



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

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA  
UTCGEN EN LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO, POALÓ Y  
GUAYTACAMA**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Médica Veterinaria

**Autora:**

De la Cruz Pichogagón Milena Mabel

**Tutora:**

Veloz Veloz Dina Maricela

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2026**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

De la Cruz Pichogagón Milena Mabel, con cédula de ciudadanía No. 1728213230, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO, POALÓ Y GUAYTACAMA”**, siendo la MVZ. Veloz Veloz Dina Maricela, MSc. Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales 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, 09 de febrero del 2026

Milena Mabel De la Cruz Pichogagón  
C.C: 1728213230  
**ESTUDIANTE**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **DE LA CRUZ PICHOGAGÓN MILENA MABEL**, identificada con cédula de ciudadanía N° 1728213230, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, 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. - LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Selección masal de los bovinos del programa UTCgen en las parroquias Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial académico:**

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Fecha de finalización: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutora: MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, MSc.

Tema: “Selección masal de los bovinos del programa UTCgen en las parroquias Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama”

**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, **LA 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 **LA 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.
- f) 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 **LA 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 **LA 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 **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas 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 09 días del mes de febrero del 2026.

Milena Mabel De la Cruz Pichogagón  
**LA CEDENTE**

Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema  
**LA CESIONARIA**

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

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

**“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS DE ELOY ALFARO, POALÓ Y GUAYTACAMA”**, de De la Cruz Pichogagón Milena Mabel, 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, 09 de febrero del 2026

MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, MSc.

C.C: 1720299302

**DOCENTE TUTORA**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

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, la postulante: De la Cruz Pichogagón Milena Mabel, con el título de Proyecto de Investigación: **“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS DE ELOY ALFARO, POALÓ Y GUAYTACAMA”**, 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 grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 09 de febrero del 2026

MVZ. Cristian Neptalí Arcos Alvarez, Mg.  
C.C: 1803675734  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

MVZ. Edie Molina Cuasapaz, Mtr.  
C.C: 1722547278  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

MVZ. Alison Cristina Simancas, Mg.  
C.C: 0503001000  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus docentes, por su compromiso con la formación académica y profesional, por los conocimientos impartidos y por las enseñanzas que contribuyeron de manera significativa al desarrollo de esta etapa de mi vida.*

*A mi familia, quienes han sido mi mayor motivación. Gracias por enseñarme a no rendirme, por confiar en mis capacidades y por apoyarme sin condiciones. En cada paso de este proceso sentí su respaldo, y eso marcó la diferencia.*

*A mis amigos, Luis, Jenny y Samy por llenar esta etapa de risas, aprendizajes y recuerdos que guardaré siempre. Gracias por permanecer a mi lado cuando más lo necesitaba.*

*A mis pequeños compañeros Cheeto y Milo, que estuvieron conmigo en más de una madrugada de trabajo, recordándome que incluso en los momentos de cansancio nunca estaba sola.*

*Gracias a quienes estuvieron presentes durante este proceso. Cada palabra, cada gesto y cada momento compartido dejaron huella en este recorrido. Hoy sé que lo que soy también lleva un poco de cada persona que decidió caminar a mi lado.*

***Milena Mabel De la Cruz Pichogagón.***

## **DEDICATORIA**

*Este logro lleva el nombre de las personas más importantes en mi vida, quienes hicieron posible cada paso de este proceso.*

*A mi madre Rosario, por su amor incondicional, su sacrificio constante y el esfuerzo diario que hizo posible este sueño. Gracias por tu fortaleza, y confianza permanente en mí, por mantenerte a mí lado incluso en los momentos más difíciles. Eres parte esencial de cada logro, porque en cada paso que doy está tu amor sosteniéndome.*

*A mi padre Luis, por su amor sincero y el cariño que me ha demostrado a lo largo de mi vida. Por el apoyo que me ha brindado en momentos clave y por no dudar en ayudarme cuando acudí a tu apoyo.*

*A mi hermano Eduardo, con quien he compartido aprendizajes, retos y alegrías, por estar presente y brindarme su apoyo en todo momento. Este logro también refleja todo lo que aprendí a tu lado.*

*Esta meta que hoy se cumple también les pertenece, porque cada consejo, cada palabra de aliento y el apoyo brindado fueron fundamentales para continuar avanzando y convertir este sueño en una realidad. Porque gran parte de la persona que soy hoy es gracias a ustedes, mi familia.*

***Milena Mabel De la Cruz Pichogagón.***

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

**TÍTULO: “SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA  
UTCgen EN LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO, POALÓ Y  
GUAYTACAMA”**

**Autora:**  
De la Cruz Pichogagón Milena Mabel

**RESUMEN**

La producción lechera en las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló, del cantón Latacunga, se desarrolló principalmente en sistemas de producción de pequeña y mediana escala que presentaron limitaciones técnicas asociadas al manejo inadecuado del hato, especialmente en los componentes de alimentación, sanidad y potencial genético de los bovinos, lo cual afectó la productividad y la rentabilidad de los productores. La presente investigación tuvo como objetivo implementar la selección masal en bovinos del programa UTCgen en los sectores Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló. El estudio se desarrolló durante los meses de marzo, abril y mayo de 2025, con la participación de 15 productores y un total de 119 bovinos clasificados categóricamente. Se realizó una investigación de tipo descriptiva y observacional, enfocada en la recolección de datos productivos y económicos de los animales y de los sistemas de producción evaluados. Se registraron variables fenotípicas como altura a la cruz, ganancia diaria de peso, densidad de la leche y predicción de lactancia a 305 días, las cuales fueron analizadas mediante el método estadístico BLUP. Asimismo, se recopilaron datos económicos correspondientes a ingresos y gastos mensuales, con el fin de determinar el costo de producción por litro de leche. Los resultados evidenciaron variabilidad fenotípica y genética entre los animales evaluados, atribuida en gran medida al manejo productivo y a la interacción genotipo-ambiente. Esto permitió identificar individuos con mayor potencial productivo y mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona. Se determinó, además, que el 42 % de los productores presenta pérdidas económicas mensuales en la actividad lechera, debido a que el precio de venta de la leche es inferior al costo de producción. Lo que evidenció la importancia de aplicar criterios de selección basados en características fenotípicas y en los valores genéticos estimados (EBV) como una estrategia técnica viable para mejorar progresivamente la productividad del hato, fortalecer la sostenibilidad de los sistemas lecheros locales y optimizar los costos de producción.

**Palabras clave:** Selección masal, fenotipo, genética, producción lechera, potencial genético, interacción genotipo-ambiente, valor genético estimado.

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

**THEME: “MASS SELECTION OF CATTLE FROM THE UTCGEN  
PROGRAM IN THE PARISHES OF ELOY ALFARO, POALÓ, AND  
GUAYTACAMA”**

**Author:**

De la Cruz Pichogagón Milena Mabel

**ABSTRACT**

Dairy production of parishes such as Eloy Alfaro, Guaytacama, and Poaló, in Latacunga canton, takes place mainly within small and medium-scale production systems. These systems exhibited technical limits regarding inadequate herd management, particularly in nutrition, health, and genetic potential of cattle which consequently affected productivity and profitability of the producers. The objective of this research was to implement mass selection in the cattle of UTCgen program. The study was conducted since March to May 2025, involving 15 producers, and 119 cattle, which were categorically classified. This descriptive and observational research focused on collecting productive and economic data. Phenotypic traits such as height at withers, average daily gain, milk density, and projected 305-day milk yield were recorded and analyzed through the Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) method. Furthermore, economic data on monthly incomes and expenses were collected to determine production cost per liter of milk. The results demonstrated phenotypic and genetic variability among evaluated animals, attributed to productive management and genotype-by-environment interaction. As a result, individuals with higher productive potential and enhanced adaptation to local agroecological conditions were identified. Additionally, the study indicated that 42% of producers experience monthly financial losses in dairy production due to the fact of milk selling price is regularly below production costs. Therefore, the results prove the importance of applying criteria of selection based on the phenotypic characteristics and Estimated Breeding Values (EBV) as a viable technical strategy to gradually improve herd management, foster sustainability of local dairy industry and optimize production costs.

**Keywords:** Mass selection, phenotype, genetics, milk production, genetic potential, genotype-environment interaction, estimated genetic value.

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
TABLA DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. BENEFICIARIOS .....	3
3.1. Directos: .....	3
3.2. Indirectos: .....	3
4. PROBLEMÁTICA .....	4
5. OBJETIVOS.....	5
5.1. Objetivo general: .....	5
5.2. Objetivos específicos:.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1. Producción láctea en el Ecuador.....	7
7.2. Altura a la cruz .....	7
7.3. Ganancia diaria de peso.....	7
7.3.1. Cinta bovinometrica .....	7
7.4. Calidad de leche .....	7
7.4.1. Densidad de leche.....	8
7.4.2. Lactodensímetro .....	8
7.5. Sanidad .....	9
7.6. Parámetros Genéticos .....	9
7.6.1. Fenotipo.....	9

7.6.2.	Genotipo .....	9
7.6.3.	Heredabilidad .....	10
7.6.4.	EBV .....	10
7.6.5.	Merito genético.....	11
7.6.6.	Interacción genotipo por ambiente (IGA) .....	11
7.6.7.	Selección masal .....	11
7.7.	Selección genética .....	12
7.8.	Respuesta a la selección .....	12
7.9.	Blup .....	13
7.9.1.	Utilidad del método BLUP .....	13
7.9.2.	Criterios técnicos para la utilización del BLUP .....	13
8.	HIPÓTESIS .....	13
9.	METODOLOGÍA.....	14
9.1.	Ubicación geográfica del sector .....	14
9.1.1.	Eloy Alfaro .....	14
9.1.2.	Guaytacama .....	15
9.1.3.	Poaló.....	16
9.2.	Tipo de estudio .....	17
9.3.	Socialización del proyecto.....	17
9.4.	Población de estudio.....	17
9.5.	Manejo del estudio .....	18
9.6.	Registro Genealógico .....	19
9.7.	Ganancia de peso .....	19
9.7.1.	Ganancia diaria de peso en gramos .....	19
9.8.	Altura a la cruz .....	19
9.9.	Densidad de la leche .....	20
9.10.	Producción de leche.....	20
9.11.	Costos de Producción .....	20
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	21
10.1.	Altura a la cruz (cm).....	22
	Ganancia diaria de peso (g/día) .....	25
10.1.	Densidad de leche (20°) .....	29
10.2.	Predicción de lactancia a 305 días (kg) .....	32
11.	RESPUESTA A LA SELECCIÓN MASAL .....	34
11.1.	Ganancia diaria de peso.....	35

11.2.	Predicción de lactancia a 305 días.....	37
12.	COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	40
13.	IMPACTOS .....	42
13.1.	Impacto Social .....	42
13.2.	Impacto Económico.....	42
13.3.	Impacto Técnico .....	42
14.	CONCLUSIONES.....	43
15.	RECOMENDACIONES .....	44
16.	BIBLIOGRAFÍA .....	45

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b>	Ubicación geográfica de Eloy Alfaro .....	14
<b>Ilustración 2.</b>	Ubicación geográfica de Guaytacama .....	15
<b>Ilustración 3.</b>	Ubicación geográfica de Poaló .....	16

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Listado de productores de Guaytacama.....	18
<b>Tabla 2.</b>	Listado de productores de Eloy Alfaro.....	18
<b>Tabla 3.</b>	Listado de productores de Poaló.....	18
<b>Tabla 4.</b>	Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de altura a la cruz por categoría Eloy Alfaro .....	22
<b>Tabla 5.</b>	Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de altura a la cruz por categoría Poaló .....	22
<b>Tabla 6.</b>	Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de altura a la cruz por categoría Guaytacama .....	23
<b>Tabla 7.</b>	Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de ganancia diaria de peso por categoría Eloy Alfaro .....	26
<b>Tabla 8.</b>	Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de ganancia diaria de peso por categoría Poaló.....	26

<b>Tabla 9.</b> Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de ganancia diaria de peso por categoría Guaytacama.....	27
<b>Tabla 10.</b> Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de densidad de leche Eloy Alfaro .....	29
<b>Tabla 11.</b> Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de densidad de leche Poaló .....	30
<b>Tabla 12.</b> Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de densidad de leche Guaytacama .....	30
<b>Tabla 13.</b> Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de predicción de lactancia a 305 días Eloy Alfaro.....	32
<b>Tabla 14.</b> Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de predicción de lactancia a 305 días Poaló.....	32
<b>Tabla 15.</b> Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de predicción de lactancia a 305 días Guaytacama.....	33
<b>Tabla 16.</b> Selección masal con EBV de ganancia diaria de peso Eloy Alfaro .....	35
<b>Tabla 17.</b> Selección masal con EBV de ganancia diaria de peso Poaló .....	35
<b>Tabla 18.</b> Selección masal con EBV de ganancia diaria de peso Guaytacama .....	35
<b>Tabla 19.</b> Selección masal con EBV de predicción de lactancia a 305 días Eloy Alfaro .....	37
<b>Tabla 20.</b> Selección masal con EBV de predicción de lactancia a 305 días Poaló .....	37
<b>Tabla 21.</b> Selección masal con EBV de predicción de lactancia a 305 días Guaytacama .....	38
<b>Tabla 22.</b> Costo de producción de litro de leche por productor Eloy Alfaro .....	40
<b>Tabla 23.</b> Costo de producción de litro de leche por productor Poaló .....	40
<b>Tabla 24.</b> Costo de producción de litro de leche por productor Guaytacama .....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Altura a la cruz por categorías Eloy Alfaro.....	22
<b>Gráfico 2.</b> Altura a la cruz por categorías Poaló.....	22
<b>Gráfico 3.</b> Altura a la cruz por categorías Guaytacama.....	23
<b>Gráfico 4.</b> Ganancia diaria de peso por categorías Eloy Alfaro .....	25
<b>Gráfico 5.</b> Ganancia diaria de peso por categorías Poaló .....	26

<b>Gráfico 6.</b> Ganancia diaria de peso por categorías Guaytacama .....	26
<b>Gráfico 7.</b> Densidad de leche Eloy Alfaro.....	29
<b>Gráfico 8.</b> Densidad de leche Poaló.....	30
<b>Gráfico 9.</b> Densidad de leche Guaytacama.....	30
<b>Gráfico 10.</b> Predicción de lactancia a 305 días Eloy Alfaro.....	32
<b>Gráfico 11.</b> Predicción de lactancia a 305 días Poaló.....	32
<b>Gráfico 12.</b> Predicción de lactancia a 305 días Guaytacama.....	33

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:** Selección masal de los bovinos del programa UTCgen en las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló

**Fecha de Inicio:** octubre 2025

**Fecha de finalización:** marzo 2026

**Lugar de Ejecución:** Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló – Cotopaxi

**Unidad Académica que auspicia:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**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:**

**Tutora:** MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, MSc.

**Estudiante:** Milena De la Cruz

**Área de Conocimiento:** 3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

**Línea de investigación:** Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Dentro del sector agropecuario del Ecuador, la explotación lechera ocupa un lugar estratégico por su importancia económica y productiva. (1) la producción nacional está estimada en aproximadamente 5.581.133 litros de leche al día (2). Se destaca la participación de la región Sierra, que aportó el 78 % de la producción total. Dentro de esta región, Cotopaxi se posicionó como la segunda provincia con mayor contribución, con 657.756 litros de leche, equivalentes al 12 % de la producción lechera nacional (3).

El sector lechero impulsa la generación de puestos de trabajo y sostiene económicamente a alrededor de 1,2 millones de personas en todo el país con amplia intervención de pequeños y medianos ganaderos juntamente con diferentes empresas encargadas del procesamiento de la leche son miembros fundamentales dentro de la actividad láctea (4). Sin embargo, esta actividad se ve afectada ya que enfrentan barreras críticas como la baja productividad animal producido por factores como deficiencia alimentaria, el mal manejo dentro de los hatos ganaderos, problemas sanitarios o factores ambientales adversos. Estas barreras limitan su capacidad para mejorar la productividad, adoptar prácticas sostenibles y competir efectivamente en el mercado (5).

Considerando que la producción lechera es una actividad de alto valor económico y social, resulta necesaria la implementación de un enfoque integral que permita mejorar la eficiencia productiva lechera a través de herramientas fundamentadas en esquemas de mejoramiento genético acordes a las condiciones locales de Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama respectivamente. Bajo este enfoque se propone desarrollar un plan de selección genética fundamentado en la recolección de datos productivos y fenotípicos en dichos sectores de la provincia de Cotopaxi.

### **3. BENEFICIARIOS**

#### **3.1. Directos:**

- Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTCgen) de las parroquias Eloy Alfaro y Guaytacama.

#### **3.2. Indirectos:**

- Ganaderos productores de leche de bovinos de las parroquias Eloy Alfaro y Guaytacama.
- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.

#### **4. PROBLEMÁTICA**

Los sistemas de productivos bovinos desarrollados por pequeños y medianos productores de las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló, pertenecientes a la provincia de Cotopaxi, persisten limitaciones técnicas asociadas al manejo inadecuado del hato bovino, especialmente en los componentes de alimentación, sanidad y mejoramiento genético. Estas problemáticas están estrechamente vinculadas a la aplicación de prácticas empíricas y a la insuficiente asistencia técnica, lo que condiciona el rendimiento productivo y la capacidad reproductiva de los animales.

A nivel nacional, el sector lechero ecuatoriano se caracteriza por la predominancia de establecimientos ganaderos de pequeña escala, donde cerca del 80 % de los productores son explotaciones familiares y solo un 4 % cuenta con sistemas tecnificados, lo que evidencia una marcada brecha productiva y económica. Aunque esta actividad genera cerca de 1.400 millones de dólares anuales como resultado de la producción y procesamiento de leche; sin embargo, el precio fijado en 0,42 USD por litro resulta poco favorable para los pequeños ganaderos, especialmente cuando enfrentan bajos niveles de productividad asociados a deficiencias en la alimentación, la sanidad y el manejo genético (4).

En el sistema ganadero bovino, la baja productividad lechera asociada con una inversión productiva que supera el valor de comercialización por litro de leche, esto debido a limitaciones en el manejo por parte del productor, que conlleva a un manejo sanitario deficiente, marcado por la ausencia de planes sanitarios estructurados y controles preventivos, situación que eleva la prevalencia de enfermedades, reduce el rendimiento productivo del hato y representa un riesgo sanitario para la región (6) (7).

Adicionalmente, los productores de estas parroquias presentan un bajo nivel de conocimiento y aplicación de estrategias de mejoramiento genético bovino. La elección de reproductores se realiza, en su mayoría, sin criterios técnicos objetivos, sin registros productivos y reproductivos, y sin el uso de herramientas de evaluación genética, lo que limita el progreso genético del hato y perpetúa animales con bajo potencial productivo.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general:**

Implementar selección masal de los bovinos del programa UTCgen en las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló.

### **5.2. Objetivos específicos:**

- Identificar los bovinos de leche con mejores cualidades genéticas en las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló del cantón Latacunga.
- Implementar un programa de selección masal basado en criterios fenotípicos y productivos específicos.
- Evaluar el impacto del programa de selección masal en la rentabilidad de los productores de leche de las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló, midiendo los cambios en costos y beneficios productivos.

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

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
Identificar los bovinos de leche con mejores cualidades fenotípicas en las parroquias Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama del cantón Latacunga, recopilando.	Recopilación de información productiva y morfológica de cada ejemplar.	Organización de los datos fenotípicos de manera estructurada.	Registro individualizado de cada uno de los fenotipos evaluados para posible selección.
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
Implementar un programa de selección masal basado en criterios genéticos y productivos específicos.	Identificación de bovinos con elevado potencial genético.	Determinar que ejemplar mantiene un buen fenotipo y emplear el método BLUP para la estimación del mérito genético.	Organización estructurada de los datos fenotípicos en conjunto con EBV y Accuracy.
<b>Objetivo 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
Evaluar el impacto del programa de selección masal en la rentabilidad de los productores de leche de las parroquias Eloy Alfaro y Guaytacama, midiendo los cambios en costos y beneficios productivos.	Análisis de costos de producción.	Registro de datos sobre ingresos y gastos del hato ganadero.	Determinación de costo de producción por litro de leche y rentabilidad del hato ganadero.

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1. Producción láctea en el Ecuador**

Conforme a registros del año 2023 en el Ecuador existen 841.529 vacas ordeñadas, con una producción diaria cercana a 5,6 millones de litros, equivalentes a 6.6 litros diarios por vaca, cuya distribución de la producción corresponde en un 77% venta en líquido, 15.1% procesada en los terrenos, 5.6% para consumo de los terneros y un 2.4% a otros fines (8).

### **7.2. Altura a la cruz**

La altura a la cruz es la medida vertical tomada desde el plano de apoyo hasta la región más elevada de la cruz (parte superior de los hombros) del animal, y se usa como medida básica del tamaño corporal y desarrollo esquelético (9). Esta medida es útil para evaluar crecimiento, comparación entre animales y algunas predicciones de peso, aunque por sí sola no siempre indica con precisión el peso real (10).

### **7.3. Ganancia diaria de peso**

Es un indicador clave que estima el progreso corporal parcial o completo de los animales en etapa productiva. Lo más recomendable es realizar pesajes en tres o cuatro momentos diferentes a lo largo del ciclo productivo, ya sea al inicio o al final de cada etapa. Esta práctica permite calcular con precisión cuánto peso ganan los animales en cada periodo, facilitando el monitoreo del rendimiento. Además, este seguimiento contribuye a tomar decisiones más acertadas sobre la alimentación, el manejo sanitario y el momento óptimo para la venta o el sacrificio, asegurando así una producción más eficiente y rentable (11).

#### **7.3.1. Cinta bovinométrica**

La cinta bovinométrica es una herramienta clave para estimar el peso del ganado de forma práctica y económica. Permite calcular fácilmente el peso aproximado de la vaca o ternero en función del perímetro torácico para así realizar el pesaje sin necesidad de balanza y de esta manera monitorear el crecimiento y la condición corporal de los animales, facilitando decisiones en nutrición, salud y reproducción. Su uso mejora la eficiencia productiva y contribuye a una ganadería más sostenible (12).

### **7.4. Calidad de leche**

La leche cruda de óptima calidad debe estar exenta de contaminantes físicos, partículas extrañas, olores o sabores extraños, tener una acidez y composición normal, y no contener

sustancias químicas ni bacterias en exceso. Esta calidad es esencial, ya que sin una buena materia prima no es posible obtener productos lácteos seguros ni de alta calidad. Con el fin de garantizar dicha inocuidad, resulta indispensable aplicar medidas higiénicas durante todas las etapas del proceso productivo, desde el ordeño hasta el almacenamiento. Además, la leche bien manejada mejora la vida útil del producto y protege la salud del consumidor (13).

#### **7.4.1. Densidad de leche**

La densidad constituye un parámetro físico-químico determinada por la relación existente entre la masa y el volumen de la leche, expresada en gramos por mililitro (g/mL) (14). En condiciones estándar de análisis (20 °C), la densidad de la leche bovina presenta rangos promedio situados entre 1.030 y 1.033 g/mL, pese a que estos valores dependen de la proporción de sus componentes (15).

La densidad está determinada principalmente por el contenido de sólidos totales, en especial los sólidos no grasos como lactosa, proteínas y minerales, los cuales tienden a incrementar este valor. A diferencia de la grasa láctea, debido a su menor densidad respecto al agua, produce una disminución del valor total (16).

Este parámetro resulta determinante en la evaluación de calidad, ya que posibilita identificar adulteraciones, así como para evaluar su estado físico-químico. Su determinación se realiza mediante instrumentos especializados, como el lactodensímetro. En conjunto, el análisis de la densidad resulta esencial para asegurar la inocuidad, autenticidad y calidad nutricional del producto (17).

#### **7.4.2. Lactodensímetro**

El lactodensímetro es un aerómetro compuesto por un cuerpo flotador de vidrio, lastrado en su extremo inferior y provisto con una varilla graduada, dependiendo del modelo en algunos se incorpora un termómetro permitiendo registrar la temperatura y la densidad de manera simultánea (18).

Este instrumento mide la densidad de la leche usando la ley de flotabilidad de Arquímedes que indica que “todo cuerpo sumergido dentro de un fluido experimenta una fuerza ascendente llamada empuje, equivalente al peso del fluido desalojado por el cuerpo” (19). En otras palabras, mientras más densa sea la leche, más alto flotará el lactodensímetro.

## **7.5. Sanidad**

El objetivo principal de un plan sanitario dentro de un hato ganadero es establecer e implementar un conjunto de medidas preventivas y de manejo orientadas al control, prevención, reducción y erradicación de afecciones que comprometen el estado sanitario y el rendimiento productivo del ganado bovino. Estas acciones deben ser implementadas de manera continua iniciando desde el nacimiento de los animales hasta su vida adulta (20).

Generalmente las enfermedades que afectan al ganado bovino suelen originarse por desequilibrios entre el ambiente, los agentes patógenos y el estado inmunológico del animal (21). Además, factores como condiciones climáticas extremas, malnutrición, hacinamiento o prácticas inadecuadas de manejo incrementan el estrés ocasionando susceptibilidad a patologías en los bovinos. Por esa razón, la ejecución de correctas estrategias de manejo y el mantenimiento de condiciones ambientales adecuadas son elementos esenciales con el fin de disminuir la prevalencia de enfermedades y fortalecer la condición sanitaria del rebaño (22).

## **7.6. Parámetros Genéticos**

### **7.6.1. Fenotipo**

Hace referencia al conjunto de atributos físicos, fisiológicos y de comportamiento que pueden observarse en un organismo. Estas características surgen de la combinación entre la base genética y las condiciones ambientales (23). Dichos factores incluyen tanto el entorno externo como la alimentación, el clima y el manejo como el ambiente interno, que abarca la interacción con otros genes y componentes celulares. Por tanto, la manifestación fenotípica está influenciada tanto por la carga genética como por el entorno. Esta interacción compleja es clave para entender por qué animales con genotipos similares pueden presentar diferencias en su desempeño productivo o adaptativo (24).

### **7.6.2. Genotipo**

El genotipo hace referencia a la composición genética total presente en un organismo. Esta información genética heredada de los progenitores determina el potencial biológico del individuo, influyendo en rasgos como la producción, resistencia a enfermedades o adaptabilidad, siendo una base fundamental en la selección genética dentro de la mejora animal (25).

Este potencial genético no se manifiesta de forma directa, sino a través de su interacción con el ambiente, lo que da origen al fenotipo, que representa la expresión observable de dichos caracteres (26).

En el mejoramiento genético se expresa la base hereditaria sobre la cual se realiza la selección de animales con mejores cualidades, ya que define el potencial genético que puede ser transmitido a su descendencia. El genotipo permite estimar el valor genético real de un individuo en relación con características económicamente relevantes como producción de leche, ganancia de peso, desempeño reproductivo y tolerancia a enfermedades. Por ello, las estrategias de mejoramiento enfocan sus esfuerzos en reconocer y seleccionar animales con genotipos favorables mediante herramientas como la evaluación genética, los valores genéticos estimados (EBV) y modelos estadísticos como BLUP, con el fin de lograr un progreso genético sostenido en las poblaciones animales (27)

### **7.6.3. Heredabilidad**

La heredabilidad corresponde a un parámetro estadístico que cuantifica la fracción de la variabilidad fenotípica entre individuos en una determinada población atribuible a diferencias genéticas. Es específica para una característica determinada, en una población concreta y bajo condiciones ambientales particulares. Este valor, expresado generalmente en porcentaje o como una fracción, permite estimar qué tan eficaz puede ser la selección genética para mejorar un rasgo. Cuanto mayor es la heredabilidad de una característica, mayor será la influencia del genotipo en su expresión y, por lo tanto, más eficiente será la selección de animales con mejores cualidades para la reproducción (28) (29).

### **7.6.4. EBV**

El EBV (Estimated Breeding Value) es una estimación cuantitativa que indica el potencial hereditario de cierto rasgo en particular de un animal a su descendencia usando modelos estadísticos como el BLUP que combina el fenotipo, información genealógica y ajustes por ambiente (30).

El EBV brinda una estimación más precisa del mérito genético de un animal, permitiendo identificar reproductores con mayor capacidad para contribuir al mejoramiento genético de la población. Un EBV elevado en un rasgo deseado incrementa la probabilidad de que la descendencia exprese dicha característica. De igual manera sirve para tomar decisiones en los programas de selección favoreciendo un avance genético (31).

### **7.6.5. Merito genético**

Es una estimación del potencial hereditario que presenta un individuo para heredar rasgos productivos deseables a su progenie, y constituye un pilar esencial en las estrategias de selección y mejora genética, especialmente en especies bovinas, ovinas y porcinas. Este valor permite predecir el desempeño promedio de la progenie en comparación con otros animales, considerando atributos productivos y funcionales como producción láctea o cárnica, fertilidad, longevidad y tolerancia a enfermedades, la eficiencia en el uso del alimento y la calidad del producto final. Su cálculo se fundamenta en la información fenotípica del animal, los registros de sus parientes y descendientes, y en modelos estadísticos avanzados como el BLUP, que permiten obtener valores genéticos estimados (EBV) para cada característica de interés (32).

### **7.6.6. Interacción genotipo por ambiente (IGA)**

Es un fenómeno importante en programas de mejoramiento genético, ya que refleja como un animal puede comportarse de manera diferente según el entorno en el que se encuentra. Lo que quiere decir es que, el rendimiento de un genotipo no es el mismo en todos los ambientes. Esta interacción suele estar influenciada por la variabilidad geográfica, y para que esta sea aplicada de manera funcional es necesario evaluarla en distintos ambientes para entender cómo afecta al desempeño del animal (33).

La IGA puede alterar las varianzas genéticas, fenotípicas y ambientales, lo que a su vez modifica los parámetros genéticos como la heredabilidad. En consecuencia, estudiar la IGA permite ajustar los modelos de evaluación genética y tomar decisiones adecuadas según las condiciones de cada región o sistema de producción (34).

### **7.6.7. Selección masal**

La selección masal se considera un procedimiento convencional y práctico en los programas de mejoramiento genético que se basa únicamente en la evaluación fenotípica individual de los animales, es decir, en características observables como la producción de láctea y el crecimiento ponderal. No requiere información genealógica ni estimaciones genéticas, por lo que es ampliamente utilizado en unidades de producción de baja disponibilidad económica y técnica, especialmente por pequeños y medianos productores, por su bajo nivel de inversión y sencilla ejecución (35).

No obstante, una de sus mayores desventajas radica en que no posibilita diferenciar si el buen rendimiento de un animal se debe a su genética o a factores ambientales como el manejo o la alimentación. Esto puede llevar a seleccionar animales con bajo potencial hereditario, lo que reduce la eficacia del mejoramiento a largo plazo. En consecuencia, el progreso genético con este método tiende a ser lento y existe el riesgo de que las generaciones futuras no mantengan los niveles productivos deseados (36).

### **7.7. Selección genética**

La selección genética corresponde a un procedimiento de mejora animal que busca identificar y reproducir individuos con alto potencial hereditario para rasgos de importancia productiva, tales como producción, crecimiento y resistencia a patologías. A diferencia de la selección basada solo en el fenotipo, este enfoque utiliza herramientas estadísticas como el EBV (Valor Genético Estimado), considerando también la genealogía y, en algunos casos, información genómica. Esto permite separar el efecto genético del ambiental y predecir con mayor precisión qué animales transmitirán mejores características a su descendencia (37).

Este tipo de selección ofrece ventajas importantes, como un progreso genético más sostenido y confiable a largo plazo. Además, gracias al uso de tecnologías modernas, es posible seleccionar animales jóvenes sin esperar a que expresen completamente su fenotipo. Sin embargo, requiere registros precisos, buena organización y, en muchos casos, una inversión económica considerable, lo que puede limitar su aplicación en sistemas de producción pequeños o con pocos recursos (38) (39).

### **7.8. Respuesta a la selección**

La respuesta a la selección se define como la variación genética promedio que se observa en una población después de haber seleccionado y reproducido a los individuos con mejores características. Este concepto permite medir el avance genético logrado para un rasgo específico, incluyendo rendimiento lechero, crecimiento diario y eficiencia reproductiva, y es fundamental para evaluar la eficacia de un programa de mejoramiento animal (40).

Dicha respuesta depende principalmente de la magnitud de la selección aplicada, de la heredabilidad del rasgo y la variabilidad fenotípica existente en la población. A mayor heredabilidad y exigencia en la selección, mayor será el progreso genético. Este principio es esencial para diseñar estrategias de selección efectivas y sostenibles en el tiempo (41).

## **7.9. Blup**

El sistema BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), creado en los años 70, es un método estadístico utilizado en mejoramiento genético animal que permite estimar de forma precisa el valor genético de los individuos (42). Este modelo combina información del propio animal, sus parientes y descendencia, lo que mejora la exactitud de la selección. Además, permite comparar animales criados en diferentes condiciones, realizar predicciones genéticas incluso antes de que expresen su fenotipo y evaluar múltiples características productivas al mismo tiempo, como producción de leche (43).

### **7.9.1. Utilidad del método BLUP**

El método BLUP se utiliza para optimizar caracteres productivos y funcionales, incluyendo rendimiento y composición de la leche, ganancia ponderal, fertilidad y tolerancia a enfermedades. Su aplicación permite ajustar la evaluación genética a las condiciones particulares de cada región y sistema de producción. Este método resulta esencial para fortalecer los programas de mejoramiento en entornos ambientales heterogéneos, facilitando la selección de animales con mayor adaptación, eficiencia productiva y rentabilidad (44).

### **7.9.2. Criterios técnicos para la utilización del BLUP**

La implementación efectiva del método BLUP está condicionada por la existencia de bases de datos amplias y adecuadamente organizadas, que integren registros fenotípicos confiables y una genealogía correctamente documentada. Tanto la calidad como la cantidad de información influyen directamente en la exactitud de las predicciones genéticas. Asimismo, su aplicación exige el uso de programas informáticos especializados y la participación de profesionales capacitados para procesar e interpretar los resultados obtenidos (45).

## **8. HIPÓTESIS**

H1: La aplicación del análisis del índice de selección masal ganado bovino perteneciente a las parroquias Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama permitirá mejorar los caracteres genéticos asociados al rendimiento productivo, así como la rentabilidad financiera de las explotaciones lecheras

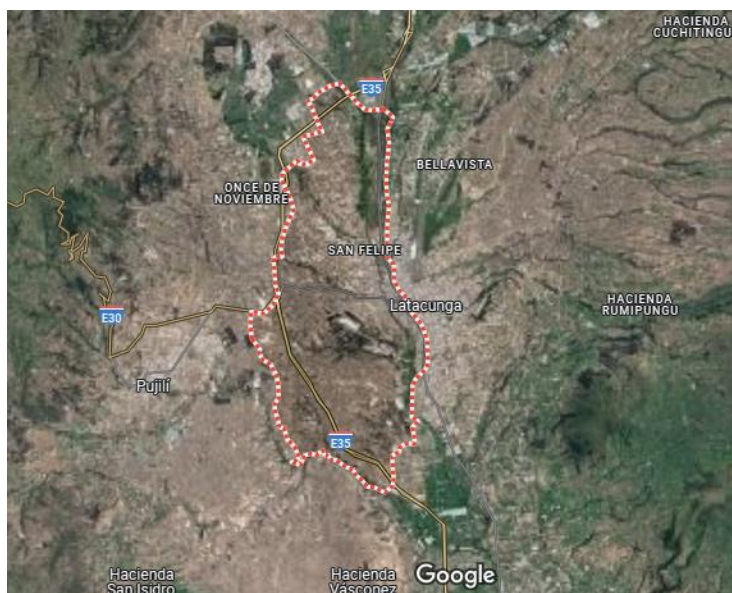
H0: La aplicación del análisis del índice de selección masal ganado bovino perteneciente a las parroquias Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama no permitirá mejorar los caracteres

genéticos asociados al rendimiento productivo, así como la rentabilidad financiera de las explotaciones lecheras

## 9. METODOLOGÍA

### 9.1. Ubicación geográfica del sector

#### 9.1.1. Eloy Alfaro



*Ilustración 1. Ubicación geográfica de Eloy Alfaro*

*Ilustración 2. Ubicación geográfica de Guaytacama*  
*Ilustración 3. Ubicación geográfica de Eloy Alfaro*

**Fuente:** Google Maps 2025

**País:** Ecuador

**Provincia:** Cotopaxi

**Cantón:** Latacunga

**Parroquia:** Eloy Alfaro

La investigación se desarrolla en la parroquia Eloy Alfaro, perteneciente al cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, específicamente en los sectores Tilipulo, y La Calera, ubicados a 2914 metros de elevación, en las coordenadas UTM 0762212 E y 9898670 N. Debido a su localización geográfica y características del terreno, la zona presenta un clima templado seco (46).

### 9.1.2. Guaytacama



*Ilustración 4. Ubicación geográfica de Guaytacama*

*Ilustración 5. Ubicación geográfica de Poaló*  
*Ilustración 6. Ubicación geográfica de Guaytacama*

**Fuente:** Google Maps 2025

**País:** Ecuador

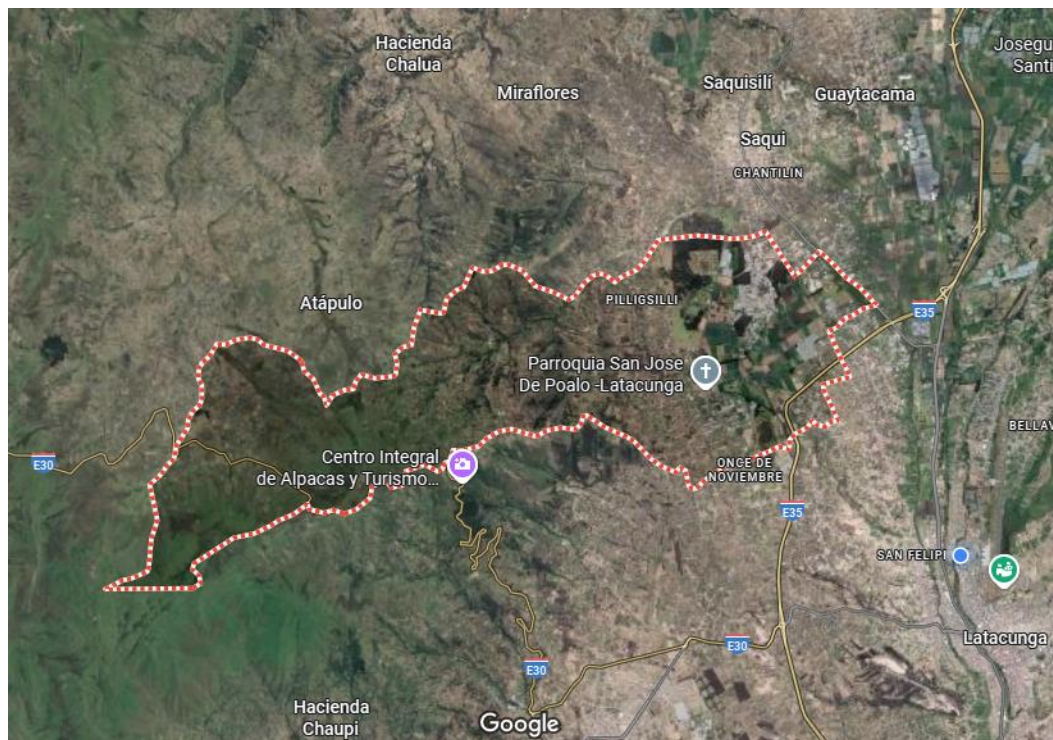
**Provincia:** Cotopaxi

**Cantón:** Latacunga

**Parroquia:** Guaytacama

El estudio se ejecuta en la parroquia Guaytacama del cantón Latacunga, en la provincia de Cotopaxi, ubicado a 2906 msnm, posicionada en las coordenadas 0° 49' S y 78° 39' O. Debido a su localización geográfica y características del terreno, la zona presenta un clima templado seco (47).

### 9.1.3. Poaló



*Ilustración 7. Ubicación geográfica de Poaló*

**Fuente:** Google Maps 2025

**País:** Ecuador

**Provincia:** Cotopaxi

**Cantón:** Latacunga

**Parroquia:** Poaló

La investigación se llevó a cabo en la parroquia Poaló, perteneciente al cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. El área de intervención comprende tres zonas altitudinales: la parte baja, situada entre los 2.000 y 3.000 msnm; la parte media, entre los 3.000 y 3.400 msnm; y la parte alta, entre los 3.400 y 3.800 msnm. El promedio térmico del área fluctúa entre 9 y 18 °C; sin embargo, se registran valores térmicos mínimos en determinadas mañanas de noviembre, diciembre, febrero y agosto que pueden descender por debajo de los 7 °C (48).

## **9.2. Tipo de estudio**

Se implementó un estudio descriptivo bajo un diseño observacional, enfocado en la recolección de datos productivos y económicos relacionados con los animales evaluados. El objetivo principal fue identificar aquellos individuos con mayor potencial productivo, considerando variables clave como el incremento diario de peso corporal, el rendimiento lechero en un periodo de 305 días, así como la densidad y volumen de leche producida. Además, se analizaron los costos asociados a la producción para determinar la rentabilidad individualizada de cada explotación ganadera dentro del proyecto UTCGen. Esta metodología permitió no solo describir el comportamiento productivo del hato, sino también definir lineamientos de selección dirigidos a mejorar la eficiencia productiva y sostenibilidad del sistema.

## **9.3. Socialización del proyecto**

El proyecto inició en marzo de 2025 con una jornada de socialización dirigida por el responsable del estudio. Posteriormente, se realizó un recorrido por los barrios de las parroquias correspondientes en este caso Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama con el propósito de presentarse ante la comunidad como tesistas de la de la carrera de medicina veterinaria y explicar las actividades previstas. Asimismo, se mantuvo diálogo con las autoridades locales para informarles que, en el periodo comprendido entre marzo y junio, se desarrollaría trabajo de campo enfocado en obtener datos morfológicos y de producción lechera, desparasitaciones, aplicación de administración de complejos vitamínicos, exámenes ginecológicos y procedimientos de inseminación artificial. Esta última actividad se ejecutó de manera gratuita, con el financiamiento de la universidad, solicitando como único compromiso la colaboración de los productores y su disposición para seguir las indicaciones del equipo técnico.

## **9.4. Población de estudio**

En la parroquia de Guaytacama se trabajó con 6 productores, en Eloy Alfaro con 4 productores distribuidos en los sectores la Calera y Tilipulo por otro lado en Poaló se cuenta con 5 productores.

*Tabla 1. Listado de productores de Guaytacama*

<b>SECTOR</b>	<b>PRODUCTOR</b>	<b>TOTAL BOVINOS</b>
Guaytacama	Narcisa Tutillo	12
Guaytacama	Ines Pullopaxi	4
Guaytacama	Blanca Chuquilla	8
Guaytacama	Klever Quishpe	5
Guaytacama	María Vilca	6
Guaytacama	Nelly Tutillo	8
<b>TOTAL</b>		<b>43</b>

*Tabla 4. Listado de productores de Eloy Alfaro*

<b>SECTOR</b>	<b>PRODUCTOR</b>	<b>TOTAL BOVINOS</b>
Calera	Irene Rebache	11
Tilipulo	Humberto Tandalia	3
Tilipulo	Danny Chicaiza	3
Tilipulo	Martha Muso	4
<b>TOTAL</b>		<b>21</b>

*Tabla 7. Listado de productores de Poaló*

<b>SECTOR</b>	<b>PRODUCTOR</b>	<b>TOTAL BOVINOS</b>
Poaló	Segundo Jácome	4
Poaló	Edwin Jácome	6
Poaló	Carlos Proaño	4
Poaló	Marisol Mera	17
Poaló	Carlos Espín	24
<b>TOTAL</b>		<b>43</b>

## 9.5. Manejo del estudio

El estudio fue ejecutado en las parroquias Poaló, Eloy Alfaro y Guaytacama, del cantón Latacunga, en la provincia de Cotopaxi. El proyecto tuvo como eje la implementación de una estrategia de mejoramiento genético basada en selección masal con una duración estimada de cuatro meses, iniciando en marzo de 2025. A lo largo de este periodo se dio continuidad al proceso de obtención y validación de datos, además de la ejecución de las actividades correspondientes al estudio, tales como:

- Aplicación de tratamientos antiparasitarios.
- Administración de suplementación vitamínica.
- Registro individual del peso vivo.
- Determinación del peso de la leche producida.

- Medición de la densidad láctea.

## 9.6. Registro Genealógico

En conjunto con los propietarios de cada extensión ganadera se recopiló información genealógica de cada bovino, a pesar de que gran parte no contaba con los registros completos de los progenitores, especialmente en casos de vacas adquiridas recientemente en ferias ganaderas. Pese a esta limitación, los datos disponibles permitieron establecer vínculos genealógicos entre los ejemplares.

## 9.7. Ganancia de peso

Para realizar esta actividad se utilizó una cinta bovinométrica, herramienta práctica que permite estimar el peso corporal de los bovinos mediante la medición del perímetro torácico. Estas mediciones se realizaron en el periodo comprendido entre marzo y junio de 2025, permitiendo obtener un seguimiento progresivo del desarrollo de cada ejemplar, este tipo de evaluación es clave para estimar el estado nutricional, crecimiento y eficiencia productiva dentro del programa. Cabe recalcar que algunas vacas gestantes parieron después del primer pesaje, lo que pudo generar variaciones en los valores obtenidos y, por ende, influir en el análisis de los resultados.

### 9.7.1. Ganancia diaria de peso en gramos

Luego de efectuar el pesaje mediante el uso de la cinta bovinométrica, con el propósito de estimar la ganancia diaria de peso promedio, se procedió a determinar la variación entre los pesos registrados mensualmente, aplicando la fórmula correspondiente:

$$\left( \frac{(\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial})}{\text{Días entre pesaje}} \right) \times 100$$

El cálculo se efectuó en dos periodos consecutivos: primero entre el segundo mes y primer mes, y luego entre el tercer mes y segundo mes. Finalmente, se promediaron ambos resultados para obtener la ganancia ponderal diaria promedio.

## 9.8. Altura a la cruz

La disminución en la altura de las vacas es una característica deseable tanto por motivos de manejo como por la facilidad al momento del ordeño. Además, los animales de menor tamaño suelen ser más eficientes, ya que requieren menos energía para su mantenimiento

corporal, lo que permite que una mayor cantidad de nutrientes se destinen a la producción de leche.

Durante las mediciones con cinta métrica, se tomaron precauciones para asegurar la precisión de los datos, considerando factores como la edad de los animales especialmente en terneros y vacas, cuya altura varía rápidamente debido al crecimiento y las condiciones del terreno, ya que una superficie irregular puede alterar los resultados. Por ello, se procuró realizar las mediciones en suelos planos y asegurando que los animales mantuvieran una postura adecuada con las patas bien apoyadas.

### **9.9. Densidad de la leche**

La determinación de la densidad láctea se realizó mediante un lactodensímetro y una probeta con capacidad de 250 ml. Tras tomar muestras individuales de leche de cada vaca, se agrega suavemente 200ml de leche en la probeta, evitando la formación de espuma en la parte superior, se dispuso la probeta en una superficie plana y se procedió a sumergir el lactodensímetro con un ligero movimiento de rotación. La medición se efectuó una vez por mes a lo largo de tres meses consecutivos. Al culminar dicho periodo de tiempo se calculó el promedio de los tres registros con la formula:

$$\text{PROMEDIO}(\text{Densidad 1; Densidad 2; Densidad 3})$$

### **9.10. Producción de leche**

Para estimar la producción láctea individual, se registró mensualmente el peso de la leche obtenida en cada ordeño de cada vaca, utilizando una balanza digital. Para proyectar la producción total por animal, es indispensable conocer la fecha de su último parto, lo que permite proyectar los datos y calcular su producción a un período estándar de 305 días.

### **9.11. Costos de Producción**

En este proyecto de investigación se llevó un registro detallado de los gastos mensuales de cada productor, incluyendo alimentación, inseminación, sanidad y mano de obra. Esta información es clave para cuantificar de manera precisa los costos productivos y, a partir de ellos, evaluar la rentabilidad individual de cada beneficiario. Además, este análisis económico permite identificar sectores en los que es posible mejorar la asignación de recursos, mejorar la eficiencia del sistema productivo y tomar decisiones informadas para aumentar la sostenibilidad financiera de la actividad ganadera.

## **10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El análisis se orientó en analizar y comparar los parámetros productivos lecheros y morfológicos de los animales evaluados en las parroquias Guaytacama, Eloy Alfaro y Poaló. Estas localidades presentan condiciones ambientales y sistemas de manejo distintos, lo cual puede influir en el desempeño fenotípico de los animales y revelar posibles efectos atribuibles a la interacción entre genotipo y ambiente (IGA). A partir de los datos recopilados en campo, se discuten los hallazgos en función del fenotipo de los animales evaluados.

En las parroquias de Guaytacama, Eloy Alfaro y Poaló la variabilidad en el rendimiento productivo de los bovinos, posiblemente atribuida a diferencias en el manejo y las condiciones ambientales propias de cada zona. Este patrón puede explicarse por la interacción genotipo por ambiente, fenómeno en el cual un mismo genotipo expresa rendimientos diferentes según el entorno, tal como lo señalan Mulder y Bijma (2005), quienes destacan que la implementación exitosa de programas de mejoramiento requiere incorporar la IGA en los criterios de selección (49).

### 10.1. Altura a la cruz (cm)

Gráfico 2. Altura a la cruz por categorías Eloy Alfaro

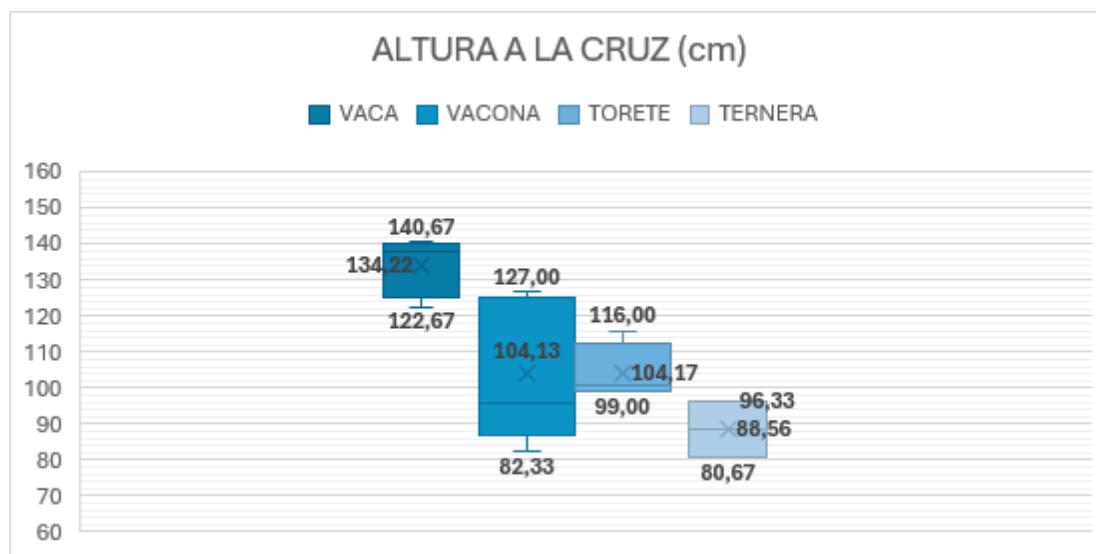


Tabla 10. Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de altura a la cruz por categoría Eloy Alfaro

	VACA	VACONA	TORETE	TERNERA
<b>MÁXIMO</b>	MOCHA	LOURDES	AGUSTIN	MILAGROS
<b>MÍNIMO</b>	JUANITA	DANIELITA	LUISITO	NEGRITA

Gráfico 5. Altura a la cruz por categorías Poaló

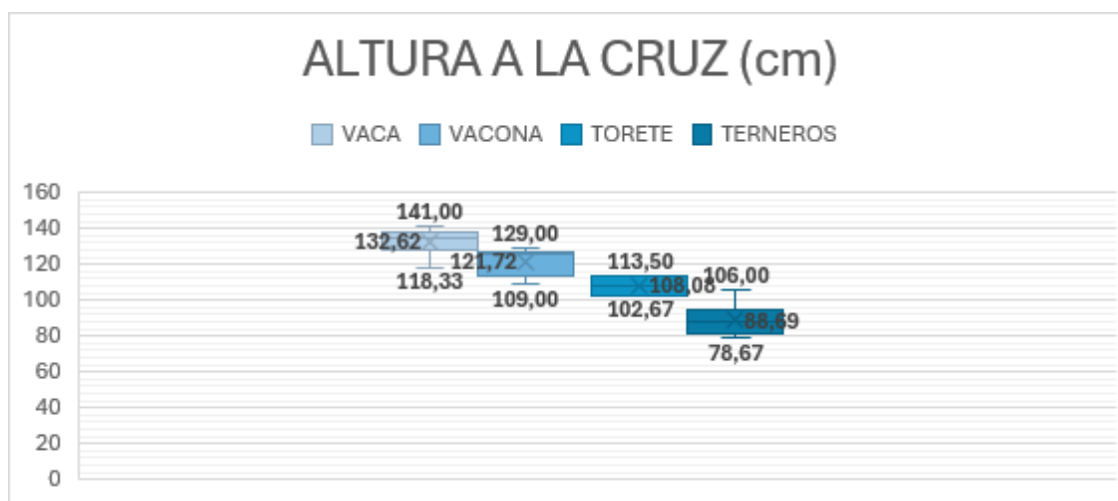
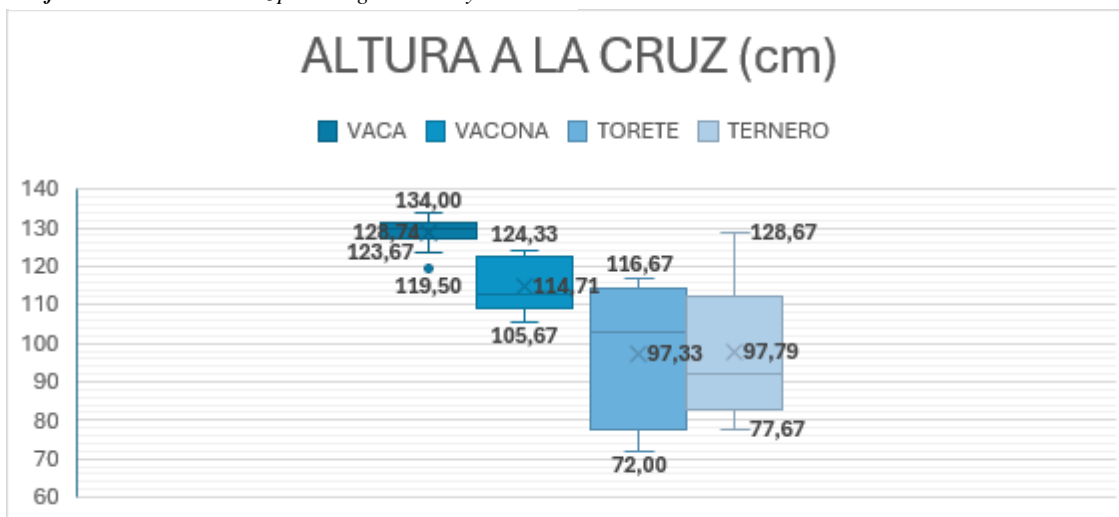


Tabla 13. Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de altura a la cruz por categoría Poaló

	VACA	VACONA	TORETE	TERNEROS
<b>MÁXIMO</b>	VACA	DEL VECINO	MARTIN 1	MANCHADITA
<b>MÍNIMO</b>	MARIPOSA	DE ABUELA	LUCERO	LUCHO

**Gráfico 8.** Altura a la cruz por categorías Guaytacama



**Tabla 16.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de altura a la cruz por categoría Guaytacama

	VACA	VACONA	TORETE	TERNERO
<b>MÁXIMO</b>	BLANQUITA	MOCHA	JOSELITO	CARLOS
<b>MÍNIMO</b>	BARROSA	NEGRITA	CELESTE	LUNA

En el gráfico 1 correspondiente a la parroquia Eloy Alfaro, la altura a la cruz en la categoría de vacas, se registró un valor mínimo de 122.67 cm, un valor máximo de 140.67 cm y un promedio de 134.22 cm, evidenciando el mayor desarrollo corporal dentro del grupo. Las vaconas mostraron un rango más amplio, con valores que oscilaron entre 82.33 y 127.00 cm, y un promedio de 104.13 cm, lo que indica mayor variabilidad en animales en crecimiento. En los toretes, la altura a la cruz varió entre 99 y 116 cm, con un promedio de 104.17 cm, presentando una distribución relativamente homogénea. Finalmente, las terneras registraron valores con un mínimo de 80.67 cm, un máximo de 96.33 cm y un promedio de 88.56 cm, acorde a su etapa etaria.

Además, en la parroquia Poaló, se observó una tendencia similar. Las vacas alcanzaron alturas comprendidas entre 118.33 y 141.00 cm, con un promedio de 132.62 cm, mostrando uniformidad en animales adultos. En las vaconas, los valores oscilaron entre 109 y 129 cm, con un promedio de 121.72 cm. Los toretes presentaron un valor mínimo de 102.67 cm, un máximo de 113.50 cm y un promedio de 108.08 cm, mientras que los

terneros mostraron alturas entre 78.67 y 106 cm, con un promedio de 88.69 cm, correspondientes a animales jóvenes.

En el gráfico 3, las vacas presentaron alturas a la cruz que variaron entre 123.67 y 134 cm, con un promedio de 128.74 cm, reflejando un desarrollo relativamente homogéneo. En la categoría de vaconas, se registró un valor mínimo de 105.67 cm, un máximo de 124.33 cm y un promedio de 114.71 cm, lo que indica variabilidad en el crecimiento. Los toretes mostraron un rango amplio, con valores entre 72 y 116.67 cm, y un promedio de 97.33 cm. Por su parte, los terneros presentaron alturas comprendidas entre 77.67 y 128.67 cm, con un promedio de 97.79 cm, evidenciando diferencias individuales propias de animales en desarrollo.

La altura en las vacas constituye un parámetro relevante, dado que incide en la facilidad de manejo dentro del sistema productivo. Tradicionalmente se creía que una mayor altura corporal se asociaba con un incremento en la producción, sin embargo, esta afirmación no siempre es correcta. Los animales de mayor tamaño corporal requieren una mayor cantidad de alimento para suplir sus demandas nutricionales de mantenimiento y producción, lo que incrementa su demanda energética. En sistemas de producción de traspatio o de pequeña escala, esta característica resulta poco conveniente, ya que eleva los costos de alimentación y manejo sin garantizar un aumento significativo en la productividad, afectando la eficiencia económica del productor.

Las vacas adultas presentaron mayores alturas lo cual corresponde a su completo desarrollo esquelético. Según Payne (2000), la altura a la cruz refleja el grado de desarrollo somático acumulado en el animal adulto y refleja la influencia en el manejo nutricional a lo largo de su vida (50). Las diferencias observadas entre los diferentes sectores podrían atribuirse a variaciones en la calidad nutricional, el sistema de manejo y los criterios de selección genética, factores que influyen significativamente en el tamaño corporal adulto.

La categoría de vaconas refleja una reducción en la altura a la cruz respecto a las vacas, esto debido a que los animales aun no alcanzan la madurez fisiológica. Poaló obtuvo los valores promedio mayores, seguido por Guaytacama y finalmente Eloy Alfaro. De acuerdo con Lasley (1993), el crecimiento estructural durante esta etapa es altamente sensible al manejo nutricional. Asimismo, Falconer y Mackay (2003) señalan que la expresión fenotípica del tamaño corporal en animales jóvenes es consecuencia de la

interacción entre factores genéticos y ambientales, lo que explica la diferencia presente entre sectores (51) (52).

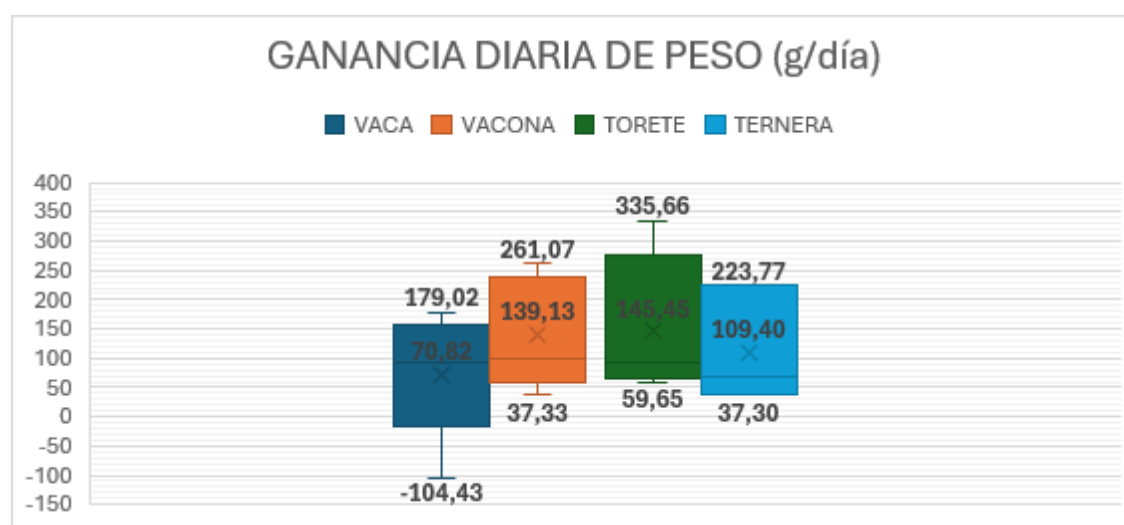
Los toretes mostraron valores intermedios, reflejando un crecimiento activo. El promedio superior de Poaló y su menor dispersión con las mayores alturas, sugiere mejores condiciones de recría o un mayor potencial genético respecto a la altura. Payne indica que los machos jóvenes suelen expresar mayor variabilidad en caracteres morfométricos cuando existen diferencias en alimentación y manejo, a diferencia de Guaytacama que muestra valores más bajos que podrían estar asociados a restricciones nutricionales o menor valor genético.

La última categoría etaria son los terneros que presentaron las menores alturas a la cruz, lo cual concuerda con su temprana edad. Sin embargo, Guaytacama y Eloy Alfaro muestran un desempeño superior en comparación con Eloy Alfaro. Según Torres y Bepalhok (2018), el desarrollo inicial del ternero está relacionado con la alimentación materna, la correcta provisión de calostro y las prácticas sanitarias, factores que influyen directamente en el crecimiento temprano. Estas diferencias durante el desarrollo pueden tener efecto sobre el desempeño productivo en la etapa adulta del animal (53).

En este estudio se observaron diferencias marcadas en las tres parroquias (Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama), lo que coincide con lo planteado por Hafez y Hafez (2000) quienes mencionan que el entorno y la disponibilidad alimentaria generan variabilidad fenotípica significativa entre grupos de animales (54).

### Ganancia diaria de peso (g/día)

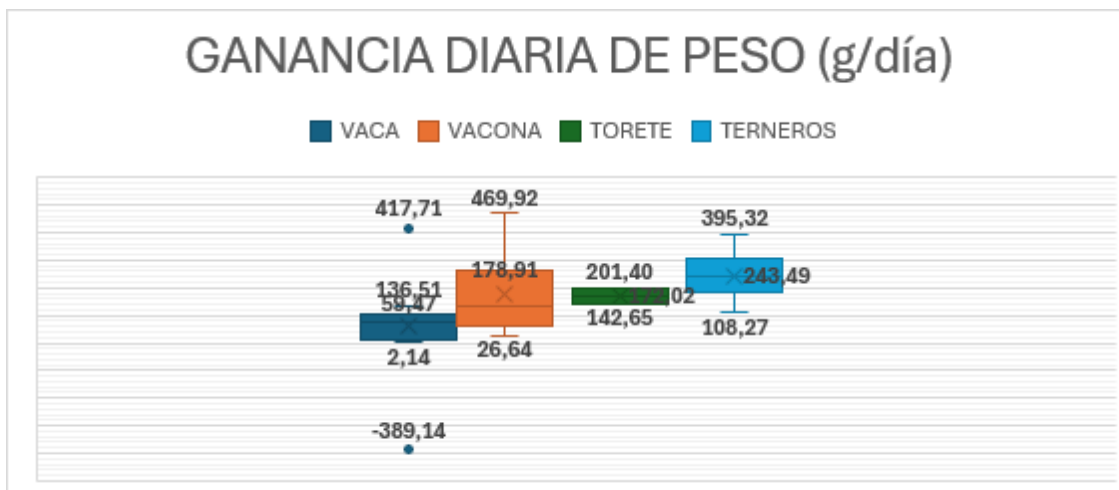
*Gráfico 11. Ganancia diaria de peso por categorías Eloy Alfaro*



**Tabla 19.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de ganancia diaria de peso por categoría Eloy Alfaro

	VACA	VACONA	TORETE	TERNERA
<b>MÁXIMO</b>	BLANCA	JULIANA	LUISITO	FERNANDA
<b>MÍNIMO</b>	COLORADA	MARIANITA	DOMINGO	MILAGROS

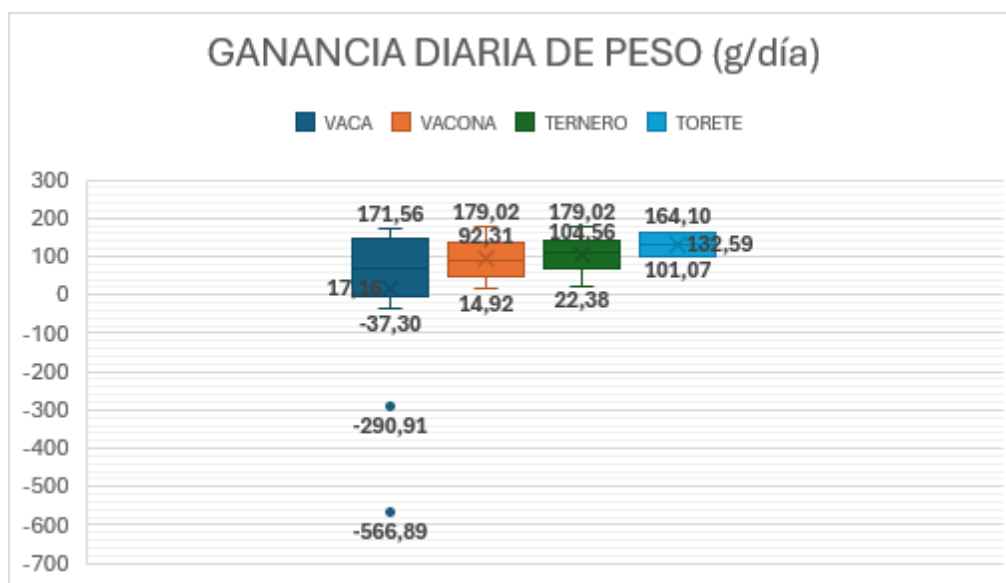
**Gráfico 14.** Ganancia diaria de peso por categorías Poaló



**Tabla 22.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de ganancia diaria de peso por categoría Poaló

	VACA	VACONA	TORETE	TERNEROS
<b>MÁXIMO</b>	VACA LOLA	LUNA	LUCERO	ARISCA
<b>MÍNIMO</b>	PEZONERA IZQUIERDA	DEL VECINO	MARTIN 1	ROJA

**Gráfico 17.** Ganancia diaria de peso por categorías Guaytacama



**Tabla 25.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de ganancia diaria de peso por categoría Guaytacama

	VACA	VACONA	TERNERO	TORETE
<b>MÁXIMO</b>	SALVADORA	NEGRITA	DOMINGO	JOSELITO
<b>MÍNIMO</b>	MECHITA	MOCHA	CARLOS	ARON

En el sector de Eloy Alfaro las vacas presentaron un promedio de 70,82g/día, con valores que oscilaron entre -104,43g/día y 179,02 g/día, evidenciando una alta variabilidad, incluso presentando registros negativos que podrían asociarse a pérdida de peso. Las vaconas registraron un promedio de 139,13 g/día, con un rango comprendido entre 37,33 g/día y 261,07 g/día lo que refleja un crecimiento más activo en animales jóvenes. En los toretes se apreció un promedio de 145,45 g/día, con valores entre 59,65 g/día y 335,66 g/día siendo la categoría que presento un mayor valor máximo, lo que sugiere mayor potencial de ganancia de peso. Por su parte las terneras alcanzaron un promedio de 109,40 g/día con un máximo de 223,77 g/día y un mínimo de 37.30 g/día correspondiente a animales en desarrollo.

En el gráfico 5, respectivo al sector de Poaló, se aprecia que las vacas mostraron un promedio de 59,47 g/día con valores que varían entre 2,14 g/día y 136,51 g/día, indicando una ganancia de peso moderada en animales adultos. Adicionalmente en esta categoría se observan valores atípicos correspondientes a Cachuda con 417,71 g/día que se encuentra gestante, por el contrario, Negra Salcedo con -389,14 g/día concluyó su periodo de preñez. Las vaconas presentaron un promedio superior de 178,91 g/día, con un amplio rango entre 26,64 g/día y 469,92 g/día, lo que evidencia una marcada variabilidad en el crecimiento. Los toretes registran un promedio de 172,02 g/día con valores comprendidos entre 142,65 g/día y 201,40 g/día, mostrando un comportamiento más uniforme. En cuanto a los terneros se obtuvo el promedio más alto entre las categorías etarias, con 243,49 g/día y valores que oscilaron entre 108,27 g/día y 395,32 g/día reflejando una elevada ganancia de peso propia de animales atravesando etapas de crecimiento.

En el sector Guaytacama, la ganancia diaria de peso fue, en general, menor en contraste con los otros sectores. Las vacas alcanzaron un promedio de 17,16 g/día, con un valor mínimo de -37,30 g/día y un máximo de 171,56 g/día, lo que sugiere una alta variabilidad y posibles periodos de pérdida de peso. Asimismo, se identificó valores atípicos asociados a Pintada -290,91 g/día y Lucero -566,89 g/día con gestación culminada. Las

vaconas presentaron un promedio de 92,31 g/día, con valores entre 14,92 g/día y 179,02 g/día, indicando un crecimiento moderado. Los terneros registraron un promedio de 104,56 g/día, con un rango comprendido entre 22,38 g/día y 179,02 g/día, mientras que los toretes mostraron un promedio de 132,59 g/día, con valores que oscilaron entre 101,07 g/día y 164,10 g/día, presentando una ganancia de peso más estable dentro de esta categoría.

La alimentación deficiente en los hatos bovinos genera desbalances alimenticios que limitan el crecimiento ponderal de las diferentes categorías, evidenciando un manejo inadecuado del hato. Esta situación retrasa el crecimiento y deteriora la condición corporal, por lo que las vacas ingresan a la lactancia con bajo peso y escaso desarrollo productivo. En concordancia con lo señalado por Van Amburgh (1998), las bajas ganancias de peso durante la etapa de crecimiento, particularmente aquellas menores a 600 g/día, retrasan la edad al primer parto y afectan negativamente el nivel de productividad posterior, mientras que ganancias cercanas a 800 g/día permiten optimizar la futura producción de leche y la eficiencia económica del sistema (55). En consecuencia, los animales mal desarrollados presentan un menor pico y persistencia de lactancia, provocando una menor producción lechera durante el ciclo productivo de 305 días, lo que, sumado al mayor tiempo y costo de mantenimiento de animales poco eficientes, se traduce directamente en pérdidas económicas para el productor.

En los tres sectores analizados las vacas mostraron ganancias de peso moderadas e incluso valores negativos, lo que concuerda con lo señalado por el NRC (2021), que indica que en vacas lecheras adultas la ganancia de peso puede ser limitada o negativa cuando los nutrientes se destinan prioritariamente al mantenimiento, la lactancia o gestación. En contraste, las mayores ganancias observadas en vaconas y toretes reflejan un patron típico de animales jóvenes que presentan mejor crecimiento corporal durante las etapas de crecimiento como lo describe Terré (2025) (55) (56).

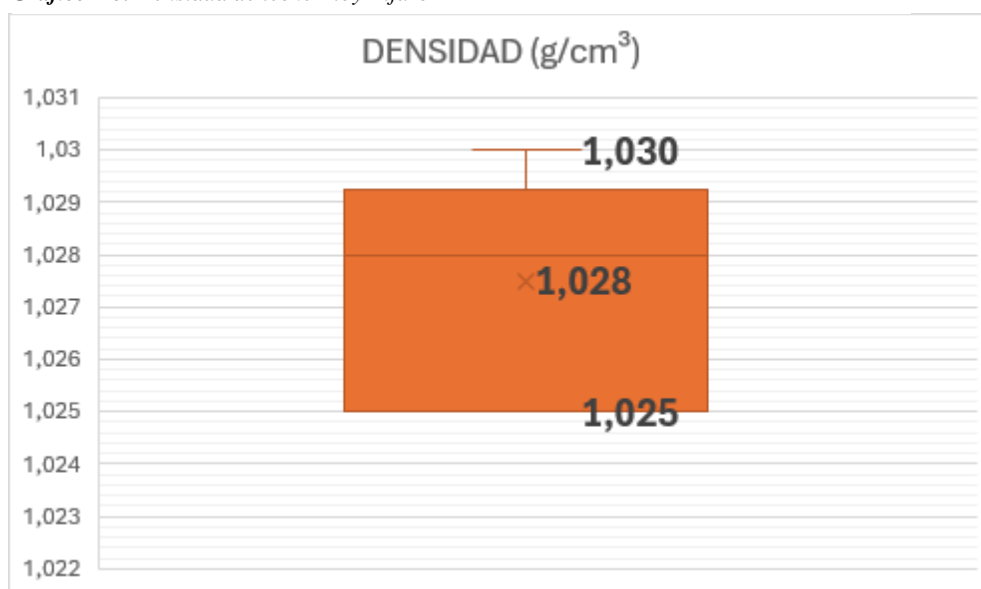
El sector Poaló mostró las mayores ganancias diarias de peso, especialmente en terneros y vaconas, lo que es consistente con lo indicado por Lawrence y Fowler (2012), quienes señalan que los animales en fases tempranas de crecimiento presentan una mayor eficiencia en la utilización de nutrientes, favoreciendo incrementos superiores de peso vivo cuando las condiciones alimenticias son adecuadas. Asimismo, la presencia de

valores elevados en vacas puede relacionarse con la gestación, ya que NRC (2021) menciona que esta condición influye directamente sobre el peso corporal (57) (55).

Por el contrario, en Guaytacama se registraron las menores ganancias de peso, con presencia de valores negativos en vacas adultas. Según Church y Pond (2017), deficiencias nutricionales, estrés ambiental y cambios fisiológicos pueden provocar pérdidas de peso en bovinos adultos, lo cual coincide con los resultados observados en este sector (58).

### 10.1. Densidad de leche (20°)

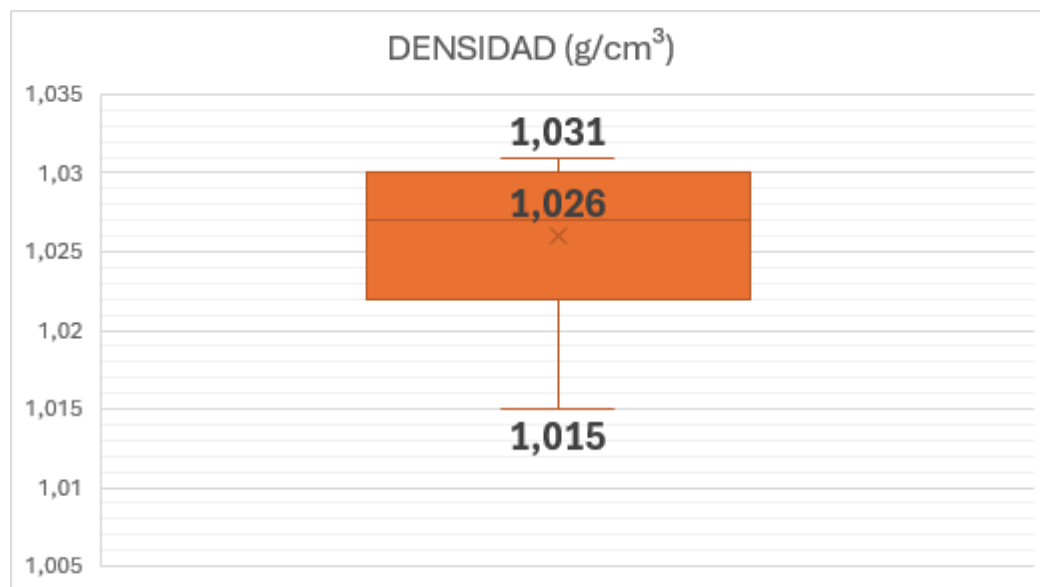
*Gráfico 20. Densidad de leche Eloy Alfaro*



**Tabla 28.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de densidad de leche Eloy Alfaro

MÁXIMO	MÍNIMO
ESMERALDA	JUANITA

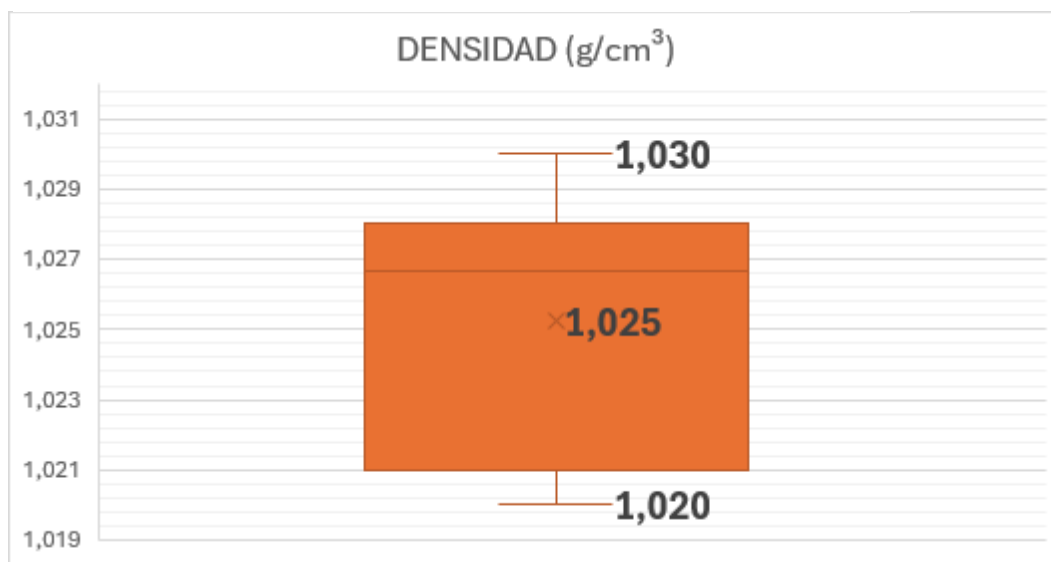
**Gráfico 23.** Densidad de leche Poaló



**Tabla 31.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de densidad de leche Poaló

MÁXIMO	MÍNIMO
MOROCHA	VACA LOLA

**Gráfico 26.** Densidad de leche Guaytacama



**Tabla 34.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de densidad de leche Guaytacama

MÁXIMO	MÍNIMO
MOROCHA	VACA LOLA

En el gráfico 7, la densidad de la leche presentó valores que oscilan entre 1,025 g/cm<sup>3</sup> y 1,030 g/cm<sup>3</sup>, con un valor promedio de 1,028 g/cm<sup>3</sup>. Cuya dispersión de datos fue moderada, lo que indica homogeneidad de las muestras analizadas.

En el sector Paolo, se registró el rango más amplio de densidad, con valores mínimos de 1,015 g/cm<sup>3</sup> y máximos de 1,031 g/cm<sup>3</sup>, y un promedio aproximado de 1,026 g/cm<sup>3</sup>. La mayor amplitud del rango sugiere una variabilidad más marcada entre las muestras en comparación con los otros sectores.

Por su parte, en el gráfico 9 asociado a el sector de Guaytacama, la densidad de la leche varió entre 1,020 y 1,030 g/cm<sup>3</sup>, con un promedio cercano a 1,025 g/cm<sup>3</sup>. Los datos se distribuyeron de manera relativamente uniforme mostrando una variabilidad intermedia respecto a los sectores Eloy Alfaro y Paolo.

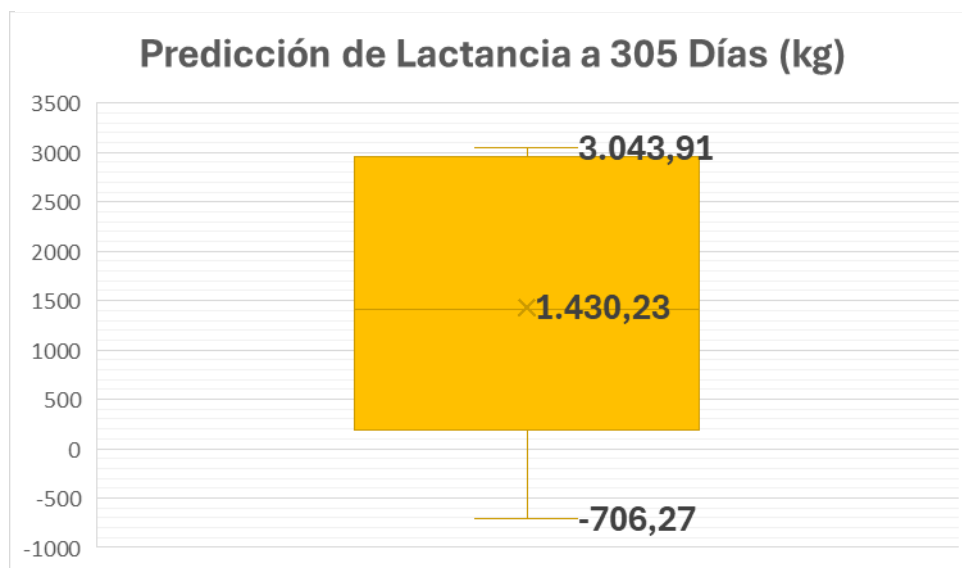
Los valores máximos obtenidos en los tres sectores se ajustan a los valores estándar documentados para leche bovina a 20°. Según Walstra, Wouters y Geurts (2006), la densidad de la leche a 20 °C suele situarse aproximadamente entre 1,028 y 1,034 g/cm<sup>3</sup>, dependiendo principalmente de la proporción de sólidos no grasos y contenido graso (59).

La mayor dispersión de los valores observada puede atribuirse a variaciones en la composición de la leche y diferentes momentos de muestreo. Bylund (2013), la nutrición y la fase de lactancia y las prácticas de manejo influyen directamente en el contenido de sólidos totales, generando fluctuaciones en la densidad de la leche. En este sentido, los valores mínimos podrían estar asociados a una disminución temporal de los sólidos no grasos o a cambios fisiológicos propios del estado productivo de las vacas (60).

Los resultados obtenidos en los sectores Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama confirman que, aun bajo una estandarización térmica a 20 °C, la densidad de la leche refleja diferencias asociadas a las condiciones productivas de cada sector. Tal como indican Walstra (2006), este parámetro constituye una herramienta útil para la valoración comparativa de la calidad láctea, especialmente cuando se analiza junto con otros componentes físico-químicos (59).

## 10.2. Predicción de lactancia a 305 días (kg)

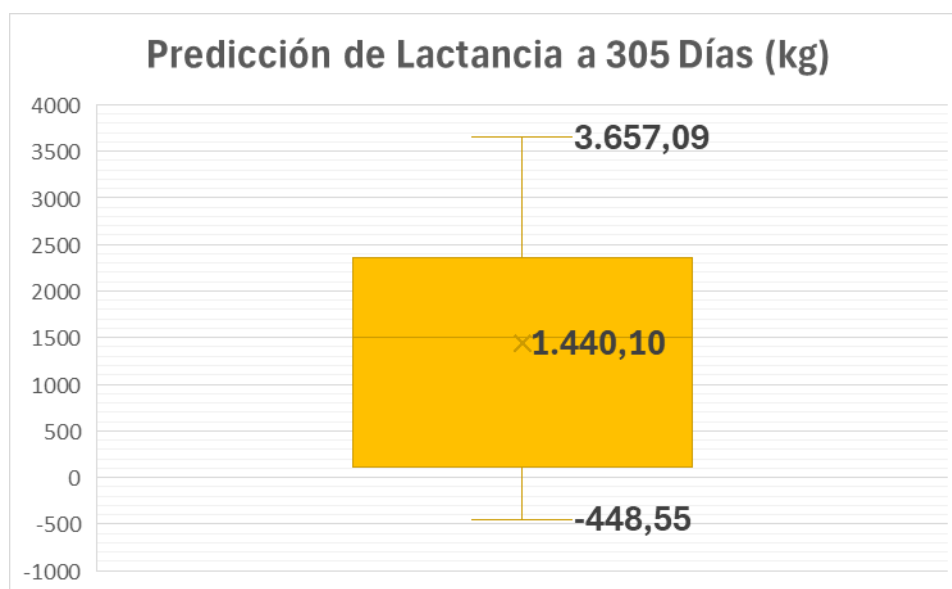
*Gráfico 29. Predicción de lactancia a 305 días Eloy Alfaro*



*Tabla 37. Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de predicción de lactancia a 305 días Eloy Alfaro*

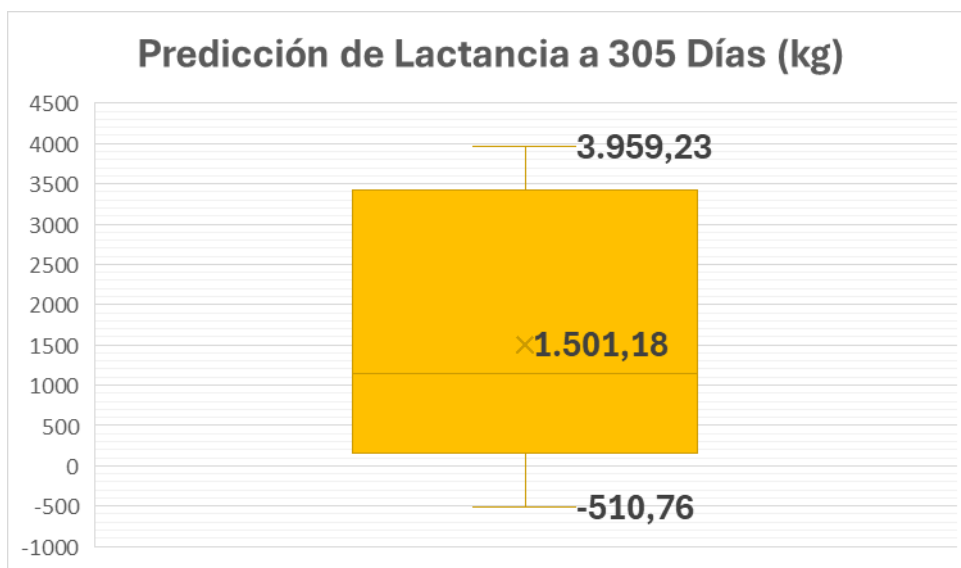
MÁXIMO	MÍNIMO
CACHUDA	JUANITA

*Gráfico 32. Predicción de lactancia a 305 días Poaló*



*Tabla 40. Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de predicción de lactancia a 305 días Poaló*

MÁXIMO	MÍNIMO
ROSITA	REINA

**Gráfico 35.** Predicción de lactancia a 305 días Guaytacama**Tabla 43.** Identificación de bovinos con valores máximo y mínimo de predicción de lactancia a 305 días Guaytacama

MÁXIMO	MÍNIMO
LUCERO	MECHITA

El gráfico 10 correspondiente a Eloy Alfaro muestra una alta variabilidad en la producción predicha. Los valores se extienden desde un mínimo de  $-706,27$  kg hasta un máximo de  $3.043,91$  kg. El valor promedio se ubica en  $1.430,23$  kg. La amplitud del diagrama sugiere una dispersión considerable entre los animales evaluados.

En gráfico 11, se evidencia una distribución amplia. La predicción de lactancia presenta valores que van desde  $-448,55$  kg como mínimo hasta  $3.657,09$  kg como máximo. El promedio observado es de  $1.440,10$  kg.

Guaytacama registra los valores más altos dentro del conjunto analizado. La predicción mínima alcanza  $-510,76$  kg, mientras que el valor máximo llega a  $3.959,23$  kg. El promedio se sitúa en  $1.501,18$  kg. El gráfico refleja una variabilidad notable, con una mayor concentración de datos hacia los valores medios y altos de producción.

Rashid (2024) señala que la producción promedio en vacas mestizas oscila entre  $2\ 400$  y  $3\ 500$  kg por lactancia de 305 días. Al analizar de manera conjunta los sectores Eloy Alfaro, Poaló y Guaytacama, se observa que los promedios de producción se sitúan por debajo del rango considerado aceptable para vacas mestizas. (61). No obstante, los valores máximos registrados en los tres sectores superan los  $3\ 000$  kg, e incluso se

aproximan a los 4 000 kg, lo que evidencia la presencia de individuos con un mayor potencial productivo dentro de la población evaluada.

Por otra parte, Schultz (2023) determinó que el aumento en la edad al primer parto está asociado con una menor producción lechera ajustada a 305 días, lo cual podría explicar parcialmente los bajos promedios observados. Asimismo, en los tres sectores se registran producciones relativamente bajas (62). Según el NRC (2001), cuando dentro de un mismo hato coexisten animales con producciones adecuadas junto a promedios generales bajos, esta situación suele estar relacionada principalmente con limitaciones en el manejo nutricional, reproductivo o sanitario, más que con una restricción genética generalizada. En este sentido, la evidencia recopilada sugiere que el potencial productivo de las vacas mestizas está presente, pero no se expresa de manera homogénea en la población estudiada (55).

## **11. RESPUESTA A LA SELECCIÓN MASAL**

En esta fase del proceso investigativo se presentan los animales que obtuvieron las mejores estimaciones de fenotipo para cada uno de los parámetros evaluados, correspondientes a ejemplares de las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Poaló.

En el presente estudio se evidenciará los valores genéticos estimados (EBV), fenotipo y la precisión (accuracy) para la producción lechera en un hato ganadero. La heredabilidad utilizada para esta evaluación fue de 0.22, lo cual coincide con lo indicado por González-Recio (2006), quien destaca que la producción de leche en bovinos suele presentar heredabilidades que oscilan entre 0.15 y 0.35 (63).

Con una heredabilidad de 0.22, se estima que solo una proporción relativamente baja de la variabilidad observada en la producción lechera es atribuible a factores genéticos. Esto significa que el ambiente tiene un peso considerable en la eficiencia productiva del hato. Bajo este enfoque, el uso de valores genéticos estimados con niveles adecuados de precisión se vuelve crucial para orientar correctamente las decisiones de selección y acelerar el progreso genético.

### 11.1. Ganancia diaria de peso

*Tabla 46. Selección masal con EBV de ganancia diaria de peso Eloy Alfaro*

ID	Categoría	Fenotipo	EBV	Accuracy
DANIELITA	Vacona	223,774	13,170	0,460
LOLA	Vacona	98,684	-7,199	0,444
JUANITA	Vaca	335,661	-15,797	0,377
COLORADA	Vaca	261,069	-48,082	0,473
BLANCA	Vaca	216,315	21,329	0,377
ESMERALDA	Vaca	149,182	-28,201	0,452
MOCHA	Vaca	96,969	7,534	0,469
CAHUDA	Vaca	89,286	-4,483	0,332
DOMINGO	Torete	179,019	2,889	0,332
FERDINAN	Torete	104,428	-3,618	0,383

*Tabla 49. Selección masal con EBV de ganancia diaria de peso Poaló*

ID	Categoría	Fenotipo	EBV	Accuracy
LUNA	Vacona	469,92	73,034	0,476
LENGUA NEGRA	Vacona	261,12	39,126	0,459
CACHUDA	Vaca	417,71	48,426	0,472
MARIPOSA	Vaca	350,58	47,122	0,316
VACA LOLA	Vaca	136,51	11,712	0,459
LUCHO	Ternero	305,82	35,617	0,475
LUCERO	Ternero	208,86	20,147	0,475
ARISCA	Ternera	395,32	68,649	0,459
UTC	Ternera	260,99	39,097	0,459
NEGRA	Ternera	238,74	34,201	0,459

*Tabla 52. Selección masal con EBV de ganancia diaria de peso Guaytacama*

ID	Categoría	Fenotipo	EBV	Accuracy
NEGRITA	Vacona	179,019	11,063	0,377
LUCHITA	Vacona	149,182	-9,395	0,445
PAMELA	Vacona	156,642	27,618	0,415
NEGRA	Vaca	164,101	9,327	0,424
NEGRA 2	Vaca	156,642	27,618	0,415
PATUCHA	Vaca	149,182	4,744	0,468
JOSELITO	Torete	164,101	-0,788	0,468
TERNERO	Ternero	126,805	-5,100	0,448
CARLOS	Ternero	164,101	-0,788	0,468
LUNA	Ternera	156,642	-11,752	0,424

De acuerdo con lo representado con la tabla 16, se puede identificar que la vaca Danielita y la vaca Blanca presentan valores fenotípicos elevados, concordantes con valores positivos de EBV y un accuracy favorable, lo que permite considerarlas como potenciales reproductores. Este comportamiento indica que su ganancia diaria de peso no solo es positiva a nivel fenotípico, sino que además cuenta con un respaldo genético moderado.

En contraste, las vacas Juanita, Colorada y Esmeralda, así como el torete Domingo, a pesar de presentar valores fenotípicos moderadamente positivos, muestran valores de EBV bajos o negativos, lo que sugiere que el rendimiento observado estaría mayormente influenciado por factores ambientales. En consecuencia, su potencial como transmisores genéticos para esta característica sería limitado.

Por su parte, la vaca Lola, las vacas Mocha y Cachuda, y el torete Ferdinan presentan tanto valores fenotípicos como valores de EBV bajos. Si bien la vaca Mocha registra el accuracy más elevado dentro de este grupo, los resultados indican que estos animales no se ubican dentro del rango recomendado para ser considerados como reproductores para la mejora de la ganancia diaria de peso.

Según lo representado en la tabla 17, la vaca Luna, las vacas Cachuda y Mariposa, así como los terneros Lucho y Arisca, presentan los valores fenotípicos más elevados del sector evaluado e incluso en comparación con los otros dos sectores analizados. Estos animales, además, exhiben valores positivos de EBV y accuracy adecuados, con la excepción de la vaca Mariposa, que registró el nivel de accuracy más bajo. No obstante, su ganancia diaria de peso es positiva y cuenta con un respaldo genético moderado, lo que indica que al igual que las demás su desempeño productivo no depende exclusivamente de factores ambientales, permitiendo considerarla como una vaca con buen potencial productivo.

De manera similar, los animales Lengua Negra, Lola, Lucero, UTC y Negra también presentan valores positivos tanto a nivel fenotípico como genético (EBV y accuracy), aunque en menor magnitud en comparación con los individuos previamente mencionados.

En el sector Guaytacama se registraron los valores más bajos en comparación con los dos sectores previamente analizados. No obstante, al tratarse de un proceso de selección masal, se identificó que la vaca Negrita y Pamela, así como las vacas Negra y Negra

2, presentan valores positivos, aunque no se ubican entre los más favorables del conjunto evaluado.

Asimismo, la vaca Luchita, la vaca Patucha, el torete Joselito y los terneros Carlos, Ternero y Luna, si bien aún muestran valores fenotípicos positivos, presentan valores de EBV decrecientes, lo que indica

De acuerdo con Richard M. Bourdon (2000), la selección de reproductores basada en valores genéticos estimados (EBV) contribuye a reconocer aquellos individuos con mayor potencial genético transmisible para caracteres productivos. En este sentido, priorizar animales con EBV positivos y confiables incrementa la probabilidad de obtener avances genéticos sostenidos en la ganancia diaria de peso, especialmente en programas de selección masal (64).

## 11.2. Predicción de lactancia a 305 días

*Tabla 55. Selección masal con EBV de predicción de lactancia a 305 días Eloy Alfaro*

ID	Categoría	Fenotipo	EBV	Accuracy
CACHUDA	Vaca	3043,905	441,666	0,439
BLANCA	Vaca	2937,265	378,192	0,432
COLORADA	Vaca	1879,752	297,782	0,439
MOCHA	Vaca	933,322	-62,675	0,432
ESMERALDA	Vaca	493,432	-258,330	0,439

*Tabla 58. Selección masal con EBV de predicción de lactancia a 305 días Poaló*

ID	Categoría	Fenotipo	EBV	Accuracy
ROSITA	Vaca	3657,08533	502,499	0,457
UFRENTE	Vaca	3625,982	495,656	0,457
VACA LOLA	Vaca	2826,182	319,700	0,457
MOROCHA	Vaca	2821,73867	318,723	0,457
NEGRA FERNANDO	Vaca	2359,632	217,059	0,457
ROJA TULCAN	Vaca	2155,23867	172,093	0,457
CAFÉ MULATA	Vaca	2004,16533	138,856	0,457
CACHUDA	Vaca	1755,33867	-38,784	0,483
PEZONERA IZQUIERDA	Vaca	1639,812	58,699	0,457
ROJA MISHA	Vaca	1506,512	29,373	0,457

*Tabla 61. Selección masal con EBV de predicción de lactancia a 305 días Guaytacama*

<b>ID</b>	<b>Categoría</b>	<b>Fenotipo</b>	<b>EBV</b>	<b>Accuracy</b>
LUCERO	Vaca	3959,232	540,771	0,445
BLANQUITA	Vaca	3665,972	476,254	0,445
NEGRA	Vaca	3337,165	403,917	0,445
VIRGINIA	Vaca	1559,832	12,903	0,445
PATUCHA	Vaca	1195,479	-67,254	0,445
CLAUDIA	Vaca	1106,612	-86,805	0,445
COLORADA	Vaca	484,545	-223,660	0,445

En la tabla 19 que concierne a Eloy Alfaro las vacas Cachuda, Blanca y Colorada presentan los fenotipos más elevados de lactancia a 305 días, destacándose Cachuda con el mayor registro fenotípico (3043,905 kg). Asimismo, estas tres vacas exhiben valores de EBV positivos (441,666; 378,192 y 297,782, respectivamente), lo que indica que su desempeño productivo no solo responde a condiciones ambientales favorables, sino que también cuenta con un respaldo genético para la transmisión de esta característica. Los valores de 322 cercanos a 0,43 sugieren una confiabilidad moderada de las estimaciones genéticas.

En contraste, las vacas Mocha y Esmeralda presentan un menor potencial productivo. Ambas registran fenotipos considerablemente inferiores en comparación con las tres primeras, especialmente Esmeralda, cuyo valor se ubica por debajo de 500 kg. Adicionalmente, sus EBV negativos (-62,675 y -258,330, respectivamente) indican una desventaja genética para esta característica, lo que sugiere que su desempeño observado estaría influenciado principalmente por factores ambientales y que su capacidad como transmisoras genéticas es limitada, aun cuando los valores de accuracy sean similares al resto del grupo.

Tal como se evidencia en la tabla 20 las vacas Rosita, UFrente y Vaca Lola destacan como las principales opciones productoras, al registrar los fenotipos más elevados. De manera concordante, estas vacas presentan EBV positivos y elevados (502,499; 495,656 y 319,700, respectivamente). Lo cual indica que el rendimiento observado no está determinado únicamente por factores ambientales, sino que además presenta un soporte genético que favorece la heredabilidad de la producción láctea. El accuracy uniforme (0,457) indica una confiabilidad moderada de las estimaciones, suficiente para su consideración en procesos de selección.

De forma similar, Morocha, Negra Fernando, Roja Tulcán y Café Mulata muestran fenotipos intermedios, acompañados de EBV positivos, aunque de menor magnitud. Este comportamiento sugiere un potencial productivo aceptable, pero inferior al de las vacas líderes, por lo que podrían ser consideradas como animales complementarios dentro del hato, más que como reproductoras prioritarias.

En contraste, las vacas Cachuda, Pezonerá Izquierda y Roja Misha, presentan los fenotipos más bajos, todos por debajo de 1.800 kg. Además, Cachuda registra un EBV negativo (-38,784), lo que indica una desventaja genética para esta característica, mientras que Pezonerá Izquierda y Roja Misha, aunque mantienen EBV ligeramente positivos, estos son de baja magnitud, lo que limita su aporte potencial al mejoramiento genético del hato. En conjunto, estos resultados sugieren que estas vacas no constituyen las opciones más favorables como futuras productoras.

En la tabla 21 Lucero, Blanquita y Negra se destacan como las mejores productoras del conjunto. Estas vacas presentan los fenotipos más elevados, además de EBV positivos y relativamente altos, lo que indica que su desempeño productivo con respaldo genético consistente y una mayor probabilidad de transmitir genéticamente una producción láctea.

Por el contrario, Virginia, Patucha, Claudia y Colorada muestran un desempeño productivo menos favorable. En este grupo se evidencian fenotipos considerablemente inferiores, acompañados de EBV cercanos a cero o negativos, lo que sugiere que su producción observada estaría mayormente influenciada por factores ambientales y no por un mérito genético sólido. En particular, Patucha, Claudia y Colorada presentan EBV negativos, lo que indica una capacidad limitada para transmitir genéticamente altos niveles de producción láctea a su descendencia.

De Resulta fundamental no limitar el proceso de selección únicamente al desempeño productivo observable de los animales, sino incorporar también estimaciones genéticas confiables. El fenotipo expresa el rendimiento manifestado bajo determinadas condiciones ambientales, mientras que el EBV permite estimar el potencial genético real que puede ser transmitido a la progenie. De acuerdo con Mrode (2014), el uso del valor genético estimado en los criterios de selección permite separar los efectos ambientales de los genéticos, lo que favorece decisiones de selección más precisas y un avance genético sostenido en el tiempo (65).

## 12. COSTOS DE PRODUCCIÓN

El costo unitario por litro de leche representa un parámetro determinante de la eficiencia económica del sistema, ya que relaciona los costos totales del sistema productivo con el volumen de leche obtenido. Su análisis a nivel individual permite identificar diferencias en el manejo, el uso de insumos y el nivel tecnológico entre productores, factores que inciden directamente en la rentabilidad del sistema. Una evaluación integral de costos y beneficios permite proyectar la rentabilidad en el mediano y largo plazo, fortalecer la eficiencia reproductiva, disminuir los costos sanitarios y optimizar los ciclos productivos (66).

Para calcular el costo unitario por litro de leche, se desarrollaron cálculos a partir de la información recopilada durante un periodo de tres meses, considerando los gastos asociados a la alimentación, manejo, sanidad animal y costos fijos, así como el valor de comercialización del litro de leche.

*Tabla 64. Costo de producción de litro de leche por productor Eloy Alfaro*

<b>Productor</b>	<b>Promedio Litros</b>	<b>Precio de Venta de Litro de leche</b>	<b>Gastos de Leche</b>	<b>Costo de Producción</b>	<b>Ingreso Venta de Leche</b>	<b>Beneficio</b>
Martha Muso	435,73	0,36	\$ 50	\$ 0,11	\$ 156,86	\$ 106,86
Irene Rebache	486,4	0,38	\$ 60	\$ 0,12	\$ 184,83	\$ 124,83

Tal como se presenta en la tabla 22, la señora Irene Rebache y la señora Martha Muso registran costos de producción por litro de leche favorables, de 0,12 y 0,11 centavos respectivamente. Estos valores resultan inferiores a los precios de venta por litro, que alcanzan \$0,38 y \$0,36, lo que se traduce en ingresos mensuales aproximadas de \$124,83 para la señora Irene Rebache y \$106,86 para la señora Martha Muso.

*Tabla 67. Costo de producción de litro de leche por productor Poaló*

<b>Productor</b>	<b>Promedio Litros</b>	<b>Precio de Venta de Litro de leche</b>	<b>Gastos de Leche</b>	<b>Costo de Producción</b>	<b>Ingreso Venta de Leche</b>	<b>Beneficio</b>
Segundo Jácome	233,07	0,38	\$ 113,33	\$ 0,49	\$ 88,57	\$ -24,77
Edwin Jácome	212,80	0,38	\$ 100,00	\$ 0,47	\$ 80,86	\$ -19,14
Carlos Proaño	212,80	0,38	\$ 136,67	\$ 0,64	\$ 80,86	\$ -55,80
Marisol Mera	2128,00	0,39	\$ 268,33	\$ 0,13	\$ 829,92	\$ 561,59
Carlos Espín	4509,33	0,65	\$ 1.366,67	\$ 0,30	\$ 2.931,07	\$ 1.564,40

En el sector de Poaló, el señor Carlos Espín registra los mayores ingresos mensuales con un valor aproximado de \$1.564,40, atribuibles un rendimiento productivo mensual de 4.509,33 litros y a un costo de producción de \$0,65 por litro, el más elevado entre los tres sectores evaluados. Por su parte, la señora Marisol Mera se posiciona como la segunda productora con mayores ingresos (\$561,59), beneficiada por un precio de mercado de \$0,39 por litro y una producción mensual de 2.128,00 litros.

En contraste, los productores Segundo Jácome, Edwin Jácome y Carlos Proaño presentan pérdidas económicas, debido a que el costo de producción excede el precio de comercialización de la leche, situación que se ve agravada por el reducido tamaño de sus hatos, con un máximo de tres bovinos cada uno entre vacas, vaconas y terneros.

*Tabla 70. Costo de producción de litro de leche por productor Guaytacama*

<b>Productor</b>	<b>Promedio Litros</b>	<b>Precio de Venta de Litro de leche</b>	<b>Gastos de Leche</b>	<b>Costo de Producción</b>	<b>Ingreso Venta de Leche</b>	<b>Beneficio</b>
Narcisa Tutillo	304,00	0,40	\$ 380,00	\$ 1,25	\$ 121,60	\$ -258,40
Ines Pullopaxi	212,80	0,42	\$ 56,67	\$ 0,27	\$ 89,38	\$ 32,71
Blanca Chuquilla	506,67	0,42	\$ 65,00	\$ 0,13	\$ 212,80	\$ 147,80
Klever Quishpe	162,13	0,42	\$ 74,00	\$ 0,46	\$ 68,10	\$ -5,90
Maria Vilca	486,40	0,44	\$ 106,00	\$ 0,22	\$ 214,02	\$ 108,02

Tal como se observa en la tabla 24, la señora Blanca Chuquilla registra el mayor nivel de ingresos, con un valor de \$147,80, seguida por la señora María Vilca con \$108,02 y la señora Inés Pullopaxi con \$32,71.

En contraste, el señor Klever Quishpe presenta una pérdida económica de \$5,90, situación atribuida a que, durante el periodo de recolección de datos, su vaca ingresó en etapa de secado, destinándose la producción de leche exclusivamente al autoconsumo. Asimismo, la señora Narcisa Tutillo evidencia la mayor pérdida económica, con un valor de \$-258,40, debido a que su sistema productivo se orienta principalmente a la crianza y comercialización de terneros y toretes con fines de producción cárnica, lo que limita los ingresos obtenidos por la comercialización del litro de leche.

Al aplicar un programa de selección masal se permitirá reducir el costo por litro producido, ya que animales genéticamente superiores producen mayores volúmenes con los mismos recursos de alimentación, manejo y mano de obra (67). Esto mejora la

eficiencia del sistema productivo, incrementa los márgenes de rentabilidad y disminuye la dependencia de insumos adicionales para compensar bajos niveles productivos (68).

Además, el mejoramiento genético contribuye a mayores ingresos y estabilidad financiera a largo plazo, al aumentar la vida productiva de las vacas, reducir pérdidas por problemas reproductivos y sanitarios, e incrementar los estándares de calidad láctea, lo que puede generar mejores precios de venta. Al ser un progreso acumulativo y permanente, la inversión inicial en genética se traduce en beneficios sostenidos en el tiempo, fortaleciendo la sostenibilidad económica del hato lechero (69) (70).

### **13. IMPACTOS**

#### **13.1. Impacto Social**

El proyecto permitió capacitar a los productores y a personas interesadas en la incorporación de protocolos adecuados de manejo en bovinos, así como difundir el conocimiento sobre programas de mejoramiento genético que, al ser implementados, contribuyen a incrementar la productividad a largo plazo. Estas estrategias favorecen la optimización de los sistemas de producción, contribuyendo al bienestar animal y a la sostenibilidad económica de los productores

#### **13.2. Impacto Económico**

Uno de los objetivos centrales del proyecto es fortalecer la rentabilidad de las extensiones ganaderas ya que actualmente el costo promedio por litro producido es de \$0,41 que en la mayoría de los casos es sobrepasado por su costo de producción, por lo mismo la aplicación de un plan de mejoramiento genético en busca de animales con mejor potencial genético incrementa el rendimiento lechero en términos de volumen y calidad, para de esta manera generar mayores ingresos por la venta de leche, actividad que representa el sustento económico del 80 % de los productores

#### **13.3. Impacto Técnico**

El proyecto ha generado un impacto técnico favorable al optimizar la gestión de los registros productivos y reproducción animal, lo que ha permitido a los productores comprender la relevancia de mantener registros precisos para optimizar los métodos de cría, prevenir problemas reproductivos. Además de conocer la importancia de un plan sanitario porque garantiza la prevención y control de enfermedades, lo cual se refleja directamente en un incremento de la productividad y rentabilidad del hato.

## 14. CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos, respecto a los parámetros fisicoquímicos de densidad la leche presentó valores adecuados a 20°C, tanto fenotípicos como genotípicos, registrándose 1.030 g/cm<sup>3</sup> en Eloy Alfaro con Esmeralda y Guaytacama con Virginia, y 1.031 g/cm<sup>3</sup> en Poaló con Morocha, lo que evidencia calidad del producto y atributos deseables en la selección de reproductores. Asimismo, la producción de leche ajustada a una lactancia de 305 días mostró desempeños sobresalientes, destacando Cachuda en Eloy Alfaro con 3.043,91 kg y EBV 441.666, Lucero en Guaytacama con 3.959,23 kg y EBV 540.771 y Poaló a Rosita con 3.657,09 kg y EBV de 502.99, valores que se sitúan dentro de los intervalos ideales o superiores a ellos. Estos resultados permiten identificar animales con mayor fenotipo, que podrían priorizarse como base reproductiva, favoreciendo el aumento gradual de la productividad y calidad lechera dentro de un programa de mejoramiento genético sostenible.

En términos generales, la selección masal demostró ser una herramienta eficaz para evaluar el potencial genético, al permitir la identificación de animales con valores superiores en características productivas y reproductivas, como densidad de la leche, producción láctea ajustada a 305 días y ganancia diaria de peso. En este último parámetro destacaron Danielita en Eloy Alfaro (223,77 g/día), Luna en Poaló (469,92 g/día) y Negrita en Guaytacama (179,02 g/día). En conjunto, los resultados permitieron seleccionar individuos sobresalientes optimizando el uso del recurso animal y respaldando decisiones técnicas orientadas a la mejora progresiva del hato y su adaptación al sistema de producción.

El estudio de los costos de producción reveló que algunos productores presentan costos por litro de leche superiores al precio de venta, principalmente en hatos con bajo potencial productivo. Bajo este enfoque, la aplicación de un programa de mejoramiento genético permite optimizar la producción, minimizar los gastos productivos y fortalecer la rentabilidad a largo plazo, al priorizar animales con alto potencial genético y adecuada adaptación, fortaleciendo así la sostenibilidad del sistema productivo.

## 15. RECOMENDACIONES

Realizar un registro sistemático y continuo de datos fenotípicos permite evaluar el desempeño real de cada individuo bajo condiciones específicas de manejo y ambiente, facilitando la identificación de animales con rendimientos superiores. De manera complementaria, la recopilación de información genealógica posibilita la separación de los efectos genéticos y ambientales, así como el control del nivel de consanguinidad, reduciendo el riesgo de problemas genéticos. La combinación de información fenotípica y genealógica posibilita generar valores genéticos estimados más precisos e incrementar la precisión del proceso de selección.

Optimizar la alimentación de los bovinos mediante dietas balanceadas que cubran adecuadamente los requerimientos energéticos, proteicos y minerales. Una nutrición adecuada favorece el incremento de la ganancia diaria de peso, permitiendo alcanzar la madurez fisiológica y reproductiva en menor tiempo. Asimismo, el manejo eficiente de pasturas y la suplementación estratégica en épocas críticas contribuyen a mejorar la conversión alimenticia. Estas prácticas permiten maximizar el potencial genético de los animales, incrementar el rendimiento productivo y reducir los gastos asociados a periodos prolongados de crecimiento.

Implementar planes continuos de capacitación dirigidos a los productores, enfocados en el manejo nutricional, sanitario y reproductivo de los bovinos. El fortalecimiento de conocimientos técnicos permite optimizar el uso de insumos, mejorar el desempeño productivo de los animales y reducir pérdidas innecesarias. Una correcta administración del hato contribuye a reducir costos, elevar la eficiencia productiva y potenciar la rentabilidad del sistema lechero.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

1. INEC. Ecuador Cifras. [Online]; 2021. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Estadisticas\\_economicas/descarga\\_INEC/Clasificaci%F3n+de+actividad+CIU+4.0.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Estadisticas_economicas/descarga_INEC/Clasificaci%F3n+de+actividad+CIU+4.0.pdf).
2. Sector lácteo ecuatoriano: pilar estratégico para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. [Online]; 2025. Acceso 9 de enero de 2026. Disponible en: <https://www.cil-ecuador.org/post/sector-l%3%A1cteo-ecuadoriano-pilar-estrat%3%A9gico-para-la-seguridad-alimentaria-y-el-desarrollo-sostenibl>.
3. Ministerio de Producción Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Dirección de Estudios Económicos y Comerciales del Sector Lácteo. [Online]; 2024. Acceso 9 de enero de 2026. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2025/06/Ficha-Sector-Lacteo.pdf>.
4. Ionita E. La industria láctea ecuatoriana, un sector en crecimiento. [Online]; 2022. Acceso 9 de Enero de 2026. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>.
5. Dinsmore P. Productividad animal y del rebaño en el ganado lechero. [Online]; 2021. Acceso 9 de Enero de 2026. Disponible en: <https://www.msdivetmanual.com/es/manejo-y-nutrici%3%B3n/interacci%3%B3n-entre-la-salud-y-el-manejo-ganado-lechero/productividad-animal-y-del-reba%3%B1o-en-el-ganado-lechero>.
6. Smith J. Necesidades nutricionales del ganado vacuno de carne. [Online]; 2023. Acceso 17 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.msdivetmanual.com/es/manejo-y-nutrici%3%B3n/nutrici%3%B3n-ganado-vacuno-de-carne/necesidades-nutricionales-del-ganado-vacuno-de-carne>.
7. Sacarrão-Birrento L, Harrison LJS, Pienaar R, Toka FN, Torres-Acosta JFJ, Vilela VLR, et al. Challenges for Animal Health and Production in the Tropics and Mediterranean for the next 55 years. *Tropical Animal Health and Production*. 2024; 56(8).
8. NEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). [Online]; 2024. Acceso 17 de Noviembre de 2025. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/2023/Boletin\\_tecnico\\_ESPAC\\_2023.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Boletin_tecnico_ESPAC_2023.pdf).
9. Bavera GA. REGIONES DEL EXTERIOR DEL BOVINO. [Online]; 2008. Acceso 17 de Noviembre de 2025. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/externor/01-regiones\\_del\\_exterior\\_del\\_bovino.pdf?utm\\_source=](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externor/01-regiones_del_exterior_del_bovino.pdf?utm_source=)

10. Galindo M. Medidas bovinométricas. [Online]; 2014. Acceso 17 de Noviembre de 2025. Disponible en: [https://es.slideshare.net/slideshow/medidas-bovinometricas/46248473?utm\\_source=](https://es.slideshare.net/slideshow/medidas-bovinometricas/46248473?utm_source=).
11. Germán R, Tapia F, María G, Díaz D, Escuela A, Panamericana Z. Ganancia diaria de peso y evaluación del desarrollo del aparato reproductor en vaquillas comparando Nutriplex ® y Fós Reprodução ® como sales minerales. [Online]; 2016. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a71c4fe2-5306-4d91-b235-203916e9d80f/content>.
12. Diario Crónica. Cinta bovinométrica, técnica indispensable para monitorear el estado físico de los animales. [Online]; 2024. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://cronica.com.ec/2024/07/27/cinta-bovinometrica-tecnica-indispensable-para-monitorear-el-estado-fisico-de-los-animales/>.
13. Dairy Production Products. Composición de la leche. [Online]; 2019. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/es>.
14. Calderón R A, Rodríguez R V, Vélez R S. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. Revista MVZ Córdoba. 2027; 12(1): p. 912-920.
15. Rodríguez E, Castro A. Determinación de Densidad de La Leche. [Online]; 2009. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/173526215/Determinacion-de-Densidad-de-La-Leche>.
16. Hurtado D, Marquina V, Ruiz J, Sanchez D. Determinación de propiedades físicas de la leche. Tesis. Trujillo: Universidad Privada del Norte, Departamentos de Tecnología Agroindustrial.
17. Zuñiga H, Madelaine A. Sistema Internacional para la Ciencia y Tecnología Agrícola. [Online]; 2017. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://agris.fao.org/search/es/records/669e7a8100eb85b7d72b8e9c>.
18. UM. Composición físico-química de la leche. [Online] Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/composicion-fisico-quimica>.
19. Pérez Montiel H, Hewitt P. Principio de Arquímedes. [Online]; 2011. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html>.
20. CONtexto ganadero. Así se elabora un plan sanitario para fincas ganaderas. [Online]; 2024. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en:

- <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/asi-se-elabora-un-plan-sanitario-para-fincas-ganaderas>.
21. García S. Enfermedades comunes del ganado vacuno. [Online]; 2023. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/enfermedades-comunes-del-ganado-vacuno/>.
  22. Gutierrez L. Sanidad en ganado bovino, recomendaciones del INIFAP. [Online]; 2022. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/sanidad-en-ganado-bovino-recomendaciones-del-inifap>.
  23. National Human Genome Research Institute. Fenotipo. [Online] Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Fenotipo>.
  24. Herencia y Variabilidad. Tesis. Córdoba: Instituto Nacional , Departamento de Biología.
  25. Institute NHGR. Genotipo. [Online] Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Genotipo>.
  26. Cartín W, Calderón M, Acevedo K. Herencia conjunta de  $\alpha^+$ -talasemia. [Online]: Acta Médica Costarricense; 2019. Acceso 19 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v61n4/0001-6002-amc-61-04-190.pdf>.
  27. Bourdon RM. Understanding Animal Breeding. En Johnson B, editor. Understanding Animal Breeding. United States of America: Prentice Hall; 2000. p. 6-8.
  28. Jiménez CB, Nuño FJE. Genética: Conceptos esenciales Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2021.
  29. Clínica Universidad de Navarra. Cómo se mide la heredabilidad. [Online], Madrid; 2023. Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/heredabilidad>.
  30. BreedPlan. What is an Estimated Breeding Value (EBV)? [Online]; 2022. Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://breedplan.une.edu.au/getting-started/what-is-an-estimated-breeding-value-ebv/>.
  31. The Cattle Site. Estimated breeding value. [Online]; 2011. Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.thecattlesite.com/articles/2641/what-is-an-ebv-and-how-can-it-help-you/>.
  32. Larrea Izurieta CO, Hurtado EA, Macías Andrade JI, Vera Loo LE, More Montoya MJ. Estimación del valor genético predicho en bovinos lecheros mestizos en un ható

- en la sierra alta de Chimborazo, Ecuador. Revista de investigaciones veterinarias del Peru. 2020; 31.
33. Cerón M, Tonhati H, Nápolis C. Interacción genotipo-ambiente en ganado Holstein colombiano\* Genotype and environment interaction in Colombian Holstein cattle. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. 2001; I.
  34. Martínez-González JC, Hernández-Hernández N, Parra Bracamonte GM, Cienfuegos Rivas EG. Importancia de la interacción genotipo x ambiente en rasgos de producción en ganado lechero. CienciaUAT. 2016; 10.
  35. Oldenbroek K, Waaji LVD. Textbook Animal Breeding and Genetics Paises Bajos; 2014.
  36. 4Vides.com. ¿Qué es la selección Masal? [Online] Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://4vides.com/blog/que-es-la-seleccion-masal/>.
  37. Cobeña C, Cobeña D, Davies J, Cobeña M. Impacto de la selección genética en la mejora de la reproducción y producción en ganado bovino de leche y carne Miami; 2025.
  38. S. PJR. Marcadores moleculares, una herramienta útil. Selection in Oil Palm. 2023; 24(2).
  39. Autores/as. Marcadores moleculares, una herramienta útil para la selección genética de palma de aceite. Palmas. 2003; 24(2): p. 11-25.
  40. Valdenegro H, Posadas MV, García-Figueroa F. Respuesta esperada a la selección para producción de leche en caprinos con pruebas de progenie, moét y selección masal. Archivos de zootecnia. 1994; 43: p. 335-343.
  41. Valdenegro HHM, Pérez NB. Mejoramiento Genético. Ciencia al Día. 1998; 1(2).
  42. Zeng J. Best Linear Unbiased Prediction (BLUP). Program in Complex Trait Genomics. 2017.
  43. Font JT. Aplicación del método BLUP a la evaluación y selección de. [Online]; 2013. Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/4.pdf>.
  44. Fernández L, Menéndez Buxadera A, Walkiria Guerra C, Guerra D, Suárez M. Empleo del Blup Modelo para evaluaciones genéticas, mediante el uso del pesaje en el día de control. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2008;(I).
  45. Mola LM, Cerretini R, Seijo JG, Cladera J, Gardenal N, Vilardi JC. Basic and Applied Genetics. Primera ed. Camadro EL, editor. San Carlos de Bariloche - Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; 2014.

46. Goraymi. Eloy Alfaro - Latacunga. [Online] Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.goraymi.com/es-ec/cotopaxi/latacunga/eloy-alfaro/guia-turismo-d89be1>.
47. Mapcarta. Guaytacama. [Online] Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://mapcarta.com/es/19660666>.
48. GAD parroquial de San José de Poaló. [Online]; 2011. Acceso 20 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://sanjosedepoalo.gob.ec/cotopaxi/datos-generales/>.
49. H.A. Mulder PBWGH. Prediction of breeding values and selection responses with genetic heterogeneity of environmental variance. *Animal Breeding and Genomics WIAS*. 2007; 175.
50. Payne WJA. Cattle production in the Tropics. CGIAR. 2000; 1.
51. Lasley JF. Genética del mejoramiento del ganado. Segunda ed. México; 1993.
52. Falconer DS, Mackay TFC. Quantitative Genetics. Cuarta ed. Estados Unidos: Longman Scientific and Technical; 2003.
53. Diez NT, Jacometo CB. Programación fetal y nutrición temprana en terneras: impactos en el metabolismo y la producción de leche. *Dairy Science Commons*. 2018; I.
54. Hafez ESE, Hafez B. Reproduction in Farm Animals. Séptima ed. South Carolina: Lippincott Williams and Wilkins; 2000.
55. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Division on Earth and Life Studies; Board on Agriculture and Natural Resources; Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition Washington (DC): National Academies Press (US); 2021.
56. Terré M. Nutritional management in heifers. En Terré M. *Encyclopedia of Livestock Medicine for Large Animal and Poultry Production*.: Springer Nature Switzerland; 2025. p. 1-4.
57. Tony Leonard John Lawrence VRFJEN. Growth of Farm Animals. Tercera ed. Wallingford; 2012.
58. Pond W, Church D, Pond K, Schoknecht P. Basic animal nutrition and feeding. Quinta ed.: Wiley; 2017.
59. P. Walstra PWJTMWTJG. Dairy Science and Technology. Segunda ed. Boca Raton: CRC Press; 2005.
60. Bylund G. Dairy Processing Handbook. Tercera ed.; 2015.

61. Rashid M, Aboshady HM, Agamy R, Archimede H. Milk production and composition in warm-climate regions: a systematic review and meta-analysis. *Tropical Animal Health and Production*. 2024; 1.
62. Schultz ME, Capellari A, Sánchez S. Análisis de la edad al primer parto en el desempeño productivo y reproductivo en la primera lactancia de vacas Holstein en un sistema intensivo de Argentina; 2023.
63. Recio OG, Alenda R, Chang YM, Weigel KA, Gianola D. Selection for female fertility using censored fertility traits and investigation of the relationship with milk production. *Dairy Sci*. 2006.
64. Bourdon RM. Understanding animal breeding. Segunda ed.: Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall; 2000.
65. Mrode RA. Linear models for the prediction of animal breeding values. Tercera ed.: Cabi; 2014.
66. LaPorte J. Introducción al costo de producción y. [Online]; 2020. Acceso 2 de Diciembre de 2025. Disponible en: [https://www.canr.msu.edu/farm\\_management/uploads/files/E3411SP\\_AA.pdf](https://www.canr.msu.edu/farm_management/uploads/files/E3411SP_AA.pdf).
67. Galvan PO. Mejoramiento Genético del Ganado Bovino Productor de Leche. Tesis. México: Universidad México DF, Genética y Bioestadística. ISBN.
68. Silva AA. Programa de mejoramiento genético. *Revista de Medicina Veterinaria*. 2010; II(19).
69. Bruna JC. El MEJORAMIENTO GENÉTICO DE GANADO VACUNO LECHERO EN EL DISTRITO DE PUQUINA. Tesis. Puquina: Centro de Estudios para el Desarrollo Regional.
70. Vásconez L. 5,6 millones de litros de leche se producen cada día en Ecuador. [Online].; 2024. Acceso 22 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/56-millones-de-litros-de-leche-se-producen-cada-dia-en-ecuador/>.