



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA  
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA DE  
MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE  
LECHE EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO DE  
ABRIL - AGOSTO DEL 2023.”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico  
Veterinario

**Autor:**  
Landeta Martínez Ricardo Francisco

**Tutor:**  
Veloz Veloz Dina Maricela, MVZ. M.Sc.

**LATACUNGA – ECUADOR**  
**Agosto 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Landeta Martínez Ricardo Francisco, con cédula de ciudadanía No. 0504263666, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Factores que afectan la eficiencia de la inseminación artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la Provincia de Cotopaxi en el periodo de abril - agosto del 2023” siendo la Médica Veterinaria y Zootecnista M.Sc. Dina Maricela Veloz Veloz, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a su representante legal de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de agosto del 2023



Ricardo Francisco Landeta Martínez  
Estudiante  
CC: 0504263666



MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, M.Sc.  
Docente Tutor  
CC: 1720299302

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LANDETA MARTÍNEZ RICARDO FRANCISCO**, identificado con cédula de ciudadanía **0504263666** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “ Factores que afectan la eficiencia de la inseminación artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi en el periodo abril – agosto del 2023”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Marzo 2019 – Agosto 2019

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de Mayo del 2023

Tutor: Mvz. Dina Maricela Veloz Veloz, M.Sc.

Tema: “Factores que afectan la eficiencia de la inseminación artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi en el periodo abril – agosto del 2023”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b. La publicación del trabajo de grado.
- c. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e. Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de agosto del 2023



Ricardo Francisco Landeta Martínez  
**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO DE ABRIL - AGOSTO DEL 2023.”**de Landeta Martínez Ricardo Francisco, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de agosto del 2023

  
MVZ. Dina Mariela Veloz Veloz, M.Sc.

**DOCENTE TUTORA**

CC: 172029930

## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

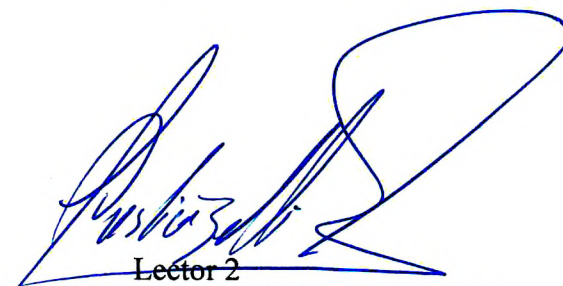
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, al postulante: Landeta Martínez Ricardo Francisco, con el título del Proyecto de Investigación: “FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO DE ABRIL - AGOSTO DEL 2023.”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

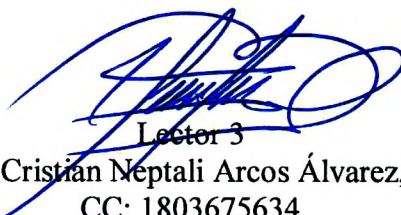
Latacunga, 14 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)  
MVZ. Edie Gabriel Molina, Mtr.  
CC: 1722547278



Lector 2  
MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.  
CC: 0501942940



Lector 3  
MVZ. Cristian Neptali Arcos Álvarez, Mg.  
CC: 1803675634

## **AGRADECIMIENTO**

La realización de esta presente investigación ha sido sin una de mis más grandes experiencias que he logrado a lo largo de mi formación académica, por lo cual expreso mi más grande agradecimiento al MVz. Gabriel Molina por sus consejos y enseñanzas, apoyándome en cada etapa del proyecto de tesis y brindarme su mano amiga, motivándome a que no me deje caer por las adversidades que se puedan presentar en la vida, por sus aportes, apoyo y su gran dedicación a la docencia.

Me siento sumamente agradecido con Dios, mi familia y amigos que fueron mi motor de apoyo para lograr este éxito, que tras sus palabras de aliento me motivaron a seguir caminando y luchando por los sederos duros de la vida,

*Ricardo Francisco Landeta Martínez-*

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de titulación va dedicado a mi querido Dios, a mis padres, hermanos, esposa e hijo (NOE) quienes, con su amor y apoyo incondicional estuvieron presentes en cada etapa de mi vida, por enseñarme que los sueños se hacen realidad con trabajo duro y determinación. Este gran logro también es de todos ustedes.

Siempre voy a estar agradecido con mi familia y grandes amigos, quienes me supieron dar la mano en los momentos más difíciles de mi vida, nunca olvidare sus palabras de aliento y motivación que me permitieron seguir en pie de lucha.

A mi querido abuelo Pedro y a mi tío Walter que siempre creyeron en mí y me inspiraron a nunca renunciar a mis sueños. Aunque mi abuelo ya no esté físicamente conmigo, su legado vive en cada página de esta tesis.

*Ricardo Francisco Landeta Martínez-*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO DE ABRIL - AGOSTO DEL 2023.”**

AUTOR: Landeta Martínez Ricardo Francisco.

**RESUMEN**

El problema de la implementación de la inseminación artificial en bovinos según los productores de las parroquias de Cotopaxi, radica en que los procedimientos de inseminación artificial involucra una serie de gastos, como la adquisición y almacenamiento de semen de bovinos de alto valor genético, el equipamiento y mantenimiento de las instalaciones necesarias para realizar la inseminación, así como los servicios del personal capacitado para llevar a cabo el proceso de manera adecuada, lo cual suponen una barrera para muchos productores de ganado. Por lo tanto, el presente estudio se enfocó en identificar los factores que afectan el éxito de la Inseminación Artificial (IA) en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche. La población consistió en el análisis de los pequeños productores donde se escogió diferentes parroquias de la provincia de Cotopaxi, se seleccionó una muestra de 44 bovinos los cuales fueron utilizados para realizar el procedimiento de IA. A través de encuestas y análisis estadísticos, se evaluaron diversos factores ambientales, manejo y técnicas de IA que podrían influir en la efectividad de la inseminación. Los resultados revelaron que en las parroquias donde se realizó la IA estaba significativamente relacionada con la detección del retorno del celo a los 21 días con la presencia de flujo vaginal en las vacas. Además, se encontró que la raza de toro Holstein fue la más utilizada y de la misma manera influyó en la eficiencia de la IA. Sin embargo, factores como la edad, condición corporal y tiempo de duración de la IA no mostraron asociaciones significativas con su efectividad. Con base a estos hallazgos, se desarrolló un protocolo de Inseminación Artificial que tiene como objetivo mejorar la eficacia del procedimiento en el ganado bovino, considerando los factores identificados como determinantes en el proceso reproductivo. Este protocolo incluye la selección cuidadosa de toros con alta eficiencia reproductiva, sincronización del celo, examen pre-IA y monitoreo post-IA para garantizar una evaluación precisa de la salud de las vacas. Además, se destaca la importancia de la capacitación del personal y la consideración de factores ambientales para maximizar la tasa de concepción.

**PALABRAS CLAVES:** Inseminación Artificial (IA), bovinos de leche, protocolo, mejoramiento genético.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF ARTIFICIAL INSEMINATION IN THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM OF DAIRY CATTLE IN THE PROVINCE OF COTOPAXI IN THE PERIOD OF APRIL - AUGUST 2023.”**

AUTHOR: Landeta Martínez Ricardo Francisco

**ABSTRACT**

The present study aimed to identify the factors that affect the success of Artificial Insemination (AI) in the sustainable genetic improvement program of dairy cattle. The population consisted of small dairy cattle producers in a parish, and a sample of 44 farmers who used AI in their activities was selected. Through surveys and statistical analysis, various environmental, management, and AI technique factors that could influence the procedure's effectiveness were evaluated. The results revealed that AI efficiency was significantly related to detecting the return of estrus at 21 days, the parish where AI was performed, and the presence of vaginal discharge in cows. Additionally, the breed of the bull used also influenced AI efficiency. However, factors such as age, weight, body condition, and AI duration did not show significant associations with its effectiveness. Based on these findings, an AI protocol was developed aiming to improve the procedure's efficacy in dairy cattle, considering the identified factors as determinants in the reproductive process. This protocol includes the careful selection of bulls with high reproductive efficiency, estrus synchronization, pre-AI examination, and post-AI monitoring to ensure a precise evaluation of cow health. Furthermore, the importance of staff training and consideration of environmental factors are highlighted to maximize conception rates.

**KEYWORDS:** Artificial Insemination (AI), dairy cattle, protocol, genetic improvement.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUDITORIA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. BENEFICIARIOS .....	4
3.1 Directos.....	4
3.2 Indirectos .....	4
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
5. OBJETIVOS.....	7
5.1 Objetivo general.....	7
5.2 Objetivos específicos .....	7
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS .....	8
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	10
7.1 Conceptos básicos sobre la inseminación artificial en bovinos de leche .....	10
7.2. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial .....	11
7.2.2. Desventajas de la IA.....	11
7.3. Factores que afectan la eficiencia reproductiva utilizando IA.....	12
7.3.1. Eficiencia reproductiva.....	14
7.4 Técnicas de inseminación artificial .....	14
7.5 Factores que Afectan los Resultados de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo .....	16
7.6 El valor económico de la inseminación artificial .....	16
7.8 Proceso de inseminación .....	17
7.8.1. Momento de la inseminación.....	18
7.8.2. Preparación .....	18
7.8.2. Técnicas .....	18
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19

8.1 Materiales .....	19
8.2 Métodos .....	19
8.3 Población y muestra .....	20
8.4 Recolección de información .....	20
8.5 Análisis de datos .....	20
9. RESULTADOS .....	21
9.1. Efectividad de la inseminación artificial .....	21
9.2 Relacionar los factores ambientales con el resultado de la Inseminación Artificial .....	21
9.3 Relacionar los factores del animal con el resultado de la Inseminación Artificial. ....	24
9.4 Relacionar la técnica de inseminación con el resultado de la inseminación. ....	29
9.5. Desarrollar un protocolo de Inseminación Artificial de acuerdo con los factores identificados .....	35
10. CONCLUSIONES.....	38
11. Recomendaciones .....	39
12. BIBLIOGRAFÍA .....	40
13. ANEXOS .....	43
Anexo 1. Hoja de vida del estudiante. ....	43
Anexo 2. Hoja de vida de la docente tutora.....	44
Anexo 3. Cuestionario para productores .....	46
Anexo 4. Inseminación Artificial en la parroquia de Belisario Quevedo.....	49
Anexo 5. Inseminación Artificial en la parroquia de José Guango .....	49
Anexo 6. Inseminación Artificial en la parroquia de Santa Ana. ....	49
Anexo 7. Inseminación Artificial Parroquia Alaquez. ....	50
Anexo 8. Inseminación Artificial en la parroquia de Mulaló. ....	50
Anexo 9. Inseminación Artificial en el cantón Pujilí. ....	50
Anexo 10. Aval de Traducción.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la investigación .....	19
---	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos .....	8
Tabla 2 Retorno del Celo a los 21 Días .....	21
Tabla 3 Parroquias en las cuales se desarrolló el estudio .....	21
Tabla 4 Resultados del Chi Cuadrado para la eficiencia del IA y la parroquia.....	22
Tabla 5 Tipos de suelo de las parroquias.....	23
Tabla 6 Resultados del Chi Cuadrado para la eficiencia del IA y el tipo de suelo de las parroquias .....	23
Tabla 7 Raza del toro.....	24
Tabla 8 Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la raza del toro .....	24
Tabla 9 Nombre del toro.....	25
Tabla 10 Edad de la vaca.....	26
Tabla 11 Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la edad de la vaca.....	26
Tabla 12 Condición corporal de la vaca .....	27
Tabla 13 Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la condición corporal .....	28
Tabla 14 Presencia de flujo vaginal.....	28
Tabla 15 Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la presencia de flujo vaginal .....	29
Tabla 16 Temperatura ambiental de inseminación.....	30
Tabla 17 Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la temperatura de inseminación .....	30
Tabla 18 Horas de diferencia entre el celo y la IA .....	31
Tabla 19 Resultados del Chi Cuadrado para la efectividad de la IA y las horas de diferencia entre el celo y la IA.....	32
Tabla 20 Tiempo de dura la inseminación artificial (min) .....	33
Tabla 21 Resultados del Chi Cuadrado para la efectividad de la IA y el tiempo de dura la inseminación artificial (min) .....	34
Tabla 22 Resultados del Chi Cuadrado para la temperatura de inseminación y las horas de diferencia entre el celo y la IA.....	34

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Factores que afectan la eficiencia de la Inseminación Artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi en el periodo Abril- agosto del 2023

**Fecha de inicio:** marzo 2023

**Fecha de finalización:** septiembre 2023

**Lugar de ejecución:** Parroquias Alaquez, Belisario Quevedo, Ignacio Flores, Juan Montalvo, Mulaló, Saquisilí, Pujilí y Santa Ana.

**Unidad Académica que auspicia:** Por definir

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Implementación del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi.

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor/a:** Mvz. Dina Maricela Veloz Veloz, MSc.

**Estudiantes:** Ricardo Francisco Landeta Martínez

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La baja productividad del ganado autóctono, la erosión del suelo y el rápido crecimiento actual de la población dificultan satisfacer los requerimientos de alimentos. En este sentido el ganado bovino es un elemento esencial de la producción pecuaria, destacando que en Ecuador la ganadería bovina representa el 1.4% del total del aporte económico del sector pecuario que fue efectuado en el PIB nacional, adicionalmente, es una fuente de ingresos relevante para los ecuatorianos y un generador de empleo (1). El manejo reproductivo es un elemento clave para el éxito de cualquier ganadería lechera. La lactancia siempre comienza con el nacimiento de un ternero que es el resultado de la concepción. Cualquier retraso en la concepción ligado a un mal manejo de la función reproductiva o a una disfunción de esta función en los animales conduce necesariamente a una pérdida de producción que aumenta con el alargamiento del posparto (2). En este contexto, el manejo convencional de la reproducción mediante el uso de toros reproductores se está volviendo ineficaz, debido a que la elección de un toro de cría en el medio campesino es a menudo subjetiva, en función del tamaño del animal en ausencia de informaciones genéticas. Además, los costos de cría de dicho toro le cuestan a la granja gastos adicionales. Esta práctica también puede conducir a la diseminación de enfermedades (brucelosis, por ejemplo) en el caso de permutaciones de toros reproductores entre granjas; Por lo que, el uso de la inseminación artificial (IA) se convierte en una alternativa segura para solucionar los problemas planteados, ya que el semen proviene de toros evaluados localmente dentro del programa de mejoramiento genético (3).

La práctica se realiza en el momento deseado mediante material antiséptico, lo que aumenta las posibilidades de concepción y reduce los problemas de salud. En comparación con el apareamiento natural, la IA ha demostrado ser beneficiosa para el mejoramiento genético al utilizar toros probados y disminuir el riesgo de transmisión de enfermedades venéreas. Además, permite mantener registros de reproducción precisos necesarios para un buen manejo del hato, ofrece un servicio económico y evita lesiones durante el apareamiento. Aunque se han presentado algunas desventajas, estas han sido superadas en la actualidad por las ventajas vinculadas con esta técnica (4).

Esta situación ha derivado que se desarrollen técnicas enfocadas en el mejoramiento genético, como es la inseminación artificial, sin embargo, su éxito depende de un conjunto de factores intrínsecos y extrínsecos, como: el momento de la inseminación (20.2 %), el desequilibrio nutricional (20.0%), la gestión de problemas técnicos (19 %), los problemas de higiene (17.5 %), los problemas de detección del celo (12.2 %), la falta de habilidad de los técnicos de inseminación artificial (5.6%) y problemas reproductivos (5.6%). Destacando en particular que,



equilibrar la alimentación y el momento de la inseminación tuvo un profundo impacto en la tasa de concepción de las vacas (5).

Por otro lado, los factores que afectan la inseminación incluyen el manejo adecuado de los protocolos de sincronización del estro, basados en el uso de hormonas como la GnRH y la prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$  o dispositivos con progesterona y estradiol (6).

Existen diferentes factores que pueden afectar la tasa de concepción por servicio de IA. (4) Entre ellos, factores relacionados con las vacas, que incluyen la fertilidad de las vacas, la condición corporal, el estrés ambiental, la fertilidad del toro/calidad del semen, la precisión de la detección del celo, el momento de la IA, la eficiencia de las técnicas de IA, las habilidades de los inseminadores, el cuidado del semen recolectado, procesado y almacenado, además, el riesgo de todos estos factores varía según el tipo de sistema de producción, el nivel del negocio lechero e incluso con la agroecología(7). Esto señalan que, la eficiencia del técnico inseminador es un factor decisivo en los resultados positivos de la IA.

La implementación de biotecnologías implica cambios sustanciales en el manejo general de la ganadería. Por lo tanto, es necesario analizar los factores posibles en relación con el éxito de la Inseminación Artificial (IA) de los pequeños productores que se dedican a producir leche, con el fin de determinar cuáles son los factores de mayor impacto en la eficacia de la IA. Y en consecuencia desarrollar un protocolo de IA, específico para cada parroquia.

Por lo que, si se desea mejorar la eficacia de la Inseminación Artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche, se debe determinar cuáles son las causas principales que pueden influir en el éxito del proyecto.

### **3. BENEFICIARIOS**

#### **3.1 Directos**

- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario

#### **3.2 Indirectos**

- Pobladores de las parroquias de Alaquez, Belisario Quevedo, Ignacio Flores, Juan Montalvo, Mulaló, Pujilí, Saquisilí y Santa Ana pertenecientes a la provincia de Cotopaxi.

#### 4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cantón Latacunga tiene una población de 170,489 habitantes según el censo del año 2010, su altitud varía desde los 2,700 hasta los 3,000 metros sobre el nivel del mar, las provincias de Latacunga Oriental ocupan aproximadamente 35842,75 hectáreas que corresponde al 25.79% del territorio del cantón, presentan precipitaciones entre los 500 y 1250 mm y presenta temperaturas medias anuales entre los 6 y 12 °C, debido a estas condiciones, desempeñan un papel crucial en la industria ganadera de la provincia de Cotopaxi, y presentan una área de pastoreo de 3,460.811 hectáreas, lo que representa el 9.66% del territorio cantonal (8). Además, su economía y actividad agrícola se encuentran estrechamente ligadas al sector ganadero, siendo una fuente importante de empleo y generación de ingresos.

No obstante, se ha determinado que la inseminación artificial tiene una eficiencia de 60% y se efectúa un aproximado de 30 inseminaciones artificiales cada mes, solo en el cantón Loja, no se obtuvo información referente a Latacunga (9). De igual manera, se señala que, como resultado de las inseminaciones artificiales, nacieron 213 crías, de las razas Brown Swiss, Holstein y Jersey (10). Estos datos indican una mayor preferencia por la monta natural con respecto a la inseminación artificial.

El problema de la implementación de la inseminación artificial en bovinos según los productores de las parroquias de Cotopaxi, radica en que los procedimientos de inseminación artificial bovina involucran una serie de gastos, como la adquisición y almacenamiento de semen de toros de alto valor genético, el equipamiento y mantenimiento de las instalaciones necesarias para realizar la inseminación, así como los servicios de personal capacitado para llevar a cabo el proceso de manera adecuada, lo cual suponen una barrera para muchos productores ganaderos.

Por otro lado, se ha observado que existe una falta de conocimiento y conciencia por parte de los productores de bovinos de la provincia de Cotopaxi sobre las ventajas y beneficios de la inseminación artificial. Muchos productores no están familiarizados con esta técnica reproductiva y no comprenden cómo puede mejorar la eficiencia y la calidad genética de sus hatos. La falta de conocimiento sobre la inseminación artificial puede llevar a que los productores opten por métodos de reproducción natural, que pueden ser menos efectivos en términos de éxito reproductivo y mejoramiento genético.

Además, la falta de acceso a información adecuada y a programas de capacitación limita la posibilidad de que los productores adquieran las habilidades necesarias para llevar a cabo la inseminación artificial de manera exitosa. Esto se traduce en una oportunidad perdida para

mejorar la genética de sus animales y maximizar la productividad de sus hatos. Así mismo, se ha mencionado que la inseminación artificial requiere de un manejo y logística más precisos, incluyendo la identificación precisa del momento del celo de la vaca, la coordinación con el técnico de inseminación y la disponibilidad de un lugar adecuado para realizar el procedimiento (9).

Finalmente, algunos productores prefieren la monta natural debido a su percepción de un mayor control y seguridad en el proceso reproductivo, según su opinión la monta natural permite una mejor selección de toros con características deseadas y una mayor probabilidad de éxito en la reproducción.

En este contexto, la mayoría de los productores que forman parte del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi, utilizan la monta directa como medio de reproducción en sus vacas, lo cual acarrea problemas preocupantes como la transmisión de enfermedades reproductivas y la falta de selección de reproductores que permitan la incrementar los fenotipos de interés económico en la progenie. Por lo tanto, se propone identificar los factores que afectan la inseminación para desarrollar un protocolo que permita alcanzar al menos el 70% de éxito en la IA.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Identificar los factores que afectan el éxito de la Inseminación Artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Relacionar los factores ambientales con el resultado de la Inseminación Artificial.
- Asociar los factores del animal con el resultado de la Inseminación Artificial.
- Correlacionar la técnica de inseminación con el resultado de este proceso.
- Desarrollar un protocolo de Inseminación Artificial de acuerdo con los factores identificados

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

**Tabla 1**

*Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos*

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Relacionar los factores ambientales con el resultado de la Inseminación Artificial.	Diseño de la encuesta	Encuesta para la obtención de información primaria sobre los factores ambientales	Encuesta a los productores
	Recolección de información primaria sobre los factores ambientales	Lista de factores ambientales	Software estadístico R
	Organización de la información	Relación estadística entre las variables analizadas	
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
	Diseño de la encuesta	Encuesta para la obtención de información primaria sobre los factores ambientales	Encuesta a los productores
	Recolección de información primaria sobre los factores del animal	Lista de factores relacionados con el animal	Software estadístico R
	Organización de la información	Relación estadística entre las variables analizadas	
<b>Objetivo 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>

Correlacionar la técnica de inseminación con el resultado de la inseminación.	Diseño de la encuesta Recolección de información primaria sobre los resultados de la inseminación	la encuesta para la obtención de información primaria sobre los resultados de la inseminación	Encuesta a los productores Software estadístico R
	Organización de la información Análisis estadístico inferencial	Lista de factores ambientales Relación estadística entre las variables analizadas	

<b>Objetivo 4</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Desarrollar un protocolo de Inseminación Artificial de acuerdo con los factores identificados	Descripción detallada de los procedimientos Prueba del protocolo Determinación de indicadores y actividades requeridas para la evaluación de la eficiencia y la mejora continua del protocolo	Protocolo Eficiencia de al IA Procedimiento para la evaluación de la eficiencia y la mejora continua	Análisis documental

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1 Conceptos básicos sobre la inseminación artificial en bovinos de leche

La detección adecuada del celo es un factor clave para el éxito de la Inseminación Artificial (IA) en el campo. Esto implica la identificación precisa del momento en que la vaca está en estro y la habilidad para realizar la inseminación. Esto menciona Marizancén & Artunduaga (6). Se ha descrito una técnica enfocada en el proceso de Inseminación Artificial (IA) que es el sistema AM - PM y PM - AM. Esto significa que las vacas que se observan en estro por la mañana deben ser inseminadas durante la tarde del mismo día, mientras que las vacas observadas en celo por la tarde deben ser inseminadas después del amanecer del día siguiente. Estas observaciones se basan en la detección visual, la palpación de los ovarios y los datos registrados sobre los servicios o montas dadas.

La inseminación artificial se ha definido como un proceso mediante el cual se recoge el espermatozoide del macho, se procesa, se almacena y se introduce artificialmente en el tracto reproductivo de la hembra con el propósito de lograr la concepción. El semen se recoge del toro, se congela a baja temperatura y se almacena en un recipiente con nitrógeno líquido a una temperatura de menos 196 grados centígrados para su posterior uso. La inseminación artificial se ha convertido en una de las técnicas más importantes desarrolladas para la mejora genética de los animales de granja. Ha sido ampliamente utilizada en la cría de ganado lechero como una práctica de manejo muy valiosa y ha permitido poner a disposición de todos los productores de bovinos de leche (11).

La inseminación artificial es una de las tecnologías comúnmente conocidas como tecnologías de reproducción asistida (ART, por sus siglas en inglés), en las cuales se produce la descendencia al permitir el encuentro de gametos (espermatozoides y ovocitos). Otras técnicas comprendidas por ART incluyen las siguientes: fertilización in vitro (FIV) donde la fertilización tiene lugar fuera del cuerpo; inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI) que consiste en la captura de un solo espermatozoide e inyección en un ovocito; transferencia de embriones (TE) donde los embriones que se han obtenido tanto in vivo como in vitro se transfieren a una hembra receptora para establecer un embarazo; transferencia intrafalopiana de gametos (GIFT) donde los espermatozoides se inyectan en el oviducto para estar cerca del sitio de fertilización in vivo; y criopreservación donde los espermatozoides, los embriones o en ocasiones los ovocitos se conservan en nitrógeno líquido para su uso en una etapa posterior (12).



## **7.2. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial**

### **7.2.1. Ventajas de IA**

La IA ofrece numerosas ventajas en la reproducción ganadera. Entre estas ventajas se encuentran: mejora genética, evaluación y seguimiento del semen, eliminación de restricciones geográficas, almacenamiento a largo plazo, reducción de lesiones, aumento del servicio natural, examen rutinario del tracto reproductivo de la hembra, mejora del potencial reproductivo de machos subfértiles, control de enfermedades venéreas, y la posibilidad de utilizar semen congelado mucho tiempo después del fallecimiento del donante. Además, la IA aumenta la eficiencia en el uso de toros al permitir la producción de múltiples dosis de semen a partir de una sola eyaculación, su transporte fácil y el almacenamiento a largo plazo (12). También proporciona un mayor potencial de selección genética al permitir que los machos tengan más descendencia y se utilice la progenie en programas de evaluación genética. La IA reduce costos al evitar la necesidad de mantener toros en la granja, y mejora la seguridad tanto para los animales como para los agricultores al evitar el riesgo de lesiones. Asimismo, reduce la transmisión de enfermedades venéreas al permitir el cribado de agentes patógenos en el semen recolectado. Por último, la IA permite el uso de inseminación a tiempo fijo, lo que facilita la manipulación del ciclo reproductivo de las hembras (12).

### **7.2.2. Desventajas de la IA**

La inseminación artificial tiene algunas posibles desventajas que deben considerarse. En primer lugar, puede ser más laboriosa. Los animales machos detectan instintivamente a las hembras en el estado adecuado para la concepción. Con la inseminación artificial, la detección recae en la responsabilidad del agricultor. Una detección deficiente resulta en tasas de fertilidad disminuidas. Además, aumentar el número de crías por macho tiene ventajas selectivas solo si se pueden determinar con precisión los mejores machos. De lo contrario, este proceso solo disminuye la variabilidad genética en una población. Aumentar el número de crías por macho siempre reduce el pool genético. La IA requiere operaciones bien entrenadas y equipos especiales, lleva más tiempo que los servicios naturales, exige el conocimiento de la estructura y función de la reproducción por parte del operador, la limpieza incorrecta de los instrumentos y las condiciones insalubres pueden provocar una menor fertilidad. Si el toro no se prueba correctamente, aumentará la propagación de enfermedades genitales. Algunos machos eliminan el virus en el semen sin mostrar signos clínicos de enfermedad y se requieren habilidades de manejo para implementar eficazmente un programa de IA (12).

### **7.3. Factores que afectan la eficiencia reproductiva utilizando IA**

Los factores que afectan la eficiencia reproductiva utilizando IA Según Quintero (13) incluyen: La calidad del semen es un factor clave que afecta la tasa de concepción en la IA. La elección satisfactoria de los toros para la recolección de semen es fundamental. Además, el manejo adecuado y la correcta colocación del semen en el tracto reproductivo también son importantes para lograr una buena tasa de preñez. La calidad del semen criopreservado es especialmente comprometida en comparación con el semen recién recolectado, por lo que la evaluación adecuada de la calidad del semen después de la descongelación es de gran interés. Pruebas que evalúan la motilidad y morfología espermática, integridad del acrosoma, fragmentación del ADN, función mitocondrial y metabolismo espermático se han correlacionado positivamente con la fertilidad (26).

La detección del celo y el momento de la inseminación son cruciales para el éxito de la IA. Conocer el comportamiento del estro y el intervalo entre el estro y la ovulación es esencial para determinar el mejor momento para realizar la IA. En vacas de razas europeas, la IA se realiza aproximadamente 12 horas después del inicio del celo, mientras que en razas Bos indicus, el estro es más corto, de tal manera que el proceso de ovulación comienza alrededor de 25 horas después del inicio del celo. La detección del celo requiere observación rigurosa, ya que el celo puede ocurrir en cualquier momento del día. En climas cálidos, las vacas pueden expresar el celo durante la noche, mientras que, en climas fríos, es más común durante el día. El ambiente, la temperatura y el estrés pueden influir en la detección eficiente del celo (27).

El momento óptimo para la IA está relacionado con la ovulación y depende de la vida útil de los espermatozoides y del óvulo en el tracto reproductivo. Para lograr la concepción, la IA debe realizarse en el momento adecuado del ciclo estral de la vaca. Si se realiza demasiado pronto, los espermatozoides pueden envejecer antes de la ovulación, y si se realiza demasiado tarde, el óvulo puede envejecer y la fertilización no es probable (27).

La técnica de inseminación artificial (IA) en el ganado requiere de varios factores relacionados para lograr el éxito en la cría. Uno de los aspectos más importantes es la capacitación del inseminador. Se ha comprobado que la eficiencia de la IA en las vacas depende de la habilidad del inseminador para colocar el semen en el lugar adecuado del tracto reproductivo en la etapa apropiada del estro. Sin embargo, se desconocen muchos factores relacionados con el inseminador que pueden afectar drásticamente la fertilidad. Muchos inseminadores profesionales palpan rutinariamente el tracto reproductivo de numerosas vacas a diario, pero la mayoría no está capacitada para examinar correctamente el útero y los ovarios, lo que limita la eficacia práctica de la IA (28).

Otro aspecto importante es que las vacas que muestran signos intensos de celo deben ser inseminadas utilizando semen congelado a 37°C durante 30 segundos. Los inseminadores profesionales tienen más éxito en la IA que los no profesionales o inexpertos, lo que indica que la selección de un inseminador calificado es un elemento importante para el éxito del programa de IA, y se requiere práctica regular en la IA para mantener altas tasas de concepción (28).

El lugar de deposición del semen también es un factor importante en el éxito de la IA en el ganado. Se ha informado que la deposición de semen en los cuernos uterinos en lugar del cuerpo uterino resulta en una tasa de retorno 10% más alta y un aumento en la tasa de concepción. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se reportan mejoras muy sutiles cuando se insemina en los cuernos, por lo que generalmente se prefiere realizar la IA en el cuerpo del útero. La IA en el cérvix produce una tasa de fertilización más baja, mientras que la IA más profunda en el útero conlleva el riesgo de inseminar en el cuerno uterino, donde este puede ocasionar daños en la ovulación o en el endometrio con la punta del catéter de inseminación. La fertilidad reducida es la consecuencia de estos dos últimos errores (28).

La higiene, la adecuada descongelación y el mantenimiento de la temperatura entre la descongelación y la IA también juegan un papel importante en el logro de la preñez. La palpación rectal y los exámenes de ultrasonido deben considerarse procedimientos seguros cuando se realizan correctamente, y además se sabe que el examen de ultrasonido no es perjudicial para los embriones (28).

En cuanto a los factores intrínsecos relacionados con la vaca, se ha informado que los problemas posparto, incluida la endometritis, tienen un efecto negativo en la fertilidad, es decir, la tasa de concepción es baja, donde la salud de la vaca, en particular el entorno uterino, es de suma importancia para el éxito de la IA. El éxito de lograr una reproducción exitosa depende de lograr una involución uterina normal, una reanudación temprana de la ovulación, una alta eficiencia en la detección del celo y altas tasas de concepción por servicio (28).

La existencia de las múltiples infecciones uterinas después del parto va a prolonga la involución uterina y la reanudación de la ovulación, e incluso estudios que se han realizado manifiestan que las infecciones uterinas también afectan de una forma negativa a las tasas de concepción. Por lo tanto, la clave para maximizar las tasas de concepción debe estar en la prevención de estos trastornos y no en el tratamiento después de que hayan ocurrido. Algunas evidencias indican que las vacas que padecen trastornos metabólicos, como la fiebre de la leche, pueden tener una mayor incidencia de trastornos reproductivos y tasas de concepción más bajas (29).

En resumen, la técnica de inseminación artificial en el ganado requiere de un inseminador altamente capacitado, una adecuada colocación del semen en el tracto reproductivo, la elección

del lugar de deposición del semen, una dosis suficiente de espermatozoides viables y móviles, una higiene adecuada, una descongelación correcta, el mantenimiento de la temperatura y una buena salud reproductiva de la vaca. Estos factores son fundamentales para lograr altas tasas de concepción y maximizar la eficiencia reproductiva en la cría de ganado mediante IA (29).

En cada momento se sigue valorando la técnica de IA para establecer el lugar y momento exacto para depositar el semen, de lo cual origina el entendimiento de las estructuras anatómicas y funcionales entre los diferentes tejidos y órganos del sistema reproductivo de la hembra bovina, lo que puede conducir a errores en la IA. La factibilidad de realizar una inseminación intrauterina adecuada en el ganado, de tal manera que esto significa que se requiere una dosis relativamente baja de espermatozoides para lograr tasas de preñez aceptables. Por lo general, de los 20 a 30 millones de espermatozoides que se requieren en cada dosis de inseminación, de 6 a 7 millones deben tener buena movilidad lineal progresiva, viabilidad y morfología espermática al descongelarse, lo que generalmente se considera la dosis mínima compatible con una fertilidad aceptable (29).

### ***7.3.1. Eficiencia reproductiva***

La eficiencia reproductiva se refiere al estado óptimo de las actividades fisiológicas de la reproducción en el ganado, que se traduce en una optimización de las producciones y una economía favorable. Es importante destacar que existe cierta confusión entre eficiencia reproductiva y comportamiento reproductivo, ya que ambos utilizan indicadores reproductivos con metas establecidas, como el intervalo entre partos. En términos generales, se puede definir la eficiencia reproductiva como la capacidad de obtener un ternero por vaca dentro del período adecuado para maximizar la rentabilidad. Esta eficiencia es resultado de la fertilidad de los progenitores, la intervención humana y las condiciones ambientales (7).

La baja eficiencia reproductiva está asociada con la salud individual de las vacas y del rebaño. La pérdida de la gestación es uno de los factores principales que contribuyen a la disminución de la eficiencia reproductiva, ya que resulta en un mayor número de vacas no gestantes, lo que conlleva costos de mantenimiento adicionales, menos ganancia de peso y mayores tasas de sacrificio (14).

## **7.4 Técnicas de inseminación artificial**

Existen diferentes técnicas de inseminación artificial (15):

Inseminación intravaginal (IVI): En este método, se deposita el semen profundamente en la vagina sin intentar localizar el cuello uterino. El semen se deposita en la parte anterior de la vagina. La inseminación vaginal con semen fresco diluido es el método más simple y rápido, pero requiere una dosis de semen grande (150-400 millones de espermatozoides por inseminación) (15). La inseminación vaginal con semen fresco proporciona una tasa aceptable de partos o nacimientos de corderos. Sin embargo, el transporte y la conservación del semen fresco limitan su uso entre los productores de animales. Por lo tanto, la IA utilizando semen congelado-descongelado es una alternativa aceptable. La inseminación vaginal con semen congelado-descongelado proporciona tasas variables de partos o nacimientos; 17% según algunos estudios y hasta un 67,4% en animales cruzados noruegos (15).

Inseminación intracervical (ICI): La inseminación intracervical utilizando semen fresco diluido se utiliza comúnmente en la IA de animales. Cuando se realiza correctamente, la inseminación cervical con semen fresco diluido o sin diluir da como resultado una alta fertilidad. Sin embargo, la fertilidad obtenida después de la inseminación intracervical con semen congelado-descongelado es pobre (15). La inseminación intracervical se realiza mediante la inseminación en la abertura del cuello uterino o en el sitio intracervical más profundo posible que sea fácilmente accesible, sin intentar introducir el catéter de inseminación en el canal cervical. La profundidad de la inseminación está relacionada con la raza y la edad de los animales. En animales más viejos, el cuello uterino es más largo y más ancho, con pliegues más laxos, lo que permite un paso más fácil del catéter de inseminación. La profundidad de la inseminación tiene un efecto en la fertilidad y la tasa de embarazo detectada por ultrasonografía a los 40 días después de la inseminación, y las tasas de partos o nacimientos aumentan a medida que se incrementa la profundidad de la inseminación en el cuello uterino (15).

La inseminación intrauterina (IUI) es un tratamiento utilizado en parejas con factor masculino leve/moderado, cuando la pareja femenina tiene al menos una trompa de Falopio permeable, y el uso de Tecnología de Reproducción Asistida (ART) es una metodología altamente exitosa para el tratamiento de la infertilidad. La inseminación intrauterina se considera el procedimiento más simple y menos invasivo, con tasas razonables de nacimientos vivos y sin necesidad de una infraestructura costosa (16).

En la técnica rectovaginal, se introduce un catéter estéril y desechable que contiene el semen descongelado en la vagina y luego se guía hacia el cérvix mediante una mano enguantada en el recto. El catéter de inseminación se pasa a través de los pliegues espirales del cérvix de la vaca hasta el útero. Parte del semen se deposita justo dentro del útero y el resto en el cérvix a medida que se retira el catéter. La expulsión del semen debe realizarse de manera lenta y deliberada

para evitar pérdidas excesivas de espermatozoides en el catéter. El cuerpo del útero es corto, por lo tanto, se debe tener cuidado de no penetrar demasiado profundamente, lo que podría causar lesiones físicas (16). En animales previamente inseminados, el catéter no debe forzarse a través del cérvix, ya que existe la posibilidad de embarazo. Dado que los datos de investigación muestran poca variación en las tasas de concepción cuando el semen se coloca en el cérvix, el cuerpo uterino o los cuernos uterinos, algunas personas recomiendan una penetración incompleta del canal cervical y la deposición del semen en el cérvix- La técnica rectovaginal es más difícil de aprender y la práctica es esencial para alcanzar una habilidad aceptable, pero las ventajas hacen que este método de inseminación sea más deseable que otros métodos conocidos. Con la práctica, el técnico hábil pronto aprende a pasar el cérvix sobre el catéter con facilidad. Si se utilizan catéteres desechables y se siguen las medidas adecuadas de saneamiento, hay poco riesgo de que se transmita infección de una vaca a otra (15).

### **7.5 Factores que Afectan los Resultados de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo**

La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) es una técnica que se utiliza para sincronizar los celos y las ovulaciones en el ganado mediante la aplicación de hormonas. Esto permite realizar la inseminación de un gran número de animales en un período de tiempo reducido. La principal ventaja de la IATF es que facilita la mejora genética al permitir el uso de semen de toros genéticamente superiores. Además, al conocer la paternidad de los terneros, se puede tener un mejor control de la selección y mejoramiento genético. También se evita la necesidad de utilizar toros que puedan tener características no deseables en la descendencia (16).

### **7.6 El valor económico de la inseminación artificial**

La tecnología más ampliamente utilizada en las explotaciones lecheras es la IA, que se utiliza ampliamente para la producción de reemplazos del hato. Un aspecto extremadamente importante a considerar en el desarrollo de tecnologías reproductivas es el costo probable para el agricultor; en gran medida, el costo probablemente estará determinado por la escala de las operaciones y por la experiencia de la organización que las implementa en la granja. También se podría mencionar que es probable que exista una estrecha correlación entre la experiencia en la gestión de una empresa ganadera y la adopción exitosa de un nuevo procedimiento. Por lo que, proporciona un medio económico para que los ganaderos puedan criar a sus machos con características muy deseables y reducir el costo de mantener un toro para la IA (17). El costo del material genético en Ecuador va a depender de la raza y del personal que efectuó la IA, donde una pajueta sexada incluyendo el proceso de inseminación tiene un costo de 100 a 120

dólares, mientras que las pajuelas normales incluyendo el proceso de IA ronda por los 40 a 50 dólares.

### **7.7. Momento óptimo para la inseminación artificial (IA)**

El momento óptimo para la inseminación artificial (IA) se determinó en estudios clásicos utilizando semen fresco. Se encontró que las tasas de concepción más altas se obtienen cuando las vacas se inseminan en la mitad o al final del celo, de 24 a 6 horas antes de la ovulación. Estudios posteriores confirmaron estos resultados, mostrando que los mejores resultados se obtienen cuando las vacas son inseminadas con semen fresco o congelado de 7 a 18 horas después de detectar el celo. Sin embargo, también se ha observado que el intervalo óptimo para la inseminación puede variar ampliamente, lo cual puede deberse a la frecuencia variable de observación del celo o a la eficiencia variable de las tecnologías utilizadas para detectar el celo (18).

En estudios más recientes, se ha demostrado que el intervalo de inseminación de 30 a 6 horas antes de la ovulación, utilizando semen congelado-descongelado, resulta en tasas de concepción significativamente más altas en comparación con inseminaciones realizadas antes o después de este intervalo. Se han utilizado diversas señales para confirmar el celo y la ovulación, como la observación visual de cambios en la vulva, la relajación del útero y la apertura del orificio uterino externo, la viscosidad del moco cervical y la ultrasonografía rectal. Además, se ha investigado el uso de tecnologías de detección automatizada del celo, que ofrecen un alto nivel de precisión (18). En cuanto a la calidad embrionaria, se ha encontrado que las tasas de embriones de buena calidad son significativamente más altas cuando la IA se realiza antes de la ovulación en comparación con después de la ovulación. El intervalo de 24 a 12 horas antes de la ovulación ha mostrado la mayor proporción de embriones de buena calidad. También se ha observado que las tasas de fertilización son más altas cuando la IA se realiza entre 36-24 horas y 24-12 horas antes de la ovulación, en comparación con después de la ovulación (18).

### **7.8 Proceso de inseminación**

El éxito de la inseminación artificial (IA) depende de colocar una cantidad suficiente de espermatozoides viables en el lugar adecuado y en el momento óptimo en relación con la ovulación (12):

### **7.8.1. Momento de la inseminación**

Cuando una vaca alcanza la madurez sexual, los ovarios comienzan a funcionar en un ciclo de actividad. Este ciclo implica una serie de eventos en preparación para el apareamiento, la concepción y el embarazo. El ciclo se repite en preparación para un nuevo ciclo de apareamiento si no se produce el embarazo. El ciclo tiene una duración promedio de 21 días, y se considera normal cualquier periodo entre 18 y 24 días. La vaca ovula aproximadamente 12 horas después del final del celo. El momento ideal de la ovulación es de 6 a 24 horas (19).

El éxito en el momento de la inseminación depende de un buen programa de detección del celo. La detección adecuada del celo es fundamental para el éxito de la IA. Aproximadamente el 75 al 80% de las vacas en celo se identificarán cuando el rebaño sea observado visualmente dos veces al día (30 minutos cada vez). Cuando la detección del celo se aumenta a tres veces al día, se puede detectar el 85% de las vacas en celo, mientras que cuatro observaciones diarias identifican más del 90% de las vacas en celo. Se han desarrollado varios métodos para ayudar a los productores a detectar el celo, incluyendo pedómetros, parches Kamar, pintura en la cola, marcadores de bolas en el mentón y sistemas de telemetría por radio. La combinación de la observación visual y uno o más de estos métodos aumenta la eficiencia de detección del celo en comparación con la observación visual o los métodos de detección por sí solo (19).

### **7.8.2. Preparación**

Verifique la identidad del animal y obtenga su historial previo: inseminaciones, partos, fertilidad y enfermedades. Una vez que la dosis de semen haya salido del termo de nitrógeno, debe descongelarse. Se recomienda descongelar la pajuela en un baño de agua de 37 °C durante 30-40 segundos. Luego, hay que secar la pajuela y mantener la temperatura a 37 °C mientras introduce la pajuela en la pistola de inseminación hay que tener en cuenta las condiciones ambientales ya que estos pueden influir en el proceso de IA. Se debe de colocar la pajuela en la pistola de inseminación, introduciendo primero el extremo sellado. Donde se debe de cubrir la pistola con una funda de plástico (Chemise) para evitar la contaminación del instrumento. Empuje lentamente el émbolo de la pistola de inseminación hasta que el semen sea visible en el extremo abierto de la pajuela (19).

### **7.8.2. Técnicas**

La técnica de inseminación en una vaca es una habilidad que requiere conocimiento adecuado, experiencia y paciencia. Técnicas incorrectas pueden anular todos los demás esfuerzos para lograr la concepción. El semen debe ser depositado dentro del tracto de la vaca en el lugar y momento óptimos para obtener tasas de concepción aceptables (20).



## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1 Materiales

#### *Físicos*

- Encuesta (Anexo 1).
- Reportes de control mensual con los siguientes datos: Hoja de insemnaciones y hoja de control por estación de insemnación
- Materiales de escritorio (papel bond, calculadora, lápiz, esferos).
- Equipo informático (programa SPSS).

### 8.2 Métodos

#### *Ubicación de la investigación*

El presente estudio se desarrolló en la provincia de Cotopaxi parroquias de Alaquez, Belisario Quevedo, Ignacio Flores, Juan Montalvo, Mulaló, Pujilí, Saquisilí y Santa Ana el cual representa según el Censo del 2001 el 6,0 % del territorio total de la Provincia de Cotopaxi; y se encuentra limitado por el Norte, Sur y Este, limita con el cantón Latacunga, por el Oeste, limita con los cantones Sigchos y Pujilí.

**Figura 1.**

*Ubicación de la investigación*



Fuente: (8)

### **8.3 Población y muestra**

La población está constituida por los pequeños productores de leche de bovinos de las diferentes parroquias de la provincia de Cotopaxi, la muestra estuvo compuesta por 44 bovinos, los cuales se seleccionaron a través del criterio de conveniencia, por su disponibilidad y el uso de IA en sus actividades.

### **8.4 Recolección de información**

Para la recolección de información se diseñó una encuesta (Anexo 1), la cual fue aplicada a la muestra en estudio. La eficiencia se mide a través de la tasa de concepción, como se muestra a continuación:

$$Tasa\ de\ concepcion: \frac{N^{\circ}\ bovinos\ de\ leche\ inseminados}{N^{\circ}\ bovinos\ de\ leche\ preñadas} * 100\%$$

Posteriormente con la información obtenida se determinó los factores ambientales, animal y técnicas de IA que pueden influir en la efectividad de la inseminación; y con base en esta información se procedió a diseñar el protocolo, según los factores evaluados y en el cual se estableció los procedimientos de inseminación artificial, así como recomendaciones específicas sobre la nutrición, el manejo, el ambiente y la salud de los animales.

### **8.5 Análisis de datos**

La información obtenida a partir de la encuesta, fue analizada utilizando para tal fin la estadística inferencial, apoyados en el software estadístico R, empleando Chi cuadrado, con el fin de establecer la correlación entre los factores ambientales y el resultado de la inseminación artificial en vacas.

## 9. RESULTADOS

### 9.1. Efectividad de la inseminación artificial

En la tabla 2 se muestra el retorno del celo a los 21 días en una muestra de 44 casos, lo cual se considera la efectividad de la inseminación artificial.

**Tabla 2**

*Retorno del Celos a los 21 Días*

Retorno del Celos a los 21 Días	Frecuencia	Porcentaje
NO	36	81.8
SI	8	18.2
Total	44	100.0

Nota. Datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los propietarios

El 81.8% de los casos no presentaron retorno del celo a los 21 días (NO), mientras que el 18.2% de los casos sí presentaron retorno del celo en ese periodo (SI). En este caso, el porcentaje más representativo es el 81.8%, ya que es el valor más alto y representa la mayoría de los casos en la muestra. El 18.2% es el porcentaje menos representativo, pero aun así es importante tener en cuenta los casos en los que sí se presentó el retorno del celo.

### 9.2 Relacionar los factores ambientales con el resultado de la Inseminación Artificial

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a los factores ambientales con la efectividad de la IA:

**Tabla 3**

*Parroquias en las cuales se desarrolló el estudio*

Parroquia	Frecuencia	Porcentaje
Alaquez	6	13.6
Belisario	12	27.3
Ignacio Flores	1	2.3
José Guango	10	22.7
Juan Montalvo	1	2.3
Mulaló	5	11.4
Mullinquindil	7	15.9
Santa Ana		
Pujilí	1	2.3
Saquisilí	1	2.3
Total	44	100.0

Nota. Datos mediante los sectores donde se realizó la (IA)

Los resultados muestran que el mayor porcentaje de inseminaciones artificiales analizadas corresponde a la parroquia de Belisario con un 27.3%, seguida de José Guango con un 22.7%, y Mullinquindil Santa Ana con un 15.9%. Estas tres parroquias abarcan más del 65% de los datos, lo que indica su mayor prevalencia en el estudio. Por otro lado, las parroquias Juan Montalvo, Pujilí y Saquisilí tienen la menor representación, con solo un 2.3% cada una. Estos resultados proporcionan una visión de la distribución geográfica de las parroquias más relevantes y su impacto en el análisis.

**Tabla 4**

*Resultados del Chi Cuadrado para la eficiencia del IA y la parroquia*

	Valor	Df	Significación (bilateral)	asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	15,771a	8	,046	
Razón de verosimilitud	18,442	8	,018	
N de casos válidos	44			

a. 14 casillas (77,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,50.

En el análisis de la relación entre la eficiencia de la inseminación artificial (IA) y las diferentes parroquias, se realizaron pruebas de Chi Cuadrado, cuyos resultados mostraron un valor de p cercano a 0,05. Tanto el Chi-cuadrado de Pearson (valor de 15,771) como la Razón de verosimilitud (valor de 18,442) obtuvieron valores de p menores a 0,05, lo que sugiere que existe diferencia significativa entre la eficiencia de la IA y las parroquias donde se realizó el estudio.

Las diferencias en la eficiencia de la inseminación artificial (IA) entre las diferentes parroquias pueden deberse a varios factores. En primer lugar, las condiciones ambientales y climáticas pueden variar entre las distintas áreas geográficas, lo que puede influir en la salud y el comportamiento reproductivo del ganado. Además, las prácticas de manejo y la calidad de los servicios veterinarios disponibles en cada parroquia pueden afectar la eficacia de la IA. Otro factor a considerar es la genética del ganado presente en cada zona, ya que ciertas líneas de razas pueden tener mayor predisposición a concebir mediante inseminación. Asimismo, las características específicas de las explotaciones ganaderas en cada parroquia, como el tamaño del hato, la nutrición y el manejo de la reproducción, también pueden contribuir a las diferencias en la eficiencia de la IA (5). En la parroquia de José Guando se caracterizó por tener agua de

regadío, ya que se pudo evidenciar que poseían el pasto suficiente para sus animales al igual que la parroquia de Santa Ana, sin embargo la parroquia de Belisario Quevedo se vio que presentaban buenas pasturas, sin embargo se caracterizó por que los productores no presenciaron la hora exacta del celo de los bovinos, de tal forma muchos de estos productores no tenían a su disposición mangas de manejo para poder realizar el proceso adecuado de inseminación.

**Tabla 5**

*Tipos de suelo de las parroquias*

Tipo de suelo	Frecuencia	Porcentaje
Arcilla	8	18.18%
Arenoso	16	36.36%
Negra	20	45.45%
Total	44	100.0

Nota. Datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los propietarios y mediante la visualización.

Según los resultados observados, se identificaron tres tipos de suelo: Arcilla, con una frecuencia del 18.18% del total de la muestra; Arenoso, con una frecuencia del 36.36%; y Negra, con la mayor frecuencia del 45.45%. Esto indica que el suelo de tipo "Negra" es el más predominante en la muestra analizada.

**Tabla 6**

*Resultados del Chi Cuadrado para la eficiencia del IA y el tipo de suelo de las parroquias*

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,168a	5	.071
Razón de verosimilitud	12,053	5	.034
N de casos válidos	44		

a. 8 casillas (66.7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .50.

En el análisis de la relación entre la eficiencia de la IA y el tipo de suelo de las parroquias, se realizaron pruebas de Chi Cuadrado, cuyos resultados mostraron un valor de p cercano a 0.05. Tanto el Chi-cuadrado de Pearson (valor de 10.168) como la Razón de verosimilitud (valor de 12.053) obtuvieron valores de p ligeramente mayores a 0,05, lo que representa que existe diferencia significativa entre las variables.

Estos resultados son similares a los hallados por Muller et al. (19) en el cual se determinó que, la eficiencia de la IA en ganado bovino varía significativamente entre tres provincias analizadas, esto puede deberse a factores como la calidad del pasto y alimentación, pueden influir en la salud y bienestar de las vacas, lo que a su vez afecta su capacidad reproductiva.

### 9.3 Relacionar los factores del animal con el resultado de la Inseminación Artificial.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a los factores del animal con la efectividad de la IA:

**Tabla 7**

*Raza del toro*

Raza del Toro	Frecuencia	Porcentaje
Ayrshire	4	9,1
Holstein	22	50,0
Jersey	18	40,9
Total	44	100,0

Nota. Razas de toros que se utilizó en la I.A

En la tabla 7 se muestran las frecuencias y porcentajes de las razas de los toros utilizados en la inseminación artificial. Se utilizaron tres razas diferentes: Ayrshire, Holstein y Jersey. El porcentaje más representativo corresponde a la raza Holstein, con un 50.0% de los casos. Esto indica que la mayoría de las inseminaciones artificiales se realizaron utilizando toros de la raza Holstein. Las razas Jersey y Ayrshire también se utilizaron, con porcentajes del 40.9% y 9.1%, respectivamente. Sin embargo, su presencia es menor en comparación con la raza Holstein. Estos resultados sugieren que la raza del toro puede tener un impacto en el resultado de la inseminación artificial, y la raza Holstein es la más predominante en este estudio.

**Tabla 8**

*Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la raza del toro*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	465a	2	,039
Razón de verosimilitud	6,660	2	,036
N de casos válidos	44		

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,00.

En el análisis de la eficiencia de la IA en relación con la raza del toro utilizado, se aplicaron pruebas de Chi Cuadrado, incluyendo el Chi-cuadrado de Pearson y la Razón de verosimilitud. Los resultados revelaron que existe una relación estadísticamente significativa entre la raza del toro y la eficiencia de la IA, con un valor de p igual a 0,039 y 0,036 respectivamente. Esto significa que la elección de la raza del toro puede tener un impacto relevante en el éxito de la IA.

Se observó una tendencia a una mayor tasa de concepción en el cruce que en las razas locales, esto se debe a que diferentes razas de toros pueden tener características genéticas distintas que afectan la calidad y viabilidad de su semen, lo que a su vez puede afectar la tasa de concepción de la IA en el estudio de Jemal et al. (4),. Ciertas razas de toros son conocidas por tener una mayor calidad de semen, con espermatozoides más resistentes y móviles, lo que aumenta las posibilidades de que el óvulo sea fertilizado con éxito. Estos toros pueden tener una mayor tasa de concepción en comparación con toros de razas con semen de menor calidad. Además, algunas razas pueden tener predisposición genética a ciertos problemas reproductivos, lo que puede afectar negativamente la efectividad de la IA

**Tabla 9**

*Nombre del toro*

Raza	Nombre del Toro	Frecuencia	Porcentaje
Holstein	BACHELOR	5	11,4
Holstein	BOY JACK	4	9,1
Jersey	BROCK	12	27,3
Holstein	EPICK	5	11,4
Holstein	GAUNTLET	9	20,5
Jersey	PARAGUAY	5	11,4
Ayrshire	SONICK	4	9,1
	Total	44	100,0

Nota. Datos obtenidos mediante las pajuelas donadas por parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi

En la tabla 9 se presentan las frecuencias y porcentajes de los nombres de los toros utilizados en la inseminación artificial. Se utilizaron siete nombres diferentes: BACHELOR, BOY JACK, BROCK, EPICK, GAUNTLET, PARAGUAY y SONICK. El porcentaje más representativo corresponde a la categoría BROCK, con un 27.3% de los casos. Esto indica que el toro con nombre BROCK fue el más utilizado en la inseminación artificial en este estudio. Los nombres de toros BACHELOR, EPICK y PARAGUAY también se utilizaron, con un porcentaje de 11.4% para cada uno. Los nombres de toros BOY JACK, GAUNTLET y SONICK tuvieron un porcentaje del 9.1% cada uno. Siendo así, el toro con nombre BROCK es el más representativo en este conjunto de datos en cuanto a su frecuencia de uso en la inseminación artificial.

**Tabla 10**  
*Edad de la vaca*

Edad	Frecuencia	Porcentaje
1.00	3	6.8
2.00	5	11.4
3.00	10	22.7
4.00	12	27.3
5.00	6	13.6
6.00	7	15.9
11.00	1	2.3
Total	44	100.0

Nota. Datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los propietarios en el periodo (abril-agosto del 2023)

En la tabla 10 se presentan las frecuencias y porcentajes de las edades de las vacas utilizados en la inseminación artificial. Se utilizaron varias edades diferentes, desde 1 año hasta 11 años. El porcentaje más representativo corresponde a la categoría de vacas con 4 años de edad, con un 27.3% de los casos. Esto indica que las vacas de 4 años fueron los más utilizados en la inseminación artificial en este estudio, mientras que las edades de 3 años y 6 años también se utilizaron con frecuencias del 22.7% y 15.9%, respectivamente y las edades de 2 años, 5 años y 7 años tuvieron un porcentaje de uso del 11.4%, 13.6% y 15.9% cada una, respectivamente. La edad de la vaca de 1 año tuvo el menor porcentaje de uso, con un 6.8%.

**Tabla 11**  
*Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la edad de la vaca*

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6.276a	6	.393
Razón de verosimilitud	6.962	6	.324
N de casos válidos	44		

a. 10 casillas (71,4%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,50.

En el análisis de la relación entre la eficiencia de la inseminación artificial (IA) y la edad de la vaca, se realizaron pruebas de Chi Cuadrado que arrojaron resultados no significativos. Tanto el Chi-cuadrado de Pearson (valor de 6.276) como la Razón de verosimilitud (valor de 6.962) presentaron valores de p superiores a 0.05, indicando que no existe una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables.



No obstante, estos resultados son diferentes a los observados en el estudio de Dickinson et al. (20) en el cual se determinó que las vacas jóvenes tenían un 12,5% de posibilidades de quedar preñadas en su primera temporada de servicio, en comparación con el 87,5% de aquellas vacas con más de 368 días, lo cual puede estar relacionado con factores biológicos y reproductivos, afectando su capacidad reproductiva, ya que las vacas más jóvenes pueden estar en su primera lactancia o aún no haber alcanzado la madurez reproductiva, lo que podría disminuir su tasa de concepción. Por otro lado, las vacas más maduras pueden tener mayores probabilidades de concebir, pero también pueden experimentar una disminución en su eficiencia reproductiva debido a factores como la calidad de los óvulos y la capacidad del útero para mantener el embarazo.

**Tabla 12**

*Condición corporal de la vaca*

Condición Corporal	Frecuencia	Porcentaje
2,00	1	2.3
2.50	9	20.5
3.00	17	38.6
3.50	7	15.9
4.00	10	22.7
Total	44	100.0

Nota. Datos obtenidos a partir de la visualización de los bovinos.

En la tabla 12 se presenta la distribución de la condición corporal de las vacas en cinco categorías: 2.00, 2.50, 3.00, 3.50 y 4.00. El porcentaje más representativo corresponde a las vacas con una condición corporal de 3.00, que representan el 38.6% de los casos. Le sigue el grupo de vacas con una condición corporal de 2.50, que constituyen el 20.5% de los casos. Los demás grupos tienen porcentajes menores, con 22.7% para la condición corporal de 4.00, 15.9% para 3.50 y 2.3% para 2.00. En conclusión, las vacas con una condición corporal de 3.00 son las más representativas en este conjunto de datos.

**Tabla 13***Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la condición corporal*

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,479a	4	.022
Razón de verosimilitud	12.678	4	.013
N de casos válidos	44		

a. 6 casillas (60.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .50.

En el análisis de la relación entre la eficiencia de la inseminación artificial (IA) y la condición corporal de las vacas, se realizaron pruebas de Chi Cuadrado, cuyos resultados mostraron un valor de p cercano a 0.022. Tanto el Chi-cuadrado de Pearson (valor de 11.479) como la Razón de verosimilitud (valor de 12.678) obtuvieron valores de p menores a 0.05, lo que indica una asociación significativa entre la eficiencia de la IA y la condición corporal de las vacas.

Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio de Muller et al. (19) en el cual se determinó que, si insemina una vaca con una condición corporal baja, es más probable que el feto sea reabsorbido debido al alto flujo de salida de energía que necesita. Por el contrario, si una vaca es inseminada con una muy alta condición corporal, puede quedar embarazada, pero problemas al final de la gestación y parto puede conducir a la muerte del ternero y la vaca, por lo que, estos factores se encuentran relacionados.

**Tabla 14***Presencia de flujo vaginal*

Flujo vaginal	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
NO	24	54.5	54.5	54.5
SI	20	45.5	45.5	100.0
Total	44	100.0	100.0	

Nota. Datos obtenidos mediante la visualización, cuando se realizó la I.A.

En la Tabla 14 se muestra la relación entre la eficiencia de la IA y la presencia de flujo vaginal en las vacas. Los resultados indican que el 54.5% de las vacas no presentan flujo vaginal, mientras que el 45.5% sí lo tienen. Es importante destacar que el porcentaje más relevante es el de vacas con flujo vaginal, ya que es un factor que podría estar relacionado con la eficiencia de

la IA y requeriría una mayor atención para mejorar los resultados reproductivos en el ganado bovino.

**Tabla 15**

*Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la presencia de flujo vaginal*

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	45.375a	4	.000
Razón de verosimilitud	9.958	4	.041
N de casos válidos	45		

a. 5 casillas (55.6%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .02.

En la Tabla 15 se presenta el análisis de la relación entre la eficiencia de la IA y la presencia de flujo vaginal en las vacas. Los resultados del Chi Cuadrado muestran una significancia asintótica bilateral de 0.000. lo que indica que existe una relación significativa entre estos dos factores. Además. la razón de verosimilitud también muestra una significancia de 0.041 respaldando la relación entre la eficiencia de la IA y la presencia de flujo vaginal.

Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio de Mellado et al. (21) en el cual se determinó que la tasa de concepción de las vacas con moco vaginal limpio fue más alta que la de las vacas con moco anormal (30.6 vs. 22%), esto se debe a que la presencia de flujo indica el momento óptimo del ciclo reproductivo para realizar la IA. Cuando el flujo vaginal está presente, señala la receptividad sexual de la vaca y su disposición para la fertilización. Durante este período, el óvulo se encuentra en su estado óptimo para ser fecundado, lo que aumenta las probabilidades de concepción. Detectar y aprovechar el flujo vaginal en el momento adecuado es esencial para mejorar la eficiencia de la IA y aumentar las tasas de éxito reproductivo en el ganado bovino.

#### **9.4 Relacionar la técnica de inseminación con el resultado de la inseminación.**

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a técnica con la efectividad de la IA:

**Tabla 16**  
*Temperatura ambiental de inseminación*

Temperatura ambiental en °C de la IA	Frecuencia	Porcentaje
5.00	2	4.5
7.00	2	4.5
10.00	2	4.5
11.00	4	9.1
12.00	7	15.9
13.00	1	2.3
14.00	7	15.9
15.00	5	11.4
16.00	4	9.1
17.00	5	11.4
18.00	3	6.8
19.00	2	4.5
Total	44	100.0

Nota. Los datos de la temperatura ambiental se midieron mediante la aplicación de Google.

En la tabla 16 se presenta la distribución de la temperatura de inseminación en grados Celsius, en el cual se puede observar que la temperatura más frecuente para realizar la inseminación fue de 14.00°C, ya que aparece en 7 de las 44 observaciones, lo que equivale al 15.9% de los casos. Asimismo, las temperaturas de 12.00°C y 16.00°C también tuvieron una frecuencia significativa, con un 15.9% y un 9.1% respectivamente. La temperatura de inseminación es una variable importante a considerar en el proceso de inseminación artificial, ya que puede afectar la viabilidad y éxito del procedimiento. Temperaturas extremas o inadecuadas pueden impactar la calidad de los espermatozoides y su supervivencia dentro del tracto reproductivo de la hembra. Es importante mantener una temperatura óptima durante la inseminación para aumentar las probabilidades de éxito en la concepción.

**Tabla 17**  
*Resultados del Chi Cuadrado de la eficiencia de la IA y la temperatura de inseminación*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12.305a	11	.341
Razón de verosimilitud	15.876	11	.146
N de casos válidos	44		

a. 24 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .50.

En el análisis de la eficiencia de la IA en relación con la temperatura de inseminación. se aplicaron pruebas de Chi Cuadrado que indicaron que no existe una relación significativa entre ambas variables. con valores de p de 0.341 para el Chi-cuadrado de Pearson y 0.146 para la Razón de verosimilitud.

**Tabla 18**

*Horas de diferencia entre el celo y la IA*

Horas de diferencia entre el celo y la IA	Frecuencia	Porcentaje
4.00	1	2.3
6.00	1	2.3
7.00	6	13.6
8.00	5	11.4
9.00	6	13.6
10.00	4	9.1
11.00	13	29.5
12.00	5	11.4
13.00	2	4.5
14.00	1	2.3
Total	44	100.0

Nota. Datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los propietarios y la hora que se efectuó la I.A.

En la tabla 18 se presenta la distribución de las horas de diferencia entre el celo y la inseminación artificial (IA) en el proceso de reproducción bovina. Podemos observar que el resultado más relevante es que el mayor porcentaje de casos (29.5%) se encuentra en un rango de 11 horas de diferencia entre el celo y la IA. Le siguen en importancia los rangos de 7 horas (13.6%) y 9 horas (13.6%). La variable "Horas de diferencia entre el celo y la IA" es crucial para el éxito de la inseminación artificial en el ganado bovino.

En este sentido, según el estudio de Marini et al. (22) en el cual se categorizó tres grupos según el tiempo transcurrido entre la detección del celo y la inseminación: menos de 6 horas, 6 a 12 horas y 12 a 18 horas. se obtuvo que. no existían asociaciones significativas entre el tiempo y efectividad de la IA.

No obstante, es importante destacar que. un rango de tiempo adecuado entre el celo y la IA es esencial para asegurar que los espermatozoides se encuentren en el tracto reproductivo de la hembra cuando esta esté en su momento más fértil y receptiva para la concepción. Demasiadas horas de diferencia pueden disminuir la viabilidad de los espermatozoides, mientras que un intervalo demasiado corto puede disminuir las posibilidades de fertilización.

**Tabla 19**

*Resultados del Chi Cuadrado para la efectividad de la IA y las horas de diferencia entre el celo y la IA*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9.656a	9	.379
Razón de verosimilitud	11.172	9	.264
N de casos válidos	44		

a. 18 casillas (90.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .50.

En la Tabla 19, se presenta el análisis de la relación entre la efectividad de la inseminación artificial (IA) y las horas de diferencia entre el celo y la IA. Los resultados del Chi Cuadrado muestran una significancia asintótica bilateral de 0.379. lo que indica que no existe una relación significativa entre estos dos factores. Asimismo. la razón de verosimilitud también muestra una significancia de 0.264 respaldando la falta de relación significativa entre la efectividad de la IA y las horas de diferencia entre el celo y la IA

Estos resultados son similares a los obtenidos por Jemal et al. (4) en cuyo estudio se estableció que, la tasa de concepción fue significativamente mayor en vacas/novillas, que fueron inseminadas entre 10-20 horas después de la detección del celo (92.3%) que aquellas inseminadas por debajo de las 10 horas y más de 20 horas, que fueron 72.7% y 64.3%, respectivamente, esto se debe a que la ventana de tiempo en la que el óvulo es viable para ser fertilizado por los espermatozoides es limitada. En el caso de la IA, es crucial inseminar a la vaca en el momento óptimo para maximizar las posibilidades de concepción. Si la IA se realiza muy temprano en relación al inicio del celo, es posible que el óvulo aún no esté maduro y listo para ser fertilizado. Por otro lado, si la IA se realiza muy tarde, es probable que la viabilidad del óvulo ya haya disminuido, disminuyendo las posibilidades de éxito.

**Tabla 20***Tiempo de dura la inseminación artificial (min)*

Tiempo de dura la inseminación artificial (min)	Frecuencia	Porcentaje
4.00	1	2.3
6.00	1	2.3
7.00	6	13.6
8.00	5	11.4
9.00	6	13.6
10.00	4	9.1
11.00	13	29.5
12.00	5	11.4
13.00	2	4.5
14.00	1	2.3
Total	44	100.0

Nota. Datos obtenidos mediante la utilización de un cronómetro.

En la tabla 20 se muestra la distribución del tiempo que dura la inseminación artificial (IA) en minutos durante el proceso de reproducción bovina. El resultado más relevante es que el mayor porcentaje de casos (29.5%) tiene una duración de 11 minutos. seguido por los rangos de 7 minutos y 9 minutos. ambos con un 13.6% de frecuencia. Estos resultados son diferentes a los obtenidos en el estudio de Suárez (23), cuyos valores obtenidos para la inseminación transvaginal en vacas variaron en el rango de 4.2 minutos como mínimo. 5.22 minutos en promedio por animal. y un máximo de 6.2 minutos.

La variable "Tiempo de duración de la inseminación artificial" es esencial para lograr una adecuada colocación de los espermatozoides en el tracto reproductivo de la hembra y. por lo tanto. para aumentar las posibilidades de concepción. Un tiempo de inseminación adecuado garantiza que los espermatozoides sean depositados correctamente en el útero o el cuello del útero de la hembra. lo que favorece la fertilización y el éxito del proceso reproductivo.

Es importante que los técnicos y especialistas en reproducción animal realicen la inseminación con precisión y cuidado para asegurar que el tiempo de duración sea óptimo y garantizar así una alta tasa de concepción. Un tiempo demasiado corto puede resultar en una colocación inadecuada de los espermatozoides. mientras que un tiempo excesivo puede reducir la viabilidad de los mismos.

**Tabla 21**

*Resultados del Chi Cuadrado para la efectividad de la IA y el tiempo de dura la inseminación artificial (min)*

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9.656 <sup>a</sup>	9	.379
Razón de verosimilitud	11.172	9	.264
N de casos válidos	44		

a. 18 casillas (90.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .50.

En el análisis de la eficiencia de la IA en relación con la temperatura de inseminación. se aplicaron pruebas de Chi Cuadrado para examinar la posible asociación entre estas variables. Sin embargo. los resultados indican que no existe una relación significativa entre la eficiencia de la IA y la temperatura de inseminación. ya que el valor de p es de 0.341 para el Chi-cuadrado de Pearson y 0.146 para la Razón de verosimilitud. lo que sugiere que cualquier aparente relación entre estas variables podría ser resultado del azar.

**Tabla 22**

*Resultados del Chi Cuadrado para la temperatura de inseminación y las horas de diferencia entre el celo y la IA*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9.352a	9	0,029
Razón de verosimilitud	10.476	9	0,230
N de casos válidos	44		

a. 18 casillas (90.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .50.

Estos resultados sugieren que existe una relación significativa entre la temperatura de inseminación y las horas de diferencia entre el celo y la IA. En particular, el valor de p obtenido del Chi-cuadrado de Pearson es 0.029, mientras que el valor de p obtenido de la Razón de verosimilitud es 0.230.



### **9.5. Desarrollar un protocolo de Inseminación Artificial de acuerdo con los factores identificados**

Objetivo: Mejorar la eficacia de la Inseminación Artificial (IA) en el ganado bovino mediante la consideración de factores.

#### 1. Identificación de celo en bovinos

La detección de celo para la IA es un elemento clave para, los productores deben estar pendiente cuando sus animales empiecen a mostrar síntomas de celo.

- Muge.
- Baja en la producción de leche.
- Cola alzada.
- Monta y se deja montar.

#### 2. Transporte del material genético

Para lograr el éxito de la IA, es indispensable el transporte adecuado de las pajuelas, las cuales se conservan en un termo criogénico a una temperatura de  $-196^{\circ}$  centígrados, un bajo nivel del nitrógeno provocara la pérdida del material genético que se va a utilizar en la IA.

#### 3. Condición Corporal

Para realizar este proceso, es necesario evaluar la condición corporal de los bovinos, ya que vacas con una condición corporal de menos 2 no está indicadas para realizar este proceso, se aconseja inseminar a vacas con una condición corporal superior a 2.75.

#### 4. Manga de inseminación

Para precautelar la seguridad del animal como del operario se recomienda que todos los productores tengan implementado una manga de uso exclusivo para efectuar este proceso.

#### 5. Higiene post inseminación artificial.

La vulva de la vaca debe de permanecer lo más limpia posible mientras se realice la IA, de modo que se evite cualquier posible infección durante este proceso, por lo cual se le recomienda lavar siempre la vulva con yodo más aloe vera.

#### 6. Preparación de la pistola de inseminación artificial (IA).

La pistola de IA se debe de conservar a una temperatura de 30 a  $37^{\circ}$  centígrados, con el propósito de evitar un cambio brusco de temperatura con el material genético.

#### 7. Selección de toros

Realizar un análisis de las razas de toros disponibles y sus tasas de concepción.

Seleccionar toros de razas con historial probado de alta eficiencia reproductiva.

8. Extraer la pajuela del termo de nitrógeno.

Para extraer la pajuela de la canastilla se debe de utilizar pinzas metálicas, de tal manera que la canastilla seleccionada no debe de salir de la boca del termo, para evitar que este tenga contacto con el ambiente evitando así cualquier alteración con el material genético.

9. Descongelación del material genético

Para este proceso es necesario contar con agua caliente, termo de mantenimiento y termómetro de agua, con el fin de mantener una temperatura de 37° centígrados.

El tiempo necesario que debe de pasar la pajuela en el agua con la temperatura de 37° Centígrados es de 30 a 40 segundos.

10. Secado y limpieza de la pajuela

Se debe de realizar la limpieza y el secado con toallas de papel absorbente, después de que la pajuela salga del agua.

11. Corte de la pajuela.

La pajuela es cortada con un corta pajuelas, de manera que este sea un corte limpio y así mismo se debe de cambiar de cuchilla, el corte se debe realizar en el extremo distal del algodón.

12. Introducción de la pajuela en la pistola de inseminación (IA).

Se debe de colocar la pajuela dentro de la pistola de inseminación previamente calentada, mediante fricción utilizando papel higiénico.

13. Uso de la camisa sanitaria

El uso de la camisa sanitaria (Chemisse) evitará cualquier tipo de contaminación al momento de realizar el proceso de IA, de tal manera que este chemisse pase el primer anillo para posterior depositar el semen en el útero de la vaca.

14. Sincronización del celo:

- Implementar un protocolo de sincronización del celo Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) para el caso de las vacas que no se logre detectar el celo.
- Monitorear y registrar el retorno del celo a los 21 días después de cada IA.

15. Evaluación de la eficiencia y mejora continua:

- Establecer indicadores de eficiencia, como tasas de concepción y tasa de retorno del celo a los 21 días.

- Realizar un seguimiento periódico de estos indicadores y compararlos con los resultados anteriores.
- Identificar áreas de mejora y realizar ajustes en el protocolo según sea necesario.
- Capacitar al personal regularmente para mantener altos niveles de competencia en la ejecución del procedimiento.
- Mantener una comunicación abierta con expertos en reproducción bovina y considerar su asesoramiento para optimizar el protocolo.
- Implementando este protocolo de Inseminación Artificial, se espera aumentar la eficiencia y el éxito reproductivo en el ganado bovino. maximizando así el rendimiento del programa de reproducción y mejorando la productividad del hato ganadero.
- Hacer ajustes necesarios al protocolo según los resultados y experiencias obtenidas.

## 10. CONCLUSIONES.

- 1) El análisis del retorno del celo a los 21 días en una muestra de 44 casos, que evalúa la eficacia de la inseminación artificial, refleja que el 81.8% de los casos no experimentó retorno del celo en dicho período (NO), mientras que el 18.2% sí lo experimentó (SI). Aunque el porcentaje más representativo es el 81.8%, que engloba la mayoría de los casos, no se debe subestimar la importancia del 18.2%, que señala los casos en los que se presentó el retorno del celo. En resumen, estos resultados resaltan la relevancia de considerar el retorno del celo a los 21 días como un aspecto crítico para evaluar la efectividad de la inseminación artificial en la reproducción bovina.
- 2) Los resultados de los análisis que relacionan los factores ambientales con la efectividad de la Inseminación Artificial (IA) en la reproducción bovina son reveladores. El estudio muestra una marcada influencia de ciertas parroquias, como Belisario, José Guango y Mullinquindil Santa Ana, en la efectividad de la IA. Las diferencias significativas entre la eficiencia de la IA y las parroquias sugieren que condiciones ambientales, manejo, genética y características de las explotaciones pueden ser determinantes en el éxito de la IA en cada zona. La variación en la efectividad de la IA también se relaciona con el tipo de suelo en las parroquias, destacando el papel crucial de factores ambientales en la reproducción bovina. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar el entorno y las particularidades de cada región al evaluar y mejorar la eficacia de la IA en la práctica ganadera.
- 3) Al relacionar los factores del animal con la efectividad de la Inseminación Artificial (IA) en la reproducción bovina, se han identificado patrones significativos. Las razas de los toros utilizados, especialmente la predominancia de la raza Holstein, muestran una relación estadísticamente significativa con la eficiencia de la IA. Además, la elección de ciertos toros con nombres específicos, como "BROCK", también está vinculada a la efectividad de la IA. En cuanto a la edad de la vaca, no se encontró una relación estadísticamente significativa con la eficiencia de la IA, aunque hallazgos anteriores sugieren que tanto las vacas jóvenes como las maduras pueden tener distintas tasas de concepción. La condición corporal de las vacas sí está relacionada con la eficiencia de la IA, demostrando que la salud y nutrición de las vacas impactan en su capacidad reproductiva. Además, la presencia de flujo vaginal en las vacas está estrechamente ligada a una mayor eficiencia de la IA, ya que indica el momento óptimo para la fertilización. Estos resultados destacan la importancia de considerar factores genéticos,

físicos y biológicos en la planificación y práctica de la IA, con el fin de mejorar el éxito reproductivo en la ganadería bovina.

- 4) Finalmente, se considera seguir el protocolo mencionado de acuerdo con la experiencia de los meses previos dentro del programa de mejoramiento genético de inseminación artificial (IA).

## **11. Recomendaciones**

- 1) Dada la importancia de evaluar la efectividad de la inseminación artificial, se recomienda a los nuevos inseminadores que van a participar en el programa de mejoramiento genético motiven a los productores en la construcción de mangas, ya que estas serán destinadas para el uso único de la Inseminación Artificial (IA), logrando así un mayor control e incrementar los porcentajes de concepción en los hatos ganaderos.
- 2) Dado que los factores ambientales tienen un impacto significativo en la eficacia de la inseminación artificial, se recomienda a los ganaderos informar con anticipación sobre la hora de celo en los bovinos, ya que a temperaturas muy bajas y altas son menos horas de celo que estos pueden presentar.
- 3) Para maximizar la eficiencia reproductiva, se sugiere seleccionar toros de razas con historiales probados de éxito reproductivo. Además, es esencial mantener un registro detallado de las condiciones corporales de las vacas y llevar a cabo exámenes pre-IA para detectar problemas de salud.
- 4) Con base en los resultados se recomienda el adecuado uso del material antiséptico, así mismo como el uso estricto en la utilización de la camisa sanitaria (Chemise), de modo que el semen pueda llegar de una forma precisa y segura dentro del sistema reproductivo de las vacas.
- 5) Para mejorar la eficacia reproductiva en el ganado bovino, se sugiere implementar un protocolo integral de IA. Esto incluye la selección adecuada de toros, la sincronización del celo, el monitoreo de la salud de las vacas y el registro detallado de cada IA. Además, se recomienda capacitar al personal involucrado en la correcta ejecución del procedimiento. El protocolo debe ser flexible para ajustarse según los resultados y las condiciones cambiantes, con el objetivo de lograr una alta tasa de concepción y mejorar la productividad en la reproducción bovina.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Agricultura y Ganadería . *La ganadería se promueve a través de la inseminación artificial*. s.f.. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/la-ganaderia-se-promueve-a-traves-de-la-inseminacion-artificial/>
2. Singh M, Sharma A, Sharma A, Kumar P. Repeat breeding and its treatment in dairy cattle of himachal pradesh (india) - a review. *Indian journal of animal reproduction*. 2017; 38(2): p. 1-5. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://acspublisher.com/journals/index.php/ijar/article/view/3712>
3. Mouffok C, Allouni A, Semara L, Belkasmi F. Factors affecting the conception rate of artificial insemination in small cattle dairy farms in an Algerian semi-arid area. *Livestock Research for Rural Development*. 2019; 31(4). [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd31/4/mouff31049.html>
4. Jemal H, Lemma A, Bekana M. Assessment of the reproductive performance of dairy cows in smallholder dairy farms using artificial insemination. *Livestock Research for Rural Development*. 2016; 28(5). [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd28/5/jema28081.html>
5. Yehalaw B, Jemberu A, Asnake A, Wube A, Hirpa A. Factors Affecting the Efficiency of Artificial Insemination in Dairy Cows in and Around Bishoftu (Debre Zeite), Oromia Regional State, Ethiopia. *Journal of Reproduction and Infertility*. 2018; 9(2): p. 28-35. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: [https://idosi.org/jri/9\(2\)18/1.pdf](https://idosi.org/jri/9(2)18/1.pdf)
6. Marizancén M, Artunduaga L. Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *RIAA*. 2019; 8(2): p. 247-259. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en:
7. Horrach M, Bertot J, Montes R, Garay M. Eficiencia reproductiva de sistemas vacunos en inseminación artificial. *Tendencias actuales y perspectivas*. *Rev. prod. anim.* 2020; 32(3). [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202020000300070&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202020000300070&script=sci_arttext)
8. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Latacunga. Plan de ordenamiento territorial del cantón LATACUNGA 2016-2019. 2019 [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0560000380001\\_Plan%20de%20Ordenamiento%20Territorial%20LATACUNGA%202016-2019\\_19-04-2015\\_23-52-43.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560000380001_Plan%20de%20Ordenamiento%20Territorial%20LATACUNGA%202016-2019_19-04-2015_23-52-43.pdf)
9. Ministerio de Agricultura y Ganadería. *La ganadería se promueve a través de la inseminación artificial*. [En Línea]; s.f. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/la-ganaderia-se-promueve-a-traves-de-la-inseminacion-artificial/>.

10. Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAG ofrece servicio de inseminación artificial a bovinos. [En línea]; s.f. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/mag-ofrece-servicio-de-inseminacion-artificial-a-bovinos/>.
11. Hamid M, Abduraman S, Tadesse B. Risk Factors for the Efficiency of Artificial Insemination in Dairy Cows and Economic Impact of Failure of First Service Insemination in and around Haramaya Town, Oromia Region, Eastern Ethiopia. *Vet Med Int.* 2021; 6622487. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8163525/>
12. Mulu M, Moges N, Adane M. Review on process, advantages and disadvantage of artificial insemination in cattle. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry.* 2016; 3(6): p. 8-13. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://www.veterinarypaper.com/pdf/2018/vol3issue6/PartA/3-5-5-712.pdf>
13. Quintero A. Estrategias de inseminación artificial en bovinos: De lo convencional al uso de semen sexado. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* 2022; 30: p. 21-30. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: [https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs\\_files/article/view/3099/1725](https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/3099/1725)
14. Speckhart S, Reese S, Franco G, Ault T, Oliveira Filho R, Oliveira A, et al. Invited Review: Detection and management of pregnancy loss in the cow herd. *The Professional Animal Scientist.* 2018; 34(6): p. 544-557. [Consultado 10 jun 2023].
15. Endale H. Review on Artificial Insemination in Dairy Secto. In [https://ijlr.org/ojs\\_journal/index.php/ijlr/article/view/88/66](https://ijlr.org/ojs_journal/index.php/ijlr/article/view/88/66)ternational Journal of Livestock Research. 2022; 12(7). [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en:
16. Zurita A. Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia tanicuchí utilizando funciones de beneficio.. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9640/1/PC-002544.pdf>
17. Mohammed A. Artificial Insemination and its Economical Significancy in Dairy Cattle: Review. *International Journal of Research Studies in Microbiology and Biotechnology.* 2018;; p. 30-36. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-9428.0401005>
18. López F. Revisiting the Timing of Insemination at Spontaneous Estrus in Dairy Cattle. *Animals.* 2022; 12(24): p. 3565. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani12243565>
19. Müller A, Foerster C, Arriagada G, Silva J, Ortiz M. Factors that affect the success of artificial insemination in cattle of small farmers in the O'Higgins region of central Chil. *FCA.* 2022; 52(2). [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v52n2/v52n2a30.pdf>

20. Dickinson S, Elmore M, Kriese L, Elmore J, Walker B, Dyce P. Evaluation of age, weaning weight, body condition score, and reproductive tract score in pre-selected beef heifers relative to reproductive potential. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019; 18. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-019-0329-6>
21. Mellado M, Lara L, Veliz F, Avendaño L. Conception rate of artificially inseminated Holstein cows affected by cloudy vaginal mucus, under intense heat conditions. *Veterinary Science*. 2015; 50(60). [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000600008>
22. Marini P, Galassi I, Di Masso R. Relación entre el lapso de detección del celo-inseminación y el porcentaje de preñez en vacas lecheras. Celo-inseminación y porcentaje de preñez. *InVet*. 2010. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-34982010000100009](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982010000100009)
23. Suárez A. Eficiencia de la inseminación artificial al primer servicio por la técnica transvaginal en hembras bovinas de la hacienda El Prado. Universidad Técnica De Ambato, 2015. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <dicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20350.pdf>
24. Guachi N. Caracterización de sistemas de producción bovina [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica De Cotopaxi; 2020 [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7013/1/PC-000981.pdf>
25. Ruiz E. "Evaluación de los protocolos de sincronización de celo ovsynch y cosynch en vacas de lidia con la aplicación de inseminación artificial a tiempo fijo [Tesis] Perú: Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco; 2022. [Consultado 10 jun 2023]. Disponible en: [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7393/253T202205\\_95\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7393/253T202205_95_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
26. Ostermeier, G.; Sargeant, G.; Yandell, B.; Everson, D.; Parrish, J. (2001). "Relationship of bull fertility to sperm nuclear shape". *J. Androl*. 72 (4), pp. 595-603.
27. Arthur, G. H., Noakes d. e.; Pearson, H. (1991). "Reproducción y obstetricia en veterinaria". 6ª edición. Interamericana McGRAW-Hill.
28. Blanco M. (2007). "Repercusión del destete precoz y la suplementación en lactación sobre las pautas de crecimiento y desarrollo de los terneros". Tesis doctoral. Universitat de Lleida.
29. Burke J.M., de la Sota R.L., Risco C.A., Staples C.R., Schmitt E.J.P., Thatcher W.W. (1996). "Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows". *Journal Dairy Science* 8, 1385- 1394.



## 13. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de vida del estudiante.

#### DATOS INFORMATIVOS

- **Apellidos:** Landeta Martínez
- **Nombres:** Ricardo Francisco
- **Lugar y fecha de nacimiento:** Latacunga, 27 de septiembre de 1994
- **Estado civil:** Soltero
- **N° de cédula de ciudadanía:** 0504263666
- **Dirección domiciliaria:** Saquisilí, barrio 9 de octubre
- **Números telefónicos:** 0984707185
- **Correo electrónico:** [ricardo.landeta36662@utc.edu.ec](mailto:ricardo.landeta36662@utc.edu.ec)
- **Tipo de sangre:** O+



#### FORMACIÓN ACADÉMICA

Escuela

18 de Octubre

Colegio

Nacional Saquisilí

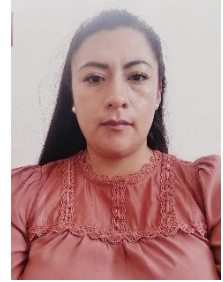
TIPO DE TÍTULO	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE GRADO	N° DE TÍTULO
BACHILLER	C. Físico Matemático	26-07-2013	ME-REF-306541

**FIRMA**

## Anexo 2. Hoja de vida de la docente tutora.

### I. DATOS INFORMATIVOS

- **Nombres completos:** Dina Maricela
- **Apellidos:** Veloz Veloz
- **Lugar y fecha de nacimiento:**
- Machachi, 02 de marzo de 1.987:
- **Dirección electrónica:**  
[dinamaricela25@gmail.com](mailto:dinamaricela25@gmail.com)
- **Teléfonos:** 0996700031/023672893
- **Estudios secundarios:**
- Colegio Agropecuario Genoveva German
- **Título obtenido:** Bachiller técnico agropecuario.
- Estudios universitarios
- Universidad Técnica de Cotopaxi
- **Título obtenido:** Médica Veterinaria y Zootecnista.
- Estudios de postgrado
- Universidad de Cuenca
- **Título obtenido:** Magister en reproducción animal.



### **ACTIVIDAD PROFESIONAL**

Técnico coordinador del componente de mejoramiento genético animal, responsable de la implementación y supervisión de núcleos de inseminación artificial a nivel nacional en la subsecretaría de fomento ganadero. agosto 2010 – diciembre 2014. Quito.

Experiencia en el proceso de compras públicas, importación de material genético animal. agosto 2010 – enero 2017. Quito.

Coordinadora laboratorio de procesamiento de material genético – central nacional de producción y mejoramiento genético “El rosario”. ministerio de agricultura y ganadería. enero 2015 – enero 2017. tambillo.

Asistencia productiva y reproductiva en ganado bovino, ovino y equino en ganaderías a nivel nacional. enero.

Técnico de laboratorio de procesamiento de material genético animal “ANDROGENETIC”. Enero 2014 – hasta la actualidad. Machachi.

Técnico central genética Asogan sd (laboratorio de procesamiento de material genético). abril – agosto 2015. Santo Domingo de los Tsachilas.

Analista de vigilancia zoonosanitario en la agencia de regulación y control fito y zoonosanitario. abril – agosto 2018. Tumbaco.

Docente – investigador en la escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Espoch. marzo – julio 2019

Jefe de ganadería – hacienda San Alfonso. septiembre 2019 – septiembre 2020. Pintag.

Docente – Universidad Católica de Cuenca. abril 2022 – hasta la actualidad. Cuenca.

### Anexo 3. Cuestionario para productores

Nombre del Productor	
Ubicación	
Numero de bovinos	
¿Durante cuántos años ha utilizado la IA?	
¿Durante cuántos años ha utilizado toros?	
Numero de Inseminaciones Artificiales (IA) que efectúa al año	
Numero de bovinos preñados al año	
Quien efectúa la IA	
¿Ha tenido alguna dificultad para obtener el servicio de IA?	
Técnica de IA utilizada	
Años de entrenamiento en IA	
¿Tiene algún problema para obtener semen de mejor genética?	A) Sí B) No
Si obtiene el servicio de IA fácilmente o si está disponible en su pueblo. ¿va por el toro?	a) Sí b) No
¿Está satisfecho con los técnicos de IA en su prestación de servicios?	a) Sí b) No
¿Cree que los técnicos de IA son eficientes en la prestación del servicio?	a) Sí b) No
¿Conoce el problema de transmisión de enfermedades al utilizar el servicio de toros?	a) Sí b) No
¿Prefieres la IA al servicio de toro?	<p>a) Sí b) No</p> <p>En caso afirmativo. ¿por qué elige IA en lugar de toros?</p> <p>a) El servicio de IA es confiable o siempre está disponible</p> <p>b) el servicio de IA es barato</p> <p>c) Para evitar la transmisión de enfermedades</p> <p>d) Mejorar la raza para una mejor productividad.</p> <p>e) No hay servicio de toros en la zona</p> <p>f) Terneros de IA tienen mejor precio</p>

## Factores

<b>TECNICA DE IA</b>	
¿Los técnicos de IA descongelan el semen antes ¿inseminación?	a) Sí b) No C) No sé
¿Durante cuánto tiempo los técnicos de IA descongelan el ¿semen?	.....minutos
¿Cómo comprueban los técnicos de IA el temperatura del agua durante la descongelación?	d) Usar termómetro e) Usando el dedo f) no sé
¿Cuánto tardan los técnicos de IA en inseminar una vaca determinada?	.....minutos
¿Para que una vaca conciba. cuantas veces se insemina?	a) una vez b) dos veces c) tres veces d) Más de tres veces
¿Revisa regularmente la calidad del semen?	A) Sí B) No Si es así. ¿cómo? a) Toma de muestras al laboratorio de semen b) Comprobación física de la pajilla c) Otro. especifique .....
¿Dónde está la fuente del semen?	
Instrumento utilizado para la IA	¿Una moto? a) Sí b) No b) recipiente de LN2 (2 litros/3 litros)? a) Sí b) No c) Arma de IA a) Sí b) No d) Termo (termo matraz) a) Sí b) No e) Fórceps a) Sí b) No f) Cito cortador/tijera a) Sí b) No
¿Usa de camisa sanitaria?	Sí b) No
Tiempo desde el ingreso de la pistola de IA en la vulva hasta depositar el semen en el cérvix	..... Minutos
¿Tiempo de inseminación total?	
<b>Factores del animal</b>	
Condición corporal del bovino	
Peso del bovino	
Altura a la cruz	
Edad del bovino	
Raza del bovino	
¿Cuáles son los signos de celo a los que prestas atención?	Ser montado de pie 1 Montaje de otras vacas 2 hombres de carne 3 Aumento de la actividad 4 Mentón descansando 5 Oler otras vacas 6

	Montaje sin estar parado 7 Temperatura corporal 8 Color de la mucosa de la vulva 9 Secreción de moco de la vulva 10 Disminución del consumo de alimento 11 Más alerta (levantando las orejas) 12 Más ruidos 13 Reacción al tocar los genitales 14 Agrandamiento de la vulva 15 Otros 16
¿Cuánto tiempo después de que detecta calor por primera vez. llama al técnico de IA?	
¿Tuvo/siguió capacitación en detección de celo?	Sí. de un veterinario Sí. del técnico de IA Sí. de otro(s) agricultor(es) No
<b>Alimentación</b>	
Suplementación con minerales	a) Sí b) No C) No sé
Suplementación con concentrado	a) Sí b) No C) No sé
<b>Manejo sanitario</b>	
Vacunación	a) Sí b) No C) No sé
Desparasitación	a) Sí b) No C) No sé
Diagnóstico de brucella	a) Sí b) No C) No sé
Enfermedades reproductivas	a) Sí b) No C) No sé
¿Se evalúa el estado reproductivo del bobino?	a) Sí b) No C) No sé
<b>Factores ambientales</b>	
Temperatura Ambiental	
Humedad	
Altura	
Tipo De Suelo	

#### **Anexo 4. Inseminación Artificial en la parroquia de Belisario Quevedo.**



#### **Anexo 5. Inseminación Artificial en la parroquia de José Guango**



#### **Anexo 6. Inseminación Artificial en la parroquia de Santa Ana.**



**Anexo 7. Inseminación Artificial Parroquia Alaquez.**



**Anexo 8. Inseminación Artificial en la parroquia de Mulaló.**



**Anexo 9. Inseminación Artificial en el cantón Pujilí.**





## Anexo 10. Aval de Traducción.

CENTRO  
DE IDIOMAS***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO ABRIL-AGOSTO DEL 2023”** presentado por: **Landeta Martínez Ricardo Francisco** egresado de la Carrera de: **Medicina Veterinaria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2023.

Atentamente,

Marco Paul Beltrán Semblantes

CENTRO  
DE IDIOMAS

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

CC: 0502666514