



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE
MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE
LECHE DE LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO Y SAN JOSÉ DE
POALÓ EN EL PERIODO 2023-2024”**

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

Autora:

Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania

Tutor:

Molina Cuasapaz Edie Gabriel

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania, con cédula de ciudadanía N° 0504135914; declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO Y SAN JOSÉ DE POALÓ EN EL PERIODO 2023-2024”**, siendo el MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg., Tutor 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, 17 de febrero del 2025

Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania

Estudiante

CC: 0504135914

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PEÑAHERRERA VEINTIMILLA NASHELY ESTHEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía N° 0504135914, 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 “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO Y SAN JOSÉ DE POALÓ EN EL PERIODO 2023-2024**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: MVz. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg.

Tema: “Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló en el periodo 2023-2024”

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 la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, 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 17 días del mes de febrero del 2025.



Nashely Esthefania Peñaherrera Veintimilla
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

~~AVAN DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN~~ AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO Y SAN JOSÉ DE POALÓ EN EL PERIODO 2023-2024”, de Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania, 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, 17 de febrero del 2025



MVz. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg.

CC: 1722547278

DOCENTE TUTOR

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: Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania, con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO Y SAN JOSÉ DE POALÓ EN EL PERIODO 2023-2024”**, 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, 17 de febrero del 2025



MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.
CC: 0503001000
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz MSc.
C.C: 1720299302
LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.
CC: 0501942940
LECTOR 3 (MIEMBRO)

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco de manera sincera a mi tutor de tesis, MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg., por su invaluable orientación, apoyo académico y paciencia a lo largo de todo este proceso. Su conocimiento, dedicación y compromiso han sido esenciales para el desarrollo y culminación de este trabajo.

A todos los Doctores por su ayuda y consejos que enriquecieron mi investigación y me impulsaron a seguir adelante.

Mi más sincero agradecimiento a mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por su fe en mí, que siempre me motivaron a perseverar en momentos de incertidumbre. A mis padres, [nombre de tus padres], por su sacrificio y por ser mi mayor fuente de inspiración.

Nashely Esthefania Peñaherrera Veintimilla

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia, cuya paciencia, amor y apoyo incondicional me han permitido llegar hasta aquí. A mis padres, por ser mi fuente constante de inspiración, motivación y fortaleza en cada paso que he dado.

A mis hermanas, por su compañía y por estar siempre allí para ofrecerme palabras de aliento en los momentos más difíciles.

Y, en especial, a mi sobrina Arleth, quien me ha dado la fuerza y me ha enseñado que cada lucha es posible con constancia y esfuerzo.

Gracias a todos ustedes, esta meta se ha convertido en una realidad.

Nashely Esthefania Peñaherrera Veintimilla

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

TITULO: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LAS PARROQUIAS ELOY ALFARO Y SAN JOSÉ DE POALÓ EN EL PERIODO 20232024”

Autora:

Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania

RESUMEN

Tanto el manejo inadecuado de los componentes nutricionales (balanceado y sales minerales) como la escasez de áreas de pastoreo de vacas han incidido en la producción lechera de Cotopaxi, particularmente en las parroquias de San José de Poaló y Eloy Alfaro. Además de valorar el rendimiento de los fenotipos, nuestro objetivo general es analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de ganado lechero en los sectores de Eloy Alfaro y San José de Poaló. Elegiremos el mejor ganado para distribuir su

material genético considerando también el coste-beneficio de la producción de leche. Teniendo en cuenta los caracteres elegidos para determinar el efecto sobre la capacidad de los animales para producir leche y reproducirse. Se identificaron los mejores individuos de cada parroquia utilizando estos datos junto con el método BLUP para determinar el valor genético (VEB) y la capacidad de respuesta a la selección (RS) de cada individuo. El toro Morocho de la parroquia de Eloy Alfaro (EBV 15,86 m. y en RS 133,07 m) fue el mejor animal en altura a la cruz, y el toro Chiquito de la misma parroquia (EBV 208,07 kg y en RS 274,42) fue el mejor en ganancia diaria de peso. La vaca Valeria tuvo la mejor producción de leche característica, con un EBV de 901,02 kg/lactancia y un RS de 3620,75 kg/lactancia, así como una densidad de leche en EBV de 0,26 gr/ml y un RS de 1,28 gr/ml. Finalmente, utilizando una base de datos que incluía los costos mensuales de producción y los litros de leche producidos por cada finca, se realizó un análisis costo-beneficio del programa de mejoramiento genético sostenible de ganado lechero. Con estos datos se pudo determinar que el costo promedio de producción en la parroquia San José de Poaló fue de 0,33 dólares por litro de leche, mientras que en la parroquia Eloy Alfaro fue de 0,35 dólares por litro de leche.

Palabras clave: Mejoramiento genético, bovinos, valor genético, respuesta a la selección, San José de Poaló, Eloy Alfaro.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES
VETERINARY MEDICINE**

**TITLE: “ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE
GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY CATTLE IN THE PARISHES
OF ELOY ALFARO AND SAN JOSÉ DE POALÓ IN THE PERIOD 2023-2024”.**

Author:

Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania

ABSTRACT

The inadequate management of nutritional components (balanced and mineral salts) and the scarcity of cow grazing areas have both had an impact on Cotopaxi's dairy production, particularly in the parishes of San José de Poaló and Eloy Alfaro. In addition to valuing the performance of the phenotypes, our general goal is to analyze the profitability of the selection index of the sustainable genetic improvement program of dairy cattle in the sectors of Eloy Alfaro and San José de Poaló. We will choose the best cattle to distribute their genetic material while also considering the cost-benefit of milk production. Taking into consideration the chosen traits in order to ascertain the effect on the animals' ability to produce milk and reproduce. The best individuals from each parish were identified by using these data in conjunction with the BLUP approach to determine each individual's genetic value (EBV) and responsiveness to

selection (RS). The Morocho bull from the Eloy Alfaro parish (EBV 15.86 m. and in RS 133.07 m) was the best animal in terms of height at the withers, and the Chiquito bull from the same parish (EBV 208.07 kg and in RS 274.42) was the best in terms of daily weight gain. The Valeria cow had the best characteristic milk production, with an EBV of 901.02 kg/lactation and an RS of 3620.75 kg/lactation, as well as a milk density in EBV of 0.26 gr/ml and an RS of 1.28 gr/ml. Finally, using a database that included the monthly production costs and liters of milk produced by each farm, a cost-benefit analysis of the sustainable genetic improvement program for dairy cattle was conducted. Using this data, we were able to determine that the average production cost in the parish of San José de Poaló was \$0.33 per liter of milk, while in the parish of Eloy Alfaro, it was \$0.35 per liter of milk.

Key words: Genetic improvement, cattle, genetic value, response to selection, San José de Poaló, Eloy Alfaro.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACION DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE APROVACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.1 Objetivo general.....	4
5.2 Objetivos específicos	4
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA TÉCNICA.....	4
6.1 Producción de leche en Ecuador.....	4
6.2 Producción de leche en Cotopaxi	4
6.3 Factores que intervienen en la producción de leche	5
6.4 Mejoramiento genético.....	6

6.5 Modelos de selección.....	7
6.6 Altura a la cruz.....	8
6.7 Ganancia de peso diaria.....	8
6.8 Calidad de leche.....	9
6.9 Densidad de la leche	9
6.10 Mastitis	9
6.11 Análisis zoometría.....	10
6.12 Registros de producción.....	10
6.13 Costos de producción	10
6.14 Método BLUP.....	10
7. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	11
8. METODOLOGÍA.....	11
8.1 Lugar de estudio.....	11
8.2 Ubicación geográfica	12
8.3 Tipo de estudio.....	13
8.4 Población de estudio	13
8.5 Valor económico.....	13
8.6 Costos de producción.....	13
8.7 Valor genético.....	14
8.8 Ganancia diaria de peso.....	14
8.9 Calidad de la leche	14
8.10 Mastitis	14
8.11 Producción de leche	15
8.12 Altura a la cruz.....	15
8.13 Análisis de datos	15
8.14 Estimación del valor de cría	15
8.15 Fórmula para el cálculo de BLUP.....	15
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	17
9.1. Altura a la cruz.....	17
9.2. Ganancia de peso	18
9.3. Producción de leche	19
9.4. Densidad de la leche.....	19
9.5. Respuesta a la selección en altura a la cruz.....	20
9.6. EBV en altura a la cruz	21
9.7. Respuesta a la selección en ganancia de peso	22

9.8. EBV en ganancia de peso	23
9.9. Respuesta a la selección en producción de leche	24
9.10. EBV en producción de leche	25
9.11. Respuesta a la selección en densidad.....	26
9.12. EBV en densidad.....	27
9.13. Costo de producción.....	28
9.14. Costo de producción más elevado San José de Poaló.....	29
9.15. Costo de producción más elevado Eloy Alfaro	30
10. IMPACTOS	30
10.1. Impacto social	30
10.2. Impacto económico	31
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
12. BIBLIOGRAFÍAS	33

INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica de la parroquia San José de Poaló.	11
Ilustración 2. Ubicación geográfica de la parroquia Eloy Alfaro.	12

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Altura a la cruz	16
Figura 2. Ganancia de peso	17
Figura 3. Producción de leche	18
Figura 4. Densidad de la leche	18
Figura 5. Altura a la cruz	19
Figura 6. EBV Altura a la cruz	20
Figura 7. Ganancia de peso	21
Figura 8. EBV Ganancia de peso	22
Figura 9. Producción de leche	23
Figura 10. Producción de leche	24
Figura 11. Densidad de la leche.....	25
Figura 12. EBV Densidad de la leche	26
Figura 13. Costos de producción parroquia San José de Poaló	27
Figura 14. Costos de producción parroquia Eloy Alfaro	28
Figura 15. Costo más elevado de producción en la parroquia San José de Poaló	29
Figura 16. Costo más elevado de producción en la parroquia Eloy Alfaro	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de corrección de la densidad de leche.....	15
--	----

Tabla 2. Mejores animales en altura a la cruz	21
Tabla 3. Mejores animales en ganancia de peso	23
Tabla 4. Mejores animales para producción lechera	25
Tabla 5. Mejores animales en densidad lechera	27

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló en el periodo 2023-2024

Fecha de inicio: septiembre 2023

Fecha de finalización: marzo 2024

Lugar de ejecución: Parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, provincia de Cotopaxi
Unidad Académica que auspicia: Facultad de ciencia Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado:

Implementación del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi.

Equipo de Trabajo:

Tutor: MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg.

Estudiante: Peñaherrera Veintimilla Nashely Esthefania

Área de Conocimiento:

Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética **Líneas**

de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sublíneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Considerando su contribución al valor agregado y a la producción agrícola de Ecuador, la ganadería lechera tiene un impacto socioeconómico significativo en la nación. Sin embargo, sabemos que todo el mundo puede comprar y vender leche y productos lácteos debido a la liberalización del mercado y a las condiciones en que se producen (1).

Las certificaciones y normas de calidad de la industria láctea afectan a los pequeños y medianos productores. Como la leche que se produce en varias parroquias de Cotopaxi es de mala calidad,

esto afecta a la producción. Para ayudar a los productores a manejar mejor sus hatos, ha sido necesario implementar un programa de mejoramiento genético. Esto ha permitido mejorar la calidad de la leche y aumentar la rentabilidad de los precios.

Con el fin de identificar una respuesta adecuada a la selección y su valor de cría, lo que mejorará las generaciones futuras y, en consecuencia, su productividad, esta investigación se llevará a cabo con el objetivo de aumentar tanto las características genotípicas y fenotípicas de las personas.

La producción lechera es la principal actividad de los pequeños productores en las parroquias de San José de Poaló y Eloy Alfaro, quienes tienen importantes obstáculos para mantener una producción efectiva y sostenible. Esta investigación, que pretende examinar la rentabilidad del índice de selección del programa de desarrollo genético sostenible de ganado lechero en los sectores de Eloy Alfaro y San José de Poaló, ayudaría a encontrar la manera para maximizar la calidad del ganado.

Con la ayuda de la investigación exhaustiva de este proyecto, los productores podrán seleccionar el mejor animal en función de las características elegidas, aumentando su eficiencia productiva en ambas zonas y, en consecuencia, su participación en el mercado.

Dado que los productores aumentarían notablemente la producción de leche y, por tanto, generarían ingresos positivos en sus rebaños, esto nos permitirá mejorar las cualidades genéticas y fenotípicas elegidas.

Mejorar la producción lechera, aplicar mejores técnicas de gestión de los animales y aplicar técnicas de costes de producción que nos permitan evaluar su rentabilidad. Además, el seguimiento de los animales de cada explotación nos ayudará a elegir los mejores en función de determinados rasgos, lo cual es crucial para los próximos estudios que se llevarán a cabo en las parroquias de San José de Poaló y Eloy Alfaro para continuar con el proyecto de mejora genética en vacuno de leche.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Directos

- En el proyecto de mejora genética participan productores de las parroquias de San José de Poaló y Eloy Alfaro.

3.2 Indirectos

- Todos los residentes de la provincia de Cotopaxi, el cantón de Latacunga y los investigadores del proyecto.

4. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

La Sierra de Ecuador produce el 73% de la leche cruda del país, seguida de la Costa (19%) y Oriente (8%). La provincia de Cotopaxi se distingue por sus sistemas tradicionales de cría con su ganado mestizo, esta también se encuentra el tercer puesto en la producción de leche superando los 600,000 litros (2).

Por falta de orientación e información a los productores por parte de las corporaciones públicas, la provincia de Cotopaxi carece de datos genotípicos y fenotípicos de los bovinos. Debido a que Ecuador carece de recursos para realizar pruebas a la descendencia, las corporaciones de ese país realizan pruebas genéticas a sus agentes, aunque sabemos que en otros países se basan en el fenotipo proporcionado (selección masiva) (3).

Estas pruebas son viables ya que brindan una gran cantidad de información genética sobre los animales, pero por lo general la cantidad de datos generados es considerable y puede resultar abrumadora, por lo que a menudo no se aprovecha todo su potencial (4).

Una gestión adecuada de los aspectos genéticos, nutricionales, sanitarios, de gestión y climáticos conduce a una producción de leche rentable (5).

Los sectores San José de Poaló y Eloy Alfaro la problemática que más se evidencia es la falta de un lugar para el pastoreo de los animales ya que los propietarios solían pastorear a sus animales dentro de la “Casa Patrimonial Hacienda Tilipulo” debido a las remodelación propuestas por el alcalde de Latacunga las mismas que comenzaron hace 2 años, debido a esto los moradores de estos sectores se quedaron sin un lugar para el pastoreo y por lo cual algunos propietarios decidieron vender a sus animales y otros optaron por mantener a sus animales dentro de sus domicilios dándoles de comer hojas de maíz, plátano y brócoli o a su vez arrendar terrenos para el pastoreo, teniendo otra problemática que es un manejo deficiente en los componentes nutricionales y no fueron complementados ni con balanceados ni sales minerales teniendo así una baja en la producción lechera y en la ganancia de peso.

Y por último la falta de conocimientos por parte de los productores al momento de comprar los animales, esto es porque compran los animales es da en ferias sin saber con exactitud las características específicas de los animales como es su genética y su producción de leche. Esta falta de conocimiento perjudica a la baja producción de leche en los sectores.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en los sectores de Eloy Alfaro y San José de Poaló.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar el desempeño de los fenotipos seleccionados dentro de cada sector de estudio.
- Seleccionar a los mejores bovinos para distribuir su material genético.
- Estimar un análisis de costo beneficio del programa de mejoramiento genético en los sectores de Eloy Alfaro y San José de Poaló.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA TÉCNICA

6.1 Producción de leche en Ecuador

El Ecuador es un país que tiene condiciones favorables para la ganadería lechera como es su clima y suelo con ayuda de esto es competente, eficiente y que ayuda a lo económico. En un análisis el Ecuador se impulsa como potencia agropecuaria, se destaca las agrícolas, pero en relación con la ganadería y específicamente la leche están con en un renglón muy abajo (5).

Según estimaciones de la FAO, la ganadería manifiesta el 18% de la cantidad total de emisiones gases de efecto invernadero de Ecuador y el 43% de las del sector agrícola. También se reconoce que los pequeños agricultores que utilizan técnicas de manejo no sostenibles están relacionados con el impacto ambiental de la producción ganadera. Estas prácticas pueden ser causadas por el tipo de suelo, el ganado, la nutrición inadecuada, el saneamiento deficiente y los procesos de reproducción (6).

6.2 Producción de leche en Cotopaxi

El censo del INEC 2019 señaló que en Cotopaxi se producen 767 855 litros diarios, lo que representa el 11,5% de la producción total del país (7).

Santiago Valenzuela, coordinador provincial de Fe por la Leche Cotopaxi, agrupación de pequeños y medianos productores, pidió que en el acuerdo interministerial se cumpla el precio de sustentación de la leche de 42 centavos. También pidió que se establezcan controles más estrictos a los procesadores de leche para que dejen de utilizar suero de leche. También mencionó que los productores de leche no respetan el precio, y que se paga a los productores entre 28 y 30 céntimos por litro (8).

6.3 Factores que intervienen en la producción de leche

6.3.1 Genética

Cada raza tiene una composición láctea particular; en Ecuador, las Holstein son las mejores vacas lecheras, producen una media de 20 a 30 litros de leche al día con un buen contenido de grasa. Esta raza es adecuada para zonas frías. Una de las mejores razas es la Jersey, que produce buenas cantidades de leche y es famosa por la calidad de su leche. Su leche se utiliza para hacer queso y otros derivados, ya que tiene un alto contenido en grasa y proteínas (9).

Al ser mamíferos diploides, las vacas tienen genes que se encuentran en pares, con un gen heredado por el padre y otro por la madre. El material genético de un animal tiene dos componentes: es el material genético que está compuesto por dos partes, el primero el valor de la forma de cada gen y el segundo su forma conjunta (10).

6.3.2 Nutricionales

En la producción de leche la nutrición tiene un papel fundamental ya que está determinada por varios factores como es la alimentación, ambiente, genética y lactancia. Debido a esto, mantener un buen balance nutricional en bovinos permitirá tener un gran potencial genético de la misma (11).

La energía, la fibra, la proteína, sales minerales, vitaminas y el agua componen más crucialmente para una producción de leche sana y la fertilidad del ganado (12).

La gestión nutricional debe centrarse en la producción óptima de leche, teniendo en cuenta la salud y la fertilidad del animal. La fertilidad se ve obstaculizada cuando la alimentación se realiza únicamente para maximizar la producción de leche (13).

6.4 Mejoramiento genético

6.4.1 Transmisión de material genético

Mediante una secuencia se dividen la cantidad de cromosomas de una célula, los testículos y los ovarios crean células reproductoras. Un miembro del par cromosómico está presente tanto en el espermatozoide como en el óvulo. Por lo tanto, el espermatozoide en el semen y el óvulo en los ovarios sólo tienen 30 cromosomas ($n=30$), mientras que las células de las vacas y los toros tienen 60 cromosomas ($2n = 60$). Las células reproductoras que sólo tienen la mitad de la cantidad típica de cromosomas de la especie son las encargadas de transmitir los cromosomas. La división de los pares de cromosomas durante la formación de las células reproductoras y la unión del espermatozoide y el óvulo para generar una nueva célula con un conjunto único de cromosomas son los dos procesos fundamentales de la transmisión de rasgos (14).

6.4.2 Rasgos cuantitativos

Existen categorías distintas para las cualidades cuantitativas. La característica cualitativa puede estar influida significativamente por uno o un pequeño número de genes. La categorización está influida en cierta medida por el entorno. Estas características pueden incluir el tipo de sanguíneo, color del pelaje, presencia y ausencia de cuernos y las anomalías genéticas (15).

6.4.3 Rasgos cualitativos

Múltiples componentes genéticos influyen en las características cualitativas, y los factores ambientales tienen un mayor impacto en su manifestación fenotípica que los factores cualitativos. Las características más cruciales son la eficiencia de conversión alimenticia, la conformación (también conocida como tipo), producción y composición lechera (15).

6.4.4 Heredabilidad

La heredabilidad se refiere a la propensión genética de los animales a manifestar características específicas, estas pueden ser el intervalo entre partos o el crecimiento, estas son transmitidas hasta generaciones futuras. También es crucial para la correlación genética, esta refleja como diferentes características están relacionadas entre sí a nivel genético. Así podemos mejorar características simultáneamente (16).

6.4.5 Repetibilidad

Ayuda a la capacidad de producción al referirse al grado de consistencia y fiabilidad entre varios registros del mismo rasgo en una población (17). Está íntimamente ligada a la herencia y describe numerosos casos del mismo rasgo que se dan en el mismo animal; no permite combinaciones de genes independientes ni segregación de genes (18).

Los términos de correlación de la repetibilidad oscilan entre -1 y +1. Se dice que un rasgo es altamente repetible si su repetibilidad es cercana a 1, y escasamente repetible si su repetibilidad es cercana a 0 (17).

6.5 Modelos de selección

6.5.1 Selección natural

El proceso evolutivo natural es cuando una especie se acopla al su entorno. Adquiriendo una tasa en supervivencia, crecimiento y reproducción, logrando transmitir características genéticas heredables a sus crías (19). Es decir, no existe intervención humana, es donde los animales más adaptados a su entorno sobreviven y se reproducen (20).

6.5.2 Índices de selección

Una medida que describe el mérito genético de un ganado reproductor en términos de su valor económico es el índice de selección. Este valor expresa el impacto económico que tendrán en la producción (21). En pocas palabras, permite seleccionar varias cualidades a la vez teniendo en cuenta la importancia económica de los rasgos en cuestión, así como sus componentes genéticos (22).

6.5.3 Selección asistida por marcadores

Es un proceso de selección que se basa en el gusto humano y tiene en cuenta las características fijas de fabricación. Los mecanismos en la herencia (genes, heredabilidad, dominancia genética, recesividad de los genes, epistasis, heredabilidad, etc.) debe ser la base de la selección asistida. (19).

El proceso tiene una tasa alta de éxito ya que se identifica una secuencia de ADN que esta próxima al interés a utilizar para el proceso de selección, independizándose de la expresión del gen y de su interacción con el ambiente (23).

6.5.4 Fenotipos

El término «fenotipo» se refiere a los rasgos físicos observables de un animal, como su fisiología, comportamiento, composición bioquímica y fase de desarrollo. Por ejemplo, el perímetro torácico, la forma de la cruz, la altura a la cruz y el perfil frontonasal (24).

La distinta configuración genética que se encuentra en el ADN del ganado determina su fenotipo; por lo tanto, genotipos diferentes dan lugar a fenotipos variados. Esto explica por qué 2 crías de una misma vaca y el mismo toro pueden diferir enormemente en sus características físicas (24).

6.6 Altura a la cruz

Para medir la altura a la cruz se utiliza una vara recta colocada verticalmente en el suelo al lado de la cadera del animal. Aunque históricamente se han preferido los animales grandes, algunas personas prefieren las vacas lecheras más bajas, que tienen una altura total media de 1,60 a 1,80 metros. Al igual que la estatura humana, la de los bovinos está regulada por multitud de genes, según un gran consorcio multinacional de especialistas en genética animal (1000 Bull Genomes) (25).

También demostraron a partir de pruebas de mejoramiento genético que no necesariamente entre más grande sea el animal mayor será su productividad y eficiencia (25).

6.7 Ganancia de peso diaria

Mediante el uso de suplementos proteicos y energéticos, el peso del ganado aumenta, mejorando la eficiencia alimentaria y la productividad. El aumento medible de la masa corporal en un periodo de tiempo determinado se denomina ganancia de peso (23). Dado que las vacas deben alcanzar entre el 60% y el 65% de su peso adulto para alcanzar la pubertad y completar su primer servicio, estos criterios son cruciales principalmente en el área reproductiva (26).

El ganado lechero debe ser alimentado con una dieta equilibrada, tener siempre acceso a agua fresca y ser mantenido en un entorno limpio y seguro para evitar el estrés físico y mental si se quiere que gane más peso rápidamente (27).

Basado en un excedente calórico, también denominado consumo de calorías que se queman o necesita el cuerpo, incremento de peso diario es un indicador que muestra el peso parcial o final del animal por día. Se calcula dividiendo la cantidad de tiempo que ha tardado el animal y la cantidad de peso que ha aumentado (28).

6.8 Calidad de leche

Para garantizar que la leche sea de la calidad adecuada, debe producirse en un entorno apropiado, conservarse correctamente, transportarse adecuadamente, manipularse con cuidado e higienizarse (29).

Ciertos aspectos se rigen por normas nacionales para los procedimientos relacionados con la recogida de datos, el transporte y el análisis, con pequeñas variaciones en los criterios de cumplimiento y las técnicas a emplear (30).

La utilización de piensos alternativos puede aumentar la eficiencia alimentaria, estabilizar la actividad fermentativa ruminal y repercutir en los resultados productivos de las explotaciones lecheras especializadas (31).

6.9 Densidad de la leche

Es una característica fundamental que indica lo compacta que es una sustancia midiendo la relación masa volumen. En el caso de la leche, la densidad indica cuánta agua, grasa y partículas no grasas hay en el líquido (32).

Dado que la temperatura influye notablemente en la medición, la densidad es una constante que puede verse modificada por variables como la temperatura, lo que puede repercutir en los resultados (33).

Dado que ayuda a determinar la calidad del producto lácteo, esta métrica es crucial para controlar su calidad. Para evitar que disminuya el valor comercial de la leche e influir positivamente en los consumidores, su limpieza es crucial (34).

6.10 Mastitis

En el sector lácteo es la enfermedad más preocupante y con mayor repercusión económica es la mastitis, o inflamación de las glándulas mamarias. La causa principal puede ser una infección por bacterias y otros microorganismos, aunque también puede estar provocada por el estrés y

los traumatismos físicos. Esto repercute en la economía del rebaño y provoca la mejora en la producción y la calidad láctea (35).

6.11 Análisis zoometría

Las razas animales se describen mediante la zoometría, que también ayuda en métodos como la identificación del dimorfismo sexual poniendo de relieve patrones productivos o deficiencias zootécnicas. También permite valorar la variación ecológica, determinar y explicar procesos adaptativos en especies y poblaciones, y comparar razas morfométricamente (36).

6.12 Registros de producción

Los registros de información ganadera son una serie de documentos o a su vez un sistema que se utilizan para recopilar y almacenar datos de relevancia para la producción ganadera los cuales permiten tener un control en la producción también ayuda a tener resultados como es la comparación de producciones, índices productivos, reproductivos, económicos y analizar su evolución de forma positiva o negativa a lo largo del tiempo (37).

6.13 Costos de producción

Son importantes porque deben tener en cuenta varios factores, como los piensos, los insumos, la energía y el agua, costos de producción, mantenimiento de equipos y las reparaciones. A partir de estos gastos se calcula el coste de venta (38).

En la provincia de Cotopaxi se producen 700.000 litros de leche al día; sin embargo, según la coordinadora provincial de Fe por la Leche Cotopaxi, no reciben un precio justo por su producción, que oscila entre 0,37 y 0,38 dólares, y el precio de la leche pasteurizada y en bolsa oscila entre 0,80 y 0,95 dólares (39).

Las variables como: raza, manejo del ganado, dieta y clima. El coste de la alimentación es el más importante de estos componentes, ya que representa el 70% de los costes totales de producción de los productores de leche de Cotopaxi (40).

6.14 Método BLUP

Un método estadístico para estimar los valores genéticos y las ganancias genéticas en los programas de cría se denomina método de Mejor Predicción Lineal Insesgada, o BLUP, como se conoce más comúnmente. Este método se distingue de otros como OLS, GLS, BP y BLP y se encuentra entre los más sofisticados del mundo (17).

Cuando la técnica BLUP se desarrolló por primera vez en la década de 1970, se utilizó para evaluar genéticamente el ganado lechero. Se basa en el valor fenotípico del rasgo resulta de la acción independiente de factores fijos, que se identifican como la raza, el sexo, la duración del control y el valor genético aditivo del rasgo (41).

Para estimar simultáneamente los impactos genéticos y medioambientales a partir de las observaciones disponibles, el método hace uso de un software con una base de datos de producción y reproducción genética. Además, el BLUP integra todos los datos fenotípicos y de filiación de las líneas materna y paterna para evaluar y estimar el valor genético de los padres, la madre, la descendencia y otros ancestros, tanto directos como indirectos (17).

Para aplicar estrategias y obtener resultados, la técnica de referencia de predicción del valor genético de un animal requiere un conocimiento previo de las características genéticas de los caracteres, así como de la información productiva y genealógica de los animales (41).

7. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

H1: La elección de los mejores animales en su valor fenotípico y genotípico ayudara a transmitir las características más relevantes.

H2: La elección de los mejores animales en su valor fenotípico y genotípico no ayudara a transmitir las características más relevantes.

8. METODOLOGÍA

8.1 Lugar de estudio

8.1.1 San José de Poaló

El estudio fue realizado en las comunidades de Las Parcelas y Poaló Centro de la provincia de Cotopaxi, en la parroquia San José de Poaló, entre septiembre de 2023 y marzo de 2024. Con una temperatura entre 9°C y 18°C, está entre los 2.000 msnm y 3.000 msnm. Al norte está: Junto al cantón Saquisilí al sur, la parroquia Guangaje, el cantón Pujilí al oeste y la vía SaquisilíLatacunga frente a la parroquia Chantilín al este (42).

8.1.2 Eloy Alfaro

El estudio se realizó en las comunidades de Tilipulo, La Calera y Taniloma en la provincia de Cotopaxi, parroquia Eloy Alfaro, entre septiembre de 2023 y marzo de 2024. La temperatura oscila entre 9°C y 11°C, y se encuentra a 2914 msnm. Limita al norte con el cantón Saquisilí, al sur con la parroquia Salache, al este con la parroquia La Victoria y el cantón Pujilí, y al oeste con la parroquia Bellavista (43).

8.2 Ubicación geográfica

8.2.1 San José de Poaló

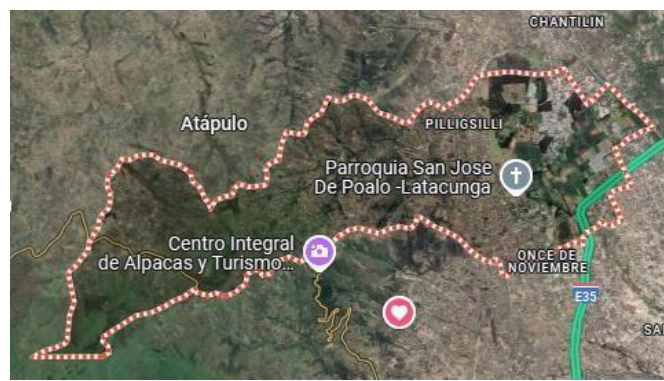


Ilustración 1. Ubicación geográfica de la parroquia San José de Poaló.

Fuente: Google Maps

8.2.2 Eloy Alfaro

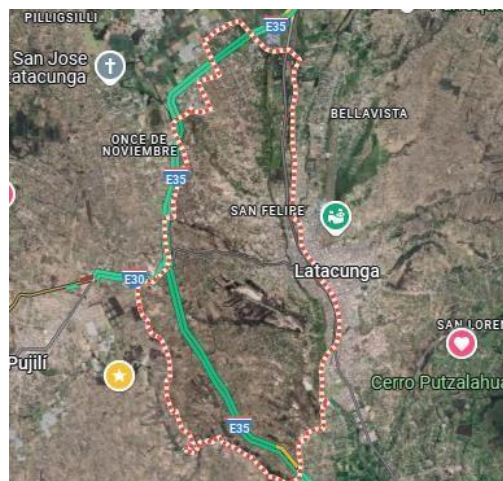


Ilustración 2. Ubicación geográfica de la parroquia Eloy Alfaro.

Fuente: Google Maps

8.3 Tipo de estudio

Dado que se recopiló información sobre el ganado y sus costos de producción con el objetivo de escoger los mejores animales para el programa de mejoramiento genético de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realizó un estudio observacional.

8.4 Población de estudio

8.4.1 San José de Poaló

Los datos recopilados fueron de 2 barrios en la localidad San José de Poaló el primer barrio Las Parcelas, participaron 2 productores teniendo un total de 5 animales entre ellos 2 vacas, 1 vacona, 1 toro y 1 ternero. En el barrio Poaló Centro participo 1 productor teniendo un total de 9 animales entre ellos 2 vacas, 4 vacas vientre, 1 vacona y 2 terneros.

8.4.2 Eloy Alfaro

Los datos recopilados fueron de 3 barrios de la parroquia Eloy Alfaro el primer barrio Tilipulo en el cual contribuyeron 8 productores con un total de 27 animales entre ellos 5 vacas, 8 vacas vientre, 3 vaconas, 1 toro, 2 toretes y 8 terneros. En el barrio La Calera participo 1 productor con 7 animales entre ellos 2 vacas, 2 vacas vientre, 1 vaconas y 2 terneros. Y el ultimo barrio es Taniloma en el cual cooperaron 3 productores teniendo en total 8 animales entre ellos 1 vaca, 2 vacas vientre, 3 toretes y 2 terneros.

8.5 Valor económico

Para aumentar la calidad de lechera en el sector de San José de Poaló y Eloy Alfaro, se consideran cuatro características: la ganancia diaria de peso (GDP) es la primera, seguida de la producción de leche (LP), la densidad lechera (DL) y la altura a la cruz (AC). Estas características aumentarán la rentabilidad económica de cada productor, lo que elevará el costo de venta al mejorar la producción de leche. Para ello, se recopilaron estadísticas mensuales de GDP, PL, DL y AC desde septiembre de 2023 hasta marzo de 2024.

8.6 Costos de producción

Durante el periodo septiembre 2023 a marzo 2024 se recolecto datos en los sectores San José de Poaló y Eloy Alfaro teniendo un total de 15 productores de los sectores y de 58 animales. Se registro la información necesaria como es la base de datos de cada productor, litros de leche

producidos al mes, precio de la leche y gastos mensuales. Con ayuda de esto podremos calcular el costo de producción y analizarlo a futuro.

8.7 Valor genético

De septiembre de 2023 a marzo de 2024, se llevaron a cabo tres periodos de recolecta de datos sobre los animales sobre lo siguiente: peso de los animales en kilogramos, altura de la cruz en centímetros, densidad de la leche y temperatura de la leche en grados centígrados. A continuación, se utilizó una hoja de cálculo Excel para analizar estos datos.

8.8 Ganancia diaria de peso

Se utilizó una cinta métrica bovina de la marca Animal weight tape para medir el peso de los 58 animales, colocándola a la altura de la cruz del animal.

8.9 Calidad de la leche

Medimos la densidad y la temperatura de un litro de leche recién ordeñada utilizando un lactodensímetro COLLIN France y una probeta para evaluar la calidad de la leche.

8.10 Mastitis

Para confirmar si existe o no mastitis se obtuvo una muestra de leche de cada cuarto en la paleta, después se agrega 2ml de California Mastitis Test (CMT), este es un reactivo que permite detectar la mastitis.

- No infectado (negativo). La mezcla no se espesó.
- Positivo pero Débil (Infectado). La mezcla se espesa significativamente, pero no tiene tendencia a gelificarse. Girar la paleta durante más de 20 segundos puede hacer que el espesamiento desaparezca.
- Evidentemente Positivo (Infectado). El líquido se espesa instantáneamente y forma un ligero gel. Al remover, el líquido fluye hacia el centro de la taza, dejando al descubierto el fondo del borde exterior. La mezcla se nivela y cubre todo el fondo cuando cesa el movimiento.
- Infectado (muy positivo). La mezcla forma un gel y se eleva en la superficie (como un huevo frito). Incluso cuando se detiene la rotación de la raqueta CMT, esta elevación central persiste.

8.11 Producción de leche

Para evaluar la producción de leche diaria de cada vaca, se tomó los datos en el periodo de septiembre 2023 a marzo 2024 y después se realizó una evaluación a los 305 días del año, tomando en cuenta la producción diaria de leche y los días abiertos que tiene cada animal. La fórmula es: Producción de la lactancia (litros) / (Fecha de secado – Fecha del parto).

8.12 Altura a la cruz

Para obtener la altura a la cruz se utilizó una cinta métrica y colocando a los animales en una superficie plana, teniendo así datos de cada animal, estos resultados se obtuvieron en centímetros.

8.13 Análisis de datos

Pudimos reunir todos los datos desarrollando un análisis estadístico para la evaluación de la composición genética de los animales. Para determinar el valor genético, utilizamos el método BLUP, que nos proporcionó la información genealógica de cada animal de todo el rebaño, así como su fenotipo, teniendo en cuenta la heredabilidad de cada carácter. Calculando la media de todos los datos fenotípicos y el valor genético, el método estadístico BLUP nos permite evaluar la respuesta a la selección. El resultado es el que se transmitirá a la generación siguiente.

8.14 Estimación del valor de cría

El método BLUP (Best Linear Unbiased Predictor) permite evaluar el valor genético de cada animal. Este enfoque determina el valor genético de cada animal basándose en la diversidad ambiental y genética.

8.15 Fórmula para el cálculo de BLUP

$$Y = Xb + Zu + e$$

Donde Z es la matriz de efectos aleatorios, u es el parentesco, e es el error, X es la matriz de efectos fijos, b es el efecto variable, que es el efecto (del rebaño), e Y es el fenotipo de la característica elegida

Fórmula de ganancia de peso

$$P \text{ inicial (kg)} - P \text{ final (kg)} / \text{días entre pesos} * 1000$$

Fórmula para la densidad

Promedio de todas las densidades, corregidas por la temperatura de la leche.

Tabla 1. Tabla de corrección de la densidad de leche.

TEMPERATURA LACTEA EN C°			
GRADO DE LECHE AL TERMOLACTATO DENSIMETRO		28	29
	18	20,5	20,7
	19	21,5	21,7
	20	22,5	22,7
	21	23,6	23,8
	22	24,7	24,8
	23	25,7	26,8
	24	26,7	27,8

Fuente: La casa de los lácteos insumos y servicios

Fórmula de altura de la cruz

Promedio de todas las alturas de cada animal.

Fórmula para los ingresos de la leche

Se utilizaron diferentes fórmulas para poder calcular el costo-beneficio en la producción lechera.

$$\text{Ingresos} = \text{Litros de leche} * \text{precio de venta}$$

La producción mensual de todo el rebaño y su precio de venta por litro se expresan en litros de leche.

$$\text{Beneficio} = \text{Ingresos} - \text{Gastos de leche}$$

Los ingresos se refieren al total de la venta mensual de la leche y los gastos que tiene el productor para sostener su hato.

Fórmula de costos de producción

$$\text{Costos de producción} = \text{Gastos de leche} / \text{litros de leche}$$

Los litros representan toda la cantidad de leche producida multiplicada por 30 días, y los gastos representan todos los costes en que incurre el productor para mantener el rebaño. Podemos evaluar los gastos de producción por litro de leche con ayuda de esta fórmula.

Fórmula para la respuesta a la selección

$$R = \frac{h^2 + i + a}{IG}$$

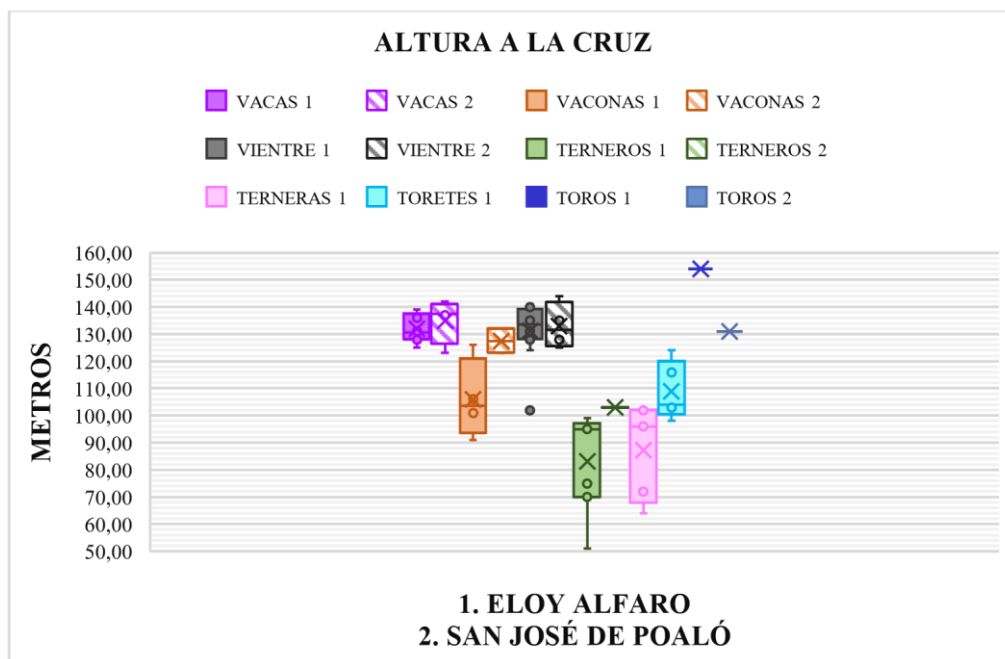
Donde **a** es la precisión de la estimación del valor genético derivado mediante el enfoque BLUP, **i** es la intensidad de selección, **h²** es la heredabilidad de cada carácter e **IG** es el intervalo generacional. El valor de la heredabilidad se calculó utilizando datos de estudios anteriores.

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los sectores San José de Poaló y Eloy Alfaro, ubicadas en el cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi, se establecieron los fenotipos elegidos.

9.1. Altura a la cruz

Figura 1. Altura a la cruz

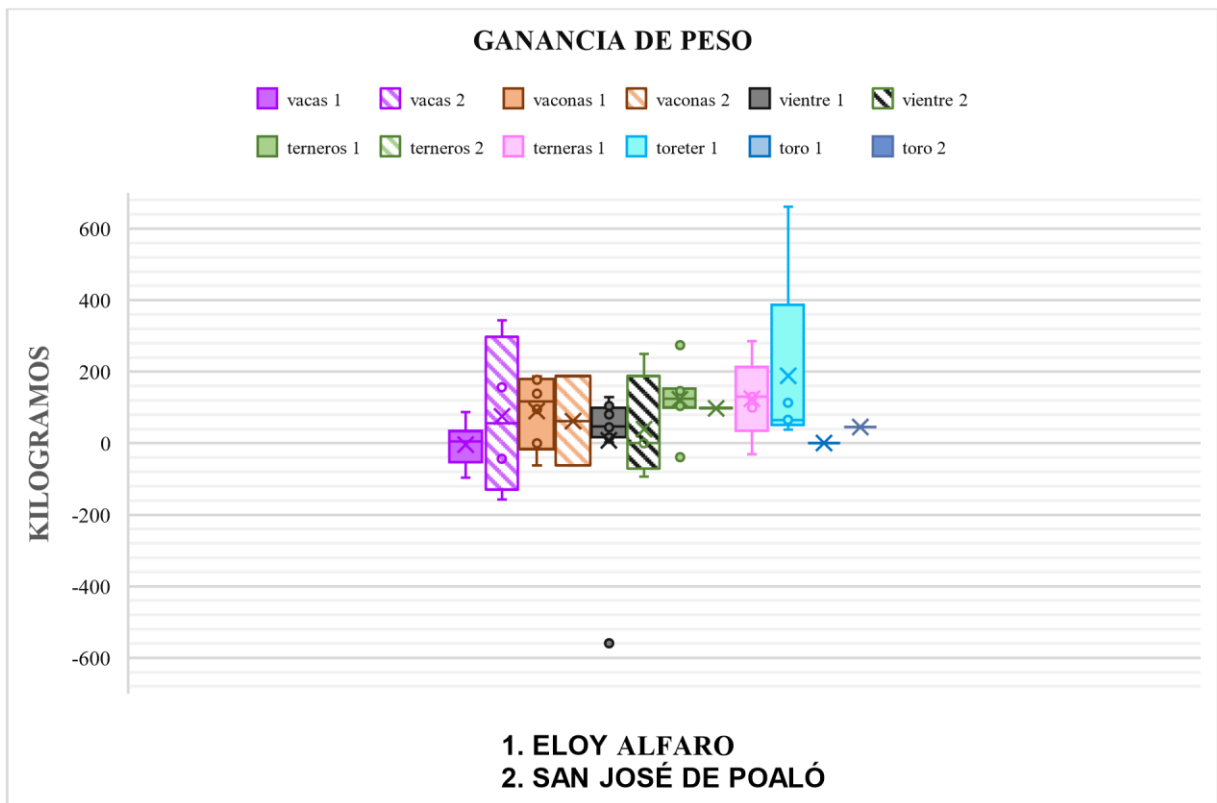


Nota: En la figura muestra el primer fenotipo que es altura a la cruz de los bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

En la figura 1 se muestra el fenotipo de altura a la cruz el cual nos permite evaluar el tamaño de los animales teniendo en cuenta que en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, las categorías vacas y vientre se encuentra en el rango de 120 m. a 140 m. este es un rango bueno para el ganado bovino en producción de leche, sabiendo también que los terneros y terneras están alcanzando una altura a la cruz considerable para la reproducción. El valor máximo en altura a la cruz es de 154 m. teniendo como valor mínimo 51 m.

9.2. Ganancia de peso

Figura 2. Ganancia de peso

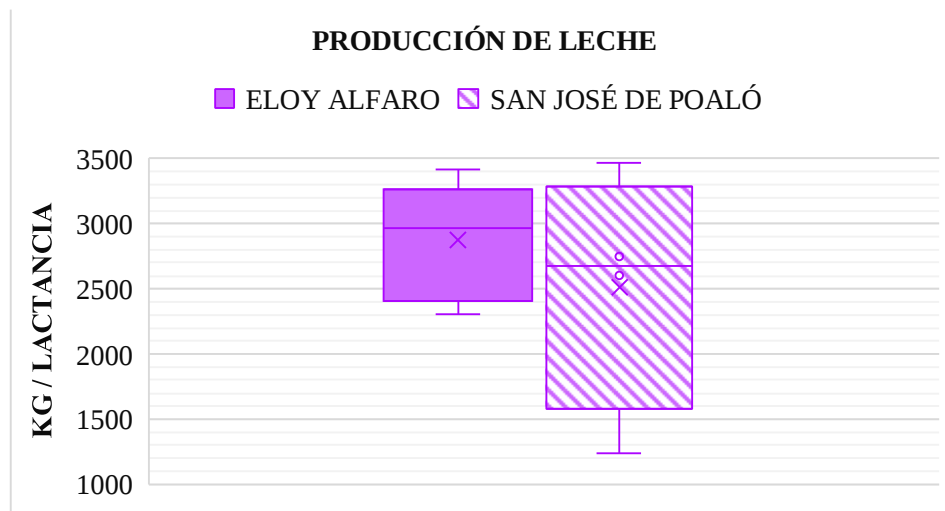


Nota: En la figura muestra el segundo fenotipo que es ganancia de peso en bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

La categoría toro de la parroquia Eloy Alfaro tiene un mayor crecimiento de peso que las demás categorías, según la Figura 2, que muestra el fenotipo de ganancia de peso para cada categoría en ambas parroquias. Además, la categoría de vacas de la parroquia de San José de Poaló es la que presenta un menor aumento de peso. Teniendo en cuenta esto, la ganancia de peso máxima es de 660,71 kg. Además, la cifra más baja es de -158,09 kg.

9.3. Producción de leche

Figura 3. Producción de leche

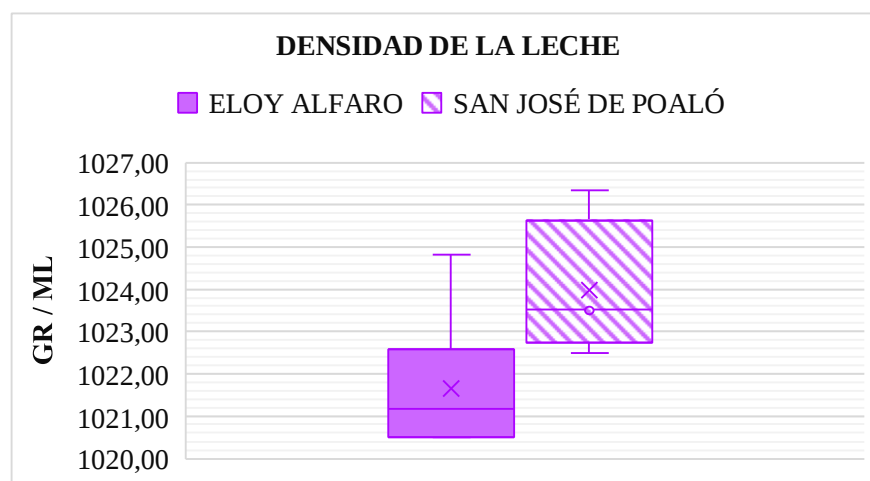


Nota: En la figura muestra el tercer fenotipo que es producción de leche en bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

La parroquia San José de Poaló tiene un rango de 3466,022 kg/lactancia y un mínimo de 1239,912 kg/lactancia, mientras que la parroquia Eloy Alfaro tiene un rango de 3417,1453 kg/lactancia y un mínimo de 2306,312 kg/lactancia, según el análisis del fenotipo de producción de leche mostrado en la Figura 3. considerando la ausencia de nutrientes y sales minerales en la dieta de los animales, así como el hecho de que la producción láctea no ha menorado en ninguna de las dos parroquias.

9.4. Densidad de la leche

Figura 4. Densidad de la leche

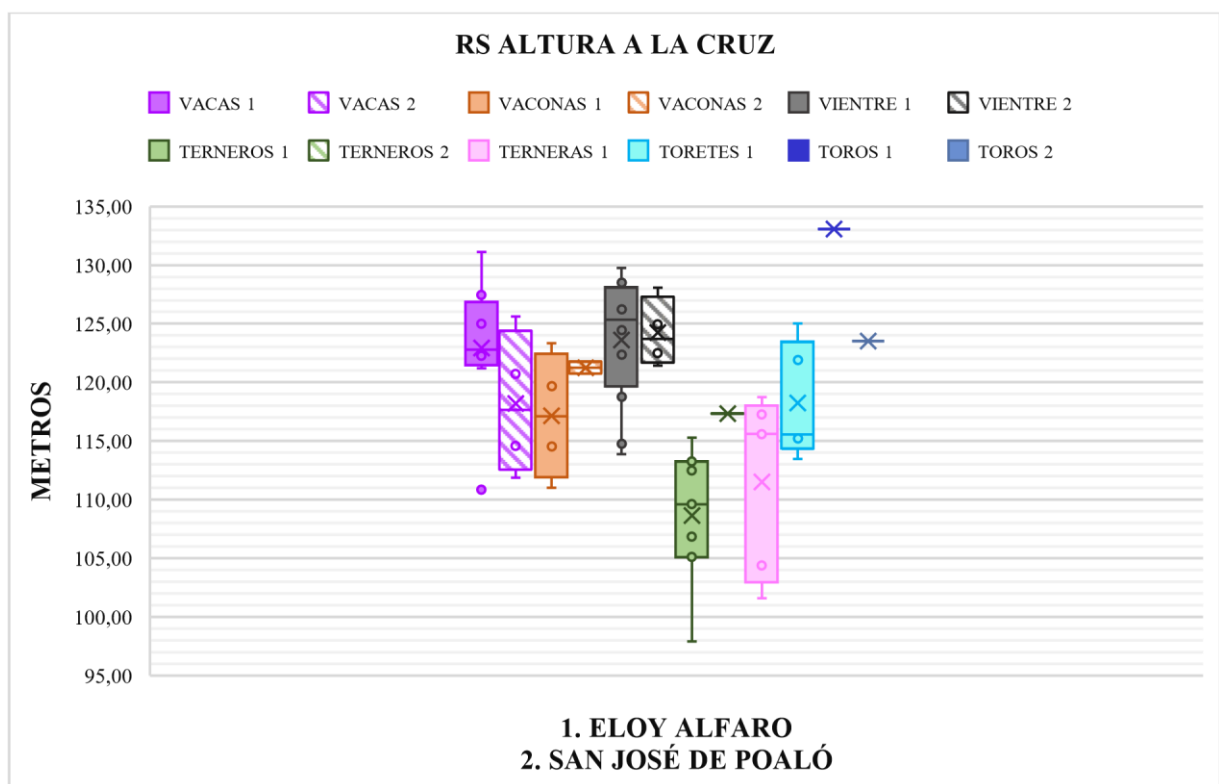


Nota: En la figura muestra el cuarto fenotipo que es densidad de la leche en bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

En la figura 4 se puede evidenciar el fenotipo de la densidad de leche, en el cual se puede evidenciar que la parroquia San José de Poaló tienen una mejor densidad de leche teniendo un rango de 1026,33 g/ml a un mínimo de 1022,58 g/ml. En cambio, la parroquia Eloy Alfaro tiene un rango de densidad que va desde 1024,83 g/ml a un mínimo de 1020,50 g/ml. Pero esto no quiere decir que esta parroquia esta baja en el fenotipo de producción de leche, al contrario, ambas parroquias tienen una buena densidad con respecto a la falta de alimento para el ganado.

9.5. Respuesta a la selección en altura a la cruz

Figura 5. Altura a la cruz



Nota: En la figura muestra los valores del fenotipo altura a la cruz de los bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

La figura 5 ilustra el fenotipo de la altura a la cruz en los bovinos de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló. Los resultados indican como valor máximo de 133 metros, lo cual es un indicativo positivo de los efectos de la selección realizada y teniendo como un valor mínimo de 97,91 metros, proporcionando un argumento sólido para las generaciones de bovinos. La categoría vacas y vaconas tienen una altura homogénea, en cuanto las vacas vientre se encuentra los grupos con mayor variabilidad y altura superiores al metro, los terneros y terneras muestran

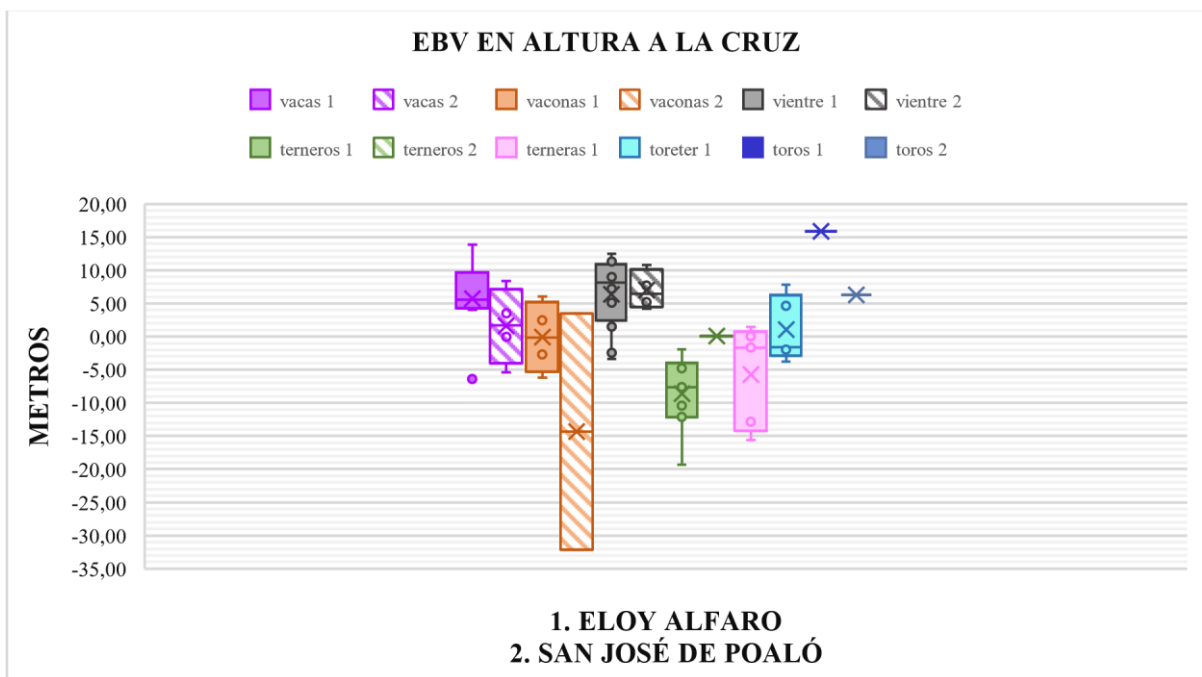
una menor altura en comparación con las demás categorías y los toretes y toros muestran el mayor promedio superando los 133 metros.

La variabilidad en la altura dentro de todas las categorías puede influir por diversos factores como la alimentación, genética, también se toma en cuenta las condiciones ambientales o condiciones de crianza.

Los resultados son respaldados por estudios como el de López (2022), donde se reportó un crecimiento similar en la altura de bovinos en programas de selección, sugiriendo que las estrategias implementadas están dando fruto (44). En contraste, en Eloy Alfaro se ha observado un incremento más significativo, alcanzando hasta 133 metros como valor máximo y 97,91 metros como mínimo, con la mayoría de los animales superando la mediana de 1,20 m. Estos resultados son consistentes con los encontrados por Cabrera (2023), quien destacó que poblaciones bien manejadas pueden lograr mejoras notables en características morfológicas (45).

9.6. EBV en altura a la cruz

Figura 6. EBV Altura a la cruz



Nota: En la figura muestra los valores para la selección en altura a la cruz de los bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

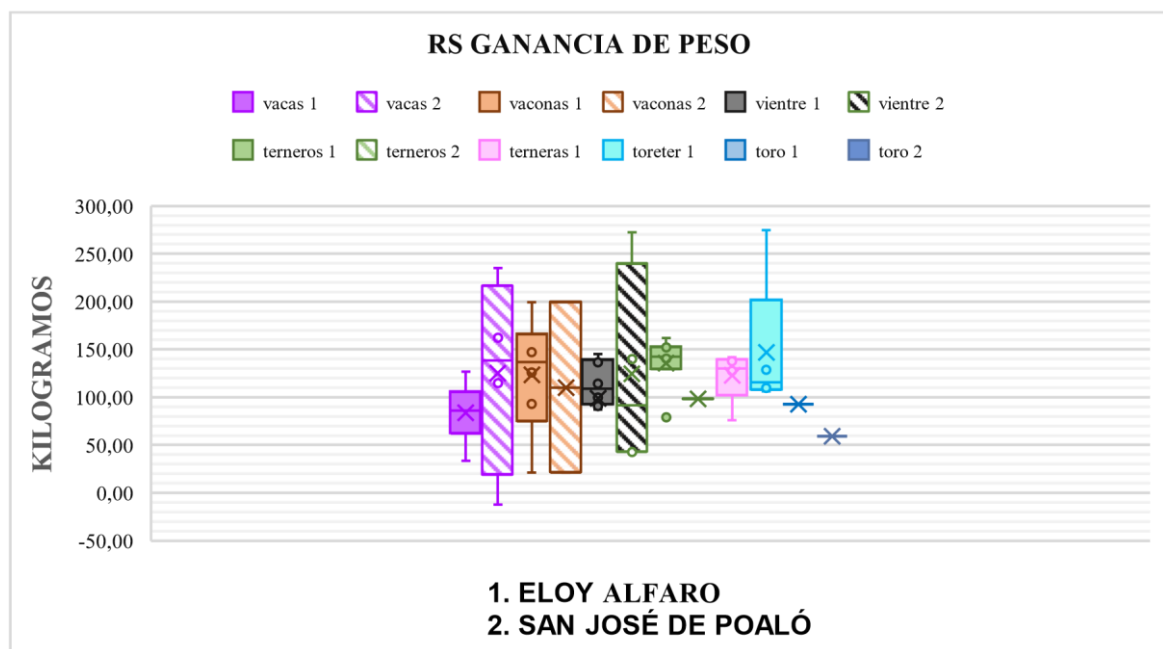
En la figura 6 presenta los valores genéticos estimados (EBV) para el carácter de altura a la cruz en bovinos de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló. El análisis revela que existe un mayor valor que es 15,86 metros y un mínimo de -32,14 metros. En general tienen valores cercanos a cero, esto indica poca variabilidad en la altura a la cruz, aunque existe categorías que muestran valores negativos. Por otro lado, los toros presentan valores más positivos y mayor dispersión, lo que puede estar relacionado con diferencias genéticas y condiciones de manejo.

Tabla 2. Mejores animales en altura a la cruz

Altura a la cruz (metros)	
Nombre	EBV
Toro, Morocho (Eloy Alfaro)	15,86
Vaca, Colorada 1 (Eloy Alfaro)	13,88
Viente, Esmeralda (Eloy Alfaro)	12,51

9.7. Respuesta a la selección en ganancia de peso

Figura 7. Ganancia de peso



Nota: En la figura muestra los valores del fenotipo ganancia de peso en los bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

En la figura 7 muestra el fenotipo de ganancia de peso en los bovinos de ambas parroquias esto depende de la alimentación ya que ha sido a base de plátano, sales minerales, balanceado, ryegrass, alfalfa, hoja de maíz y kikuyo. Teniendo como dato mayor de 274,42 gramos y un

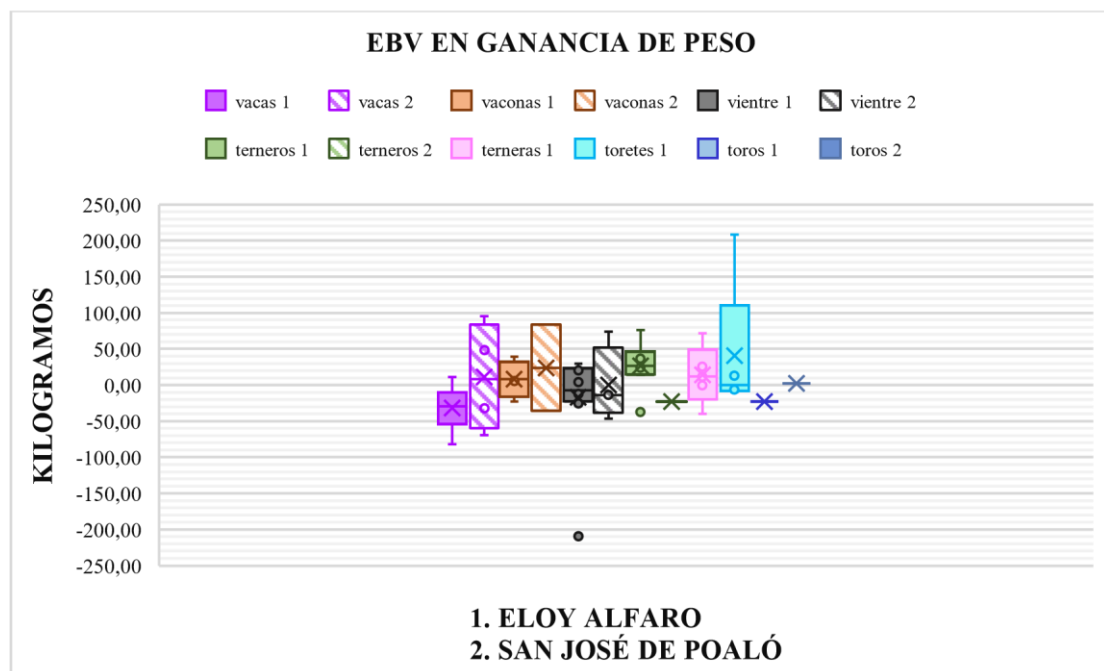
valor mínimo de -93,56 gramos. Es relevante señalar que estos valores son bajos debido a la falta de un terreno adecuado para el número de ganado que tienen en la zona, así como la escasez de suplementos alimenticios.

Se observa una variabilidad entre las categorías, como es vaca 1 y vacas 1, mostrando una mayor dispersión. En general, los terneros y terneras presentan una ganancia de peso estable, mientras que los toros tienen una mayor variabilidad. En cuanto la distribución de los datos sugiere que las categorías presentan mejores desempeños en ciertas condiciones.

Al comparar estos datos con los hallazgos de Larrea et al. (2020), quienes reportaron un máximo de 900 gramos por día en un estudio de selección genética en bovinos, se observa que el potencial de mejora es alentador, aunque el promedio en este último estudio fue de 150 gramos por día, inferior al registrado en la presente investigación (46). Méndez y Ortega (2024) argumentan que tales diferencias pueden vincularse a factores genéticos y ambientales, ya que un manejo deficiente del forraje puede disminuir notablemente la eficiencia de conversión alimenticia, como se evidenció cuando en parcelas con calidad de forraje superior, la ganancia diaria promedio alcanzó hasta 300 gramos por día (47).

9.8. EBV en ganancia de peso

Figura 8. EBV Ganancia de peso



Nota: En la figura muestra los valores para la selección en ganancia de peso en los bovinos en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

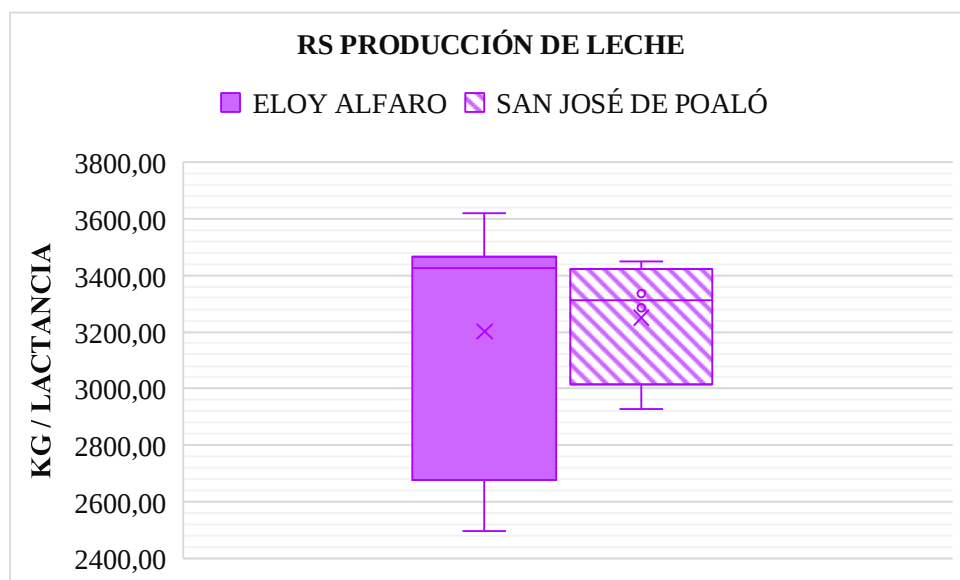
En la figura 8 tenemos los datos genéticos estimados (VEB) del rasgo de crecimiento de peso para los bovinos de las parroquias de Eloy Alfaro y San José de Poaló. La mayoría de los grupos, incluidos los toros 2 y los terneros 2, presentan valores EBV positivos, lo que indica una propensión al aumento de peso. Por el contrario, los demás grupos muestran valores negativos o casi nulos. Por el contrario, el grupo de vacas 2 presenta un rango de valores que van de negativos a muy positivos, lo que podría ser el resultado de variaciones en el manejo o en la genética.

Tabla 3. Mejores animales en ganancia de peso

Ganancia de peso (kg)	
Nombre	EBV
Vaca, Lupita (San José de Poaló)	402,89
Torete, Chiquito (Eloy Alfaro)	208,07
Vientre, Karlita (San José de Poaló)	156,64

9.9. Respuesta a la selección en producción de leche

Figura 9. Producción de leche



Nota: En la figura muestra los valores del fenotipo producción de leche en vacas de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

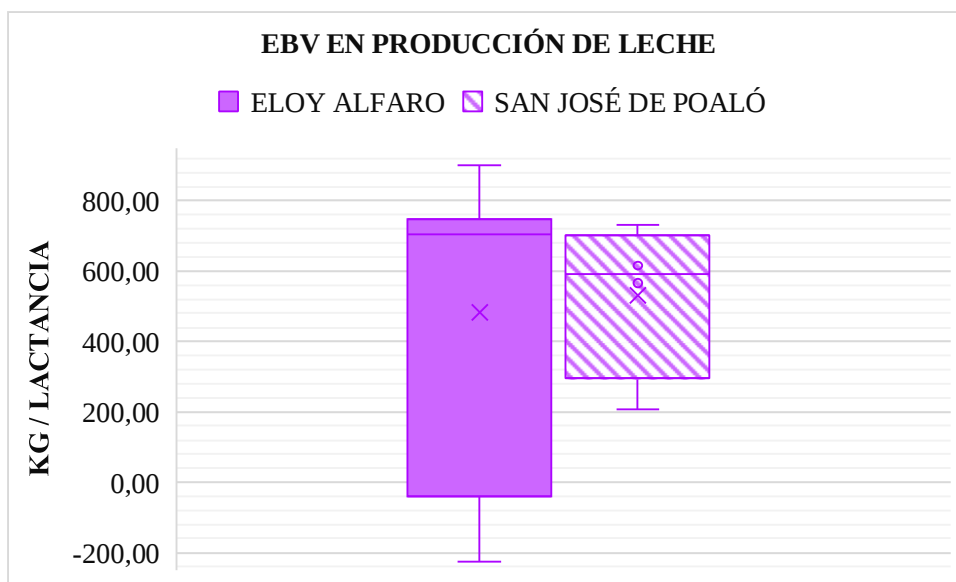
El fenotipo de producción de leche en las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló se representa en la Figura 9, que demuestra que los valores de producción en ambas parroquias

son iguales, lo que sugiere una comparación comparable. Sin embargo, con 3620,75 kg/lactancia, la parroquia Eloy Alfaro es la que produce más leche, mientras que la producción mínima en ambas parroquias es de 2494,92 kg/lactancia. Una serie de factores, como las dolencias físicas, el cuidado de los animales y la alimentación, pueden afectar a estos resultados.

Los resultados son favorables corroborando por los valores de Garcés (2022), quien documentó que sus programas de mejora genética lograron incrementos de hasta 4000 kg/día en poblaciones similares. Sin embargo, se constató heterogeneidad en la respuesta, con algunos bovinos produciendo valores inferiores a la mediana de 2543,63 kg/día, lo que provoca los factores ambientales y prácticos (48). En este sentido, la investigación de Salazar (2022) reveló que un 15% de ineficiencia en la producción lechera fue atribuible a deficiencias en el manejo nutricional y sanitario (49).

9.10. EBV en producción de leche

Figura 10. Producción de leche



Nota: En la figura muestra los valores del fenotipo para la selección en producción de leche en vacas de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

La figura 10 presenta el Valor Genético (EBV) para el carácter de producción de lactea (PL) en bovinos de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló. Se puede observar que en ambas parroquias se presentan valores similares en la producción lechera, la presencia de valores negativos en ambos grupos sugiere que algunos animales podrían tener un potencial genético limitado para la producción de leche, lo que podría estar influenciado por factores genéticos o

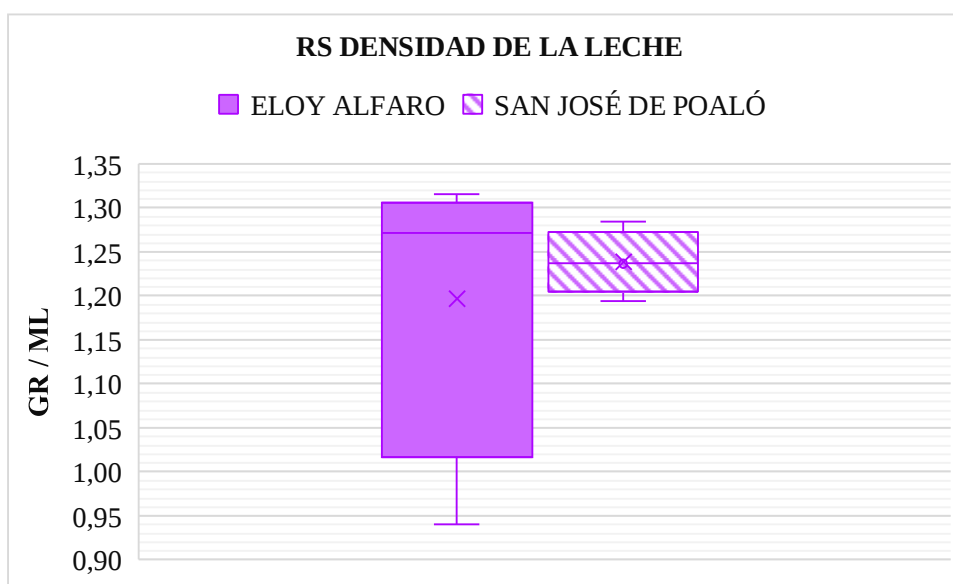
ambientales. En general, ambos grupos tienen un potencial genético positivo para la producción lechera, pero con diferencias en la variabilidad dentro de cada población.

Tabla 4. Mejores animales para producción lechera

Producción lechera (kg/lactancia)	
Nombre	EBV
Valeria (Eloy Alfaro)	901,02
Martina (San José de Poaló)	865,89
Juanita (Eloy Alfaro)	750,97

9.11. Respuesta a la selección en densidad

Figura 11. Densidad de la leche



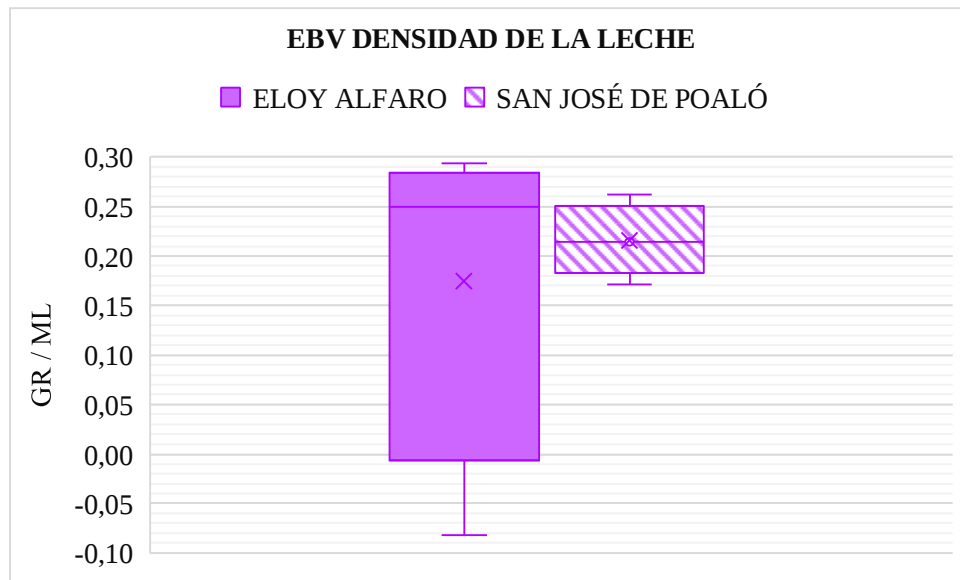
Nota: En la figura muestra los valores del fenotipo densidad de leche en vacas de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

El fenotipo de la densidad de la leche en ambas parroquias se representa en la Figura 11, donde es evidente que la parroquia Eloy Alfaro tiene un contenido algo mayor de sólidos en su leche que la parroquia San José de Poaló. En ambas parroquias, la medida de densidad más baja es de 0,96 gr/ml, mientras que la más alta es de 1,32 gr/ml. La evolución de los resultados demuestra lo bien que funcionaron los procedimientos de selección, lo que concuerda con los resultados de Cobeña (2023), según los cuales un programa de mejora genética aumentó la densidad lechera hasta 30,50 g/ml (50). Los resultados de estas dos parroquias son comparables a los de Viteri (2020), que observó que la densidad lechera en determinadas poblaciones bovinas

sólo aumentaba hasta 28,00 g/ml, lo que indica que podría ser necesario modificar los procedimientos de selección (51).

9.12. EBV en densidad

Figura 12. EBV Densidad de la leche



Nota: En la figura muestra los valores del fenotipo para la selección en densidad de leche en vacas de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló, donde los ejes de la Y se expresan en metros.

La figura 12 presenta el Valor Genético (EBV) para el carácter de densidad láctea en bovinos de las parroquias Eloy Alfaro y San José de Poaló. Mostrando una similitud entre ambas parroquias teniendo como valor máximo 0,29 g/ml y un mínimo en ambas parroquias de -0,08 g/ml. Este resultado es un indicador favorable para la producción de leche con mejores propiedades ambientales y nutricionales, lo que podría ser muy valioso en el mercado de productos lácteos. La diferencia en la densidad de leche entre las dos parroquias no solo sugiere variaciones genéticas, sino que también puede haber influencia de factores alimenticias y gestacionales. La integración de estos aspectos resulta clave para maximizar la eficiencia produciendo leche de alta calidad en ambas localidades.

Tabla 5. Mejores animales en densidad lechera

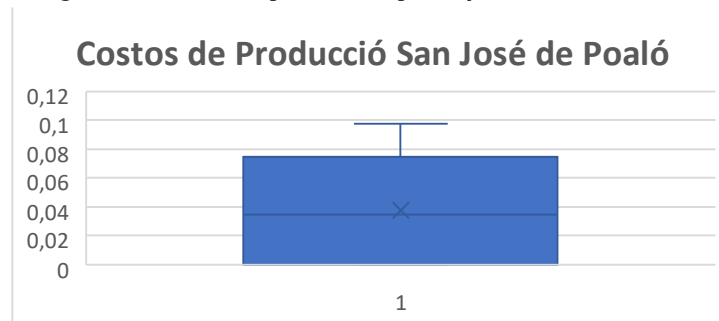
Densidad de lechera (g/ml)	
Nombre	EBV

Mochis (Eloy Alfaro)	0,29
Novita (Eloy Alfaro)	0,29
Niña Bella (San José de Poaló)	0,26

9.13. Costo de producción

A partir de la información recopilada, incluida la cantidad de leche producida en cada explotación, los ingresos de la venta de leche y el gastos de cuidado de los animales, se obtuvieron para determinar el costo de producción por litro de leche. Las cifras siguientes muestran los resultados obtenidos.

Figura 13. Costos de producción parroquia San José de Poaló



Las estadísticas sobre el coste de producción de un litro de leche en la parroquia de San José de Poaló se muestran en la figura.

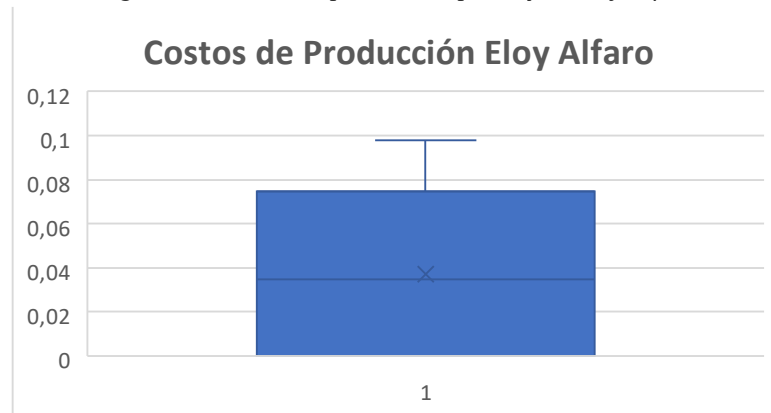
Se analizaron tres ganaderías de la parroquia de San José de Poaló y los resultados mostraron que el coste de producción por litro de leche más elevado es de 0,09 dólares. Esta cifra es el resultado de que un propietario entregue 1020 litros al mes a un costo de \$0,36, lo que le reporta \$367,20 de ingreso y \$337,20 de ganancia. Este es el coste aproximado de producir un litro de leche, suponiendo que el coste no supere los 0,33 \$.

Sin embargo, el coste de producción más bajo es de 0,01 \$ por litro de leche. Esto se debe a que otro productor vende 660 litros de leche al mes a un precio de 0,36 \$, obteniendo un beneficio de 188,60 \$ al mes. No es una cantidad muy rentable para la cantidad láctea producida y vendida.

El costo de producción lechera por litro en la parroquia San José de Poaló es de \$ 0,03 teniendo un promedio de beneficio de \$ 163,93. Este beneficio puede ser rentable en gracias al precio

del litro de leche. También debemos recalcar que el valor indicado no es una cifra real ya que se presenta poca población de estudio y los productores no tienen un registro apropiado gastos, esto no permite una correcta evaluación del costo de producción lechera por litro.

Figura 14. Costos de producción parroquia Eloy Alfaro



The data on the cost of producing one liter of milk in the parish of Eloy Alfaro is displayed in the figure.

Doce explotaciones ganaderas con un coste máximo de producción de 0,09 \$ en la parroquia de Eloy Alfaro fueron objeto del análisis. Esta cifra es el resultado de que una propietaria entregue 930 litros de leche al mes a un precio de 0,38 \$, obteniendo 353,40 \$ de ingresos y 322,40 \$ de beneficios. Esta cifra es una estimación de la producción de un litro de leche, dado que su coste de producción es de 0,35 \$.

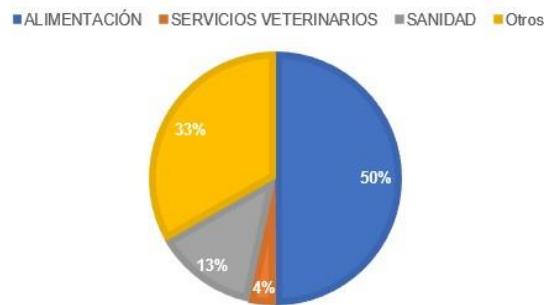
Sin embargo, el coste de fabricación más bajo por litro de leche es de 0,03 \$. Esto se debe a que, con un beneficio mensual de 82,00 \$, el productor vende 270 litros de leche a un precio de 0,40 \$, que no es rentable para la cantidad de leche producida.

En la parroquia de Eloy Alfaro, el beneficio medio es de 85,67 dólares, mientras que el coste de producción por litro de leche es de 0,04 dólares. La cantidad de animales y los costos asociados, así como el hecho de que no mantienen registros precisos de sus ganancias y desembolsos, hacen que esta ganancia no sea rentable.

9.14. Costo de producción más elevado San José de Poaló

En la parroquia San José de Poaló el costo de producción más elevado corresponde a la alimentación empleada para los animales con un 50% siendo este el valor más alto, esto es porque los productores compran racimos de brócoli y plátano estos alimentos les ayudan a los productores a alimentar a sus animales ya que no tienen una extensión adecuada para la alimentación de los animales.

Figura 15. Costo más elevado de producción en la parroquia San José de Poaló



Según las estadísticas, la producción animal de la parroquia de San José de Poaló tiene el coste por litro de leche más elevado.

9.15. Costo de producción más elevado Eloy Alfaro

En Eloy Alfaro el costo de producción más alto es la alimentación empleada para los animales con un 47% siendo este el valor más alto, esto es porque los productores compran hojas de maíz y plátano estos alimentos les ayudan a los productores a alimentar a sus animales ya que no tienen una extensión adecuada para la alimentación de los animales.

Figura 16. Costo más elevado de producción en la parroquia Eloy Alfaro



Según las estadísticas, la producción animal de la parroquia de Eloy Alfaro tiene el coste por litro de leche más elevado.

10. IMPACTOS

10.1. Impacto social

El programa de mejoramiento genético en bovinos lecheros tiene una gran importancia en la industria ganadera, también tiene un beneficio para la sociedad en las parroquias San José de Poaló y Eloy Alfaro y otras parroquias cercanas. Al obtener animales con caracteres deseados ayuda la eficiencia de la producción lechera y también mejora la calidad nutritiva proporcionando leche más saludable esto es proporcionado por un buen manejo de los hatos

ganaderos sabemos que los ganaderos van adquiriendo más experiencia en el manejo de los hatos en el cuidado, proporciones de terrenos por animal, esto permite tener avanzar hacia practicas más éticas y sostenibles en la ganadería consolidando así un impacto positivo en la parroquia antes mencionada.

10.2.Impacto económico

Se beneficiará a los productores pequeños y medianos porque tendrá un impacto económico sustancial, debido a que se seleccionan y crían a animales con caracteres mejorados, para ayudar al rendimiento lechero, mejorar la conversión alimenticia, teniendo una reducción de costos en la alimentación y cuidado, esto permite aumentar la rentabilidad para los productores, y también ayuda a mejorar la compatibilidad de las parroquias y permitir tener exportaciones lecheras.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desempeño de los fenotipos fue: altura a la cruz (117,26 m), ganancia diaria de peso (66,34 kg), producción de leche (2719,72 kg/lactancia) y densidad (21,63 g/ml).
- Se trabajó con una heredabilidad de 0.35% teniendo una confiabilidad de 47%. Los mejores animales en altura a la cruz son: el toro Morocho (15,86 cm), la vaca Colorada 1 (13,88 cm) y la vientre Esmeralda (12,51 cm), en cuanto a ganancia de peso tenemos: la vaca Lupita (402,89 g), el torete Chiquito (208,07g) y la vientre Karlita (156,64 g), en producción de leche las mejores vacas son: Valeria (901,02 kg/lactancia), Martina (865,89 kg/lactancia) y Juanita (750,97 kg/lactancia) y en la categoría densidad tenemos: Mochis (0,29 g/ml), Novita (0,29 g/ml) y Niña Bella (0,26 g/ml). Teniendo en cuenta que se escogió a 3 animales por categoría con una confiabilidad de 20%.
- El estudio costo-beneficio del programa de mejoramiento genético en los sectores de Eloy Alfaro y San José de Poaló revela que los costos de producción en ambas parroquias son de \$0,34 por litro de leche, con una ganancia de \$1028,05 en Eloy Alfaro y \$163,93 en San José de Poaló. Siempre y cuando se consideren las sugerencias, el programa de mejoramiento genético del ganado permitiría a los ganaderos obtener una ganancia considerable.

Recomendaciones

- Se recomienda establecer un registro de cada animal para obtener información detallada, y poder mejorar el rendimiento del ganado lechero.
- Complementar la nutrición de los animales con balanceado y sales minerales y mejorar la sanidad ya que afectan la producción ya que tiene correlación con los valores bajos obtenidos en cada una de las características evaluadas.
- Tener contabilidad de los gastos generados de sus ganaderías para que se pueda calcular la sostenibilidad de los hatos.

12. BIBLIOGRAFÍAS

1. Andrade, G., Andrade, M., Suárez-Usbek, A., Bautista-Espinoza, H., & Haro-Haro, A. Impacto socioeconómico de la ganadería lechera en comunidades indígenas del Ecuador. *EASI: Ingeniería y Ciencias Aplicadas En La Industria*, 2(1), 34–43. 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.53591/easi.v2i1.1907>
2. Ionita E. La producción de leche en Ecuador. *Vet Digit* [Internet]. 2023. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
3. Toscano N, Emiliano F. Caracterización Morfológica del Lagomorfo Silvestre Ecuatoriano en la Provincia de Cotopaxi. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC); 2018.
4. ABS. Maximice el potencial de las pruebas genómicas. [Internet]. Disponible en: <https://www.absglobal.com/es/maximice-el-potencial-de-las-pruebas-genomicas/>
5. Villacis J. Selección de los animales en base a los caracteres de importancia económica en la producción de leche de bovinos con el objetivo de mejora genética en la parroquia Toacaso. Universidad Técnica de Cotopaxi. 2023. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b1d33c0d-aa98-439f-bb77-02348ad771d4/content>
6. Medina G, Pereda J, Curbelo L. Producción de leche en Ecuador, su proyección a partir de escenarios con énfasis en la cuenca baja del Guayas. *Revista de Producción Animal*, 36(1), 38-56. 2024. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v36n1/2224-7920-rpa-36-01-38.pdf>
7. Valarezo A. ¿Es posible una ganadería sostenible en Ecuador? 7 buenas prácticas pecuarias para hacerlo. *Impacto Positivo*. 2024. Disponible en: <https://vinculacion.utpl.edu.ec/revistaimpactomas/acciones-con-impacto/es-posibleuna-ganaderia-sostenible-en-ecuador-7-buenas-practicas-pecuarias-parahacerlo/#:~:text=En%20este%20sentido%2C%20la%20Organizaci%C3%B3n,%20del%20total%20del%20pa%C3%ADs%20BB>
8. El Comercio. Productores lecheros de Cotopaxi exigen un precio justo de la leche. 21 de septiembre del 2021. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/marcha-productores-leche-provinciacotopaxi.html>

9. Vitaam. Las principales razas de ganado vacuno en las regiones de Ecuador. 3 de septiembre 2024. Disponible en: <https://vitaam.ec/las-principales-razas-de-ganadovacuno-en-las-regiones-de-ecuador/>
10. Puchaicela Ullco, S. N., & Vivanco Sangucho, J. A. (2023). Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia San José de Poaló utilizando funciones de beneficio (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/234f6e42-d0e9-416f-b5c5-0a1e311f6aea/content>
11. Alvarado L, Negrette E. Mejoramiento genético de ganado de leche. Universidad Técnica de Cotopaxi. 2018. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/3d6eeda3-fcd0-4976-861f-0d77531bd816/content>
12. Muñoz I. Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en el barrio el Boliche de la parroquia San Juan de Pastocalle utilizando funciones de beneficio. 2022. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/234f6e42-d0e9-416f-b5c5-0a1e311f6aea/content>
13. Hernandez J. Relación entre nutrición y fertilidad en vacas de alta producción lechera. Universidad Cooperativa de Colombia. 2018. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/2a5b8c88-30f1-400f-9b12-642c2120251a/content>
14. Mendez P, Bartolome J. Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. Revista Scielo. 2017. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242017000400407
15. Wattiaux M. Conceptos básicos sobre genética. Instituto Babcock. Disponible en: <https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/invest/14concepgen.pdf>
16. Proaño F. Selección del índice de los caracteres de importancia económica de los animales del programa de mejoramiento genético en bovinos de la parroquia de Guaytacama (Doctoral dissertation, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de

- Cotopaxi. 2024. Disponible en:
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a9069361-e230-44a9-beb6e10fbb55465b/content>
17. Sigcha J. Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible en bovinos de leche de la parroquia Mulalillo (Doctoral dissertation, Ecuador:
 Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. 2024. Disponible en:
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/87a84220-6958-44d2-98bc-75fcfbadca0f/content>
 18. Sigcha, M, Solis V. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Cusubamba (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. 2023. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ee80c023-72b1-4d29-897ac008814c3c92/content>
 19. Engormix. Procesos de selección en bovinos. 15 de junio de 2018. Disponible en: https://www.engormix.com/ganaderia/cruzamientos-ganado-carne/procesos-seleccionbovinos_a42272/
 20. Proaño F. Selección del índice de los caracteres de importancia económica de los animales del programa de mejoramiento genético en bovinos de la parroquia de Guaytacama (Doctoral dissertation, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. 2024. Disponible en:
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a9069361-e230-44a9-beb6e10fbb55465b/content>
 21. Ravagnolo O.; Soares J.; Pravia M.; Lema M. índice de selección: economía y genética en perfecta sintonía. Unidad de Economía. Diciembre 2019. Aplicada. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13949/1/Rev-INIA-59-Diciembre-2019-p-21-a-25.pdf>
 22. Olmos S. Selección asistida por marcadores moleculares y su aplicación en el mejoramiento genético de trigo. Agrotecnia, (12), 23–31. 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.30972/agr.012453>
 23. Ferrufino F. Ganancia de peso en vacas de descarte, alimentadas con dos porcentajes de raciones de balanceado en el Departamento de Misiones. Ciencia Latina Revista

- Científica Multidisciplinar. 2023. Disponible en:
[https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/8830/13137/#:~:text=El%20peso%20del%20ganado%20bovino,espec%C3%ADfico%20\(Elizalde%2C%202015\)](https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/8830/13137/#:~:text=El%20peso%20del%20ganado%20bovino,espec%C3%ADfico%20(Elizalde%2C%202015))
24. Concepto. ¿Qué es el fenotipo? Raffino, Equipo editorial, Etecé (25 de diciembre de 2024). Fenotipo. Enciclopedia Concepto. Disponible en:
<https://concepto.de/fenotipo/#:~:text=As%C3%AD%20pues%2C%20el%20genotipo%20es,en%20que%20vive%20el%20individuo>.
25. CONtextogadero. ¿Ha considerado usted la altura de sus vacas a la hora de elegir las más productivas? Bogotá, Colombia. 21 octubre 2021. Disponible en:
<https://www.contextogadero.com/ganaderia-sostenible/ha-considerado-usted-laaltura-de-sus-vacas-la-hora-de-elegir-las-mas>
26. Jumbo A, Tunala A. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia chantilín, cantón Saquisilí (Bachelor's thesis, Ecuador. Latacunga. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). 2023. Disponible en:
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/86654325-2ecd-4635-8f35-8a89340967ac/content>
27. Acosta P, Coba Y. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Tanicuchí (Bachelor's thesis, Ecuador.: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). 2023. Disponible en:
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/496ab1f3-0d99-470d-bf5efef7eb23d902/content>
28. Granja H, Torres Naula J. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Toacaso (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). 2023. Disponible en:
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/be9caad8-5323-4614-aeb5dc8859fd5fd2/content>

29. Changoluisa B, Quishpe A. Determinación de la calidad del agua por medio de bioindicadores en el río Pumacunchi provincia de Cotopaxi, período 2019-2020 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). 2020. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d22d3362-7ad4-4f4c-a8fec40e27bd4b35/content>
30. Contero R., Requelme N, Cachipuendo C, Acurio D. Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 33(1), 31-43. 2021. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-85962021000100031&script=sci_arttext
31. Castro L, Ledesma L, Arizala J. Producción, calidad de leche y beneficio: costo de suplementar vacas holstein con *Tithonia diversifolia*. Agronomía Mesoamericana, 357-370. 2017. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n2/43750618003.pdf>
32. Zapata L. Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible en bovinos de leche de la parroquia Mulliquindil en el periodo 2023 (Doctoral dissertation, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). 2024. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/db0c8dc1-0ccd-4029-9898-9597f4dcd88d/content>
33. Granja H, Torres J. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Toacaso (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). 2023. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/be9caad8-5323-4614-aeb5dc8859fd5fd2/content>
34. Changoluisa B, Quishpe A. Determinación de la calidad del agua por medio de bioindicadores en el río Pumacunchi provincia de Cotopaxi, período 2019-2020. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. 2020. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d22d3362-7ad4-4f4c-a8fec40e27bd4b35/content>
35. Tang J. Mastitis en Ganado Lechero: Etiología, Tipos y Tratamientos Modernos.

- Agrovet Market Animal Health. Disponible en: <https://www.agrovetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/mastitisen-ganado-lechero-etilogia-tipos-y-tratamientos-modernos>
36. Salamanca A., Crosby G. Estudio fenotípico del bovino criollo Casanare biotipo Araucano. Análisis zoométrico. *Zootecnia Tropical*, 31(3), 201-208. 2013. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/zt/v31n3/art03.pdf>
 37. Pronaca. Importancia del manejo de registros ganaderos. Disponible en: <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/120-importancia-delmanejo-de-registrosganaderos#:~:text=Hay%20diversos%20sistemas%20para%20llevar,enfatizando%20los%20factores%20de%20producci%C3%B3n>
 38. Cevallos A, Taipe M, Caiza F. Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivicusig, cantón Sigchos, Ecuador. *Revista Ciencia Latina*. 2021. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/632>
 39. Lo Último. Productores de Cotopaxi, en alerta por abigeato y bajos precios de la leche. Mayo 2022. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productorescotopaxi-alerta-abigeato-bajos-precios-leche-ecuador/>
 40. Aguirre, Astudillo G, Germania R. Reforma del art. 90 de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, en relación a la garantía bancaria para autorizar la conducción de vehículos motorizados a los menores adultos, mayores a dieciséis años. Tesis de grado. 2014. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/16722>
 41. Tibau J. Aplicación del método BLUP a la evaluación y selección de reproductores porcinos. IRTA-Monells 17121 (Girona). Disponible en: <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/4.pdf>
 42. Gad Parroquial San José de Poaló. Datos generales. Disponible en: <https://sanjosedepoalo.gob.ec/cotopaxi/datos-generales/>
 43. Cando H, Collantes G. Determinación del porcentaje de humedad y establecimiento de los puntos notables de agua con respecto al suelo utilizado en la agricultura del barrio Chantán, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, periodo

2013. Tesis de Grado. Enero 2014. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ecb334c8-f1ca-44aa-a2e5-2b45d66f9882/content>
44. López E. Evaluación del índice de producción lechera en vacas mediante dos sistemas de pastoreo con/sin suplementación de diatomeas. Tesis de Grado. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
 45. Cabrera S. Evaluación de los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Ibarra, Imbabura. Tesis de Grado. Ibarra: Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
 46. Larrea C, Hurtado E, Macías J, Vera L, More M. Estimación del valor genético predicho en bovinos lecheros mestizos en un hato en la sierra alta de Chimborazo, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2020; XXXI(4): p. 123-166.
 47. Méndez I, Ortega J. Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en los sectores 20 de diciembre, La Merced y Cruzpamba, cantón Pujilí en el periodo 2023-2024. Tesis de Grado. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
 48. Garcés Á. Valoración del hatogadero de la Hacienda Tierra Dorada en base a la clasificación lineal ubicada en la Comunidad San Pablo, provincia de Chimborazo. Tesis de Grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias.
 49. Salazar J. Evaluación del efecto de tres dosis de levadura de cerveza inactiva (*Saccharomyces cerevisiae*), en la dieta de pollo campero desde la etapa de crecimiento. Tesis de Grado. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.
 50. Cobeña O. Formulación de dietas para la alimentación de ganado bovino de carne empleando la herramienta Solver de Microsoft Excel. Tesis de Grado. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias.
 51. Viteri S. Evaluación de dos sistemas de pastoreo, para ganado mestizo doble propósito en el cantón Chone provincia de Manabí. Tesis de Grado. Ambato: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Medicina Veterinaria.

