



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 LA PARROQUIA ALÁQUEZ, EN EL PERIODO 2023.”**

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

Autor:

Uvillús López Orlando Javier

Tutor:

Molina Cuasapaz Edie Gabriel

LATACUNGA - ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Uvillús López Orlando Javier, con cédula de ciudadanía No. 1754359279, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ALÁQUEZ, EN EL PERIODO 2023.”**, siendo el MVZ. Mtr. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, 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, 15 de agosto del 2024



Orlando Javier Uvillús López
C.C: 1754359279
ESTUDIANTE

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 **UVILLÚS LÓPEZ ORLANDO JAVIER**, identificado con cédula de ciudadanía **1754359279** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ALÁQUEZ, EN EL PERIODO 2023.**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: MvZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz Mtr.

Tema: “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ALÁQUEZ, EN EL PERIODO 2023.**”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.
- f) **CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

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

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes 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 15 días del mes de agosto del 2024.



Orlando Javier Uvillús López
EL CEDENTE

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

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ALÁQUEZ EN EL PERIODO 2023.”, de Uvillús López Orlando Javier, 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, 15 de agosto del 2024



MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz Mtr.

C.C: 1722547278

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

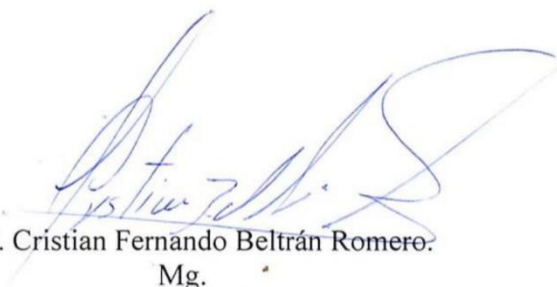
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Uvillús López Orlando Javier, con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ALÁQUEZ EN EL PERIODO 2023”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



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



MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero,
Mg.
C.C: 0501942940
LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Cristian Neptalí Arcos Álvarez, Mg.
C.C: 1803675634
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de pregrado y los logros de mi formación son el fruto del apoyo de muchas personas e instituciones. No podría describir en esta página todos sus nombres, cualidades y virtudes, pero siempre recordaré con gratitud los beneficios que recibí de cada uno de ustedes, más bien le doy gracias Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, por darme la sabiduría y la perseverancia para alcanzar este logro.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por ser mi ejemplo a seguir. Gracias por creer en mí, incluso cuando yo dudaba.

A mis abuelitos, por su cariño, sus enseñanzas y por ser una fuente constante de inspiración y motivación. Sus palabras de aliento siempre me han dado fuerzas para continuar.

A mis hermanos, por estar siempre a mi lado, por su apoyo, compañía y por hacer este viaje más llevadero con su alegría y comprensión.

A mis tíos, por su apoyo y consejos, y por estar presentes en cada momento importante de mi vida. Sus palabras y acciones han sido fundamentales para llegar hasta aquí.

A todos, mi más profundo agradecimiento por ser parte de este logro.

Orlando Javier Uvillús López

DEDICATORIA

Culminar este trabajo de investigación ha sido un viaje lleno de retos y satisfacciones, y no lo podría haber logrado sin el apoyo de personas que fueron fundamentales en cada paso del camino. En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Darwin y Doris, por su amor incondicional, su constante apoyo y por creer en mí siempre. Sus palabras de aliento y su confianza en mis capacidades me impulsaron a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. A mis abuelitos, "Papá Luchito", "Mamá Teresita", "Mamá Anita", les agradezco por su infinita sabiduría y por inculcarme valores como la perseverancia, la honestidad y la responsabilidad. Sus consejos y su cariño fueron un faro que me guio durante todo este proceso. A mis hermanos, Matías y Santiago, gracias por su apoyo incondicional y por ser mis compañeros de aventuras en la vida. Sus bromas y su alegría me animaron en los momentos más difíciles y me recordaron que siempre hay espacio para la diversión. A mis tíos Orlando, Guido y especialmente a mi tía Mary, les agradezco por su apoyo y por creer en mis capacidades. Sus consejos y su cariño fueron un gran aliciente en mi camino. A mis amigos María José, Adrian, Marco, Henry, Katia, Nange y Paulis gracias por su amistad, por su apoyo y por los momentos inolvidables que compartimos. Su compañía me brindó la alegría y el equilibrio necesarios para afrontar este desafío. A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro tan importante para mí. Su apoyo y su cariño me han permitido llegar hasta aquí y me han dado la fuerza para seguir adelante.

Orlando Javier Uvillús López

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ALÁQUEZ, EN EL PERIODO 2023.”

Autor:
Uvillús López Orlando Javier

RESUMEN

En la parroquia de Aláquez, ubicada en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, se llevó a cabo un estudio para evaluar el impacto del programa de mejoramiento genético en la producción lechera local, dicho que en la parroquia atraviesa una disminución en la eficiencia productiva de los bovinos, afectando la ganancia de peso diaria y la producción de leche, lo que compromete la rentabilidad ganadera local. Este programa busca aumentar la rentabilidad de la producción lechera. La investigación se centró en una muestra de 96 bovinos pertenecientes a 13 productores de Aláquez. Se recolectaron datos sobre costos de producción, duración de la lactancia, calidad de la leche y se implementaron prácticas de manejo integral, tales como desparasitación, vacunación y suplementación vitamínica. El objetivo principal de la investigación es analizar el índice de selección utilizado en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Aláquez. Los resultados indicaron un valor de estima de cría para ganancia diaria de peso a 237.21 gramos para futuras generaciones, lo cual sugiere una oportunidad para incrementar la eficiencia productiva. Asimismo, la producción de leche promedio fue de 1893.56 litros a la lactancia, con una densidad de 1.028 g/ml. El costo de producir un litro de leche fue de 0.15 dólares, lo cual es indicativo de una estructura de costos eficiente. No obstante, tanto la ganancia de peso como la producción de leche presentan un margen de mejora considerable, lo que resalta la importancia de continuar optimizando las prácticas de manejo y las estrategias genéticas en la zona.

Palabras clave: Mejoramiento genético, producción lechera, gestión reproductiva, eficiencia económica, costos de producción.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: “ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE
GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY CATTLE IN THE ALÁQUEZ
PARISH IN THE PERIOD 2023”**

Author:

Uvillús López Orlando Javier

ABSTRACT

In the Aláquez parish, located in the Latacunga canton, Cotopaxi province, a study was conducted to evaluate the impact of the genetic improvement program on local milk production. This parish is experiencing a decline in the productive efficiency of cattle, affecting daily weight gain and milk production, which compromises the local livestock profitability. This program aims to increase the profitability of milk production. The research focused on a sample of 96 cattle belonging to 13 producers in Aláquez. Data was collected on production costs, lactation duration, milk quality, and comprehensive management practices were implemented, such as deworming, vaccination, and vitamin supplementation. The main objective of the research is to analyze the selection index used in the sustainable genetic improvement program for dairy cattle in the Aláquez parish. The results indicated an estimated breeding value for daily weight gain of 237.21 grams for future generations, suggesting an opportunity to increase productive efficiency. Additionally, the average milk production was 1893.56 liters per lactation, with a density of 1.028 g/ml. The cost of producing a liter of milk was \$0.15, indicating an efficient cost structure. However, both weight gain and milk production show considerable room for improvement, highlighting the importance of continuing to optimize management practices and genetic strategies in the area.

Keywords: Genetic improvement, milk production, reproductive management, economic efficiency, production costs

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1 La ganadería en ecuador	6
7.1.1 Historia de la ganadería en ecuador.....	6
7.1.2 Primeras producciones bovinas en ecuador.....	7
7.2 Importancia de la ganadería.....	7
7.2.1 Desarrollo del sector Lechero en Ecuador.....	7
7.2.2 Desarrollo del sector lechero en la Sierra ecuatoriana	7
7.2.3 Desarrollo del sector lechero en la provincia de Cotopaxi.....	8
7.2.4 Situación actual de la producción de leche.....	8
7.2.5 Consumo de leche en Ecuador.....	9
7.3 Sistema de producción lechera.....	9

7.3.1	Sistema extensivo	9
7.3.2	Sistema Intensivo.....	10
7.3.3	Sistema Mixto o Semi intensivo.....	10
7.3.4	Sistema de Sogueo.....	10
7.4	Parámetros Productivos del ganado bovino.....	11
7.4.1	Condición corporal	11
7.4.2	Peso al nacimiento.....	11
7.4.3	Peso al Destete.....	12
7.4.4	Ganancia de Peso.....	12
7.5	Manejo Nutricional	12
7.5.1	Materia Seca	12
7.5.2	Concentrados	13
7.5.3	Minerales	13
7.5.4	Vitaminas.....	14
7.5.5	Agua.....	14
7.6	Razas Bovinas.....	15
7.6.1	Holstein.....	15
7.6.2	Jersey	15
7.6.3	Normando	15
7.6.4	Brown Swiss	16
7.6.5	Pizan	16
7.6.6	Montbéliarde.....	16
7.6.7	Mestiza.....	17
7.7	Genética	17
7.7.1	Genotipo	17
7.7.2	Fenotipo	17
7.7.3	Material Genético	18

7.7.4	Transmisión del material genético.....	18
8.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	18
9.	METODOLOGIA	19
9.1	Tipo de investigación.....	19
9.1.1	Observacional	19
9.2	Modelo de investigación.....	19
9.2.1	Investigación de campo	19
9.3	Población de Estudio.....	20
9.4	Sistema de Producción.....	20
9.5	Socialización.....	21
9.6	Visitas y Actividades	21
9.6.1	Visitas	21
9.6.2	Vitaminización.....	22
9.6.3	Desparasitación.....	22
9.6.4	Vacunación	23
9.7	Rasgos Importantes dentro de la Producción.....	24
9.7.1	Peso de Animales.....	24
9.7.2	Producción de Leche	24
9.7.3	Densidad de Leche.....	25
9.7.4	California Mastitis Test	25
9.7.5	Altura	26
9.7.6	Costos de Producción	26
9.8	Tabulación de Datos	27
9.8.1	Tabulación y promedio de ganancia de peso.....	27
9.8.2	Tabulación y promedio de producción de leche.....	28
9.8.3	Tabulación y promedio de la densidad de la leche	29

9.8.4	Procesamiento de los datos en el sistema Best Linear Unbiased predictor (BLUP)	30
9.8.5	Obtención de información de los progenitores	31
9.8.6	Valor de respuesta a la selección de Ganancia de peso, producción de leche y densidad	31
10.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	31
10.1	Estimación del fenotipo para ganancia diaria de peso	32
10.2	Estimación del valor genético de la ganancia diaria de peso	34
10.3	Respuesta a la Selección de la Ganancia diaria de Peso	37
10.4	Estimación del fenotipo para Producción de leche a los 305 días	38
10.5	Estimación del valor genético de la producción de leche a los 305 días	39
10.5.1	Respuesta a la Selección de lactancia a los 305 días	41
10.6	Estimación del fenotipo para densidad de leche	42
10.7	Valor genético para densidad de leche	43
10.8	Respuesta a la Selección de densidad de leche	44
10.9	Estimación del fenotipo para Altura a la cruz	44
10.10	Estimación del valor genético de la Altura	46
10.11	Respuesta a la selección para altura a la cruz por categorías	48
10.12	Fortalezas y Debilidades	49
10.13	Costos de producción y beneficios del Productor	50
11.	CONCLUSIONES	55
12.	RECOMENDACIONES	55
13.	BIBLIOGRAFÍA	56
14.	ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la parroquia de Aláquez de los predios abordados durante la ejecución del proyecto	20
Figura 2. Estimación del Fenotipo para ganancia diaria de peso según sus categorías. 32	
Figura 3. Estimación del valor genético de ganancia diaria de peso por categorías	36
Figura 4. Respuesta a la selección para ganancia diaria de peso por categorías	37
Figura 5. Fenotipo para producción a los 305 días.....	39
Figura 6. Estimación del valor genético de la lactancia a los 305 días	40
Figura 7. Respuesta a la Selección para lactancia a los 305 días	41
Figura 8. Fenotipo para densidad de leche	42
Figura 9. Estimación del valor genético de la densidad de leche	43
Figura 10. Respuesta a la selección para densidad de leche.....	44
Figura 11. Fenotipo para altura a la cruz por categorías.....	46
Figura 12. Estimated breeding value para altura a la cruz por categorías	47
Figura 13. Respuesta a la selección de altura a la cruz	48
Figura 14. Correlación Beneficio - Precio de litro de leche	52
Figura 15. Correlación Beneficio – Gastos de producción.....	53
Figura 16. Correlación Beneficio - Costo de producción de litro de leche	54
Figura 17. Correlación Beneficio - Ingresos de leche	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de tareas en base a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2 Promedio de la ganancia diaria de peso por categorías	32
Tabla 3. Promedio de la estimación del valor genético de cría de la GDP	34
Tabla 4. Fenotipo de altura a la cruz por categorías	45
Tabla 5. Promedio EBV de altura a la cruz por categorías	46
Tabla 6. Análisis de los costos de producción de leche a nivel individual de cada predio.	51

Título del Proyecto: Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Alquez, en el periodo 2023-2024

Fecha de inicio: septiembre 2023

Fecha de finalización: febrero 2024

Lugar de ejecución: Alaquez - Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Por definir

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

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

Equipo de Trabajo:

Tutor/a: MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz Mtr.

Estudiantes: Uvillús López Orlando Javier

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

La explotación lechera es fundamental no solo para la economía rural de la provincia de Cotopaxi, sino también a nivel nacional, impulsando el desarrollo económico de la región Sierra. En la parroquia Aláquez, esta actividad es vital, siendo una de las principales fuentes de ingresos para las familias locales. La selección genética adecuada de los animales es vital para aumentar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del sector. Este proceso se basa en la aplicación de índices de selección que integran información sobre diversos rasgos para elegir los animales más aptos para la reproducción. No obstante, la eficacia de estos índices puede variar según las condiciones del sistema de producción y la región geográfica. Por ello, es crucial realizar un análisis exhaustivo de los índices de selección dentro de los programas de mejoramiento genético de vacas lecheras, evaluando su impacto tanto en la productividad como en la salud del ganado en distintas regiones. Los resultados de dicho análisis pueden ser determinantes para optimizar la eficacia y eficiencia de estos programas, incrementando así la producción lechera y mejorando la rentabilidad en la parroquia de Aláquez.

El programa de mejoramiento genético se presenta como una herramienta poderosa para los productores, permitiéndoles conocer a fondo las características genéticas de su ganado y seleccionar los animales con mayor potencial productivo. Factores como la producción y calidad de la leche, el crecimiento y las características físicas de los animales son evaluados minuciosamente, determinando no solo la cantidad de leche que un animal puede producir, sino también su capacidad para resistir enfermedades, adaptarse a las condiciones locales y prolongar su vida productiva. Este enfoque no solo aumenta la producción de leche, sino que también mejora la calidad del producto, lo que tiene un impacto directo en los ingresos de los productores y, por ende, en la economía local. Incrementar la rentabilidad de esta actividad a través de un enfoque científico y estratégico es fundamental para el desarrollo sostenible de la comunidad.

Los beneficios de implementar un programa de mejoramiento genético en la parroquia Aláquez son múltiples y significativos. A través del aumento en la producción de leche, se generan mayores ingresos, mejorando la calidad de vida de las familias involucradas y reforzando la seguridad alimentaria de la comunidad al asegurar un suministro constante y

de calidad de productos lácteos. Además, la importancia de mantener registros detallados de cada animal no puede subestimarse, ya que son esenciales para el éxito del programa, permitiendo un seguimiento continuo del progreso. Este enfoque busca no solo incrementar la cantidad de leche producida, sino también garantizar que la producción sea sostenible a largo plazo. Así, el programa permitirá a los productores locales acceder a los beneficios de la tecnología y la ciencia aplicada, elevando la competitividad de la región en el mercado nacional.

Directos

- Productores pequeños y medianos que participan en la asociación del proyecto de mejoramiento genético sostenible de la parroquia Aláquez, cantón Latacunga

Indirectos

- Productores de leche pequeños y medianos de la provincia de Cotopaxi Vinculados al proyecto de mejoramiento genético.
- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.
- Docentes y estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria.

A pesar del crecimiento generalizado de la producción lechera en América Latina y el Caribe en las últimas dos décadas, Ecuador, junto con otros países andinos, ha mostrado un estancamiento relativo en comparación con naciones como Nueva Zelanda, Brasil y Costa Rica. Esta situación se agrava por la fragmentación de la producción lechera ecuatoriana, caracterizada por un gran número de pequeños productores y un tamaño promedio de rodeo relativamente bajo, en contraste con la tendencia global hacia la concentración de la producción en grandes establecimientos. La persistencia de esta estructura productiva limita la adopción de tecnologías y prácticas de manejo más eficientes, lo que a su vez impide alcanzar niveles de productividad y competitividad similares a los de otros países de la región y del mundo (1).

En países desarrollados la selección genética es una práctica estándar en la producción lechera. En el Ecuador no se realiza selección genética de los animales ya que no existen datos de fenotipos y genotipos necesarios para realizarlo. Por lo tanto, la eficacia y eficiencia de las producciones es baja. A pesar de que la provincia de Cotopaxi ocupa un lugar destacado en la producción lechera a nivel nacional, los productores de esta región enfrentan desafíos significativos en términos de rentabilidad y eficiencia. Si bien el número de unidades bovinas en producción es considerable, los ingresos generados por explotación, especialmente en las unidades de menor tamaño, se encuentran por debajo de los obtenidos en otras provincias como Tungurahua. Esta situación sugiere la existencia de factores limitantes que inciden en la productividad y competitividad de los sistemas de producción lechera en Cotopaxi, lo cual impide a los productores alcanzar mayores niveles de ingresos y mejorar su calidad de vida (2).

La parroquia Aláquez enfrenta una problemática significativa en la productividad de los bovinos, afectando tanto la ganancia diaria de peso como la producción de leche y la lactancia a los 305 días. Estos factores son cruciales para la economía local, ya que la ganadería bovina es una de las principales actividades económicas. Sin embargo, la baja eficiencia en estos parámetros reduce la rentabilidad y la sostenibilidad del sector ganadero. Las causas de esta problemática pueden ser multifactoriales, incluyendo la calidad de la alimentación, el manejo del ganado, y la genética de los animales.

Una alternativa viable para mejorar estos parámetros es la selección genética, mediante la implementación del programa de mejoramiento genético, es posible identificar y reproducir animales con características superiores en cuanto a producción de leche y ganancia de peso. La selección genética implica la utilización de tecnologías como la inseminación artificial, permitiendo la introducción de características deseables en el rebaño. Al seleccionar rigurosamente los animales con mejor rendimiento, se puede aumentar la productividad general del ganado, mejorando así la rentabilidad y la sostenibilidad de la ganadería en la parroquia Aláquez. Por lo cual el programa de mejora genética sostenible de bovinos de la provincia de Cotopaxi impulsa el manejo de registros con el fin de estimar índices de selección, cuya confiabilidad puede variar según las condiciones del sistema de producción y el ambiente en el que se apliquen.

Objetivo general:

- Analizar del índice de selección utilizado en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Aláquez, identificando las características evaluadas y los pesos asignados a cada una de ellas.

Objetivos específicos

- Evaluar el desempeño de las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección, determinando su impacto en la producción de leche y la eficiencia reproductiva de los animales seleccionados.
- Identificar las principales fortalezas y debilidades del índice de selección utilizado en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia, proponiendo posibles ajustes o mejoras para su aplicación futura.
- Realizar un análisis de costo-beneficio del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia, evaluando su rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Tabla 1. Sistema de tareas en base a los objetivos planteados

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de la verificación
Evaluar el rendimiento de las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección.	Evaluación estadística de los datos obtenidos.	Los rasgos de selección fueron definidos como ganancia diaria de peso, densidad de la leche, producción lechera y altura, los cuales fueron utilizados como variables en el modelo de evaluación genética.	Tabla de base de datos de Excel. Análisis de datos

Identificar las principales fortalezas y debilidades del índice de selección.	las	Análisis de datos recopilados, y empleando el programa diseñado para determinar el valor genético estimado.	Determinar las fortalezas y debilidades que caracterizan a la parroquia y evaluar cómo estas influyen en las prácticas de producción.	Tabla de base de datos de Excel. Información recolectada.
Realizar un análisis del costo-beneficio del programa de mejoramiento genético.	Reunión de información detallada sobre los costos de producción y los beneficios obtenidos por cada productor.	de	Establecer los indicadores de selección y realizar un análisis de costos de producción en la parroquia de Aláquez.	Base de datos de costos de producción.

7.1 La ganadería en Ecuador

7.1.1 Historia de la ganadería en Ecuador

La historia de la ganadería en el Ecuador se remonta al siglo XVII cuando las principales haciendas se dedicaban netamente a la crianza de ovejas ya que su principal producción era la Lana, la cuál era una de las principales materias primas dentro del obraje, además a su vez también se dedicaban a la crianza de animales de carga, ya que en esa época su uso era sumamente importante dicho que era el único medio de transporte (4).

La crisis de textiles, hizo que se venga a abajo la producción de lana ya que cayo bruscamente la demanda de esta materia prima, obligando así a los productores a buscar otro tipo de producción en este caso la producción bovina. La introducción de estos

animales fue rudimentaria, ya que se tenía muy poco conocimiento del manejo de estos animales; durante esa época las vacas que se destinaban para la producción de leche se postaban cerca de las haciendas ya que facilitaba su ordeño el cuál era a mano, y los animales destinados para carne eran destinados a ser pastados en los páramos (4).

7.1.2 Primeras producciones bovinas en Ecuador

La historia de la ganadería lechera en nuestro país está marcada por la llegada de las primeras vacas Holstein en 1900. Estas bovinas europeas, con su genética superior para la producción de leche, enfrentaron el desafío de adaptarse a un clima y entorno completamente diferentes. Sin embargo, gracias a su rusticidad y a los cuidados de los productores, lograron aclimatarse exitosamente. Diez años después de su introducción, la población Holstein había crecido de manera considerable, demostrando una notable capacidad de adaptación y una mejora continua en la calidad y cantidad de la leche producida (5).

7.2 Importancia de la ganadería

7.2.1 Desarrollo del sector Lechero en Ecuador

En Ecuador, el sector lechero es uno de los más representativos puesto que forma parte de la economía de la población ecuatoriana, ya que el país cuenta con diversas regiones geográficas las cuales favorecen el desarrollo de la ganadería. A pesar de los avances que ha tenido el sector de Alquez en el Ecuador, se han enfrentado distintos desafíos tales como: la fluctuación del precio de la leche, problemas de calidad de leche y la competencia con productos importados; cabe recalcar que estos influyen en la rentabilidad que generan a los medianos y pequeños productores (6).

7.2.2 Desarrollo del sector lechero en la Sierra ecuatoriana

La serranía ecuatoriana, situada entre los 2500 y 3500 metros sobre el nivel del mar, ofrece condiciones idóneas para la cría de ganado lechero. Sus altitudes proporcionan un clima fresco y pastizales ricos, promoviendo una ganadería de leche próspera. Este entorno montañoso no solo influye en la calidad de la leche producida, sino que también contribuye a la sustentabilidad económica de las comunidades locales en esta región.

La cual es una de las regiones más representativas del Ecuador para la industria láctea, sus principales provincias son: el Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo (7).

En la región Sierra, se crían varias razas de ganado lechero, incluyendo Holstein, Jersey, Normando y otras razas que al pasar de las generaciones se han ido adaptando a las condiciones locales. La elección de razas puede depender de factores como la altitud, la temperatura y la disponibilidad de forraje (8).

7.2.3 Desarrollo del sector lechero en la provincia de Cotopaxi

La Provincia de Cotopaxi ha sido reconocida por su histórica actividad como productora de leche en toda su área geográfica. Desde hace muchos años, sus fincas ganaderas han adquirido renombre, destacándose varias de ellas por especializarse en la producción lechera. Esto ha resultado en una significativa producción a nivel provincial en Ecuador. La hacienda “La Ciénega” ubicada en Lasso, específicamente, ha sido una promotora clave en la cría de ganado de la raza Brown Swiss (9).

En la actualidad la provincia de Cotopaxi se ha enfocado en su mayoría a la producción láctea, la cual es generada por pequeños y medianos productores, ya que la mayoría de los cantones de la provincia son zonas destinadas a la ganadería y agricultura ya que, para muchas familias de esta provincia la producción de leche representa una fuente de ingreso económico (10).

7.2.4 Situación actual de la producción de leche

La producción lechera es el sustento laboral para cerca de 1,3 millones de ciudadanos ecuatorianos, quienes generan alrededor de 6,2 millones de litros diarios de leche cruda, principalmente concentrados en la Sierra Centro. La implementación de innovaciones en el procesamiento de productos lácteos ha impulsado la diversificación de la oferta, resultando en una mayor apertura en los mercados y un aumento en la rentabilidad del sector (11).

Para el año 2021 la producción láctea en Ecuador fue de 5,699,046 litros, siendo la principal

provincia productora. Tomando en cuenta que la provincia de Pichincha abarcó el 18% de la producción nacional, seguido de Azuay con el 14% y Cotopaxi con el 11%.(12).

Cabe mencionar que el precio de la leche que producen los pequeños y medianos productores siempre va a fluctuar por diversos factores tales como la época del año, la zona geográfica en la que se encuentren, el tipo de destino que se le va a dar a la leche, entre otros factores. Para febrero del 2023, el precio del producto se sitúa en 0.41ctvs de dólar el litro, un 5% superior al precio de febrero 2021, 0.39ctvs (12).

7.2.5 Consumo de leche en Ecuador

En Ecuador, la ingesta de leche alcanza los 110 litros por habitante al año, la cual es una cifra que sigue siendo relativamente baja en comparación con la recomendación de la FAO. Esta organización aconseja un consumo de 180 litros por persona al año (13).

En la actualidad el avance del sector lácteo es gradual, enfocándose en mejorar la calidad de sus productos, establecer prácticas laborales adecuadas, promover el bienestar del ganado y cuidar el medio ambiente. Asimismo, se busca aumentar la eficiencia en la cadena de valor, mejorar la competitividad, fomentar la formalidad y adoptar herramientas tecnológicas e innovación para lograr eficiencia, calidad y sostenibilidad (14).

7.3 Sistema de producción lechera

7.3.1 Sistema extensivo

El sistema extensivo dentro de la producción hace un enfoque el cual se basa en la cría y la mantención de ganado bovino realizando un uso extenso de tierras, en este sistema los animales cuentan con acceso libre a grandes extensiones de pastizales que permiten a estos alimentarse de forma más natural, dado que los animales tienen mayor facilidad de moverse y pastar (15).

Dentro de dicho sistema en la ganadería bovina, los criadores tienen una intervención limitada en la rutina diaria de los animales, estos animales se nutren principalmente de recursos naturales. Además, se favorece que los animales puedan seguir con sus procesos de reproducción naturales, permitiendo que las vacas queden preñadas de forma más espontánea, sin la necesidad de una rigurosa programación de inseminación artificial (16).

7.3.2 Sistema Intensivo

En los sistemas de producción intensivos se caracteriza por tener animales confinados en establos, estos lugares de confinamiento están adaptados para que los animales puedan permanecer la mayoría de su tiempo de vida en ellos, estos lugares buscan facilitar el control de diversos factores que intervienen en la producción, tales como alimentación, luz, humedad y alimentación (17).

Este sistema busca incrementar la producción en un tiempo mínimo, estos sistemas demandan una cantidad considerable de recursos externos además de inversiones económicas para poder proporcionar infraestructura, tecnología, alimentación, mano de obra especializada y equipos necesarios. A pesar de su eficiencia productiva, estos sistemas aumentan el estrés en los animales y a menudo pasan por principios de bienestar animal. Aunque satisfacen la demanda del mercado con una gran cantidad de alimentos homogéneos en calidad, tamaño, forma y sabor, representan una amenaza para el medio ambiente y son ecológicamente insostenibles (18).

7.3.3 Sistema Mixto o Semi intensivo

El sistema semi- intensivo en las explotaciones ganaderas representa una fusión entre los sistemas de producción extensivo e intensivo, este sistema busca la combinación de ambas formas de producción aprovechando las ventajas que ofrecen cada una de ellas. En este sistema combinado de manejo se someten a los animales a un pastoreo durante un cierto periodo de tiempo, y a su vez estos entran a una estabulación confinada ya sea simultáneamente o según los criterios de productor (19).

Dentro de este sistema se puede definir que la alimentación se basa en pastoreo y además de suplementación con alimentos concentrados. Es un sistema que contiene una implementación de innovaciones tecnológicas, algo de administración y de infraestructura productiva (alambradas, corrales y aguadas), se realiza adecuadamente el manejo del hato, manejo de pastizales, la genética y el manejo sanitario (20).

7.3.4 Sistema de Sogueo

El sistema de sogueo es uno de los más utilizado por pequeños productores, ya que cuentan con espacios limitados, además de no contar con las herramientas necesarias para

proporcionar un pastoreo de sus animales. Este sistema hace énfasis en la implementación de una jáquima y de una soga (cuerda) de aproximadamente de 2 metros de largo la cuál va a ser sujeta en una estaca para que el animal quede fijo y este va a tener un radio de movilidad el cual va a ser proporcional a al tamaño de la soga o cuerda (21).

Este sistema tiene una similitud a un sistema estabulado ya que el animal debe ser movido de ubicación dos veces al día lo cual implica la presencia de un operador para realizar dicha acción, además que por lo general en este sistema se suele complementar con suplementos balanceados, minerales y en ciertas ocasiones con forraje previamente cortado o procesado como los silos, heno, henolaje entre otros (22).

7.4 Parámetros Productivos del ganado bovino

7.4.1 Condición corporal

La condición corporal (CC) del ganado es uno de los indicadores más recurrentes dentro de las explotaciones ganaderas, ya que es una evaluación indirecta de su equilibrio nutricional, sirve como indicador rápido del almacenamiento de grasa y la eficiencia alimenticia. Independiente del tamaño y peso del animal, la condición corporal utiliza una escala de cinco categorías, que va desde caquéxica hasta obesa, la categoría intermedia es considerada como el estado de condición corporal ideal. Las vacas con CC alta son propensas a problemas metabólicos y partos difíciles, mientras que las de baja CC presentan disminución en la producción de leche y rendimiento graso. Además, podemos inferir que aumento en la escala de CC puede indicar ganancias de peso vivo (23)(24).

7.4.2 Peso al nacimiento

El peso al nacimiento (PN) del ternero es el resultado del crecimiento del feto, el cual está condicionado por el control genético y ambiental. El peso al nacer es uno de los factores primordiales que influye en la vitalidad y supervivencia de los terneros, siendo este un factor crucial en la mortalidad durante las primeras 24 horas. Cabe mencionar que los terneros con un peso al nacer muy elevado tienen tasas de mortalidad más altas a comparación con aquellos de pesos intermedio, esto se debe principalmente a complicaciones durante el parto. Sin embargo, es importante destacar que, en el caso de bovinos, un peso reducido al nacer puede llevar a una tasa de mortalidad aún mayor en

comparación con los terneros de peso elevado (considerando situaciones de distocia) (25) (26).

7.4.3 Peso al Destete

El peso al destete es un indicador importante del crecimiento y desarrollo del ternero durante la fase inicial de su vida. Un peso al destete adecuado generalmente se asocia con buenos cuidados y manejo, y puede tener implicaciones significativas en el rendimiento futuro del animal en términos de ganancia de peso, salud y productividad. Un adecuado programa de destete y una nutrición apropiada durante esta etapa son fundamentales e importantes para asegurar un crecimiento saludable y sostenible del ganado bovino. El peso al destete es un indicador de la producción de leche de la vaca, de su habilidad en criar terneros y, en menor escala, de las diferencias en las capacidades de desarrollo de los terneros (27).

7.4.4 Ganancia de Peso

La ganancia de peso es un parámetro de suma importancia debido a que se refiere a la habilidad que tiene un animal para acumular tejido, el cual incluye proteínas, grasas, minerales y agua, en un periodo específico de tiempo. Generalmente este es medido a diario, y se lo denomina como la Ganancia Diaria de Peso (GDP). Este aumento de peso tiene un impacto significativo en el rendimiento del animal. Dentro de este parámetro los animales experimentan un aumento de peso considerable tienden a tener un mejor rendimiento en comparación con aquellos animales que ganan peso a tasas más bajas, independientemente de su edad. Este fenómeno se debe principalmente a cambios en las microfibras musculares, un aumento en el grosor de las fibras musculares y una mayor acumulación de grasa dentro del tejido muscular (28).

7.5 Manejo Nutricional

7.5.1 Materia Seca

La materia seca se refiere al contenido de un material que queda después de eliminar toda el agua. En agricultura y ganadería, se utiliza comúnmente para describir la cantidad de nutrientes disponibles en forrajes, alimentos para animales o cualquier otro tipo de sustancia que contiene agua. La medición de la materia seca es crucial para determinar el valor

nutricional y la calidad de los alimentos, ya que los nutrientes se concentran en la porción seca después de eliminar el agua. Dentro de la ganadería, la materia seca es uno de los principales indicadores de evaluación de la calidad y valor nutricional de la alimentación de los animales. La medición de la materia seca es de gran importancia en la planificación de la dieta del ganado, ya que la calidad del forraje se evalúa entorno a su contenido de materia seca. Al conocer la cantidad de materia seca en los alimentos suministrados al ganado, se puede definir las razones necesarias para cumplir los requerimientos nutricionales específicos de cada animal (29).

7.5.2 Concentrados

Los concentrados en la alimentación animal hacen referencia a los alimentos los cuales son diseñados específicamente para poder brindar nutrientes concentrados y equilibrados los cuales son necesarias para poder contribuir a la alimentación de los animales, además para poder suplir deficiencias que presentes dichos animales garantizando así la salud y producción de los mismos. Estos concentrados en su composición pueden incluir ingredientes como granos, subproductos de los granos (harinas), proteína, minerales y vitaminas. La inclusión de los concentrados en la dieta de los animales en producción es fundamental para poder cumplir las demandas ya sean energéticas y proteicas asociadas a la producción (30).

7.5.3 Minerales

Los minerales desempeñan un papel sumamente importante ya que son considerados como: el tercer grupo de nutrientes esenciales dentro de la producción animal. Su importancia radica en su contribución esencial a la transformación de los alimentos en componentes vitales del organismo y en productos animales como leche, carne, crías, piel y lana. En el contexto de la producción de rumiantes, se destacan aspectos claves, entre ellos se incluyen la formación de la estructura ósea y dental mediante minerales como: calcio, fósforo y magnesio. La regulación del equilibrio ácido-básico y la presión osmótica a través de minerales como: sodio, cloro, potasio y la participación en funciones vitales como: el sistema enzimático y el transporte de sustancias mediante minerales como: zinc, cobre, hierro y selenio. Además, los minerales desempeñan un papel fundamental en procesos relacionados tales como: la reproducción, el sistema inmunológico y su interacción con los

microorganismos de la flora ruminal, influenciando procesos energéticos, la activación de enzimas microbianas, la producción de vitamina B12, la digestión de la celulosa y la síntesis de vitaminas del complejo B. Estas funciones ilustran la integral contribución de los minerales a la salud y el rendimiento de los animales en la producción ganadera (31).

7.5.4 Vitaminas

Las vitaminas constituyen elementos fundamentales dentro de la alimentación de los rumiantes, como en el desempeño de funciones vitales en diversos aspectos fisiológicos y metabólicos. Estas vitaminas deben estar presentes en la dieta de los rumiantes en cantidades adecuadas para mantener la salud, el crecimiento y la reproducción óptimos. En muchos casos, las vitaminas son proporcionadas naturalmente a través de la dieta basada en forrajes y concentrados. La vitamina A (retinol) resulta esencial para aspectos como la visión, el crecimiento, la reproducción y la integridad del sistema inmunológico. Por su parte, la vitamina D (calciferol) facilita la absorción de calcio y fósforo en el intestino delgado, contribuyendo al desarrollo y mantenimiento de huesos y dientes fuertes. La vitamina E (tocoferol), al actuar como antioxidante protege las células del daño oxidativo, desempeñando también un papel clave en la respuesta inmunológica y la reproducción. La vitamina K (fitomenadiona) se erige como esencial para la coagulación sanguínea, asegurando una formación adecuada de trombina. Así mismo, el complejo de vitamina B, la cual abarca varias vitaminas como: B1, B2, B6, B12, ácido fólico y niacina, desempeña funciones cruciales en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, así como en la síntesis de ácidos nucleicos, la formación de glóbulos rojos y el funcionamiento del sistema nervioso. Estas vitaminas se revelan como elementos esenciales para garantizar un equilibrio nutricional óptimo en la dieta de los rumiantes (32).

7.5.5 Agua

El agua es uno de los elementos vitales para la supervivencia de todos los seres vivos, además el agua juega un rol fundamental en la nutrición animal, ya que contribuye al mantenimiento de la salud y rendimiento de los animales. Además, el agua desempeña un papel crucial en la digestión y absorción de nutrientes al facilitar la descomposición de alimentos en el tracto digestivo. Lo cual actuará como un regulador térmico esto ayuda a mantener una temperatura corporal constante disipando el calor liberado durante la

digestión y otros procesos metabólicos a través de la respiración y la transpiración. Además, sirve como medio de transporte para nutrientes y desechos, participa en reacciones metabólicas, y en animales de producción lechera, como vacas y cabras, influye directamente en la cantidad y calidad de la leche producida (33).

7.6 Razas Bovinas

7.6.1 Holstein

La raza bovina Holstein, originaria de los Países Bajos y Dinamarca, destaca a nivel mundial por su excepcional producción lechera y su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas. Reconocida por su distintivo pelaje blanco y negro, aunque también puede ser rojo y blanco, las Holstein son animales grandes y de estructura sólida, adaptados para la producción lechera. Con un temperamento generalmente tranquilo, son utilizados principalmente para la producción comercial de leche, aunque también se crían en algunos casos para carne. su presencia es significativa en las granjas lecheras de todo el mundo la cual ha llevado a la implementación de estrategias de mejora genética para maximizar la producción y mejorar otras características deseables en la industria ganadera (34).

7.6.2 Jersey

La raza bovina Jersey es reconocida por su destacada producción de leche con un alto contenido de grasa y proteínas. Originaria de la Isla de Jersey, en el Canal de la Mancha, esta raza se caracteriza por su pelaje de color marrón claro a oscuro y una cara distintiva con ojos grandes y orejas cortas. Los bovinos Jersey son de tamaño mediano, poseen una estructura elegante y son conocidos por su docilidad y temperamento amigable. Aunque producen menos volumen de leche en comparación con algunas razas lecheras, la calidad excepcional de su leche la convierte en una elección popular para la producción de productos lácteos de alta calidad. Además, de su rendimiento lechero, los Jersey son apreciados en sistemas de pastoreo y se crían en diversas partes del mundo por su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (35).

7.6.3 Normando

La raza bovina Normando es conocida por ser una raza de doble propósito, destacándose tanto en la producción lechera como en la de carne. Originaria de la región de Normandía,

en Francia, estos bovinos se caracterizan por su pelaje moteado en blanco y rojo, con una estructura robusta y musculosa. Los Normandos son apreciados por su habilidad para adaptarse a diversas condiciones climáticas y su resistencia a enfermedades. Además de su productividad lechera, que se destaca por leche rica en grasas y proteínas, la raza es valorada en la producción de carne de calidad, especialmente en sistemas de cría mixta. Su temperamento tranquilo y su capacidad para aprovechar pasturas contribuyen a su popularidad en diversas regiones del mundo (36).

7.6.4 Brown Swiss

La raza bovina Brown Swiss es reconocida por su versatilidad y se destaca tanto en la producción de leche como en la de carne. Originarios de Suiza, estos bovinos se caracterizan por su pelaje de color marrón oscuro a gris plateado, con ojos grandes y orejas medianas. Los Brown Swiss son animales grandes y robustos, adaptados a diversas condiciones climáticas. La leche producida por esta raza es apreciada por su alto contenido de grasas y proteínas, lo que la convierte en una elección popular para la fabricación de productos lácteos de alta calidad. Además de su rendimiento lechero, los Brown Swiss también tienen una excelente capacidad para producir carne magra y de calidad. Su temperamento tranquilo y su resistencia contribuyen a su presencia en sistemas ganaderos alrededor del mundo (37).

7.6.5 Pizan

Este biotipo bovino nace como efecto del cruce entre vacas nacionales “criollas” y un toro “Holstein Friesen”, en el poblado de Pisán, Ecuador, en la década de los cuarenta. Su cabello es de color claro y se adaptan a las alturas andinas, con altas tasas de preñez y longevas, capacidad de asimilación de alimento elevada, la producción de leche post parto varía entre 9,97 y 17,91 L/día (38).

7.6.6 Montbéliarde

La raza bovina Montbéliarde es originaria de la región de Montbéliard en el este de Francia y es reconocida por su versatilidad en la producción de leche y carne. Los Montbéliarde tienen un pelaje rojo y blanco característico, con una estructura mediana a grande y una cabeza de perfil convexo. Destacan por su habilidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y su resistencia a enfermedades. Su leche tiene un equilibrio nutricional

favorable, con un contenido elevado de grasas y proteínas, lo que la hace adecuada para la producción de lácteos. Además, los Montbéliarde también exhiben cualidades carniceras, convirtiéndolos en una elección popular en sistemas de cría mixta. Su temperamento tranquilo y su capacidad para aprovechar pasturas contribuyen a su presencia en granjas de todo el mundo (39).

7.6.7 Mestiza

Su principal característica es la resistencia que presenta en cuanto a cambios climáticos y alimentación básica, ya que al llevar características fenotípicas variadas logra cumplir incluso con una producción de leche relativamente buena, llegando a producir 15 a 27 kg de leche al día, esto dependiendo en la etapa reproductiva en la que se encuentre (40).

7.7 Genética

7.7.1 Genotipo

El genotipo es un conjunto de genes específicos de la secuencia de ADN presente en un individuo. Es la combinación única de genes que un individuo hereda de sus padres. Esta información genética determina las características y rasgos hereditarios de un organismo, como su susceptibilidad a ciertas enfermedades, factores productivos como ganancia de peso, altura, entre otros aspectos (41).

Además, podemos argumentar que el genotipo abarca todas las variantes genéticas presentes en los cromosomas de un individuo. Cada gen en el genotipo codifica la información para la síntesis de proteínas específicas, y la combinación de estos genes determina las características genéticas únicas de cada individuo (42).

7.7.2 Fenotipo

El fenotipo hace referencia a la suma de caracteres observables y medibles que posee un individuo, siendo el resultado de la interacción que existe entre el genotipo y el ambiente. En otras palabras, el fenotipo es la expresión visible de los genes de un organismo, manifestada en sus características físicas, fisiológicas y conductuales (43).

Las características del fenotipo pueden incluir aspectos como la altura, el color del pelaje, el comportamiento, entre otros. Estas características son el resultado de la interacción

compleja entre la información genética heredada y las influencias del entorno ambiental en el que vive el organismo (44).

7.7.3 Material Genético

El material genético hace referencia a la información genética que se transmite de generación en generación a través de los gametos (óvulos y espermatozoides). En el caso de los bovinos como en muchos otros organismos, este material genético está contenido en el ADN. El ADN (ácido desoxirribonucleico) es una molécula la cual lleva la información genética necesaria para el desarrollo, funcionamiento y reproducción de los organismos. La información genética codificada en el ADN es la encargada de sintetizar las características hereditarias de los individuos, como el color del pelaje, la resistencia a enfermedades, la producción, la velocidad de crecimiento, entre otros rasgos (45).

7.7.4 Transmisión del material genético

La transmisión del material genético se lo realiza a través de los gametos, en el caso de los machos son los espermatozoides, y en el caso de las hembras son los óvulos, y mediante la unión de estos gametos se forma la fecundación y por ende la transmisión del material genético, la cual, es una herramienta de reproducción selectiva y mejora genética, los ganaderos suelen utilizar técnicas de reproducción asistida, como la inseminación artificial o la transferencia de embriones para asegurarse de transmitir ciertos rasgos deseables a la descendencia (46).

H1: La información obtenida de los análisis del índice de selección tiene un efecto positivo en la mejora genética de los caracteres seleccionados en los bovinos de la parroquia Aláquez.

H0: La información obtenida de los análisis del índice de selección no tiene un efecto positivo en la mejora genética de los caracteres seleccionados en los bovinos de la parroquia Aláquez.

9.1 Tipo de investigación

9.1.1 Observacional

El trabajo presentado es de carácter investigativo descriptivo, es de tipo observacional, todo esto debido a que en la elaboración del mismo se presentaron características dentro del medio poblacional en estudio, los datos adquiridos conforme el proyecto avanza son de carácter productivo y parámetros usados para la selección de bovinos productores de leche, los cuales se establecen como viables para el proyecto de mejora genética.

9.2 Modelo de investigación

9.2.1 Investigación de campo

Con el propósito de evaluar la efectividad del programa de mejoramiento genético bovino en el cantón Latacunga, se recolectaron datos de los productores de la parroquia de Aláquez. A través del análisis del valor genético y la respuesta a la selección de los caracteres de interés, se estimó el índice de mérito total de cada animal. Esta información es fundamental para medir el progreso genético alcanzado y orientar futuras acciones de mejoramiento.

La parroquia rural de Aláquez, ubicada al noreste de Latacunga, fue el escenario de este estudio. Con una extensión de 142 km² y una altitud de 2948 msnm, esta zona se caracteriza por su rica diversidad geográfica y productiva (47). En particular, se centró la atención en los barrios de San Antonio, El Tejar, Cuchitingue, Tandavili y San Marcos, donde se recolectaron los datos necesarios para evaluar el impacto del programa de mejoramiento genético. Estos barrios, caracterizados por su producción ganadera, resultaron ser un escenario ideal para llevar a cabo esta investigación.

predios para así poder realizar una encuesta y poder actualizar los datos los cuales son de suma importancia para realizar el seguimiento del proyecto, dentro de los datos obtenidos tenemos a la información de los propietarios tales como: nombres números de cédula, lugar en donde se encuentra ubicado el predio, número de animales que cuenta el propietario. Además, también podemos obtener datos individuales de cada animal dentro del proyecto los cuales se pueden contemplar: el nombre de cada animal, edad, su control sanitario, control reproductivo, calendario de bioseguridad, ganancia de peso, alimentación, tipo de producción. Además, debemos tener en cuenta que dentro del proyecto se establece una tabulación de datos los cuales van a ser actualizados durante cada visita a cada propietario.

9.5 Socialización

La socialización del proyecto se la realizó por medio de reuniones las cuales fueron gestionadas para buscar la asistencia de las personas que forman parte del proyecto además junto a los docentes que forman parte del proyecto de mejoramiento genético se pudo solventar las dudas de los propietarios además de las personas que estaban interesadas en formar parte de este proyecto.

9.6 Visitas y Actividades

9.6.1 Visitas

A partir de la información recopilada anteriormente, se logró acceder a cada una de las propiedades, lo que permitió realizar una actualización detallada de los datos relacionados tanto con los dueños de los predios como con los animales que allí se encuentran. Durante cada visita, se registró meticulosamente cualquier cambio o novedad, asegurando que la información se mantuviera al día. Este proceso de actualización se llevó a cabo de manera continua y rigurosa en todas las visitas, permitiendo un seguimiento preciso de cada predio y sus habitantes a lo largo de todo el período asignado. Esta estrategia no solo mejoró la calidad de los registros, sino que también facilitó la identificación de cualquier irregularidad o cambio significativo en la propiedad o en los animales, contribuyendo así a una gestión más eficiente y organizada.

9.6.2 Vitaminización

La vitaminización en bovinos es un aspecto crucial para garantizar su salud, bienestar y productividad. Las vitaminas juegan un papel esencial en múltiples funciones biológicas, incluyendo el crecimiento, la reproducción, el sistema inmunológico y la producción de leche. La administración adecuada de vitaminas no solo ayuda a corregir deficiencias nutricionales, sino que también fortalece la resistencia a enfermedades, mejora la calidad de vida del animal y aumenta su rendimiento productivo (48). En este contexto, durante la visita a cada predio, se realizó una observación detallada de cada bovino, lo que permitió identificar aquellos animales que mostraban signos de deficiencia vitamínica, baja condición corporal o síntomas de decaimiento.

En estos casos, se procedió a la administración específica de vitaminas, enfocándose en corregir las carencias detectadas y mejorar el estado general de los animales. Este enfoque personalizado no solo buscó restablecer la salud de los bovinos afectados, sino también prevenir futuros problemas de salud, asegurando que todos los animales mantuvieran un estado óptimo tanto para su desarrollo como para su producción. La importancia de la vitaminización radica en su capacidad para mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia, lo que se traduce en un mejor crecimiento y una mayor producción de carne o leche. Además, un bovino bien nutrido y vitaminizado tiene mayor resistencia a enfermedades, lo que reduce la necesidad de tratamientos médicos y mejora el bienestar general del rebaño.

9.6.3 Desparasitación

La desparasitación en bovinos es un aspecto crucial para mantener tanto la salud como la productividad del ganado. Los parásitos, ya sean internos o externos, pueden afectar seriamente el bienestar de los animales, provocando problemas como pérdida de peso, disminución en la producción de leche, anemia, y en casos extremos, incluso la muerte. Por lo tanto, implementar un programa de desparasitación regular es fundamental para asegurar que los bovinos permanezcan en condiciones óptimas de salud (49).

Para lograr un seguimiento adecuado y efectivo, se llevó a cabo la administración de desparasitantes a los animales, siguiendo un calendario bien estructurado. Este plan tenía

como objetivo principal reducir y eliminar la carga parasitaria, que impacta negativamente en la productividad de cada animal. La administración de antiparasitarios se enfocó en aquellos animales que no estaban en gestación y que tenían más de dos meses de edad, minimizando así los riesgos en los animales más vulnerables. Esta estrategia no solo mejora la absorción de nutrientes y el rendimiento productivo, sino que también fortalece la resistencia a enfermedades, contribuyendo a un manejo más sostenible y rentable del rebaño.

9.6.4 Vacunación

La vacunación contra enfermedades virales en bovinos es fundamental para garantizar la salud del ganado y la seguridad del sector pecuario. En el contexto de un programa de mejora genética, la vacunación no solo protege a los animales individuales, sino que también salvaguarda la integridad genética del rebaño. Implementar un calendario de vacunación específico es crucial como una medida de bioseguridad, ya que previene la propagación de enfermedades virales que pueden afectar tanto la capacidad reproductiva de los bovinos como representar un riesgo para la salud humana, especialmente en el caso de enfermedades zoonóticas (50).

Los dueños de ganado que ya cuentan con un calendario de vacunación establecido deben seguir estrictamente el programa, asegurando que sus animales reciban las dosis necesarias en los momentos adecuados, ya sea de manera anual o semestral, dependiendo de la vacuna en cuestión. Este seguimiento y refuerzo de la vacunación es vital no solo para mantener la salud de los animales, sino también para cumplir con los requisitos necesarios para participar en proyectos de mejoramiento genético. Las vacunas de perfil reproductivo, en particular, son indispensables para asegurar que los animales puedan contribuir efectivamente al mejoramiento de la raza, minimizando el riesgo de transmisión de enfermedades que puedan comprometer tanto la productividad del rebaño como el éxito del programa genético en su conjunto.

9.7 Rasgos Importantes dentro de la Producción

9.7.1 Peso de Animales

El seguimiento de la ganancia diaria de peso en bovinos es un factor crítico para optimizar la productividad y la rentabilidad en las explotaciones ganaderas, especialmente en las pequeñas explotaciones. Aumentar el peso del ganado de manera eficiente se traduce en mayores ingresos para los productores, ya que incrementa la producción de carne y reduce los costos asociados con el mantenimiento y la alimentación del ganado. Un incremento en el peso del ganado no solo mejora la eficiencia en la conversión alimenticia, sino que también reduce los costos de producción, lo que genera beneficios económicos directos para los ganaderos. Por lo tanto, monitorear y mejorar la ganancia diaria de peso es esencial para asegurar la viabilidad económica de las explotaciones. Los datos recopilados revelan que las prácticas de manejo y alimentación empleadas en Paraguay favorecen a una ganancia diaria de peso más acelerado en el ganado con 833gr/día, en comparación con los métodos utilizados en Ecuador (51).

Durante la visita a los distintos propietarios que forman parte del proyecto, se procedió a realizar la toma de peso de cada animal una vez por mes. Este dato se obtuvo mediante el uso de una cinta métrica bovina, que se colocó alrededor de la caja torácica para medir el contorno, lo cual permite estimar el peso del animal de manera precisa. Registrar y analizar estos datos es esencial, ya que permiten determinar si el animal ha ganado o perdido peso en un período determinado. Este seguimiento detallado de la ganancia diaria de peso es crucial para identificar los factores que afectan el rendimiento del ganado, ya sean positivos, como una dieta equilibrada y un manejo adecuado, o negativos, como enfermedades o deficiencias nutricionales.

9.7.2 Producción de Leche

Los estudios realizados en vacas Holstein mestizas en Ecuador indican que la producción de leche a los 305 días de lactancia se encuentra en un rango de 2881 a 3028 litros, valores considerablemente inferiores a los reportados en países como Colombia y Estados Unidos, donde se registran producciones que superan los 6000 litros. Estas diferencias podrían atribuirse a factores genéticos, edad de las vacas y sistemas de alimentación (52).

Para evaluar la lactancia en las vacas que forman parte del proyecto de mejoramiento genético, se implementó un riguroso sistema de registro de datos. Se monitoreó de manera regular la producción diaria de leche de cada animal, empleando registros de producción. Paralelamente, se registró la fecha de parto y la fecha en que cada vaca recibía servicio, con el fin de determinar los días abiertos. Estos datos fueron recopilados de manera sistemática en los hatos de los productores participantes, permitiendo así obtener información precisa sobre la duración de la lactancia y los intervalos entre partos, fundamentales para evaluar la eficiencia reproductiva y la producción lechera de cada animal.

9.7.3 Densidad de Leche

La densidad de la leche, definida como la masa por unidad de volumen y expresada en gramos por mililitro (g/ml), es un indicador crucial de su calidad y composición. Esta propiedad física varía ligeramente entre diferentes muestras de leche debido a factores como la temperatura, el contenido de grasa, proteína y lactosa, así como la raza de la vaca y la etapa fisiológica en la que se encuentra. En Colombia, múltiples investigaciones han determinado que la densidad promedio de la leche cruda a 15°C oscila entre 1.030 y 1.033 g/ml, un rango considerado normal y utilizado como referencia en los controles de calidad (53).

La determinación de la densidad de la leche se llevó a cabo mediante un lactodensímetro. Previamente, la muestra de leche se homogeneizó para garantizar una distribución uniforme de la grasa. Luego, se introdujo el lactodensímetro en la muestra y se leyó la densidad a la temperatura correspondiente. Finalmente, se aplicaron las correcciones necesarias para obtener la densidad.

9.7.4 California Mastitis Test

El California Mastitis Test (CMT) es una herramienta esencial para la prevención y control de la mastitis en bovinos. Al posibilitar la detección precoz de infecciones subclínicas, el CMT permite la implementación de medidas correctivas a tiempo, como el tratamiento de las vacas afectadas y la identificación de riesgos en el entorno del establo. Su uso frecuente permite evaluar la efectividad de las medidas de control adoptadas y ajustar las estrategias de manejo según sea necesario (54).

Se debe considerar que diversas enfermedades afectan la producción normal de leche, siendo la mastitis una de ellas. Por esta razón, se consideró crucial llevar a cabo pruebas cada aproximadamente 30 días para verificar la incidencia de esta enfermedad en la parroquia. Los materiales empleados incluyeron una paleta y el reactivo CMT. El procedimiento consistió en tomar muestras de leche directamente de la ubre, identificando los cuartos de los cuales se obtuvo la muestra. Luego, se añadió el reactivo, asegurando que la proporción fuera del 50% de leche y 50% de reactivo. Se realizaron movimientos circulares durante unos 2 o 3 minutos, obteniendo resultados en forma de trazas, positivos y negativos.

9.7.5 Altura

La altura en vacas es un factor clave que influye tanto en la producción de leche como en la eficiencia general del sistema productivo. Un tamaño adecuado de las vacas, especialmente en lo que respecta a la altura a la cadera, puede determinar su capacidad para convertir alimentos en leche de manera eficiente sin sobrecargar el sistema. En este sentido, un tamaño moderado, como el representado por una altura a la cadera de 140-145 cm, podría ser ideal, ya que ofrece un equilibrio óptimo entre la producción de leche y la eficiencia alimentaria. Este tamaño permite a las vacas alcanzar altas producciones de leche mientras se mantiene la rentabilidad del sistema productivo, evitando los problemas asociados con animales demasiado grandes o pequeños que pueden afectar negativamente tanto la salud del animal como los costos de mantenimiento (55).

Para determinar con precisión la altura de las vacas en la parroquia de Aláquez, es fundamental emplear un flexómetro. Este instrumento de medición nos permitirá obtener datos cuantitativos y objetivos sobre el tamaño de los animales. La altura se mide desde el punto más alto de la cruz (donde se unen el cuello y el dorso) hasta el suelo, posicionando el flexómetro perpendicularmente al suelo. Al registrar los datos obtenidos, se podrá establecer una base para comparar el tamaño de las vacas de la parroquia.

9.7.6 Costos de Producción

Se recopilaron datos detallados sobre los costos de producción, incluyendo tanto los gastos variables como los fijos, para obtener una visión completa de los costos asociados con el

mantenimiento de las explotaciones lecheras. Los gastos variables abarcaron el costo de los alimentos balanceados, mezclas forrajeras, sales minerales y otros relacionados con la salud de los animales, mientras que los gastos fijos incluyeron los costos de arriendo y la mano de obra. Además, se recogió información mensual sobre los gastos alimenticios y sanitarios, así como sobre el precio que los propietarios invierten en el mantenimiento de sus predios. Finalmente, se calculó el promedio de la producción de leche durante un período de cuatro meses para cada predio, lo que permitió evaluar la rentabilidad y eficiencia económica de las explotaciones analizadas.

9.8 Tabulación de Datos

9.8.1 Tabulación y promedio de ganancia de peso

Con el fin de analizar el aumento de peso y poder cuantificarlo durante un período de tres meses, se implementó un seguimiento mensual de los pesos de las vacas en noviembre, diciembre y enero. Este seguimiento se llevó a cabo mediante el uso de una cinta bovino métrica, y los pesos correspondientes se registraron y actualizaron en la base de datos. Para calcular la ganancia de peso entre los diferentes meses y obtener un promedio, se realizó el siguiente procedimiento:

Inicialmente, es necesario calcular los días transcurridos entre los pesajes de noviembre y diciembre. Para lograrlo, en la base de datos de Excel, se implementó una fórmula con el siguiente enfoque:

$$\text{Días Transcurridos} = ((\text{Fecha 2}) + (\text{Fecha 1}))$$

Con la ayuda de esta forma obtuvimos los días de intervalo que existe entre el pesaje de noviembre y diciembre

Después de calcular los días transcurridos entre los pesos mediante una fórmula, podemos determinar la ganancia de peso durante ese período. En Excel, empleamos la fórmula:

$$GDP = \frac{(\text{Peso 2}) - (\text{Peso 1})}{\text{Días Transcurridos}} * 1000$$

Y así obtenemos la ganancia de peso entre estos dos meses expresada en gramos. Una vez obtenidos se debe volver a ejecutar estos pasos con la diferencia que se van a procesar los datos entre diciembre y enero, obtenidos los datos de este intervalo de tiempo.

Como fase final para obtener la ganancia de peso en los tres meses, procedemos a calcular un promedio utilizando las ganancias de peso obtenidas. Para lograrlo, sumamos la ganancia de peso del primer mes con la ganancia de peso del segundo mes y dividimos el resultado entre 2. De esta manera, obtenemos la ganancia de peso de los animales de la parroquia durante el período de tres meses.

9.8.2 Tabulación y promedio de producción de leche

Para calcular el parámetro de días de lactancia, se consideraron todas las vacas registradas en la base de datos de la Parroquia. Para llevar a cabo este cálculo, se requiere como dato fundamental la fecha del último parto de las vacas en producción, considerando la información de todos los propietarios del proyecto durante los meses de noviembre, diciembre y enero, en conjunto con la fecha de la primera medición. La determinación de la fecha del último parto se llevó a cabo a través de encuestas a los propietarios, siendo importante destacar que no todos mantenían registros precisos, razón por la cual algunas fechas pueden no ser exactas.

Fórmula:

$$\text{Días de Lactancia} = (\text{Fecha dato 1}) - (\text{Fecha Parto})$$

Como paso subsecuente, llevamos a cabo una estimación de la producción de leche de cada una de las vacas productoras. Este proceso se basó en los días de lactancia y la cantidad de leche producida diariamente. Utilizamos una matriz en Excel, llamada Lactancia 305 donde, según los días de lactancia, se accedía a la hoja correspondiente e ingresábamos la cantidad diaria de leche producida por cada vaca. De esta manera, Excel proporcionaba una aproximación de la cantidad total de leche que se espera que produzca la vaca en los 305 días. Este procedimiento se llevó a cabo de manera individual para todas las vacas productoras.

Estos procedimientos se realizaron para el noviembre, diciembre y enero, donde varía el tiempo entre las fechas de medición, la cantidad de leche y por ello también los días de

lactancia, la razón de realizar estos cálculos mensuales es para poder realizar un promedio de cada productor

Para obtener el promedio de la leche en los 305 días utilizamos la fórmula:

$$\text{Promedio} = \frac{(\text{Leche 305 1}) + (\text{Leche 305 2}) + (\text{Leche 305 3})}{3}$$

Leche 305 (1): La "predicción de la producción de leche" implica estimar la cantidad de leche que una vaca producirá durante sus 305 días de lactancia, tomando en cuenta el último parto y la medición de leche realizada en el mes de noviembre como referencia.

Leche 305 (2): La "predicción de la producción de leche" implica estimar la cantidad de leche que una vaca producirá durante sus 305 días de lactancia, tomando en cuenta el último parto y la medición de leche realizada en el mes de diciembre como referencia.

Leche 305 (3): La "predicción de la producción de leche" implica estimar la cantidad de leche que una vaca producirá durante sus 305 días de lactancia, tomando en cuenta el último parto y la medición de leche realizada en el mes de enero como referencia.

Estos 3 valores se promediarán dando como resultado un valor de producción de las vacas durante sus 305 días de lactancia en relación a su último parto y así tener una idea de la producción que se obtendrá de las vacas.

9.8.3 Tabulación y promedio de la densidad de la leche

Como se mencionó anteriormente, se llevaron a cabo controles de leche en los meses de noviembre, diciembre y enero, utilizando un lactodensímetro para recopilar datos en cada sesión de control. Después de obtener los valores correspondientes a los tres meses, se realizó la conversión necesaria, ya que el lactodensímetro proporciona datos de temperatura y densidad.

Con estos valores y la ayuda de una tabla de conversión basada en las lecturas obtenidas, se llevó a cabo la conversión correspondiente, y la base de datos se actualizó con estos valores para los meses de noviembre, diciembre y enero

Posteriormente, con los datos actualizados, se calculó un promedio tomando la suma de los valores de densidad obtenidos en cada mes, dividida por 3. Es decir, el cálculo del promedio se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Promedio} = \frac{(\text{Densidad 1}) + (\text{Densidad 2}) + (\text{Densidad 3})}{3}$$

Donde:

Densidad (1): La "predicción de la densidad" implica estimar el valor de densidad que tiene la leche la cual fue realizada en el mes de noviembre como referencia.

Densidad (2): La "predicción de la densidad" implica estimar el valor de densidad que tiene la leche la cual fue realizada en el mes de diciembre como referencia.

Densidad (3): La "predicción de la densidad" implica estimar el valor de densidad que tiene la leche la cual fue realizada en el mes de enero como referencia.

De esta manera, se logró calcular el promedio de la densidad de la leche para cada vaca en producción.

9.8.4 Procesamiento de los datos en el sistema Best Linear Unbiased predictor (BLUP)

El procesamiento de datos en el sistema Best Linear Unbiased Predictor (BLUP) constituye una metodología avanzada en la estimación de parámetros genéticos y la predicción de valores genéticos. En este enfoque, se emplea una combinación lineal de observaciones fenotípicas y la información genética disponible para estimar los valores genéticos de los individuos en estudio. El BLUP utiliza un modelo lineal mixto que incorpora tanto efectos fijos como aleatorios, permitiendo así obtener predicciones genéticas más precisas. Este método se destaca por su capacidad para manejar la heterogeneidad de la varianza y la correlación entre individuos, brindando resultados robustos y ajustados a la complejidad genética de las poblaciones estudiadas. (48)

A través de la implementación de este sistema, se lograron obtener los resultados relacionados con la cría, incluyendo la ganancia diaria de peso, la producción de leche a los 305 días de lactancia y la densidad de la leche en el sector de Aláquez.

9.8.5 Obtención de información de los progenitores

Para recopilar esta información durante el mes de abril, en las primeras visitas a los predios se llevaron a cabo entrevistas acerca de los registros de los progenitores de cada animal. En este proceso, se obtuvieron datos detallados sobre los padres y madres de los animales, generando un total de 3 datos referentes a los padres y 42 datos relacionados con las madres. La relevancia de esta información radica en que, a medida que se recopila más información acerca de los progenitores de los animales, se aumenta la confiabilidad de los datos generados por el sistema BLUP en lo que respecta al valor de cría y la capacidad de respuesta a la selección de estos animales.

9.8.6 Valor de respuesta a la selección de Ganancia de peso, producción de leche y densidad

Después de procesar los datos en el sistema BLUP, es necesario calcular un promedio de los valores que se han asignado como fenotipo. Esta media nos proporcionará una referencia para el valor de cría, dependiendo del aspecto que estemos evaluando. Una vez que se tiene la media, se suma al valor de cría de cada animal, de acuerdo con el fenotipo específico que estamos calculando. La fórmula para obtener la respuesta a la selección sería:

Este proceso debe llevarse a cabo para cada animal en las categorías de ganancia de peso, producción de leche y densidad, asegurando una evaluación completa y precisa en cada uno de estos aspectos.

Se evaluaron diversos parámetros productivos para estimar el valor de cría de los animales del proyecto, que incluyó 96 animales pertenecientes a 13 productores del Cantón Latacunga, Parroquia Aláquez. Estos se distribuyeron en los sectores o barrios de San Antonio, Tandavilí, Aláquez Centro, San Marcos, El Tejar y Cuchitingue. En la evaluación se consideraron diferentes parámetros, como la ganancia diaria de peso, la densidad de la leche y la lactancia a los 305 días. Estos fueron los principales indicadores utilizados para seleccionar a los mejores animales del proyecto. Además, se observó que durante la evaluación se registraron valores tanto positivos como negativos, ya que diversos factores hicieron que estos indicadores fluctuasen.

10.1 Estimación del fenotipo para ganancia diaria de peso

El genotipo de ganancia diaria de peso en bovinos es un factor crucial en la determinación del rendimiento productivo de los animales. La Ganancia Diaria de Peso (GDP) en bovinos es un indicador clave del crecimiento y desarrollo de los animales. Los resultados muestran que los terneros presentan la mayor ganancia diaria de peso en promedio, con 267.16 gramos por día. Esto es lógico, ya que los animales jóvenes suelen tener tasas de crecimiento más rápidas. Le siguen los toros con 223.19 gramos por día. En contraste, las vacas adultas presentan la menor ganancia de peso, con un promedio de 96.09 gramos por día, lo cual es esperable debido a que su crecimiento ha disminuido y su energía se destina a otras funciones como la producción de leche. Las vacas jóvenes (vaconas) tienen una ganancia intermedia, con 27.85 gramos por día.

Tabla 2 Promedio de la ganancia diaria de peso por categorías

Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
ganancia diaria de peso en terneros	ganancia diaria de peso en vaconas	ganancia diaria de peso en toros	ganancia diaria de peso en vacas
267.16 gr/día	27.85 gr/día	223.19 gr/día	96.09 gr/día

La selección de bovinos con un genotipo favorable para la ganancia diaria de peso permite mejorar la eficiencia en la producción de carne, ya que estos animales tienden a convertir los nutrientes de manera más eficiente en masa corporal. Además, la expresión de este genotipo puede verse influenciada por factores ambientales, como la alimentación y el manejo, lo que hace que la interacción entre genética y ambiente sea fundamental para optimizar los resultados. Este enfoque no solo contribuye a maximizar el rendimiento económico del productor, sino que también puede influir en la calidad del producto final, como la textura y el sabor de la carne. La implementación de programas de selección genética debe estar acompañada de un manejo adecuado y prácticas de alimentación que potencien el genotipo favorable. De esta manera, se pueden lograr avances significativos en la productividad sin comprometer la sostenibilidad del sistema de producción. A largo

plazo, la integración de estrategias genéticas y ambientales permitirá el desarrollo de sistemas de producción más resilientes y adaptados a las demandas del mercado.

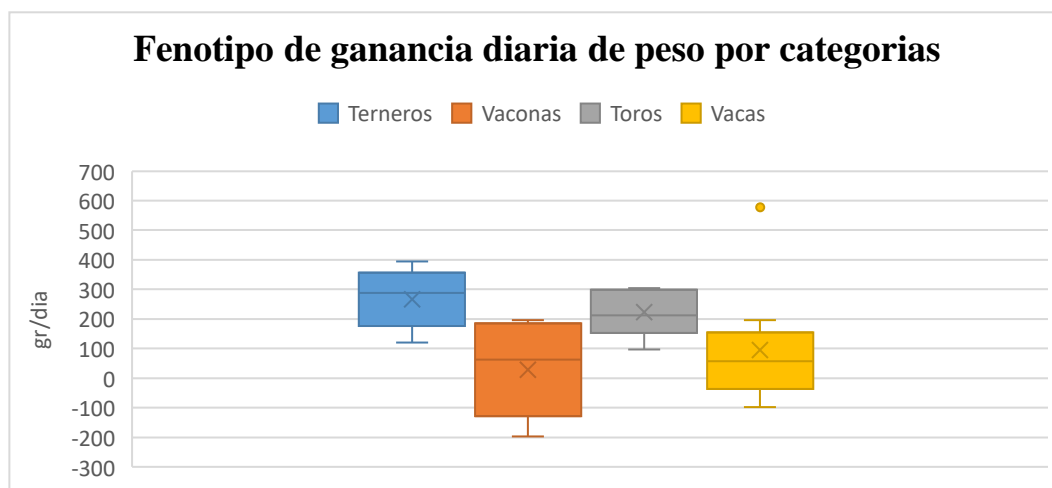


Figura 2. muestra una clara distribución de la ganancia diaria de peso en gramos por día para terneros, vaquillonas, toros y vacas.

La ganancia diaria de peso es un rasgo de gran importancia en la producción animal, ya que está directamente relacionado con la eficiencia alimenticia y la tasa de crecimiento. Los datos revelan una amplia gama de valores, tanto máximos como mínimos, para cada categoría. Los terneros muestran el mayor potencial de crecimiento, con un valor máximo de 394.23 gr/día, lo cual es esperable debido a sus altas demandas nutricionales y potencial genético. Sin embargo, el valor mínimo de 121.21 gr/día sugiere que algunos terneros experimentaron un crecimiento más lento, posiblemente debido a factores como enfermedades, desnutrición o condiciones ambientales adversas.

Por otro lado, las vaquillas presentan una situación peculiar. Si bien el valor máximo de 196.43 gr/día indica un crecimiento positivo, el valor mínimo de -196.43 gr/día revela que algunas vaquillas experimentaron una pérdida de peso significativa. Esto podría atribuirse a diversos factores como partos recientes, enfermedades, o cambios bruscos en la dieta. Los toros y las vacas, en general, muestran una menor variabilidad en su ganancia diaria de peso en comparación con los terneros y las vaquillas. Sin embargo, es notable la pérdida de peso en algunas vacas (-97.28 gr/día), lo que podría indicar problemas de salud o manejo.

Además, los terneros se encuentran en una fase de crecimiento intensivo, donde la prioridad es aumentar la masa muscular y ósea. En contraste, las vacas adultas, incluyendo los toros, han alcanzado su madurez fisiológica y sus requerimientos nutricionales se centran más en el mantenimiento de las funciones corporales y, en el caso de las vacas, en la producción de leche. Esta diferencia en las etapas de vida y en los objetivos fisiológicos explica por qué los terneros muestran una tasa de ganancia de peso significativamente mayor que los animales adultos (55).

Las vacas adultas, especialmente aquellas en producción lechera, suelen presentar tasas de ganancia de peso inferiores a las de los animales jóvenes. Esto se debe principalmente a que su metabolismo está priorizando la producción de leche. La síntesis de leche demanda una gran cantidad de nutrientes, los cuales son desviados de los procesos de crecimiento (56).

Es notable la presencia de outliers en algunos grupos, lo que sugiere una variabilidad considerable en la ganancia de peso dentro de cada categoría. Esta variabilidad puede atribuirse a factores genéticos, ambientales, nutricionales y de manejo. Además, es importante destacar que la ganancia de peso no es un rasgo estático, sino que puede verse afectado por diversos factores a lo largo de la vida del animal.

10.2 Estimación del valor genético de la ganancia diaria de peso

La estimación del valor de estima de cría de ganancia diaria de peso proporciona una visión detallada y resumida de la distribución y características clave de este parámetro crucial en la ganadería. La Tabla 3 presenta un resumen de los valores genéticos estimados (EBV) para la ganancia diaria de peso (GDP) en diferentes categorías de ganado bovino. Los resultados muestran que, en promedio, los terneros tienen el potencial genético más alto para ganar peso diariamente, con un EBV de 38.41 gramos por día. Esto es lógico, ya que los animales jóvenes suelen tener tasas de crecimiento más rápidas. Le siguen los toros, con un EBV de 34.26 gramos por día. Por otro lado, las vacas adultas presentan el EBV más bajo, con 31.47 gramos por día, lo cual es esperable debido a que su crecimiento ha disminuido y su energía se destina a otras funciones como la producción de leche. Las vacas jóvenes (vaconas) tienen un EBV de 15.08 gr/día lo que sugiere un potencial de crecimiento intermedio.

Tabla 3. Promedio de la estimación del valor genético de cría de la GDP

Promedio de EBV de la GDP de terneros	Promedio de EBV de la GDP de vaconas	Promedio de EBV de la GDP de toros.	Promedio de EBV de la GDP de vacas.
38.41gr/día	15.0892 gr/día	34.26 gr/día	31.47 gr/día

Esta medida se centra en la ganancia diaria de peso, ofreciendo información sobre la tendencia central, la dispersión y la forma de la distribución de este valor en un conjunto de datos.

El estudio realizado en la parroquia Aláquez reveló una notable variabilidad genética, destacándose la vaca Linda, propiedad de Livinton Cando, por su ganancia diaria de peso de 237.21 gramos, comparada con la media poblacional de 77.95 gramos. Con una confiabilidad del 57% y una heredabilidad del 0.28% (58), en la categoría de vacas, Linda se posiciona como el animal con mayor valor de cría, seguida por Lucero, con 216.03 gramos por día y un 58% de confiabilidad, algunas vacas registraron pérdidas de peso como Barrosa con -339.08 gramos/día con una confiabilidad del 48%.

Los terneros muestran un EBV máximo siendo Manchas la ternera con un valor de 96.24 gr/día, lo cual indica que algunos individuos dentro de esta categoría tienen un potencial genético superior para ganar peso rápidamente. Sin embargo, el EBV mínimo de la ternera Lupita de -15.04, sugiere que otros terneros podrían tener un crecimiento más lento. Esta variabilidad genética es común y se debe a la influencia de múltiples genes que controlan el crecimiento. Las vacas presentan un EBV máximo de 105.63 gr/día de la vaca Rubí y un mínimo de -105.23 gr/día de la vaca Blanca. Este amplio rango indica una gran variabilidad genética en la capacidad de las vaquillas para ganar peso. Un EBV negativo sugiere que algunos animales podrían perder peso en lugar de ganarlo, lo que podría ser debido a factores como enfermedades, mala nutrición o estrés. Por otro lado, un EBV positivo indica un potencial de crecimiento.

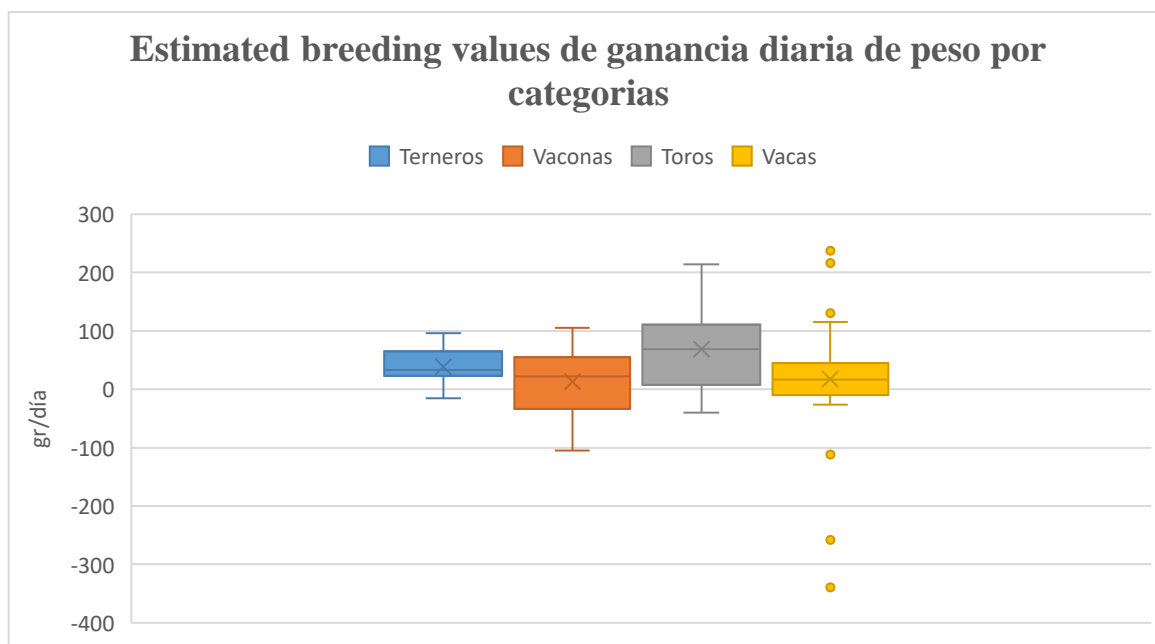


Figura 3. Estimación del valor genético de ganancia diaria de peso por categorías

Los toros muestran un EBV, con 214.34 gr/día del toro Alvin. Esto sugiere que algunos toros tienen un potencial genético excepcional para transmitir a su descendencia la capacidad de crecer rápidamente. El EBV mínimo de -40.40 gr/día del toro José nos indica que otros toros podrían tener un efecto negativo en la ganancia de peso de sus crías.

Según Maza et al. (2006), establece que el aumento de peso en el ganado oscila entre 450 y 500 gramos, y la pérdida de condición corporal es máxima durante las 4 a 6 semanas después del parto (59). Esta mayor ganancia diaria de peso no solo se traduce en un aumento en la producción de carne, sino que también conlleva una serie de ventajas productivas y económicas. Un crecimiento más rápido permite a los animales alcanzar los pesos de mercado en menor tiempo, reduciendo los costos de alimentación y manejo. Además, animales con mayor peso al destete y a la terminación suelen presentar mejores índices de conversión alimenticia, lo que implica una mayor eficiencia en la utilización de los recursos.

La ganancia diaria de peso también tiene un impacto significativo en la reproducción de las hembras. Al alcanzar el peso óptimo a una edad temprana, las vaquillas inician su pubertad antes y pueden ser preñadas a los 15 meses, lo que permite obtener un primer parto a los 24 meses. Este acortamiento del intervalo entre partos optimiza la producción y reduce los días abiertos, es decir, el tiempo en que una hembra no está gestando. Al disminuir los días

abiertos, se incrementa la eficiencia reproductiva del hato y se maximiza el número de crías producidas por hembra en un determinado período.

Según Arias R. (2008), afirma La escasez de materia verde durante la sequía, se ve directamente relacionada con la disponibilidad de pasto la cuál disminuye significativamente, lo que lleva a una escasez de alimentación nutritiva para el ganado. La hierba se vuelve más seca, menos nutritiva y menos apetecible, lo que puede resultar en una ingesta insuficiente de nutrientes esenciales para mantener el peso y la condición corporal adecuados en las vacas, por ende, son predisponentes a perder peso en ciertas ocasiones (60). En consecuencia, queda claro que la ganancia de peso está directamente relacionada con el tipo y la calidad de la alimentación.

10.3 Respuesta a la Selección de la Ganancia diaria de Peso

La respuesta a la selección de la ganancia diaria de peso en bovinos es un indicador clave del éxito del programa de mejora genética. Esta respuesta refleja la rapidez y la magnitud con la que se puede modificar este rasgo a través de las generaciones.

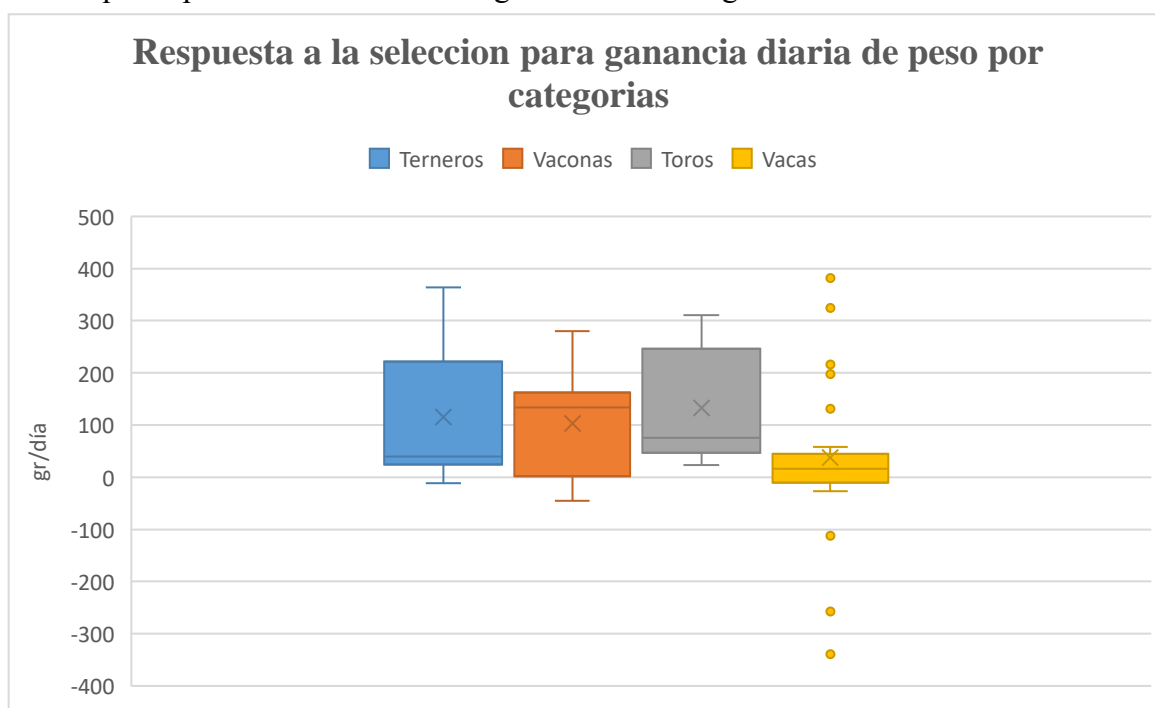


Figura 4. Respuesta a la selección para ganancia diaria de peso por categorías

El análisis estadístico revela que los animales seleccionados de cada categoría (terneros, vaquillas, toros y vacas) presentan los valores más altos de ganancia diaria de peso, lo que

los posiciona como los mejores ejemplares de sus respectivos grupos. Esta selección rigurosa busca maximizar la respuesta a la selección y acelerar la mejora genética del hato. Animales como Linda, con una sobresaliente ganancia diaria de peso de 237.21 gramos, y Lucero, con 216.03 gramos, son ejemplos destacados de este potencial genético superior. Al incorporar estos individuos a nuestro programa de cría, proyectamos un incremento significativo en la ganancia diaria de peso promedio de las futuras generaciones, alcanzando los 552.37 gramos en tan solo dos intervalos generacionales. Este resultado se alinea con las recomendaciones de Villalba F. (51), quien sugiere una ganancia óptima de 500 gramos por día para animales lecheros.

Esta mejora no solo se traduce en un crecimiento más eficiente de los animales, sino que también implica un aumento en la productividad general del rebaño. Al obtener animales con mayor capacidad de crecimiento, los productores pueden optimizar el uso de los recursos y obtener mayores beneficios económicos. Los animales con una mayor ganancia diaria de peso representan una inversión valiosa para las pequeñas producciones lecheras, ya que aceleran el ciclo productivo y optimizan el uso de los recursos. Además, una mayor ganancia de peso se traduce en una mayor eficiencia alimenticia, es decir, los animales aprovechan mejor los nutrientes de los alimentos, lo que disminuye los gastos en alimentación.

En el caso específico de la producción lechera, la ganancia diaria de peso en las hembras de reemplazo (vaquillas) es crucial. Las vaquillas que alcanzan la pubertad y el primer parto a una edad más temprana pueden iniciar su vida productiva antes, lo que se traduce en un mayor número de lactancias a lo largo de su vida y, por lo tanto, en una mayor producción de leche a lo largo del tiempo. Asimismo, vacas con una buena ganancia de peso durante la lactación pueden mantener una producción de leche más estable y prolongada, lo que contribuye a aumentar la rentabilidad de la explotación.

10.4 Estimación del fenotipo para Producción de leche a los 305 días

La lactancia a los 305 días es un indicador clave de la productividad lechera de una vaca. Al analizar la producción de leche a los 305 días, los productores pueden determinar la eficiencia de su programa de alimentación y manejo, así como identificar aquellos animales con mayor potencial genético para la producción de leche.

La producción de leche a los 305 días es un indicador fundamental de la eficiencia productiva de una vaca lechera. Este parámetro nos permite comparar el desempeño de diferentes animales y evaluar la efectividad de los programas de alimentación y manejo. Según los datos proporcionados, el promedio de producción a los 305 días es de 1893.56 kg, lo que indica un nivel de producción considerable. Sin embargo, es importante destacar la amplia variabilidad existente entre los animales, con un valor máximo de 4465.772 kg.

El valor máximo de producción refleja el potencial genético de algunos animales y la calidad de los programas de manejo en determinadas explotaciones. Esta amplia gama de valores subraya la importancia de seleccionar y mejorar genéticamente los animales con mayor capacidad lechera, a fin de incrementar la producción promedio del hato.

10.5 Estimación del valor genético de la producción de leche a los 305 días

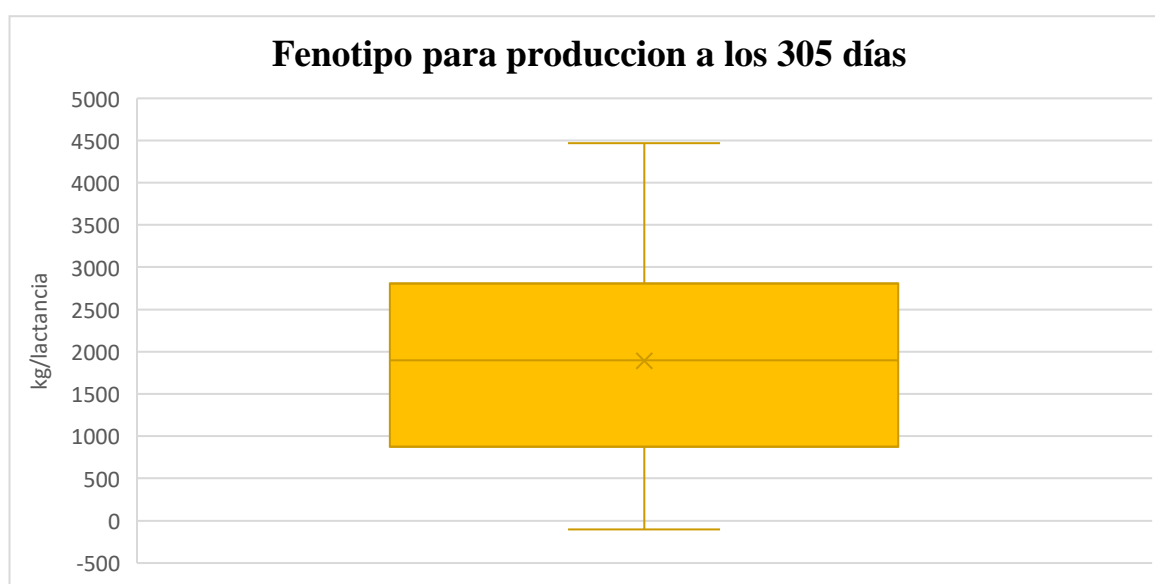


Figura 5. Fenotipo para producción a los 305 días

En la parroquia de Aláquez se llevó a cabo un estudio exhaustivo de la producción lechera, evaluando a 60 vacas en producción pertenecientes a 13 productores, con un promedio total de los animales dentro del proyecto de 1887.82 kg/Lactancia. Con el objetivo de identificar los animales con mayor potencial genético para la producción de leche, este análisis incluyó la aplicación del modelo BLUP con una heredabilidad del 0.34% (61). Y una confiabilidad

del 51%, lo que permitió seleccionar los mejores animales de la parroquia.

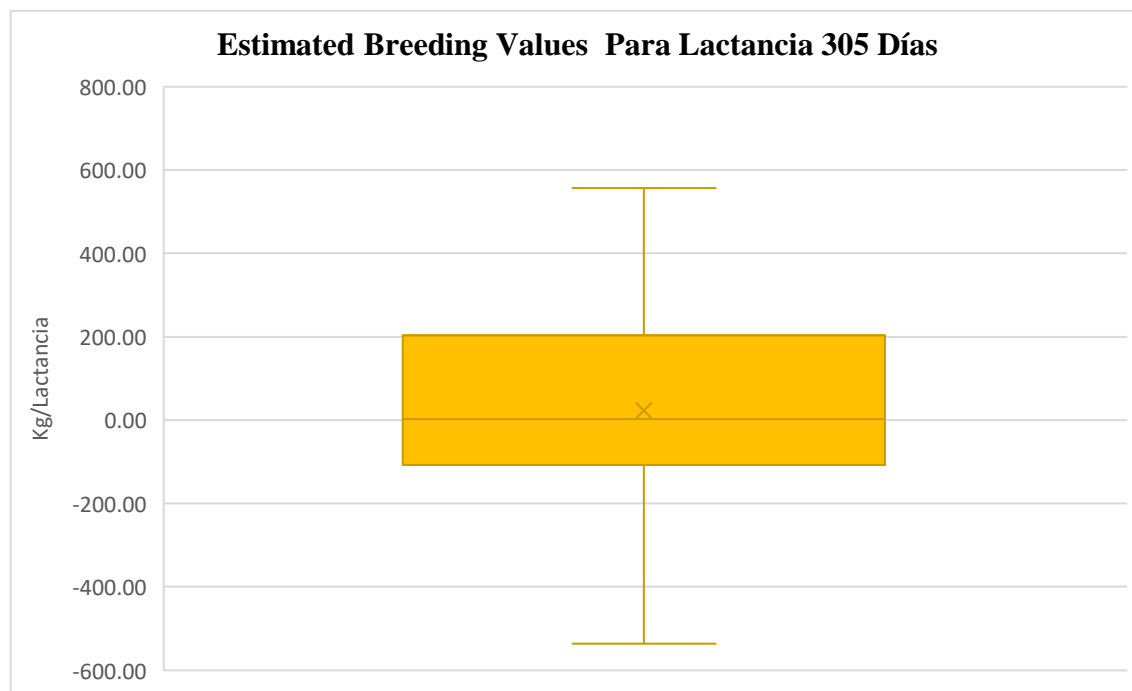


Figura 6. Estimación del valor genético de la lactancia a los 305 días

Entre los animales evaluados, la vaca Bella destacó por su notable producción de leche, alcanzando 556.83 litros durante su lactancia, con una confiabilidad del 53.3%. Asimismo, la vaca Victoria también mostró un rendimiento sobresaliente, produciendo 522.51 litros, con una confiabilidad del 53.5%. En contraste, algunas vacas registraron producciones mínimas, como Barrosa con -536.04 litros y Lucero con -494.34 litros, ambas con una confiabilidad del 48%.

La alta producción de leche de Bella está estrechamente relacionada con la calidad de su alimentación. Su propietario se asegura de proporcionarle una dieta completa, que incluye pasto en condiciones óptimas suministrado tres veces al día, además de silo y un suplemento balanceado para garantizar un aporte nutricional adecuado. Esta nutrición cuidadosamente planificada y diversificada contribuye de manera significativa a maximizar la producción lechera de Bella. Según Gallego L. (2017) (62), la suplementación en la dieta de las vacas lecheras no solo incrementa la eficiencia en la conversión de alimento en leche, sino que también mejora este proceso al movilizar la energía almacenada en las reservas corporales del animal. Sin embargo, Echeverri J. (2009) (63), advierte que las condiciones ambientales,

influenciadas por la ubicación geográfica, pueden limitar la productividad en los sistemas ganaderos, subrayando la importancia de que los animales desarrollen adaptaciones para optimizar su genética productiva.

Por otro lado, se observa una marcada disparidad en la producción de leche entre animales como Barrosa y Lucero, cuyos propietarios optan por alimentarlas únicamente en el potrero, una práctica común entre muchos productores. Estos animales, al no recibir suplementos adicionales, experimentan una reducción en su producción lechera. Esta diferencia destaca la relación directa entre la calidad de la alimentación y la eficiencia productiva en el contexto de la ganadería.

10.5.1 Respuesta a la Selección de lactancia a los 305 días

La respuesta a la selección para la lactancia a los 305 días refleja la efectividad del programa de mejora genética en aumentar la producción de leche de los predios. Al seleccionar animales con altas producciones de leche y utilizarlos como reproductores, se espera que las futuras generaciones hereden este carácter favorable y produzcan mayores cantidades de leche.

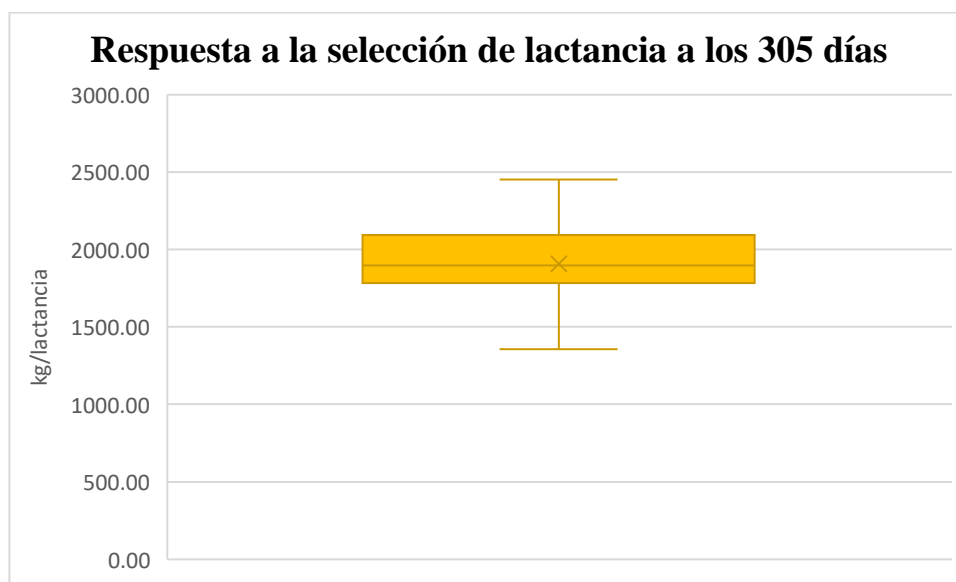


Figura 7. Respuesta a la Selección para lactancia a los 305 días

El análisis estadístico indica que, al seleccionar estos animales, la próxima generación podría experimentar una mejora notable en la producción a la lactancia a los 305 días. Bella,

con un promedio de 556.83 kilos por lactancia, y Victoria, con 522.51 kilos por lactancia en valor estimado de cría, se destacan notablemente en la producción de leche. Se proyecta que, al incorporarlas en el programa de cría, la producción promedio por lactancia de las generaciones futuras podría aumentar considerablemente, alcanzando los 2444.65 litros y 2434.57 kilos por lactancia, respectivamente. Estos resultados se acercan al rango propuesto a nivel nacional por Condo L. (52), que establece que, en Ecuador, la producción de leche en vacas Holstein mestizas a los 305 días de lactancia se encuentra entre 2881 y 3028 litros. Sin embargo, estas cifras siguen siendo considerablemente inferiores a las reportadas en países como Colombia y Estados Unidos, donde la producción supera los 6000 litros. Las diferencias podrían atribuirse a factores genéticos, la edad de las vacas y los sistemas de alimentación.

Dado que el promedio poblacional actual es de 1887.82 kilos por lactancia y que cada generación podría incrementar en 556.83 kilos, se necesitarían aproximadamente siete generaciones para alcanzar los niveles de producción observados en Colombia, acercándonos a los estándares internacionales.

10.6 Estimación del fenotipo para densidad de leche

La estimación del fenotipo para densidad de leche es un proceso crucial en la genética y selección animal. Consiste en determinar el valor fenotípico real de un individuo para este rasgo específico, es decir, la densidad de leche que produce.

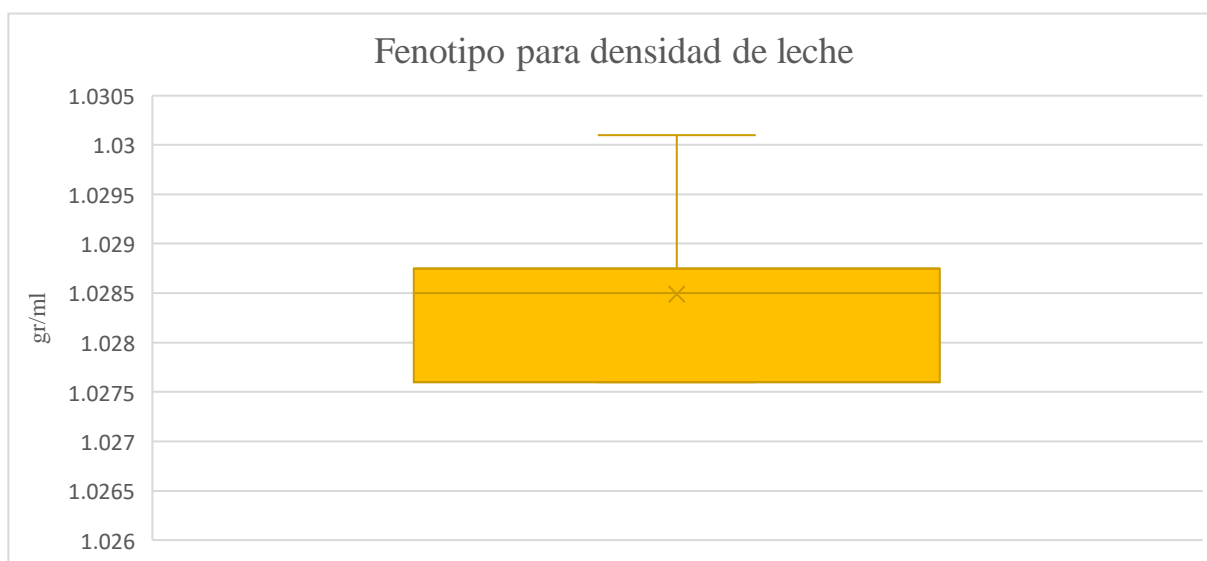


Figura 8. Fenotipo para densidad de leche

El gráfico de caja y bigotes presentado muestra una distribución de la densidad de leche en una población de vacas lecheras. Los valores oscilan entre un mínimo de aproximadamente 1.0274 g/ml y un máximo de 1.0302 g/ml, con un valor promedio cercano a 1.02843 g/ml. Estos resultados indican que la densidad de leche en esta población es relativamente consistente, con una variabilidad moderada. El valor promedio se encuentra dentro del rango típico para la densidad de leche de vaca (53), lo cual sugiere que los animales de esta población están produciendo leche de una calidad estándar. Sin embargo, es importante considerar que la densidad de leche puede verse afectada por diversos factores, como la raza, la alimentación, la etapa de la lactancia y las condiciones ambientales.

10.7 Valor genético para densidad de leche

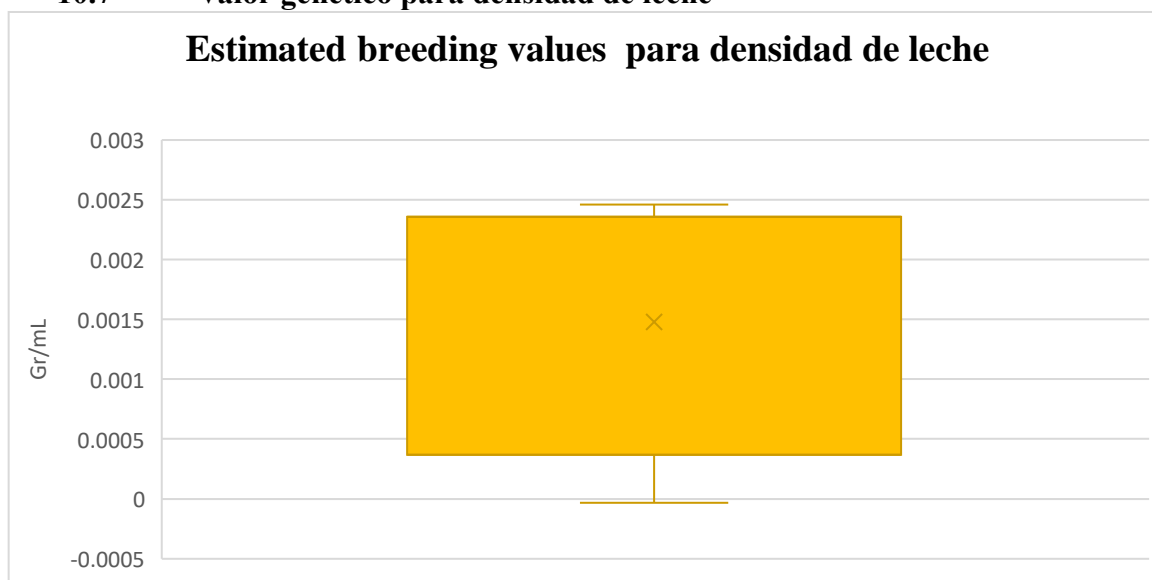


Figura 9. Estimación del valor genético de la densidad de leche

Se realizó una evaluación para estimar el valor genético de 60 vacas en producción, centrada en la densidad de la leche. Los resultados mostraron un promedio total de la población de 1.028 g/ml. Para el análisis, se utilizó una heredabilidad del 0.29% (64). Y se calculó el valor de cría de cada animal con una confiabilidad del 49%, teniendo en cuenta factores ambientales, de producción, alimentación y reproducción. La densidad de la leche es un indicador clave en la industria lechera, ya que influye en la calidad y el rendimiento del producto final. Las vacas que fueron objeto de muestreo y evaluación para determinar la densidad de la leche presentaron un valor significativo, entre ellas, destaca Lucero como la vaca con la mayor densidad, registrando un valor de cría de 0.0024 gr/ml con una

confiabilidad del 50%. Asimismo, Pequeña también se destacó con un valor de cría de 0.0023 y una confiabilidad del 51%. En contraste, Gabriela tuvo el menor valor de densidad, con una confiabilidad del 49%, alcanzando una densidad mínima de -0.00003 gr/ml.

El valor de densidad registrado en las vacas Lucero y Pequeña se atribuye principalmente a su genética, ya que comparte la misma alimentación, condiciones climáticas y raza que otros animales en el estudio. Este hallazgo sugiere que las características genéticas específicas de Lucero y Pequeña pueden estar desempeñando un papel crucial en la determinación de la densidad de la leche. La consistencia en los factores ambientales y de manejo entre las vacas resalta la influencia predominante de la genética.

10.8 Respuesta a la Selección de densidad de leche

En cuanto a la densidad de la leche, se observó que la vaca Lucero alcanzó un valor de 0.024 g/ml, mientras que Pequeña registró 0.023 g/ml en valor estimado de cría, destacándose como las vacas con los valores más altos en este parámetro. Se proyecta que, si se seleccionan como progenitoras de la siguiente generación, la densidad promedio de la leche podría aumentar a 1.0303 g/ml en ambas, acercándose así al rango propuesto por Calderón R. (53), que oscila entre 1.030 y 1.033 g/ml en países líderes en producción lechera como Colombia.

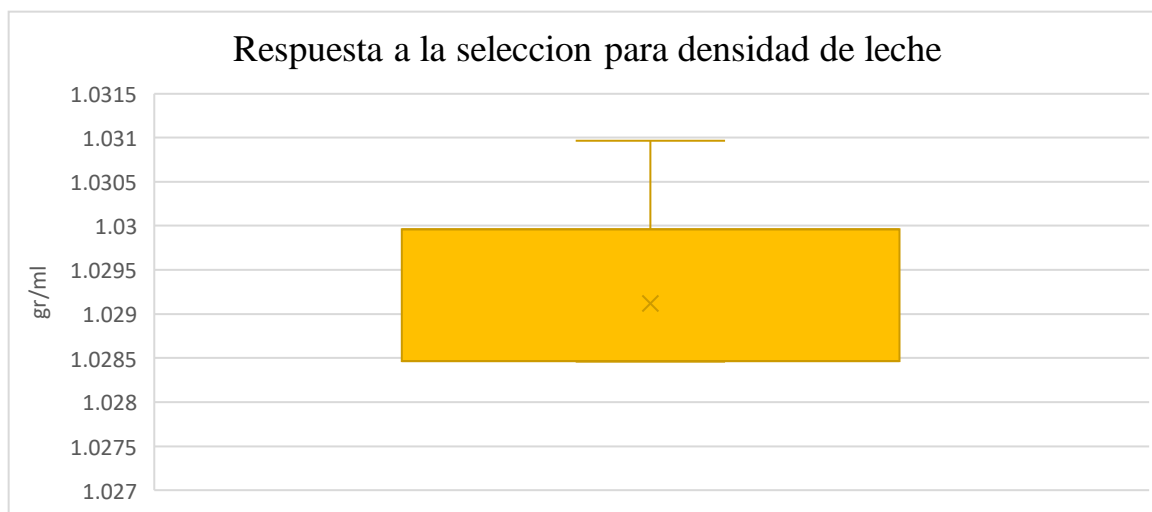


Figura 10. Respuesta a la selección para densidad de leche

10.9 Estimación del fenotipo para Altura a la cruz

El fenotipo de altura en bovinos es una característica física que varía ampliamente entre razas y líneas genéticas. Esta característica está influenciada tanto por factores genéticos

como ambientales, siendo un rasgo importante en la selección de animales para diferentes propósitos productivos. En bovinos lecheros, una mayor altura suele relacionarse con un mayor tamaño corporal, lo que podría influir en la capacidad de ingesta y, por ende, en la producción de leche. Sin embargo, la selección por altura debe balancearse con otros factores, como la eficiencia reproductiva y la salud general del animal, para evitar problemas como el estrés en articulaciones y huesos (65).

Tabla 4. Fenotipo de altura a la cruz por categorías

Promedio de fenotipo de altura a la cruz de terneros	Promedio de fenotipo de altura a la cruz de vaconas	Promedio del fenotipo de altura a la cruz de toros.	Promedio del fenotipo de altura a la cruz de vacas.
96.85 cm a la cruz	130 cm a la cruz	138 cm a la cruz	134.11 cm a la cruz

Los datos proporcionados nos ofrecen una visión general de las alturas a la cruz de diferentes tipos de ganado. Observamos que los toros presentan las alturas promedio más elevadas, alcanzando un máximo de 150 cm y un mínimo de 130 cm. Esto sugiere que los toros son, en general, los animales más corpulentos de este conjunto de datos. Por otro lado, los terneros exhiben las alturas promedio más bajas, con un máximo de 105 cm y un mínimo de 80 cm. Esta diferencia en tamaño es esperable, ya que los terneros son animales jóvenes en etapa de crecimiento. Las vaquillonas y las vacas presentan alturas intermedias, con valores máximos y mínimos relativamente cercanos entre sí, lo que indica una menor variabilidad en sus tamaños en comparación con los toros y los terneros.

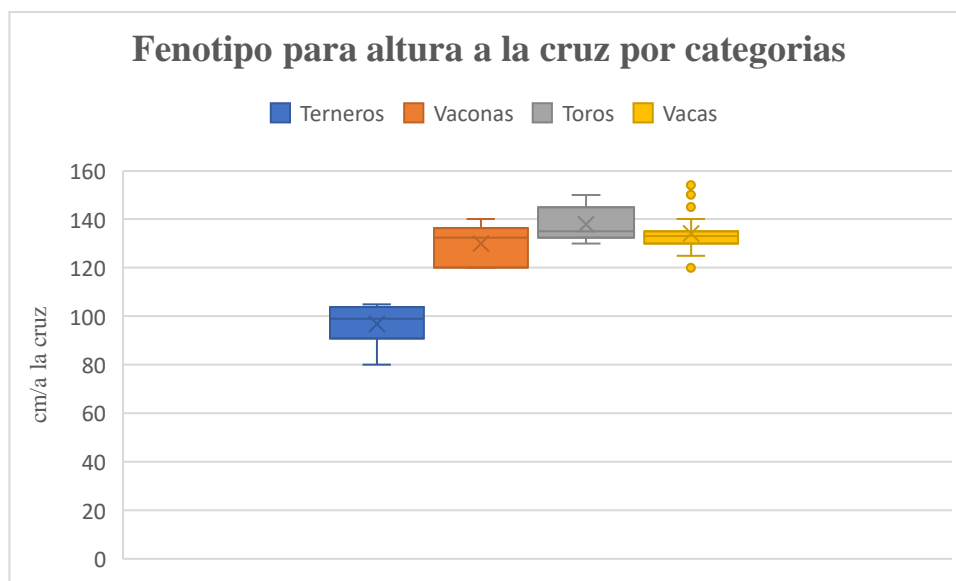


Figura 11. Fenotipo para altura a la cruz por categorías

10.10 Estimación del valor genético de la Altura

Para conocer el potencial genético de la altura en las vacas de Aláquez, se midieron 96 animales de diferentes edades y sexos. Se estimó una heredabilidad del 40% (66). Al analizar los datos, se encontró que la altura promedio de todos los animales fue de 1.34 m. Sin embargo, al separar los datos por sexo y edad, se observaron diferencias importantes.

Tabla 5. Promedio EBV de altura a la cruz por categorías

Promedio de EBV de altura a la cruz de terneros	Promedio de EBV de altura a la cruz de vaconas	Promedio de EBV de altura a la cruz de toros.	Promedio de EBV de altura a la cruz de vacas.
- 08 cm a la cruz	-08.85 cm a la cruz	03.14 cm a la cruz	02.49 cm a la cruz

En la tabla 5 se muestran los valores promedio del EBV (Valor Genético Estimado) para la altura a la cruz en diferentes categorías de ganado bovino. Es importante destacar que los valores de terneros y vaconas, al ser animales en crecimiento, son susceptibles a cambios significativos a medida que alcanzan la madurez. Esto se debe a que el desarrollo aún no se ha completado y factores como la nutrición y la genética pueden influir en el aumento de

su talla. Por el contrario, los valores de toros y vacas, al encontrarse en etapas adultas, son más estables y ofrecen una predicción más precisa de su altura definitiva.

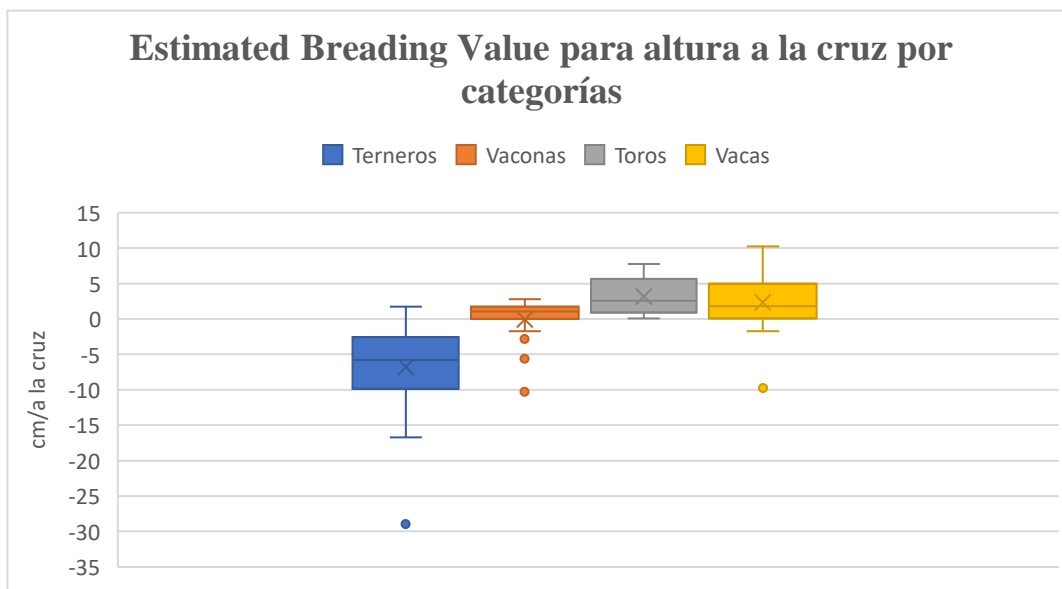


Figura 12. Estimated breeding value para altura a la cruz por categorías

En el caso de los terneros y vaconas, ambos grupos muestran un rango amplio entre los valores máximos y mínimos, con terneros registrando un valor máximo de 1.75 cm y un mínimo de -28.95 cm, y vaconas un valor máximo de 2.28 cm y un mínimo de -10.3 cm. Esta variabilidad sugiere que, al estar en una etapa de desarrollo, sus EBV de altura pueden cambiar considerablemente a medida que crecen y maduran. Los valores negativos indican que algunos animales podrían tener un crecimiento por debajo de lo esperado en comparación con el promedio de la población. Por otro lado, los toros y vacas, que ya han alcanzado su desarrollo completo, muestran una menor variabilidad en sus EBV de altura a la cruz. Los toros tienen un valor máximo de 7.77 cm y un mínimo de 0.05 cm, mientras que las vacas presentan un valor máximo de 10.24 cm y un mínimo de -9.76 cm. Aunque también hay variación, es menos extrema que en los terneros y vaconas, reflejando una mayor estabilidad en estos animales adultos.

Los terneros y vaconas, al encontrarse en una fase de crecimiento, presentan un EBV de altura a la cruz más variable, lo que sugiere que sus valores podrían cambiar a futuro. En contraste, los toros y vacas, al estar completamente desarrollados, muestran una mayor consistencia en estos valores.

La altura a la cruz es un factor determinante en la eficiencia productiva de los bovinos. Según Mahecha L (57), una altura entre 1.40 y 1.45 m en vacas se considera óptima para maximizar los beneficios de la producción. Al seleccionar animales dentro de este rango, se pueden reducir los costos de alimentación, mejorar la facilidad de manejo y aumentar la longevidad de los animales, contribuyendo así a la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

10.11 Respuesta a la selección para altura a la cruz por categorías

La respuesta a la selección de altura a la cruz en bovinos refleja la capacidad genética de los animales para transmitir este rasgo a su descendencia. La selección dirigida hacia animales con mayores EBV (Valores de Cría Estimados) para altura a la cruz puede conducir a un aumento progresivo en la estatura promedio de la población en las generaciones futuras.

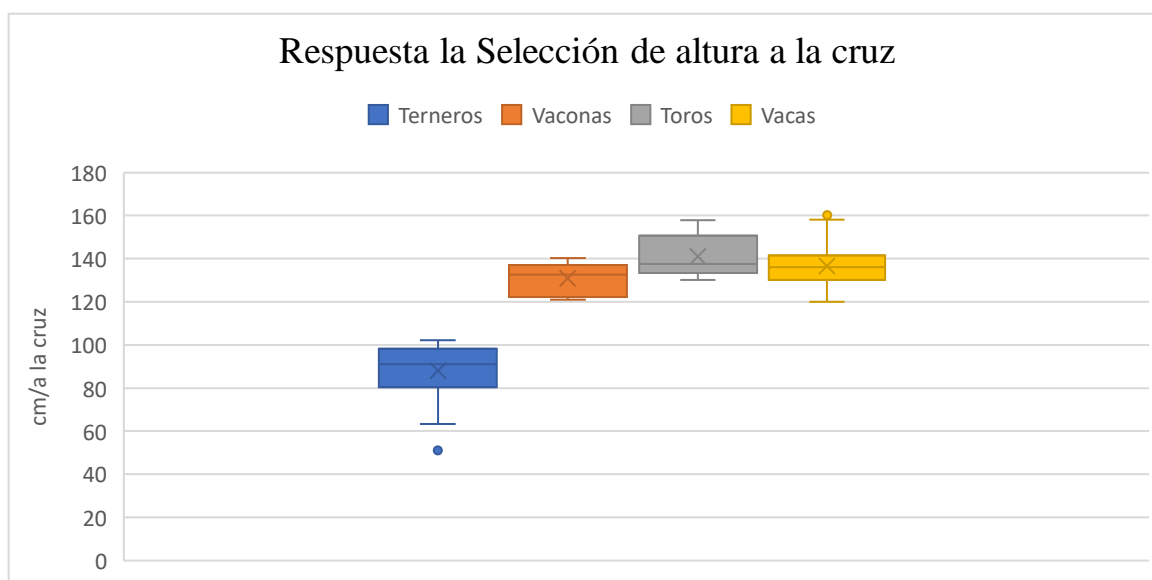


Figura 13. Respuesta a la selección de altura a la cruz

En relación con la altura, se seleccionarán vacas que cumplan con el parámetro óptimo propuesto por Mahecha L. (57), quien establece que una altura ideal de entre 1.40 y 1.45 metros en vacas maximiza los beneficios de la producción. Al optar por animales dentro de este rango, se pueden reducir los costos de alimentación, mejorar la facilidad de manejo y aumentar la longevidad, lo que contribuye significativamente a la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

En este contexto, la vaca "Negra" se destaca como una candidata clave, con un valor estimado de cría de 10.24 cm, lo que sugiere que sus descendientes alcanzarán una altura de 142 centímetros a la cruz, situándose dentro del rango óptimo propuesto. Cabe destacar que no se seleccionaron ni terneros ni vaconas, ya que los datos proporcionados por estos animales en desarrollo podrían variar en el futuro. Con un promedio fenotípico de 132.11 cm a la cruz en vacas, esta selección permitirá optimizar la productividad y eficiencia de las explotaciones, al tiempo que facilitará la implementación de mejores prácticas de manejo, como el acceso a instalaciones adaptadas a las características físicas de los animales.

10.12 Fortalezas y Debilidades

Una de las principales fortalezas de la parroquia de Aláquez radica en la altura promedio a la cruz de su ganado, que alcanzó un promedio de 134.12 cm. Este valor se aproxima al objetivo del proyecto, que busca obtener descendencias de tamaño adecuado y con excelentes características productivas en la siguiente generación. Este parámetro es crucial para asegurar la adaptación de los animales al entorno local, así como para mejorar la eficiencia en la producción. La cercanía a la meta establecida demuestra el éxito de las prácticas de selección y manejo implementadas en la región, lo que augura un futuro prometedor para la mejora genética del ganado.

Además, otro aspecto destacado es el costo de producción de leche en la parroquia, que se sitúa en un promedio de 0.15 centavos de dólar por litro. Este bajo costo refleja una notable eficiencia en la gestión de los recursos y en la implementación de técnicas de producción rentables. Mantener los costos bajo control no solo beneficia a los productores locales al aumentar sus márgenes de ganancia, sino que también hace que la leche producida en Aláquez sea competitiva en el mercado, ofreciendo una excelente relación calidad-precio.

Por otro lado, entre las debilidades identificadas en la parroquia se encuentra la ganancia diaria de peso del ganado, que promedia solo 77 gramos por día. Este valor es insuficiente para alcanzar el objetivo establecido y refleja problemas significativos en la alimentación del ganado. Una de las causas principales de este bajo rendimiento es la falta de una nutrición adecuada, exacerbada por el hecho de que muchos propietarios no disponen de terrenos propios para alimentar a sus animales. Esta limitación obliga a depender de pastos

de menor calidad o de compras adicionales de forraje, lo que afecta negativamente el crecimiento y desarrollo del ganado. Las adversas condiciones climáticas durante el período de investigación, marcadas por una prolongada sequía, también contribuyeron a la disminución en la ganancia diaria de peso, al reducir la disponibilidad y calidad del pasto.

Otra debilidad crítica en la parroquia es la baja producción de leche, que actualmente promedia 1887.82 kg por lactancia, muy por debajo de la producción ideal de 6000 kg por lactancia. Esta deficiencia se debe principalmente al mal manejo nutricional de los animales, lo que afecta tanto la calidad como la cantidad de leche producida. Además, el exceso de días abiertos, que superan los 90 días, contribuye a esta baja producción. Los días abiertos son un período crítico en el que la vaca no está en gestación y, por lo tanto, no se optimiza su capacidad productiva, lo que reduce la eficiencia reproductiva y la producción total de leche. Abordar estas debilidades es esencial para mejorar la sostenibilidad y rentabilidad de la producción ganadera en la parroquia, lo que requerirá una combinación de mejoras en la gestión nutricional, un acceso más equitativo a recursos de calidad, y la implementación de prácticas de manejo que reduzcan los días abiertos y promuevan una mayor eficiencia en la producción

10.13 Costos de producción y beneficios del Productor

En pequeñas producciones, la relación costo-producción es un carácter de interés crítico debido a las limitaciones económicas y de recursos que enfrentan estos productores. Maximizar la eficiencia en el uso de insumos, como alimento, medicinas y tecnologías, es esencial para mantener la viabilidad económica. Un manejo adecuado de esta relación permite no solo reducir costos operativos, sino también mejorar la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Los costos de producción de un litro de leche pueden variar considerablemente dependiendo de factores como la región, el sistema de producción, la escala y la eficiencia de la explotación. Sin embargo, estudios como el de Luz Botero revelan que, en países con un desarrollo lechero significativo como Colombia, el costo promedio se sitúa alrededor de 0.11 centavos de dólar por litro (67). Esta cifra, aunque puede variar según la finca, proporciona un punto de referencia importante para analizar la competitividad del sector lácteo en la región

Tabla 6. Análisis de los costos de producción de leche a nivel individual de cada predio.

Predio	Ltrs- mes	Precio de venta	Gastos leche	Costo producción por litro	Ingresos leche	Beneficio
Hítalo Cando	870	0.42	144.66	0.166	365.4	220.74
Cármén Chicaiza	270	0.4	96.67	0.358	108	11.33
Eduardo Tapia	1800	0.4	100.26	0.056	720	619.74
Fanny Chicaiza	150	0.38	7	0.047	57	50
Franklín Tituaña	630	0.41	98	0.156	258.3	160.3
Jacqueline Molina	600	0.4	12	0.020	240	228
Judith Tapia	2850	0.42	1031.5	0.362	1197	388.83
Liventon Cando	1745	0.42	303.87	0.174	732.9	429.03
Roció Villamarín	450	0.4	27	0.060	180	153
Rodrigo Padilla	1200	0.4	118	0.098	480	362
Rubén Sánchez	1920	0.4	316	0.165	768	452
Sandra Chicaiza	720	0.38	20	0.028	273.6	253.6
Walter Haro	2760	0.44	832	0.301	1214.4	382.4
Promedio General	1228	0.41	239	0.15	507.3	285.5

El análisis de los costos de producción de los 13 productores lecheros evaluados revela un costo promedio por litro de leche de 0.15 centavos. No obstante, la rentabilidad de cada explotación varía considerablemente. Si bien las inversiones son importantes, no garantizan el éxito. Otros factores, como la eficiencia en el uso de los recursos, la calidad de los insumos y la gestión adecuada del hato, influyen de manera determinante en la capacidad de los productores para obtener márgenes de ganancia adecuados.

Correlación Beneficio - Precio de litro de leche	Correlación Beneficio – Gastos de producción	Correlación Beneficio - Costo	Correlación Beneficio - Ingresos de leche
---	---	--	--

de producción de litro de leche			
0.336645323	0.402152764	-0.016631465	0.751607613

Para analizar el costo-beneficio del proyecto en la parroquia de Aláquez, se optó por realizar correlaciones entre el beneficio obtenido y diversas variables clave de la producción lechera, incluyendo el precio de la leche, los gastos, el costo de producción por litro de leche y los ingresos por la venta de leche. Estas correlaciones permiten entender mejor la relación entre estos factores y el rendimiento económico de las explotaciones lecheras. En particular, se observó que mientras el precio de la leche y los ingresos tienen una relación directa significativa con los beneficios, el costo de producción por litro de leche mostró una correlación cercana a cero, sugiriendo que, en esta región, otros factores podrían estar amortiguando su impacto en la rentabilidad. Estos análisis son fundamentales para ajustar y optimizar las estrategias de producción y maximizar los beneficios en el contexto específico de la parroquia de Aláquez.

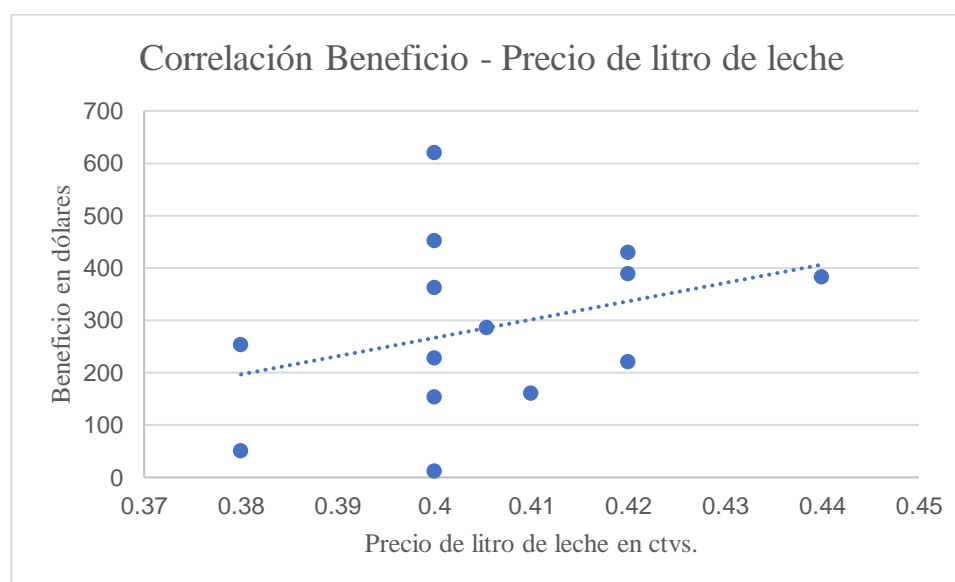


Figura 14. Correlación Beneficio - Precio de litro de leche

Correlación Beneficio - Precio de litro de leche, esta correlación positiva de 0.33664532 indica que existe una relación directa entre el beneficio obtenido y el precio de la leche. En otras palabras, a medida que aumenta el precio de la leche, también tiende a aumentar el

beneficio económico de la producción lechera. Este hallazgo es consistente con la lógica económica, ya que un mayor precio de venta por litro de leche genera mayores ingresos para el productor, siempre y cuando los costos de producción se mantengan relativamente estables. Además, este resultado subraya la importancia de las estrategias de comercialización y negociación del precio de la leche en el mercado. Los productores que logran vender a precios más altos pueden mejorar su rentabilidad sin necesariamente incrementar su volumen de producción, lo que puede ser particularmente relevante en contextos donde los recursos son limitados o los costos de expansión son elevados.

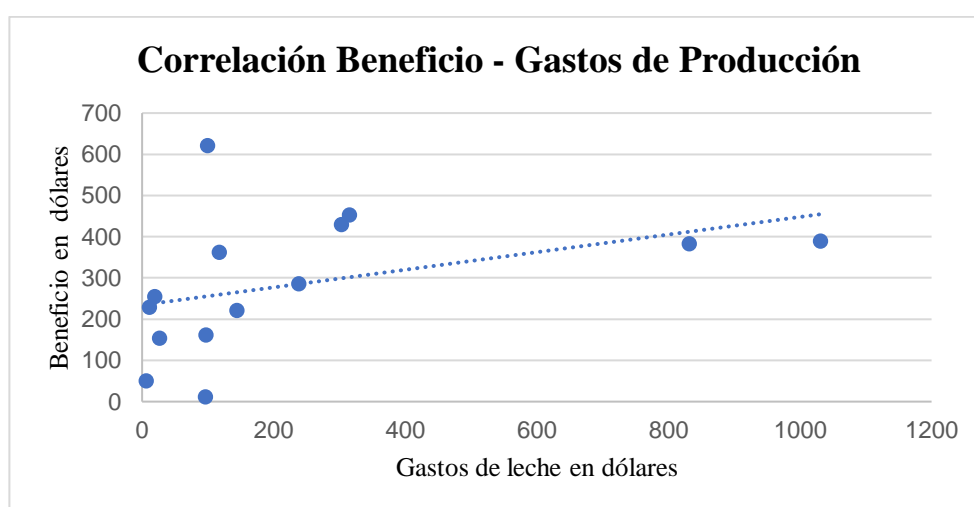


Figura 15. Correlación Beneficio – Gastos de producción

La correlación positiva de la figura 15, entre el beneficio y los gastos podría parecer contraintuitiva, ya que se esperaría que un aumento en los gastos reduzca el beneficio. Sin embargo, esta correlación sugiere que las empresas que obtienen mayores beneficios también tienden a invertir más en su producción, lo que se traduce en mayores gastos. Este fenómeno puede explicarse por la práctica común de reinvertir en la mejora de procesos, infraestructura y tecnología, con el fin de aumentar la eficiencia y la capacidad productiva a largo plazo. Productores más rentables pueden permitirse mayores inversiones en áreas como la alimentación de alta calidad para el ganado, mejoras en las instalaciones de ordeño, y contratación de personal calificado, lo que a su vez puede llevar a un aumento en la producción y, por ende, a mayores beneficios futuros. Por tanto, aunque los gastos aumenten, la correlación positiva indica que estas inversiones son rentables y contribuyen al éxito económico general de la empresa.

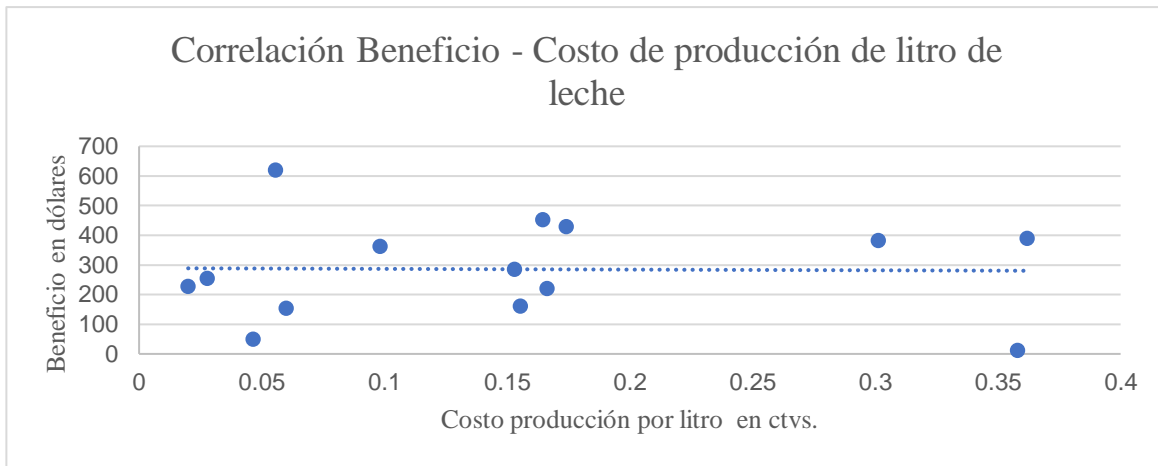


Figura 16. Correlación Beneficio - Costo de producción de litro de leche

La correlación de -0.0166315 entre el beneficio y el costo de producción por litro de leche es cercana a cero, lo que sugiere que prácticamente no existe una relación significativa entre estas variables en el conjunto de datos analizado. Este resultado podría parecer sorprendente, dado que se esperaría que un aumento en el costo de producción afectara negativamente los beneficios. Sin embargo, la baja correlación indica que, en este caso particular, los costos de producción por litro de leche no tienen un impacto considerable en los beneficios obtenidos. Esto podría estar relacionado con la capacidad de los productores para ajustar otros factores, como la eficiencia operativa, la diversificación de ingresos, o el manejo financiero, para compensar los cambios en los costos de producción. Además, esta falta de relación lineal fuerte podría indicar que las variaciones en los costos de producción son menores o están siendo absorbidas por otros elementos del sistema productivo, minimizando su efecto sobre el beneficio final.

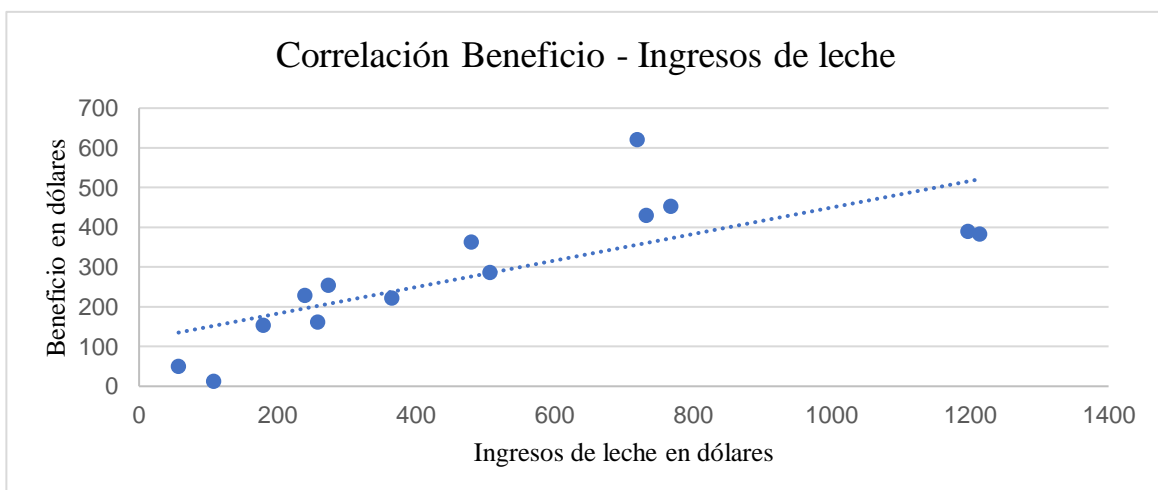


Figura 17. Correlación Beneficio - Ingresos de leche

La

alta correlación positiva de 0.75160761 entre el beneficio y los ingresos por la venta de leche sugiere una fuerte relación directa entre estas variables. Esto significa que a medida

que aumentan los ingresos por la venta de leche, también aumentan los beneficios obtenidos por el productor. Esta relación es fundamental para entender la dinámica económica de la producción lechera, ya que los ingresos provenientes de la venta de leche son la principal fuente de fondos para cubrir los costos de producción y generar beneficios. Una correlación tan alta refuerza la importancia de maximizar los ingresos a través de estrategias como la mejora de la calidad de la leche, el incremento de la producción, y la búsqueda de mercados más lucrativos o clientes más rentables. En última instancia, esta correlación destaca que el éxito financiero en la industria lechera está fuertemente ligado a la capacidad de generar ingresos sustanciales a partir de la venta de leche, subrayando la necesidad de enfoques comerciales sólidos y efectivos en el sector.

En conclusión, el índice de selección en la parroquia de Aláquez revela la necesidad de abordar tanto la baja ganancia de peso como la subóptima producción lechera mediante mejoras en manejo y nutrición. La variabilidad entre animales sugiere un potencial significativo para incrementar la producción, mientras que la genética juega un papel crucial en la calidad del producto.

El programa de mejoramiento genético en la parroquia de Aláquez ha demostrado fortalezas clave, como la adecuada altura promedio del ganado y un bajo costo de producción de leche, lo que evidencia una gestión eficiente. No obstante, las debilidades, como la baja ganancia de peso y la limitada producción lechera, resaltan la necesidad de mejorar la alimentación y manejo reproductivo.

El análisis de costo-beneficio del programa de mejoramiento genético en la parroquia evidencia que, aunque el costo de producción de leche es bajo, la rentabilidad varía según la eficiencia y gestión de cada productor. Inversiones en genética de calidad y un manejo integral son cruciales para mejorar la producción y sostenibilidad.

Mejorar la gestión nutricional y manejo del ganado, es fundamental implementar estrategias de alimentación más efectivas y adaptadas a las condiciones locales para aumentar la

ganancia diaria de peso y la producción de leche, optimizando así la eficiencia productiva y reproductiva en la parroquia de Aláquez.

Ajustar las prácticas de manejo para reducir los días abiertos, para aumentar la sostenibilidad y rentabilidad del programa, es crucial optimizar la gestión reproductiva, incluyendo la reducción de días abiertos, y asegurar un manejo nutricional adecuado que permita alcanzar el potencial productivo del ganado.

Fomentar inversiones en genética de calidad y manejo integral, se recomienda enfocar las inversiones en genética de alta calidad y en un manejo integral del hato que incluya sanidad, reproducción y alimentación, para maximizar la rentabilidad y sostenibilidad del programa, minimizando el impacto de factores externos como el clima y los costos de insumos.

1. Fariña S, Baudracco J, Bargo F. Producción láctea en diversas regiones: América Latina. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) [Internet]. 2020 [citado el 17 de agosto de 2024]; Disponible en: <https://www.ocla.org.ar/noticias/17619609-produccion-lactea-en-diversas-regiones-america-latina>
2. Franco-Crespo, Christian, Morales Carrasco, Lilian Victoria, Lascano Aimacaña, Nelson Rodrigo, & Cuesta Chávez, Giovanna Alejandra. (2019). Dinámica de los pequeños productores de leche en la Sierra centro de Ecuador. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida , 30(2), 103-120. <https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.0>
3. Simbaña, M. (2017). Análisis histórico de la ganadería bovina en la provincia de Pichincha, Ecuador (1950-2015). Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito.
4. Gortaire, J. P. (1986). La ganadería bovina en el Ecuador: Un análisis histórico. Revista de Ciencias Sociales, 1(1), 75-94.
5. Osvaldo Barsky Alex Barril Gustavo Cosse Jorge Morandi Humberto Vinueza. EL PROCESO DE TRANSFORMACION DE LA PRODUCCION LECHERA SERRANA Y EL APARATO DE GENERACION TRANSFERENCIA EN

- ECUADOR [Internet]. 1980 [citado el 10 de enero de 2024]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41233.pdf>
6. Dow K. La ganadería de carne en Ecuador. Publicación Miscelánea [Internet]. noviembre de 1975 [citado el 10 de enero de 2024];26. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2676>
 7. Pérez V, Gómez H. Evaluación del rendimiento lechero en diferentes altitudes de la sierra ecuatoriana. *Rev Agric Andina*. 2020;32(2):45-57.
 8. Flores JMT. Análisis del mercado de la leche en Ecuador: factores determinantes y desafíos [Internet]. 2019 [citado el 10 de enero de 2024]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/124490/Ter%C3%A1n%20-%20An%C3%A1lisis%20del%20mercado%20de%20la%20leche%20en%20Ecuador%3A%20factores%20determinantes%20y%20desaf%C3%ADos.pdf>
 9. Zambrano DI, Castillo EA, Simbaña LE, editores. La producción de leche en Ecuador y Chimborazo: nuevas oportunidades e implicaciones ambientales [Internet]. Vol. 10. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE; 2017 [citado el 10 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322756060_La_produccion_de_leche_en_Ecuador_y_Chimborazo_nuevas_oportunidades_e_implicaciones_ambientales
 10. Rodrigo L, Jiménez M. LA LECHE DEL ECUADOR - Historia de la lechería ecuatoriana [Internet]. 2015 [citado el 10 de enero de 2024]. Disponible en: http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/La%20Leche%20del%20Ecuador.pdf
 11. Brassel F, Hidalgo F, editores. LAPRODUCCIÓN DE LECHE EN EL ECUADOR ENTRE EL MERCADO NACIONAL Y LA GLOBALIZACIÓN [Internet]. Sipae; 2007. Disponible en: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2022-09/010039253.pdf
 12. Grandes Román DR. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE 30 FAMILIAS DEL BARRIO CHIAG, CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI 2020 [Internet]. [Latacunga]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2020. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7041>

13. Rodríguez C. Análisis de la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de los productores de leche cruda en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua [Internet]. FLACSO. 2021 [citado el 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/17503/2/TFLACSO-2021CDBR.pdf>
14. Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios. LECHE Y SUS DERIVADOS [Internet]. Corporación Financiera Nacional B.P. 2023 [citado el 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-Derivados.pdf>
15. FAO. Revisión del mercado lácteo: tendencias emergentes y perspectivas [Internet]. Fao.org. 2022 [citado el 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/>
16. Ionita E. La producción de leche en Ecuador [Internet]. Veterinariadigital. 2022 [citado el 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/#:~:text=El%20consumo%20de%20leche%20en,litros%20por%20persona%20al%20a%C3%B1o.>
17. Bellido M. M, Escribano Sánchez M, Mesías Díaz F, Rodríguez de Ledesma A, Pulido García F. Sistemas extensivos de producción animal . Archivos de Zootecnia [Internet]. 2001;50(192):465-489. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519203>
18. Pereira C, Carlos M, Restrepo B. Sistemas de Producción animal [Internet]. 1a ed. Calle 3 Carrera 10 Esquina Zona Industrial Villamaría - Caldas - Colombia: Universidad de Caldas; 2011 [citado el 11 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4782/sistemas_produccion_animal_i.pdf
19. Cervantes T, Juárez J, Dueñas C, Guzmán M, Miguel N, Valverde L, et al. Sistema de Explotación Extensivo y Semi-Extensivo de Ganado Bovino de Doble Propósito [Internet]. 1a ed. Ciudad de Mexico: SAGARPA; Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/859845/Ganado_Bovino_de_doble_prop_sito.pdf

20. Requelme N, Bonifaz N. Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. Granja [Internet]. 2012 [citado el 11 de enero de 2024];15(1):55. Disponible en: <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/15.2012.05>
21. Chuquirima R. D, García S. ME, Hidalgo V. Y. Componentes del sistema de producción de bovinos doble propósito en los cantones Nangaritza y Palanda, provincia Zamora Chinchipe, Ecuador. Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2023 [citado el 11 de enero de 2024];34(4):e23850. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/23850>
22. Idárraga J. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GANADERÍA SEMI INTENSIVA EN LA FINCA JUICIO FINAL EN EL MUNICIPIO DE EL DOVIO (VALLE DEL CAUCA) [Internet]. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA; 2011. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71396509.pdf>
23. Lozano R. “CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DEL SISTEMA DE MANEJO AL SOGUEO EN BOVINOS DEL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE” [Internet]. [LOJA]: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; 2019. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22434>
24. Hernández Morales Patricia, Estrada-Flores Julieta Gertrudis, Avilés-Nova Francisca, Yong-Angel Gilberto, López-González Felipe, Solís-Méndez Alejandra Donají et al . Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. Universidad y ciencia [revista en la Internet]. 2013 Abr [citado 2024 Ene 11] ; 29(1): 19-31. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000100003&lng=es.
25. Salgado O R, Vergara G O, , Simanca S J. Relaciones entre peso, condición corporal y producción de leche en vacas del sistema doble propósito. Revista MVZ Córdoba [Internet]. 2008;13(2):1360-1364. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69311191011>
26. Mendoza-Carrillo José, Martínez-Yáñez Rosario, Díaz-Plascencia Daniel, Ávila-Ramos Fidel. Efecto de la condición corporal de vacas Holstein sobre la capacidad para retener agua, colágeno insoluble y esfuerzo de corte en Longissimus dorsi.

- Abanico vet [revista en la Internet]. 2015 Ago [citado 2024 Ene 16]; 5(2): 19-27. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322015000200019&lng=es.
27. Bolívar Vergara D. M, Ramírez Toro E. J, Vergara Garay O. D, Restrepo L. F, Arboleda Zapata E. M, , Cerón-Muñoz M. F. Parámetros genéticos para el control del peso al nacimiento en bovinos de carne: cruzados en el trópico bajo colombiano. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. 2009;6(2):14-23. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69514278003>
28. Rodríguez Y, Martínez G G, Galíndez G R. Factores no genéticos que afectan el peso al nacer en vacunos Brahman registrados. Zootecnia Tropical [Internet]. 2009 Mar 1 [citado 2024 Ene 16];27(2):163–73. Available from: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000200007
29. Córdova A, Rodríguez G, Córdova M, Córdova C, , Pérez J. Ganancia diaria y peso al destete en terneros de cruces Bos taurus con Bos indicus en trópico húmedo. Revista MVZ Córdoba [Internet]. 2005;10(1):589-592. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69310109>
30. Graillet-Juarez E, Arieta-Román R, Aguilar-Garza M, Alvarado-Gómez L, , Rodríguez Orozco N. Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [Internet]. 2017;18(1): Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63649684010>
31. Rosero-Noguera R, Bedoya-Mazo S, Posada-Ochoa SL, Rosero-Noguera R, Bedoya-Mazo S, Posada-Ochoa SL. Predicción del consumo de materia seca de forraje en vacas lecheras mediante el uso de acelerómetros. Información tecnológica [Internet]. 2022 Agosto 1 [citado Enero 17];33(4):63–72. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642022000400063
32. Gutiérrez O, Delgado D, Oramas A, , Cairo J. Consumo y digestibilidad de materia seca y nitrógeno total en vacas en pastoreo durante la época de lluvias, con bancos de proteína y sin ellos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola [Internet].

- 2005;39(4):593-598. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017719009>
33. Salamanca A, Suplementacion de minerales en la produccion bovina. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [Internet]. 2010;11(9):1-10. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63615732008>
34. Bauer D, Rush y Rick Rasby I, de Nebraska 2009 Univ, Uu. EE, de Nebraska. EEU. MINERALES Y VITAMINAS EN BOVINOS DE CARNE. CAPÍTULO 4 [Internet]. Univ. de Nebraska, EE.UU. [citado el 18 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf
35. Cortes-Hernández José, Ruíz-López Felipe, García-Ruiz Adriana. Características de conformación asociadas a producción y composición de la leche de vacas Holstein. Abanico vet [revista en la Internet]. 2021 Dic [citado 2024 Feb 08] ; 11: e125. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322021000100125&lng=es. Epub 04-Abr-2022.
<https://doi.org/10.21929/abavet2021.40>.
36. De la pequeña isla de Jersey LRJ es la MD de las RLIO, de la Mancha se fue desarrollando a partir del año en el C, Aldderney G y., de Gran Bretaña. En I el D de NPL al D, Isleños L, El interés que despertaban sus pequeñas vacas MP, et al. Volver: Razas bovinas [Internet]. Com.ar. [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_bovinas/73-jersey.pdf
37. Bovina G. La raza Normando [Internet]. Revista Genética Bovina Colombiana. 2021 [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://revistageneticabovina.com/ganaderias/normando/>
38. Raza bovina Brown Swiss y su aporte a la ganadería peruana [Internet]. Actualidad Ganadera. 2023 [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://actualidadganadera.com/caracteristicas-de-la-raza-brown-swiss-y-su-aporte-a-la-ganaderia-peruana/>
39. del Ecuador en Cooperación Técnica PC de RZ. BIOTIPO BOVINO CRIOLLO PIZAN [Internet]. Com.ec. [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en:

- https://quickvet.edifarm.com.ec/pdfs/articulos_tecnicos/BIOTIPO%20BOVINO%20CRIOLLO%20PIZAN.pdf
40. RAZA MONTBELIARDE [Internet]. Raza Montbeliarde. [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://agropecuariazuricata.jimdofree.com/raza-montbeliarde/>
 41. Cabezas Congo Ronald, Barba Capote Cecilio, González Martínez Ana, Cevallos Falquez Orly, León Jurado José Manuel, Aguilar Reyes José Manuel et al . Estudio biométrico del bovino criollo de Santa Elena (Ecuador). *Rev. mex. de cienc. pecuarias* [revista en la Internet]. 2019 Dic [citado 2024 Feb 08] ; 10(4): 819-836. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242019000400819&lng=es. Epub 30-Abr-2020. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4850>.
 42. Galíndez R. Cátedra de Fundamentos de Producción Animal I [Internet]. Ucv.ve. [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Produccion_Animal/2_Genetica_etapaII.pdf
 43. Genética y reproducción animal [Internet]. ITACyL Portal Web. [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.itacyl.es/investigacion-e-innovacion/i-i-ganadera/genetica-y-reproduccion-animal>
 44. Genética animal [Internet]. Fao.org. [citado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.fao.org/animal-genetics/es/?fbclid=IwAR3ZwE4bDybls_42ITCNEIhv70Xjo39tNuU_2FZu8o2leVLUbXQ_F-AxoR0
 45. Quevedo W, Ortiz L, Sardán S, Rivera E, García D. Disponibilidad y consumo de agua para la ganadería bovina en el municipio de Mojocoya. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación* [Internet]. 2019 Diciembre1 [citado 18 enero de 2024];17(20):133–42. Available from: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872019000200009
 46. Wilczewski CM, Obasohan J, Paschall JE, Zhang S, Singh S, Maxwell GL, et al. Genotype first: Clinical genomics research through a reverse phenotyping approach.

- Am J Hum Genet [Internet]. 2023;110(1):3–12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajhg.2022.12.004>
47. Situación Geográfica [Internet]. GAD parroquial Alaquez. 2011 [citado el 17 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://alaquez.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/>
48. Tiraboschi Georgina, Porporatto Carina, Bohl Luciana Paola. La vitamina D en la salud y en las patologías del bovino: un enfoque no clásico. Rev. investig. vet. Perú [Internet]. 2023 Jun [citado 2024 Ago 18] ; 34(3): e23429. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172023000300001&lng=es. Epub 29-Jun-2023. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v34i3.23429>.
49. Steffan, P. (2014). Parasitosis gastrointestinal en bovinos de carne [Facultad de ciencias veterinarias (UNCPBA)]. <https://www.ipcva.com.ar/files/ct16.pdf>
50. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, editor. Las vacunas de los vacunos [Internet]. CONICET.; 2016 [citado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.conicet.gov.ar/las-vacunas-de-los-vacunos/>
51. Ferrufino Villalba FV. Ganancia de peso en vacas de descarte, alimentadas con dos porcentajes de raciones de balanceado en el Departamento de Misiones. Ciencia Latina [Internet]. 21 de diciembre de 2023 [citado 18 de agosto de 2024];7(6):2001-10. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8830>
52. Condo L, Reyes F, editores. Persistencia de la lactancia en vacas Holstein mestizas en la sierra ecuatoriana [Internet]. Vol. 7. Dominio de las Ciencias; 2021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2376>
53. Calderón R, Alfonso; Rodríguez R, Virginia; Vélez R, Sandra. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE EN CUATRO PROCESADORAS DE QUESOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, COLOMBIA. Revista MVZ Córdoba. 2007;12(1):912-920.
54. Britten AM. El papel de la microbiología diagnóstica en los programas de control de mastitis. The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice. 2012;28(2):187-202. doi: 10.1016/j.cvfa.2012.03.006
55. Guarneros Altamirano Rafael, Gutiérrez Ornelas Erasmo, Bernal Barragán Hugo, Avalos Ramírez Ramiro, Castillo Gallegos Epigmenio, Olivares Sáenz Emilio.

- Acondicionamiento de becerros previo a la recría bajo pastoreo en trópico seco: efectos sobre el peso corporal. *Rev. mex. de cienc. pecuarias* [revista en la Internet]. 2017 Dic [citado 2024 Ago 19] ; 8(4): 341-351. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242017000400341&lng=es. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4643>.
56. Cerdas Ramírez R, Formulación de raciones para carne y leche. desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* [Internet]. 2013;XIV(29):128-153. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66629448009>
57. Mahecha L, Angulo J, Manrique LP. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Rev. colomb. científico. pecú.* [Internet]. 18 de julio de 2016 [consultado el 18 de agosto de 2024];15(1):80-7. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323791>
58. Martínez R, Pérez J. Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento en el ganado criollo colombiano. *Revista Corpoica* [Internet]. 2006;25(32). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945020003.pdf>
59. Maza L, Vergara O, , Álvarez J. Condición corporal preparto y producción de leche sobre peso y condición corporal . *Revista MVZ Córdoba* [Internet]. 2006;11(1):751-758. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69311109>
60. Arias, RA, Mader, TL, & Escobar, PC. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(1), 7-22. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
61. Cañas A, Jhon, Cerón-Muñoz M, Corrales A J. Modelación y parámetros genéticos de curvas de lactancia en bovinos Holstein en Colombia. *Rev MVZ Córdoba*. 2012;17(2):2998-3003. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682012000200007&lng=en&tlng=es
62. Gallego Castro LA, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. Producción de leche, calidad y relación beneficio:costo de la suplementación de vacas Holstein con *Tithonia diversifolia*. *Agrón. Mesoam.* [Internet]. 30 de abril de 2017 [consultado el 13 de febrero de 2024];28(2):357-70. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/25945>

63. Echeverri Zuluaga J. J. , Restrepo L. F. Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia - Colombia. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. 2009;6(1):50-57. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69514350008>
64. Galvis RD, Múnera EA, Marín AM. Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción. Rev Colomb Cienc Pecu. 2005;18(3):228-39. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902005000300004&lng=en&tlng=es
65. Berry DP, Buckley F. Asociaciones genéticas y fenotípicas entre el tamaño corporal y la producción de leche en ganado lechero. J ciencia láctea. 2022;105(8):6801-13.
66. Toledo Alvarado Hugo O., Ruiz López Felipe de Jesús, Vásquez Peláez Carlos G., Berruecos Villalobos José M., Elzo Mauricio A.. Parámetros genéticos para producción de leche de ganado Holstein. Rev. mex. de cienc. pecuarias [revista en la Internet]. 2014 Dic [citado 2024 Ago 18] ; 5(4): 443-457. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000400005&lng=es.
67. Botero A, Luz, & Rodríguez M, David. (2006). COSTO DE PRODUCCIÓN DE UN LITRO DE LECHE EN UNA GANADERÍA DEL SISTEMA DOBLE PROPÓSITO, MAGANGUÉ, BOLÍVAR. Revista MVZ Córdoba , 11 (2), 806-815. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000200005&lng=en&tlng=es.