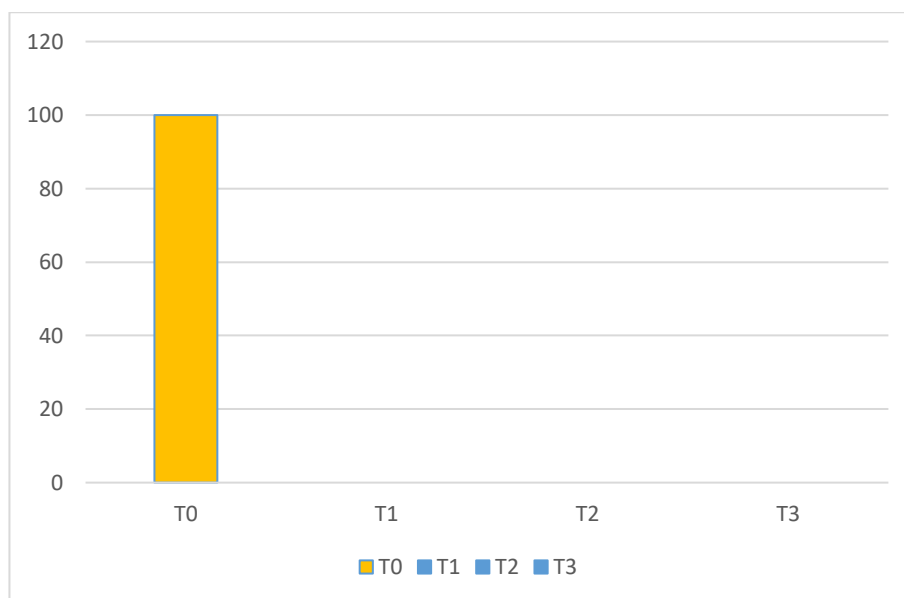
grupo. Estos hallazgos subrayan la influencia significativa del tratamiento en la precisión diagnóstica mediante la prueba inmunológica.

Alvarado, 2021 en su estudio sobre “Aplicación de una prueba inmunológica rápida para el Diagnóstico temprano de preñez en vacas Jersey en sistemas de producción lechera”, se determinó que la sensibilidad de la prueba inmunológica fue del 76% al día 15, del 86% al día 30 y del 92% al día 45, lo que indica una mejora en la capacidad de detección a medida que avanza el tiempo tras la inseminación.

En proporción al resultado obtenido por Alvarado, se concluye que el tiempo transcurrido desde la inseminación influyen directamente en la sensibilidad de la prueba inmunológica.

### Figura 5

#### *Especificidad*



De acuerdo a los datos obtenidos se determinó la especificidad positiva para el grupo T2 que mostro una especificidad del 100%, lo que significa que la prueba inmunológica rápida fue extremadamente precisa en la identificación de vacas no gestantes. En estos tratamientos, la probabilidad de obtener un falso positivo (que la prueba diga que está preñada cuando no lo está) fue nula. Con respecto a los grupos T1 y T3 debido a la ausencia de casos "vacíos" confirmados por

ultrasonografía en el subconjunto de datos proporcionado impiden una evaluación completa de su especificidad, pero para los grupos donde se pudo determinar, la prueba rápida demostró ser un excelente indicador de ausencia de gestación.

Quinteros, 2023 es su investigación “Evaluación de una prueba rápida inmunológica a base de anticuerpos anti-HCG de conejo sobre la detección temprana de preñez en vacas Holstein” reporto la especificidad de la prueba inmunológica al día 15 fue de 70%, al día 30 de 85% y al día 45 de 90%”

En comparación con los resultados encontrados por Quinteros se concluye que la especificidad de la prueba inmunológica varía dependiendo del día de aplicación.

### **Falsos positivos**

No se detectaron falsos positivos en la investigación, lo que significa que la prueba inmunológica nunca identificó incorrectamente a una vaca como preñada cuando en realidad no lo estaba. Este resultado, especialmente evidente en los grupos T0 y T2 donde la especificidad fue del 100%, refleja la alta fiabilidad de la prueba para descartar la gestación y sugiere un manejo reproductivo eficaz que minimiza las condiciones propicias para errores diagnósticos.

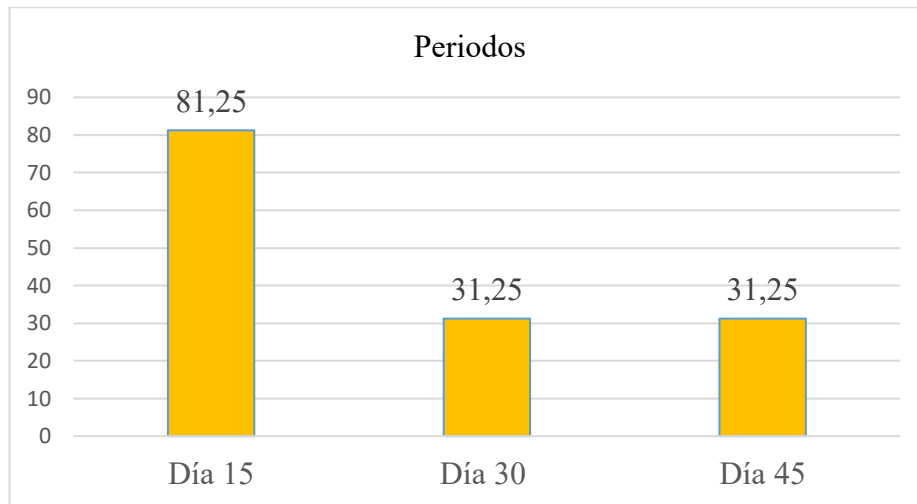
### **Tabla 5**

*Detección de celo día 15 ,20 y 45*

<b>Tratamiento</b>	<b>DÍA 15</b>	<b>Día 30</b>	<b>Día 45</b>
T0	4	2	2
T1	3	2	2
T2	2	1	1
T3	4	0	0

**Figura 6**

*Detección de celo día 15 ,20 y 45*



Con base en los datos obtenidos, se determinó que el mayor porcentaje de detección de estro se registró al día 15 post-inseminación, con un promedio del 81,25 % de hembras que manifestaron signos evidentes de celo. En contraste, durante los días 30 y 45, la manifestación de comportamiento estral disminuyó considerablemente, presentándose en un promedio similar del 31,25 %. Estos resultados reflejan una mayor actividad ovárica y respuesta fisiológica al protocolo hormonal en las fases tempranas del seguimiento reproductivo.

Idrovo, 2020 en su investigación “Preñez en vacas cebuanas sincronizadas y desincronizadas con dispositivos intravaginales y tratadas con dos fuentes comerciales de eCG a los 14 días post inseminación artificial” reporto los parámetros reproductivos de detección de celo en tres periodos detallados el primer periodo (21 días) de 34,45% en el segundo periodo (42 días) 36,45% y al tercer periodo (63 días) de 57,24%.

En proporción al resultado obtenido por Idrovo, decreto una detección de celo similar, resulta que varios son los factores que influyeron como dietas con alta densidad de nutrientes, relación energía y proteína..

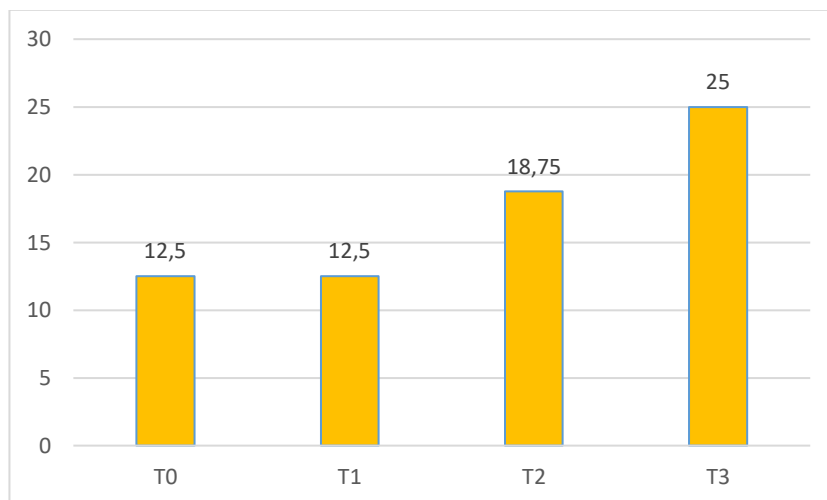
**Tabla 6**

*Tasa de no retorno*

Tratamiento	Día 21	%	*
T0	2	12,5	A
T1	2	12,5	A
T2	3	18,75	AB
T3	4	25	B

**Figura 7**

*Tasa de no retorno*



De acuerdo a los datos obtenidos se determino que los animales que no regresaron al estro o no presentaron celo, con un promedio del 25% fue el T3 mostrando la mejor tasa de retorno con un 25% de vacas sin manifestar celo lo cual puede indicar preñez sin problemas reproductivos seguido de T2 con 18.75% y con menor porcentaje los grupos T0 y T1 que tuvieron una respuesta del 12.5% de no retorno.

Quinteros, 2023 es su investigación “Evaluación de una prueba rápida inmunológica a base de anticuerpos anti-HCG de conejo sobre la detección

temprana de preñez en vacas Holstein” reporto en sus índice de no retorno a los 21 días es de 62,85%

En comparación con los resultados reflejados por Idrovo la presente investigación fue superior en el índice de no retorno esto se atribuye al adecuado manejo de la prueba rápida inmunologica anti-HCG.

#### **4.2. COMPROBACION DE HIPOTESIS**

Según los resultados estadísticos obtenidos, se confirmó la hipótesis alterna, demostrando que la prueba inmunológica basada en anticuerpos anti-hCG de conejo resulta eficaz para la detección temprana de preñez en vacas Holstein, validando su aplicabilidad como herramienta diagnóstica complementaria en programas reproductivos.

## **CAPÍTULO V.**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- La eficacia de la prueba inmunológica en la detección temprana de gestación en vacas Holstein: bajo los protocolos de sincronización T2 y T3, la prueba serológica anti-hCG de conejo alcanzó una sensibilidad diagnóstica del 100 % y una especificidad del 100 % (en los casos con vacas no gestantes), equiparable a la detección por ultrasonografía transrectal.
- La sensibilidad fue del 50 % en T0/T1 frente al 100 % en T2/T3, mientras que la especificidad en los tratamientos con hembras no gestantes evaluables (T0/T2) fue del 100 %. El valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN) se situaron en 100 % en los casos con datos completos, corroborando la alta fiabilidad diagnóstica de la prueba.
- La detección de celo a los 15 Días post-IA fue mayor en T0 y T3, y la tasa de no-retorno (ausencia de estro subsecuente) alcanzó el 25 % en T3 y el 18,75 % en T2, lo que indica una mejor tasa de concepción y sincronía ovárica bajo estos protocolos.

## 5.2. RECOMEDACIONES

- Para maximizar la sensibilidad y especificidad de la prueba anti-hCG, implante protocolos de sincronización similares a T2 y T3, que favorecen una elevación más consistente de los niveles de hCG y sincronizan mejor la ovulación, garantizando así diagnósticos tempranos precisos.
- Realizar evaluaciones serológicas en al menos dos momentos (día 15 y 30 post-IA) para confirmar gestación y minimizar falsos negativos, especialmente en animales con bajo estatus hormonal.
- Dado que la condición corporal y la edad influyen en la respuesta hormonal, mantener a las hembras dentro (2,5–3) y con edades uniformes antes de la IA. Así se reduce la variabilidad biológica y se incrementa la fiabilidad diagnóstica de la prueba inmunológica.
- Realizar investigaciones similares en otras especies animal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F., Otegui, M., Cirilo, A., & Uhart, S. (2023). Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/14738>
- Arévalo, A. (2020). Evaluación de la tasa de preñez en vacas repetidoras de la raza Holstein mestizas con la aplicación de hCG al momento de la inseminación artificial (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana). Repositorio digital Universidad Politécnica Salesiana <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19205>
- Arteaga, R. (2024). Uso de plasma sanguíneo como terapia alternativa en las glándulas mamarias en vacas con mastitis subclínicas (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). Repositorio digital Universidad Técnica de Babahoyo <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16302>
- Ayala, M. (2020). II Jornada de Bienestar Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP. Analecta Veterinaria. <https://revistas.unlp.edu.ar/analecta/article/download/9930/8918>
- Bosquez, M. (2022). Determinación de la eficiencia reproductiva de vacas Holstein Friesian en la provincia de Imbabura, Ecuador (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Repositorio digital Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18301>
- Carreño, J., Cotrina, Y., & Tarazona, L. (2021). Técnicas de detección de gonadotropina coriónica equina "eCG" como procesos de diagnóstico de gestación en yeguas (Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño). Repositorio digital Universidad Antonio Nariño <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/2683/6/2020JulianDavidCarre%C3%B1oRinc%C3%B3n.pdf>

- Casa, J. (2024). Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Mulaló, en el periodo 2023 (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Repositorio digital Universidad Técnica de Cotopaxi <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11842>
- Choque, V., Lara, V., Padilla, J., & Salgado, T. (2021). Efecto de las épocas de siembra sobre las características agronómicas de maíz mprado (*Zea mays*) durante el verano 2020/2021 (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno). Repositorio digital Universidad Autónoma Gabriel René Moreno <https://dicit-uagrm.edu.bo/wpcontent/uploads/2024/08/1-ARTICULO-Victor-Choque.pdf>
- Contreras, C. (2021). Efecto de la suplementación durante el periodo de transición sobre la calidad y producción de calostro y leche en ganado lechero bajo condiciones de trópico bajo (Doctoral dissertation, Universidad de Panamá). <http://up-rid.up.ac.pa/id/eprint/6669>
- Cuevas, R., León, M., & Ramírez, C. (2020). Problemas actuales y desafíos para la salud pública en México. [https://simehbucket.s3.amazonaws.com/miscfiles/978-607-8858-70-5problemas-actuales\\_idspiszp.pdf](https://simehbucket.s3.amazonaws.com/miscfiles/978-607-8858-70-5problemas-actuales_idspiszp.pdf)
- García, C. (2023). Inmovilización de peroxidasa del rábano picante sobre nanopartículas de plata para detección de oxitetraciclina en miel de abeja.
- Gobierno Municipal del Cantón Santiago de Quero. (2024). División Política. [https://www.quero.gob.ec/division-politica/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.quero.gob.ec/division-politica/?utm_source=chatgpt.com)
- Guzman, C. (2024). Aplicación de la GnRH post-inseminación con semen sexado sobre la preñez de vacas Holstein de crianza intensiva (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). Repositorio digital Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga [https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/6315/1/TESIS%20MV210\\_Guz.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/6315/1/TESIS%20MV210_Guz.pdf)

- Hernández, J. (2020). Comparación del resultado de la prueba ELISA IDEXX Rapid Pregnancy Test en vacas gestantes, con ecografía, en la hacienda Santa Clara de la provincia del Carchi, Ecuador.
- López, D. (2022). Plantas andinas y amazónicas del Ecuador con actividad antimicrobiana (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio digital Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34990>
- López, V., Zambrano, J., Cartagena,, Y., & Sangoquiza, C. (2022). Evaluación participativa del uso de acolchado plástico para la producción de maíz suave (*Zea mays* L. var. *amylacea*) con agricultores de la Provincia de Cotopaxi en Ecuador.
- Másmela, J., Romero, F., & Galvis, C. (2020). Tecnologías emergentes para el agro y su aplicación en Colombia. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/38661/Ver\\_Documento\\_38661.pdf?sequence=4](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/38661/Ver_Documento_38661.pdf?sequence=4)
- Melchor, A., Zúñiga, Y., Zulueta, O., Hernández, L., & López, R. (2019). Purificación y caracterización de gonadotropina coriónica humana para uso Diagnóstico. *Revista Cubana de Química*.
- Mesa, L., Robledo, S., Muskus, C., & Manrique, R. (2020). Utilidad de la prueba Diagnóstica de amplificación isotérmica de DNA mediante recombinase y polimerasa (RPA) en términos de sus atributos Diagnósticos y costo-efectividad en comparación con la prueba estándar de Diagnóstico para leishmaniasis cutánea. <https://repository.ces.edu.co/handle/10946/4793>
- Molina, C. (2022). Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Toacaso en el canto Latacunga utilizando funciones de beneficio (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Repositorio digital Universidad Técnica de Cotopaxi <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9647>

- Molina, M. (2024). Nuevas tendencias en el uso de nanopartículas metálicas en análisis agroalimentario. <https://helvia.uco.es/handle/10396/29767>
- Naranjo, D. (2019). Determinación del marcador tumoral CA 15.3 como medida preventiva para la detección de cáncer de mama en mujeres universitarias durante el año 2018 (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Repositorio digital Universidad Central del Ecuador <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/82542371-900e-470c-aefb-06b00d6b15b2/content>
- Ñaupá, P. (2023). Evaluación de los niveles de ácidos grasos no esterificados en suero de vacas lecheras (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María). Repositorio digital Universidad Católica de Santa María <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12986>
- Ortíz, A. (2021). Manual de restricción física y química en animales silvestres. <https://repositorio.udca.edu.co/handle/11158/4236>
- Ortiz, S. (2020). Fundamentos y métodos actuales de detección de celo en bovinos. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/17509>
- Pallchizaca, N. (2024). Función de producción de leche en la provincia del Cañar parroquia Ingapirca (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo). Repositorio digital Universidad Nacional de Chimborazo <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13887>
- Parra, R. (2021). Análisis de la productividad del sector agropecuario en Colombia y su impacto en temas como: encadenamientos productivos, sostenibilidad e internacionalización, en el marco del programa Colombia más competitiva. <https://repositorio.fedesarrollo.org.co/handle/11445/4092>
- Parra, R., & Puyana, R. (2021). Análisis de la productividad del sector agropecuario en Colombia y su impacto en temas como: encadenamientos productivos, sostenibilidad e internacionalización, en el marco del programa Colombia más competitiva. <https://repositorio.fedesarrollo.org.co/handle/11445/4092>

- Patrón, R. (2023). Estrategias para optimizar la eficiencia de las granjas intensivas de vacas de leche. <https://docta.ucm.es/entities/publication/76a9c571-0679-4cf1-9967202fad69ecd7>
- Rojas, C., Loza, E., Rodríguez, S., Figueroa, J., Aguilar, F., Lagunes, R., & Aguilar, F. (2021). Antecedentes y perspectivas de algunas enfermedades prioritarias que afectan a la ganadería bovina en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 111-148. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242021000500006&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242021000500006&script=sci_arttext)
- Saieh, J., Álvarez, V., & Bernal, N. (2024). Sistema de Información para la Gestión Ganadera. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/11928>
- Saigua, F. (2023). Efecto de la eCG en tratamientos super ovulatorios subsecuentes, sobre la fertilidad en la coneja y la viabilidad en los gazapos (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio digital Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/444da737-7688-42b8bfa5-91f6dc8e2919/content>
- Sice, M., Martín, Á. G., & Almendro, J. G. (2022). Presente y futuro del Diagnóstico de gestación en el ganado bovino. In *Anales de Veterinaria de Murcia* (Vol. 36).
- Triviño, V. (2024). Efecto del dispositivo intravaginal bovino post inseminación artificial para evaluar el porcentaje de preñez. <https://docta.ucm.es/entities/publication/76a9c571-0679-4cf1-9967202fad69ecd7>
- Trujillo, J. (2020). Prácticas zootécnicas dolorosas. Evaluación y alternativas para el bienestar animal. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/1276>
- Vera, L. (2023). Memorias del evento U23 Fest: unidos por nuestro bienestar. *Salud UIS*, 55. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/download/14994/13321>
- Vilaña, A. (2024). El comportamiento del autoconsumo y la producción de leche y huevos de los productores agrícolas rurales en las provincias de la sierra

(Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio digital Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40705>

Zumbana, C., Sánchez, M., Zumbana, R., Poveda, D., Laguna, M., Fernández, D., & Chimborazo, G. (2024). Impacto de la microbiota intestinal en el control metabólico y la progresión de la Diabetes mellitus: un desafío a la sostenibilidad de la salud en el siglo XXI. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, 177-184. <https://edsociety.iberojournals.com/index.php/IBEROEDS/article/view/688>

## ANEXOS

### Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Ficha control reproductivo

EMPRESA *Hacienda la Playa T0*

CONTROL REPRODUCTIVO DE HEMBRAS PARA REPRODUCCION

VACA O NOVILLA No	CALOR, MONTA O INSEMINACION			PALPACION		CONCEPCION	PARTO		CRIA			MORTALIDAD PRENATAL			
	FECHA	INSEMINADOR	TORO	FECHA	RESULTADO	<i>Continuar</i> FECHA	FECHA POSIBLE DE PARTO	FECHA REAL DE PARTO	M	H	No	PESO KGRS	FECHA	EDAD FETO	CAUSA
210	25/04	ST	Fill		+	✓									
215	25/04	ST	Fill		+	✓									
219	25/04	ST	Fill		-	-									
223	25/04	ST	Fill		-	-									

*José Paredes, tomado*

*[Signature]*

EMPRESA *Hacienda la Playa T1*

CONTROL REPRODUCTIVO DE HEMBRAS PARA REPRODUCCION

VACA O NOVILLA No	CALOR, MONTA O INSEMINACION			PALPACION		CONCEPCION	PARTO		CRIA			MORTALIDAD PRENATAL			
	FECHA	INSEMINADOR	TORO	<i>Act. Recg</i> FECHA	RESULTADO	<i>Continuar</i> FECHA	FECHA POSIBLE DE PARTO	FECHA REAL DE PARTO	M	H	No	PESO KGRS	FECHA	EDAD FETO	CAUSA
120	25/04	ST	Fill	14/05	+	✓									
121	25/04	ST	Fill	14/05	-	✓									
142	25/04	ST	Fill	14/05	+	✓									
144	25/04	ST	Fill	14/05	-	✓									

*José Paredes, tomado*

*[Signature]*

EMPRESA *Hacienda la Playa T2* CONTROL REPRODUCTIVO DE HEMBRAS PARA REPRODUCCION

VACA O NOVILLA No	CALOR, MONTA O INSEMINACION			PALPACION		CONCEPCION	PARTO			CRIA			MORTALIDAD PRENATAL		
	FECHA	INSEMINADOR	TORO	Anti-Hcg FECHA	RESULTADO	Fecha	FECHA POSIBLE DE PARTO	FECHA REAL DE PARTO	M	H	No	PESO KGRS	FECHA	EDAD FETO	CAUSA
152	25/04	ST.	Fill	25/05	+	✓									
159	26/04	ST.	Fill	28/05	+	✓									
168	25/04	ST.	Fill	25/05	+	✓									
170	26/04	ST.	Fill	28/05	-	-									

*José Pacal Jaraque* *Jaraque*

EMPRESA *Hacienda la Playa T3* CONTROL REPRODUCTIVO DE HEMBRAS PARA REPRODUCCION

VACA O NOVILLA No	CALOR, MONTA O INSEMINACION			PALPACION		CONCEPCION	PARTO			CRIA			MORTALIDAD PRENATAL		
	FECHA	INSEMINADOR	TORO	Anti-Hcg FECHA	RESULTADO	Fecha	FECHA POSIBLE DE PARTO	FECHA REAL DE PARTO	M	H	No	PESO KGRS	FECHA	EDAD FETO	CAUSA
234	25/04	ST.	Fill	25/06	+	✓									
237	25/04	ST.	Fill	28/06	+	✓									
239	25/04	ST.	Fill	23/06	+	✓									
303	25/04	ST.	Fill	28/06	+	✓									

*José Pacal Jaraque* *Jaraque*

## Anexo 4. Fotografías

### Inspección y selección animal



### Limpieza vulvar



### Preparación de instrumentos



### Inseminación artificial bovina



**Recolección de orina**



**Toma de muestra inmunológica**



**Chequeo de preñez**



**Visita de campo**



## **Anexo 5.** Glosario de términos técnicos

**Anticuerpos anti-HCG:** Proteínas específicas diseñadas para reconocer la gonadotropina coriónica humana (HCG). En esta investigación, se utilizan para identificar biomarcadores hormonales en vacas Holstein durante las primeras etapas de gestación.

**Biomarcadores reproductivos:** Moléculas producidas durante el embarazo, como las glicoproteínas asociadas a la gestación (Págs.), utilizadas en Diagnósticos precoces de preñez.

**Concordancia Diagnóstica:** Nivel de coincidencia entre los resultados de dos métodos Diagnósticos, como las pruebas rápidas inmunológicas y la ultrasonografía.

**Condición corporal:** Escala visual y táctil que evalúa el estado energético de una vaca, determinante para su capacidad reproductiva y producción láctea.

**Días abiertos:** Periodo entre el parto y la concepción siguiente, cuyo control es esencial para la rentabilidad en sistemas de producción ganadera.

**Especificidad Diagnóstica:** Mide la capacidad de una prueba para excluir correctamente a los animales no preñados, reduciendo los errores de falsos positivos en los resultados.

**Falsos negativos:** Casos en los que una vaca preñada no es detectada como tal por la prueba, usualmente en las etapas iniciales del embarazo por niveles bajos de biomarcadores.

**Falsos positivos:** Resultados erróneos que indican preñez en vacas no gestantes, frecuentemente ocasionados por condiciones metabólicas o infecciones que interfieren en los biomarcadores.

**Fertilidad aparente:** Indicador que mide la proporción de animales preñados en relación con los servicios realizados durante un periodo específico.

**Gonadotropina coriónica bovina (bCG):** Hormona producida por las vacas en las primeras etapas del embarazo, detectada por las pruebas rápidas para confirmar preñez de manera temprana y no invasiva.

**Índice de no retorno:** Proporción de vacas que no regresan al celo después de la inseminación, indicador del éxito reproductivo medido en sistemas ganaderos intensivos.

**Índices reproductivos:** Conjunto de indicadores utilizados para evaluar el desempeño reproductivo, incluyendo el número de servicios por concepción y el índice de no retorno.

**Kappa de Cohen:** Métrica estadística que mide la concordancia entre dos métodos de Diagnóstico, considerando la proporción de acuerdo observado y el esperado por azar.

**Micción inducida:** Procedimiento que estimula a las vacas para orinar, facilitando la recolección de muestras de orina para análisis reproductivo.

**Mortalidad embrionaria:** Pérdida del embrión durante las primeras semanas de gestación, un desafío común que afecta los índices de fertilidad en sistemas lecheros.

**Palpación rectal:** Técnica tradicional para Diagnosticar preñez en vacas mediante exploración manual del tracto reproductivo, considerada menos precisa y más invasiva en comparación con las pruebas inmunológicas.

**Precisión Diagnóstica:** Grado en que los resultados de un método reflejan correctamente el estado real de preñez o vacío en las vacas evaluadas.

**Protocolo de reacción:** Secuencia estandarizada para realizar pruebas inmunológicas, asegurando precisión y reproducibilidad en los resultados.

**Pruebas rápidas inmunológicas:** Métodos Diagnósticos basados en reacciones antígeno-anticuerpo que permiten determinar el estado de preñez mediante la detección de biomarcadores específicos en muestras biológicas.

**Retorno a la ciclicidad:** Proceso mediante el cual una vaca reanuda sus ciclos reproductivos tras el parto, crítico para la planificación reproductiva eficiente.

**Sensibilidad Diagnóstica:** Indicador que mide la capacidad de una prueba para identificar correctamente a los animales preñados, expresado como el porcentaje de verdaderos positivos detectados.

**Sensores hormonales:** Herramientas que detectan cambios hormonales relacionados con la reproducción, como la presencia de bCG, para determinar estados de preñez.