



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL
PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE
LECHE EN LAS PARROQUIAS PASTOCALLE - TANICUCHÍ.”**

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

AUTORA:

Paneluisa Chulca Dayana Paola

TUTORA:

Simancas Racines Alison Cristina

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Paneluisa Chulca Dayana Paola, con cédula de ciudadanía No. 1750105106, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LAS PARROQUIAS PASTOCALLE - TANICUCHÍ.**”, siendo la Médica Veterinaria, Mg. Alison Cristina Simancas Racines, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 17 de febrero del 2025

Dayana P. Paneluisa

Dayana Paola Paneluisa Chulca

C.C: 1750105106

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 **PANELUISA CHULCA DAYANA PAOLA**, identificada con cédula de ciudadanía **1750105106** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LAS PARROQUIAS PASTOCALLE - TANICUCHÍ**”, 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 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 - Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024 Tutora:

MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LAS PARROQUIAS PASTOCALLE - TANICUCHÍ**”

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

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

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

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

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de febrero del 2025.



Dayana Paola Paneluisa Chulca

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LAS PARROQUIAS PASTOCALLE - TANICUCHÍ”, de Paneluisa Chulca Dayana Paola, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa

Latacunga, 17 de febrero del 2025



MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

C.C: 0503001000

DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Paneluisa Chulca Dayana Paola, con el título del Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LAS PARROQUIAS PASTOCALLE - TANICUCHÍ”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 17 de febrero del 2025



Dr. Jorge Washington Armas Cajas, Mg.

C.C: 0501556450

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Dr. Rafael Alfonso Garzón Jarrín, Ph.D.

CC: 0501097224

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Dr. Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza, Mg.

CC: 0501880132

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por haberme dado la salud, la vida y la fortaleza necesaria para cumplir este objetivo. A lo largo de este proceso académico, su presencia ha sido mi guía y mi refugio en los momentos de incertidumbre y dificultad. Sin sus bendiciones, este camino habría sido aún más difícil de transitar. A Él le debo este triunfo y cada paso que me ha acercado a cumplir mis sueños.

A mi padre Luis Gonzalo, por su amor inagotable por su princesa. Su apoyo incondicional ha sido mi mayor fortaleza para nunca rendirme ante cualquier desafío. Sus consejos han sido mi mayor fuente de inspiración, brindándome la fortaleza necesaria para seguir adelante en cada etapa de mi vida. En los momentos más difíciles, cuando las dudas y el cansancio intentaban hacerme caer, su apoyo me sostuvo y me recordó que soy capaz de superar cualquier obstáculo. Su confianza en mí ha sido un pilar esencial en este camino, dándome la seguridad para creer en mis propias capacidades y seguir luchando por mis sueños.

A mi madre María Olimpia, por ser un verdadero ejemplo de esfuerzo, dedicación y valentía. Sus palabras de aliento han sido un refugio en los momentos más difíciles, dándome la fuerza necesaria para no rendirme y seguir adelante con fe y confianza en mí misma. Su sacrificio ha sido mi mayor fuente de inspiración, motivándome a dar siempre lo mejor de mí. Gracias por inculcarme valores como el respeto y la humildad.

Finalmente, agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi ya sus docentes por todos los conocimientos, tanto teóricos como prácticos, que me brindaron a lo largo de mi formación como Médica Veterinaria.

Dayana Paola Paneluisa Chulca

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis padres Luis y Olimpia, que, con su esfuerzo y sacrificio, he podido llegar hasta aquí, quienes han confiado en mí desde el primer día y han sido mi mayor fuente de inspiración. A mis hermanos Yajaira y Alexis, quienes, con su amor han sido una parte fundamental en mi vida, a pesar de los desafíos, su presencia me ha dado fuerza para salir adelante, recordándome que nunca estoy sola. A Dios, por cuidarme en las noches en las cuales tuve que esforzarme en el transcurso de mi carrera.

A cada uno de ellos, quienes no solo me brindaron su cariño, cuidado y apoyo, sino que también me inculcaron principios, valores y un espíritu de superación, que me han permitido convertirme en una mejor persona. Sin su presencia constante en mi vida, no habría podido completar esta etapa con éxito. Este logro alcanzado es también de ustedes.

También, quiero dedicarme a mí misma por el esfuerzo y la perseverancia que puse en este camino. Por encontrar la fuerza necesaria para superar cada obstáculo, por mantener la paciencia en los momentos difíciles y por mi determinación para no rendirme cuando todo parecía cuesta arriba. Este logro es el resultado de mi constancia, disciplina y amor propio. Me valoro y me celebro, porque hoy puedo ver con orgullo que todo el esfuerzo valió la pena.

Dayana Paola Paneluisa Chulca

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

TÍTULO: “ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN LAS PARROQUIAS PASTOCALLE - TANICUCHÍ.”

Autora:

Paneluisa Chulca Dayana Paola

RESUMEN

La producción lechera en Ecuador, especialmente en la provincia de Cotopaxi es una actividad clave que involucra a pequeños y medianos productores, quienes enfrentan desafíos como baja productividad, dificultades de comercialización y acceso ilimitado a tecnologías. Estos retos limitan el potencial de cada parroquia afectando la rentabilidad y sostenibilidad. El objetivo principal de este proyecto de investigación es evaluar la rentabilidad del índice de selección de programa de mejoramiento genético aplicado en bovinos de leche en las parroquias Pastocalle - Tanicuchí, analizando su impacto en la eficiencia productiva y la viabilidad económica a largo plazo de los productores. Por ello, se realizaron visitas de campo en los predios, donde se recopilaban datos de 116 bovinos pertenecientes a 15 productores. Se registraron variables cualitativas, como la docilidad y el estado reproductivo de los animales; así mismo variables cuantitativas, como ganancia diaria de peso, producción lechera y densidad de la leche, así como los costos de producción. Se cuantificaron bajas tasas de preñez, con solo 24 vacas de un total de 62 animales adultos, lo que sugiere la necesidad de optimizar la eficiencia reproductiva, de igual manera se observó el predominio notable de 83% de animales dóciles, lo que es favorable para las prácticas de manejo. El análisis de las variables cuantitativas se realizó utilizando la aplicación del método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), permitiendo estimar los valores genéticos y determinar la respuesta a la selección. Por lo que, se obtuvo una notable variabilidad en la ganancia diaria de peso, con valores máximos de 400.79 g/día y mínimos de -310.26 g/día, lo que evidencia tanto las diferencias genéticas entre los animales como la influencia del manejo y la alimentación. En cuanto a la producción lechera, se registraron valores que alcanzan hasta 5381.10 kg/lactancia en 305 días, indicando un alto potencial productivo en algunos animales. Además, el análisis económico reflejó que el costo promedio de producción de un litro de leche en Pastocalle fue de \$0.18 ctvs. y en Tanicuchí de \$0.19 ctvs., con un precio de venta promedio de \$0.40 y \$0.41 ctvs., respectivamente, lo que indica que, a pesar de los desafíos en la producción, la actividad lechera sigue siendo rentable. Esto evidencia que la implementación del mejoramiento genético influye positivamente en la rentabilidad de la producción lechera, al incrementar la eficacia y reducir los costos.

Palabras clave: Bovinos de leche, mejoramiento genético, fenotipos, índice de selección, costos de producción.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: 'PROFITABILITY ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAMME FOR DAIRY CATTLE IN THE PARISHES OF PASTOCALLE - TANICUCHÍ'.

Author:

Paneluisa Chulca Dayana Paola

ABSTRACT

Dairy production in Ecuador, especially in the province of Cotopaxi, is a key activity involving small and medium producers, who face challenges such as low productivity, marketing difficulties and unlimited access to technologies. These challenges limit the potential of each parish, affecting profitability and sustainability. The main objective of this research project is to evaluate the profitability of the selection index of the genetic improvement program applied to dairy cattle in the Pastocalle - Tanicuchí parishes, analyzing its impact on the productive efficiency and long-term economic viability of the producers. Therefore, field visits were made to the farms, where data was collected from 116 cattle belonging to 15 producers. Qualitative variables such as docility and reproductive status of the animals were recorded, as well as quantitative variables such as daily weight gain, milk production and milk density, and production costs. Low pregnancy rates were quantified, with only 24 cows out of a total of 62 adult animals, suggesting the need to optimize reproductive efficiency, as well as a remarkable predominance of 83% docile animals, which is favorable for management practices. The analysis of the quantitative variables was carried out using the BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) method, allowing the genetic values to be estimated and the response to selection to be determined. Thus, a remarkable variability in daily weight gain was obtained, with maximum values of 400.79 g/day and minimum values of -310.26 g/day, which shows both the genetic differences between animals and the influence of management and feeding. Regarding milk production, values reaching up to 5381.10 kg/lactation in 305 days were recorded, indicating a high productive potential in some animals. In addition, the economic analysis showed that the average cost of production of a liter of milk in Pastocalle was \$0.18 ctvs. and in Tanicuchí \$0.19 ctvs., with an average selling price of \$0.40 and \$0.41 ctvs. respectively, indicating that, despite the challenges in production, the dairy activity is still profitable. This is evidence that the implementation of genetic improvement positively influences the profitability of dairy production by increasing efficiency and reducing costs.

Keywords: Dairy cattle, Genetic improvement, Phenotypes, Selection index, Production costs.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. BENEFICIARIOS	3
3.1 Directos:	
.....	
3	
3.2 Indirectos:	
.....	
3	
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo	general:
.....	
5	
5.2 Objetivos	específicos:
.....	
5	
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
7.1 Estado actual de la industria lechera en Ecuador.	
.....	
7	
7.1.1 Producción total de leche en el país.	
.....	
7	

7.1.2	Principales regiones productoras.	8
7.1.3	Impacto económico de la industria lechera.	8
7.1.4	Producción de leche en las Parroquias de Pastocalle-Tanicuchí.	9
7.2	Elementos que afectan la producción de leche.	9
7.2.1	Manejo del ganado.	9
7.2.2	Calidad y disponibilidad del alimento.	10
7.2.3	Factores Ambientales	10
7.2.4	Salud y bienestar animal.	10
7.3	Aspectos genéticos en la producción lechera.	11
7.3.1	Heredabilidad de caracteres productivos.	11
7.3.2	Genotipo y fenotipo.	11
7.3.3	Principales razas lecheras en Ecuador.	11
7.3.4	Programas de mejoramiento genético.	12
7.4	Modelos de producción de leche.	12
7.4.1	Sistemas de estabulación.	12
7.4.2	Pastoreo y manejo extensivo.	13
7.4.3	Producción semi-intensiva.	13

7.4.4	Sostenibilidad de los sistemas de producción.	13
7.5	Prevención y manejo de enfermedades en el ganado lechero.	14
7.5.1	Principales enfermedades.	14
7.5.2	Protocolos de vacunación y desparasitación.	14
7.5.3	Impacto de las enfermedades en la producción.	15
7.6	Programas de mejoramiento genético en la industria lechera.	15
7.6.1	Métodos de mejoramiento (BLUP, selección genómica).	15
7.6.2	Evaluación Genética	16
7.7	Análisis de los costos asociados a la producción de leche	16
7.7.1	Costos fijos y variables.	16
7.7.2	Análisis de rentabilidad.	16
7.7.3	Estrategias para la reducción de costos.	17
7.8	Criterios de selección genética en el ganado lechero.	17
7.8.1	Índices de selección.	17
7.8.2	Valor genético y respuesta a la selección.	17
7.8.3	Correlaciones genéticas entre diferentes características.	18
7.9	Principales Factores Identificados en los Predios de los Productores de PastocalleTanicuchi.	18

7.9.1	Ganancia Diaria de Peso (GDP).	18
7.9.2	Altura a la cruz.	18
7.9.3	Densidad de la leche.	19
7.9.4	Producción de Leche	305. 19
7.9.5	Días abiertos.	19

8. HIPÓTESIS 20

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 20

9.1	Áreas de investigación	20
9.2	Duración de la investigación	21
9.3	Tipo de investigación	21
9.4	Verificación de cada uno de los predios	21
9.5	Población de estudio	22
9.6	Análisis Económico	23
9.6.1	Costos de producción	23
9.7	Recolección de Datos	24
9.7.1	Pesaje	24

9.7.2	Altura a la Cruz.....	24
9.7.3	Densidad y Temperatura de la Leche	24
9.8	Calendario Sanitario	24
9.8.1	Desparasitación y Vitaminización	24
9.8.2	Vacunación	25
9.9	Manejo Reproductivo	26
9.9.1	Chequeos Ginecológicos e Inseminación Artificial	26
9.10	Pesos Económicos	27
9.11	Tabulación del Desarrollo de Índices de Selección	27
9.11.1	Promedio de la Ganancia Diaria de Peso.....	27
9.11.2	Promedio de la Altura a la Cruz	28
9.11.3	Promedio de la Producción de leche.....	28
9.11.4	Promedio de la densidad de leche.....	29
9.11.5	Promedio de los Días Abiertos	29
9.11.6	Ejecución de los datos en el (BLUP) Best Linear Unbiased predictor	29

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 30

10.1	Variables Cualitativas	30
------	------------------------------	----

10.1.1	Estado	Reproductivo	30
10.1.2	Docilidad		32
10.2	Ganancia	Diaria de	Peso 33
10.2.1	Estimación	del	Fenotipo 33
10.2.2	Estimación	del Valor Genético	(EBV) 34
10.2.3	Respuesta	a la	Selección 35
10.3	Lactancia	305	Días 36
10.3.1	Estimación	del	Fenotipo 36
10.3.2	Estimación	del Valor Genético	(EBV) 37
10.3.3	Respuesta	a la	Selección 38
10.4	Densidad	de la	Leche 39
10.4.1	Estimación	del	Fenotipo 39
10.4.2	Estimación	del Valor Genético	(EBV) 40
10.4.3	Respuesta	a la	Selección 41
10.5	Días		Abiertos 42
10.6	Valores		Económicos 43
10.6.1	Costos	de	Producción 43

10.6.1.1	Producción mensual de leche de cada Predio.	45
10.6.1.2	Precio de venta de litro de leche de cada productor.	46
10.6.1.3	Gastos de producción de leche	47
10.7	Rentabilidad del Proyecto	47
10.8	Simulaciones en base a la respuesta a la selección	48
11. IMPACTOS DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO		49
11.1	Impacto Técnico	49
11.2	Impacto Social	49
11.3	Impacto Ambiental	49
11.4	Impacto Económico	50
12. CONCLUSIONES		50
13. RECOMENDACIONES		51
14. BIBLIOGRAFÍAS		52
15. ANEXOS		63
ÍNDICE DE TABLAS		
Tabla 1.	Estructura de cada una de las actividades en función a los objetivos.	6
Tabla 2.	Cantidad de animales que tiene cada productor.	22
Tabla 3.	Número de animales por clasificación del estado reproductivo.	30
Tabla 4.	Total de animales dóciles por categorías.	32
Tabla 5.	Mejores animales en Ganancia Diaria de Peso.	36
Tabla 6.	Mejores animales en Lactancia 305 Días.	39
Tabla 7.	Mejores animales en Densidad de Leche.	42
Tabla 8.	Costos de Producción de la Parroquia de Pastocalle.	43
Tabla 9.	Costos de Producción de la Parroquia de Tanicuchí.	44
Tabla 10.	Datos para obtener las simulaciones para la respuesta a la selección.	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS	
Gráfico 1. Mapa Satelital de las parroquias Pastocalle - Tanicuchí	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 2. Estadística del Estado reproductivo los predios	32
Gráfico 3. Estadística de la Docilidad de los bovinos	33
Gráfico 4. Estadística del Fenotipo de la Ganancia Diaria de Peso por categorías de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí	34
Gráfico 5. Estadística de la Estimación del valor Genético de la Ganancia Diaria de peso por categorías de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí	35
Gráfico 6. Estadística de la Respuesta a la Selección de la Ganancia Diaria de Peso por categorías de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí	36
Gráfico 7. Estadística del Fenotipo para la Lactancia de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.	37
Gráfico 8. Estadística de la Estimación del valor Genético para la Lactancia de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí	38
Gráfico 9. Estadística de la Respuesta a la Selección para la Lactancia de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí	39
Gráfico 10. Estadística del Fenotipo de la Densidad de las Pastocalle-Tanicuchí	41
Gráfico 11. Estadística de la Estimación del Valor Genético para la Densidad de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí	41
Gráfico 12. Respuesta a la Selección para la Densidad de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.	43
Gráfico 13. Estadística de los Días Abiertos de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí	44
Gráfico 14. Producción de leche de cada productor	47
Gráfico 15. Precio de venta de leche en la parroquia de Pastocalle-Tanicuchí	48
Gráfico 16. Gastos de Producción de Leche.	47

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Análisis de rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en las parroquias Pastocalle - Tanicuchí.

Fecha de inicio: Septiembre 2024

Fecha de finalización: Febrero 2025

Lugar de ejecución: Parroquias Pastocalle - Tanicuchí, Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Implementación de un programa de mejoramiento genético sostenible en bovinos en la provincia de Cotopaxi. **Equipo de Trabajo:**

Estudiante: Paneluisa Chulca Dayana Paola (Anexo No.1) **Tutora:**

MVZ. Simancas Racines Alison Cristina, Mg. (Anexo No.2)

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

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

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, la producción lechera es vital para generar empleo para aproximadamente 1,3 millones de personas, la mayor parte de ésta se distribuye entre pequeños y medianos productores que contribuyen con el 65% de la producción total de leche. En el año 2021, la producción diaria de leche alcanzó los 5,70 millones de litros, distribuyéndose principalmente con un 74,85% destinado a la venta en estado líquido, un 16,39% procesado localmente, un 6,76% destinado al consumo de terneros, y un 2% utilizado para alimentación y otros fines (1). En cuanto al ganado bovino, Latacunga alberga 74,550 cabezas, representando el 1,7% del total nacional, el 4,1% en la región sierra y el 31,8% a nivel provincial. Del total de ganado bovino, el 75% son hembras, con un 46% de vacas, un 16% de vaconas y un 13% de terneras; mientras que el 25% restante son machos, incluyendo un 7% de toros, un 8% de toretes y un 10% de terneros (2).

A lo largo del tiempo, la genética de los bovinos ha evolucionado mediante cruzamientos entre diferentes razas, buscando mejorar la productividad, rusticidad y adaptabilidad a distintas regiones. Este proceso ha dado lugar a la creación de animales multirraciales conocidos como mestizos, donde, en el cantón Latacunga las características productivas, especialmente la producción de leche, han mostrado un declive. Paralelamente, los índices de selección han seguido mejorando gracias al avance de nuevas tecnologías y la disponibilidad de información. Los reproductores importados se seleccionan según su fenotipo, pruebas de progenie o análisis genómicos, evaluados bajo diversas condiciones ambientales (3).

El sector ganadero y lácteo es crucial para la economía nacional por su fuerte impacto en la generación de empleo, tanto directo como indirecto, siendo históricamente una fuente estable de ingresos para los pequeños productores. En Pastocalle, la recolección de leche se lleva a cabo directamente en las parcelas familiares, con precios que oscilan entre 0,25 y 0,40 ctvs. por litro, dependiendo de la accesibilidad de los caminos, siendo más altos cerca de las vías principales. Se estima que la producción diaria de leche en esta zona supera los 8,000 litros (4). Por otro lado, en la parroquia de Tanicuchí, se destaca un significativo número de bovinos, alcanzando un total de 5,667 animales, principalmente orientados a la producción lechera con 10 a 18 litros diarios por animal, promediando alrededor de 14 litros diarios por vaca (5).

Esta investigación se enfoca en los pequeños y medianos productores de bovinos de leche de la parroquia de Pastocalle - Tanicuchí, donde la ganadería lechera desempeña un papel crucial como fuente de ingresos estable y generadora de empleo local. En el cual, al implementar programas de mejoramiento genético puede potenciar la eficiencia y productividad, así como en la calidad de la leche y el bienestar animal; aumentando así los ingresos de los productores y asegurando el sustento de muchas familias en la parroquia debido a que enfrentan diversos desafíos, como acceso limitado a tecnologías modernas, dificultades en la comercialización de sus productos y fluctuaciones en los precios del mercado.

Gracias a este estudio, lo que se busca es proporcionar a los productores información valiosa y recomendaciones prácticas para mejorar sus métodos de producción. Los hallazgos de esta investigación podrán aplicarse en la implementación de programas de apoyo técnico y financiero dirigidos a los pequeños productores, contribuyendo así al conocimiento existente sobre el impacto del mejoramiento genético en la ganadería lechera.

3. BENEFICIARIOS

3.1 Directos:

- Pequeños y medianos productores asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche (UTCgen) de la parroquia Pastocalle - Tanicuchí, de diferentes barrios seleccionados.

3.2 Indirectos:

- Ganaderos productores de leche de bovinos de la parroquia Pastocalle - Tanicuchí.
- Estudiantes, principales investigadores del proyecto para el requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La producción lechera se concentra en la región Sierra o interandina ecuatoriana, principalmente en la provincia de Pichincha, la cual produce 1.085.747 litros de leche diarios, aproximadamente, lo que representa cerca del 19 % de la producción total, con un rendimiento promedio de 11,27 litros/ vaca. Cotopaxi es la tercera provincia que más produce leche a nivel nacional con un total de más de 600 mil litros por día (1). La crianza de ganado para producción de leche y carne se practica tanto en la costa como en la sierra por pequeños, medianos y grandes productores. En la Provincia de Cotopaxi, los ganaderos enfrentan desafíos significativos como la baja productividad y rentabilidad debido al escaso apoyo gubernamental y a problemas de infraestructura. La falta de tecnología y asistencia técnica adecuada, así como las dificultades de acceso al crédito y al mercado, obliga a los ganaderos a depender de intermediarios para la venta de sus productos, quienes también controlan los precios (6).

La calidad de la leche es crucial para la rentabilidad de los ganaderos en la parroquia rural de Pastocalle, Cotopaxi. Existe una relación directa entre la calidad de la leche y la rentabilidad, por lo que, hay mejores precios y mayor rentabilidad para la leche de calidad superior, mientras que la leche de calidad inferior enfrenta precios competitivos o riesgo de rechazo sin compensación. Los principales problemas que afectan la rentabilidad incluyen alta acidez, alto contenido bacteriano, presencia de antibióticos y contaminación del agua. Para mejorar la calidad, se sugieren Buenas Prácticas de Ordeño (BPOs) y capacitación adecuada. Es crucial evaluar la eficiencia de los sistemas de producción lechera, considerando problemas como intervalos de parto prolongados (más de 450 días), baja natalidad, crecimiento lento y alta mortalidad en la recría debido a parasitismo y enfermedades (7).

Además, la carencia de registros genealógicos y de datos de producción adecuados representa un desafío común en la mayoría de las granjas, lo cual dificulta la estimación de parámetros genéticos y limita el progreso genético. Los métodos principales para aumentar la productividad incluyen los cruzamientos y la selección, que permiten mejorar de manera efectiva el rendimiento. Evaluar los efectos de los cruzamientos ayuda a prever el comportamiento productivo esperado en diversas combinaciones genéticas y a establecer estrategias para seleccionar reproductores basadas en su valor genético aditivo, evitando sesgos causados por la heterosis y la recombinación en poblaciones multirraciales. Esto posibilita a los criadores

integrar animales con alto mérito genético en sus rebaños, centrando sus esfuerzos en mejorar las características económicas productivas según sus necesidades y preferencias específicas (8).

La escasa información y difusión entre los pequeños productores acerca de las prácticas de mejoramiento genético ha limitado el desarrollo productivo del sector ganadero. Esto se debe principalmente al desconocimiento de la relación costo-beneficio, lo cual tiene un impacto directo en la continuidad de las prácticas tradicionales de producción y reproducción. Como consecuencia, se comercializan productos de calidad inferior, se prolonga el tiempo de producción y se obtiene una rentabilidad reducida. En el ámbito de los estudios genéticos, se subraya la importancia de identificar y seleccionar cuidadosamente a los mejores animales para que puedan ser utilizados como progenitores en las generaciones futuras (9).

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar si el índice de selección utilizado en el programa de mejoramiento genético de bovinos de leche en las parroquias Pastocalle - Tanicuchí es rentable. El cual, se pretende evaluar cómo este índice afecta la productividad y la rentabilidad de los pequeños productores que participan, considerando aspectos como la eficiencia reproductiva, la calidad genética del ganado y los costos asociados. El estudio busca determinar si la implementación del índice de selección contribuye significativamente a mejorar la sostenibilidad económica y productiva del sector ganadero en dichas parroquias. Por lo tanto, es crucial evaluar la rentabilidad de los índices de selección de los reproductores para asegurar la sostenibilidad de las explotaciones lecheras familiares.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general:

Analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en las parroquias Pastocalle - Tanicuchí.

5.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el valor genético de los fenotipos seleccionados dentro de las parroquias Pastocalle - Tanicuchí.
- Determinar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa de mejoramiento genético en cada parroquia.

- Proponer mediante escenarios económicos la respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Tabla 1. Estructura de cada una de las actividades en función a los objetivos.

	<i>Actividad</i>	<i>Resultado de la actividad</i>	<i>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</i>
Objetivo 1			
Evaluar el valor genético de los fenotipos seleccionados dentro de las parroquias Pastocalle - Tanicuchí.	- Toma de datos fenotípicos de las vacas de cada predio, como:	- Análisis sobre las variables cuantitativas en cada una de las parroquias.	Uso de la cintabovinométrica y lactodensímetro Base de datos con información sobre el rendimiento de cada vaca.
	□ F. morfológicos: Peso y altura a la cruz	- Determinación de los animales con mayor valor genético en cada uno de los rasgos.	Tabulación y gráficos
	□ F. productivos: Producción de leche, Densidad de la leche		Evaluación estadística aplicando el método BLUP.
	□ F. reproductivos: Días Abiertos		
	□ F. económicos: Costos de producción		
	□		
Objetivo 2			
	<i>Actividad</i>	<i>Resultado de la actividad</i>	<i>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</i>

<p>Determinar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa de mejoramiento genético en cada parroquia.</p>	<p>Cálculo de cada característica fenotípica. Llevar a cabo un análisis económico para evaluar el impacto financiero de cada característica elegida.</p>	<p>- Obtención de valores económicos. - Elegir animales que optimicen la rentabilidad del programa de mejoramiento.</p>	<p>- Base de Datos en Excel tanto de las variables cuantitativas y de los datos de los Costos de producción.</p>
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
<p>Proponer mediante escenarios económicos la respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético.</p>	<p>- Recopilar información sobre los costos de producción, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precio de la leche • Alimentación • Manejo Estimar la ganancia genética de cada fenotipo, tomando en cuenta los pesos económicos asignados. 	<p>Identificación de los escenarios con mayor riesgo y las oportunidades para optimizar la rentabilidad.</p>	<p>- Base de Datos Económicos realizada en Excel</p>

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Estado actual de la industria lechera en Ecuador.

7.1.1 Producción total de leche en el país.

La producción total de leche ha mostrado un crecimiento significativo en los últimos años, alcanzando aproximadamente 5,7 millones de litros diarios en el 2023. Este aumento es

fundamental para satisfacer la demanda interna y mejorar la seguridad alimentaria. Sin embargo, a pesar de este crecimiento, el consumo per cápita de leche sigue siendo bajo, alrededor de 114 litros anuales, lo que está por debajo de las recomendaciones de organismos internacionales como la OMS y la FAO. Este fenómeno se debe a varios factores, incluyendo la falta de educación nutricional y la informalidad del sector lácteo (10).

El sector lechero no solo es crucial para la alimentación, sino que también representa una fuente importante de ingresos para muchas familias en Ecuador. Se estima que genera cerca de USD 1,088 millones anuales y proporciona empleo a más de 1,2 millones de personas. La producción se concentra principalmente en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Manabí, que juntas representan más del 60% de la producción total del país. Esto indica que el desarrollo del sector lácteo es vital no solo para la economía local, sino también para el bienestar social (11).

7.1.2 Principales regiones productoras.

Son predominantemente las áreas rurales de la Sierra y la Costa. La provincia de Pichincha lidera la producción con aproximadamente 758,503 litros diarios, seguida por Cotopaxi y Manabí. Estas provincias han desarrollado sistemas agroindustriales modernos que incluyen mejoras en las técnicas de ordeño y manejo del ganado, lo que ha permitido aumentar la eficiencia y productividad (12).

Según datos de 2022, la provincia de Manabí tiene la mayor cantidad de cabezas de ganado bovino en el país, con 805.455 animales, lo que representa el 20,9% del total nacional. Le sigue la provincia de Pichincha, con aproximadamente 306.000 cabezas de ganado. A nivel nacional, la producción diaria de leche alcanzó los 5,5 millones de litros, con un rendimiento promedio de 6,8 litros por vaca. Pichincha contribuye con el 18,7% de la producción total del país (13).

Además, estas regiones no solo se destacan por su producción lechera, sino también por su tradición ganadera. En particular, Pichincha ha implementado prácticas innovadoras que han mejorado tanto la calidad como la cantidad del producto final. La diversidad climática y geográfica contribuye a una amplia variedad de sistemas productivos que se adaptan a las condiciones locales, lo que resulta en una producción láctea robusta y sostenible (14).

7.1.3 Impacto económico de la industria lechera.

La industria lechera tiene un impacto económico significativo, representando el 6.4% del PIB agropecuario y cerca del 0.6% del PIB nacional. Este sector no solo proporciona productos esenciales como leche, queso y yogur, sino que también es fundamental para la economía rural al generar empleo directo e indirecto para más de 1,5 millones de personas (15).

La producción láctea contribuye a mejorar los ingresos familiares y a reducir la pobreza en las zonas rurales. Sin embargo, el sector enfrenta retos importantes como la informalidad y la fluctuación en los precios del mercado. A pesar de estos desafíos, existen oportunidades para mejorar la productividad a través de programas de capacitación y tecnificación. La promoción del consumo interno también es crucial para fortalecer el mercado local y garantizar un ingreso estable para los productores (13).

7.1.4 Producción de leche en las Parroquias de Pastocalle-Tanicuchí.

En la parroquia de Pastocalle y Tanicuchí, la producción láctea es una actividad predominante que se realiza como mecanismo de ahorro para sus hogares, que involucra a pequeños productores con un promedio de dos a tres cabezas de ganado que producen aproximadamente 20 litros diarios de leche. Esta leche se destina tanto al consumo familiar como a la venta, y las familias que carecen de suficiente leche la adquieren comprándola o recibiendo donaciones de vecinos. La disponibilidad de pastos es crucial para aumentar la producción de esta, aunque algunas áreas de la parroquia carecen de ellos, lo que obliga a los productores a comprar alimento para sus animales o a intercambiar trabajo por pastos. La comercialización de la leche se realiza principalmente a través de intermediarios que compran directamente a los productores y la venden a pequeñas empresas lácteas ubicadas en la provincia (6).

Los productores de estas parroquias enfrentan varios retos significativos como el acceso limitado a financiamiento, falta de tecnificación y volatilidad en los precios del mercado. Estos desafíos impactan directamente en la capacidad de los pequeños productores para competir con las grandes industrias lácteas (13). Además, el establecimiento del Observatorio Lácteo busca recopilar datos relevantes que ayuden a entender mejor las dinámicas del sector y facilitar decisiones informadas sobre políticas públicas y estrategias comerciales. Con un enfoque adecuado en innovación y sostenibilidad, estas parroquias tienen el potencial para convertirse en un referente dentro de la industria lechera ecuatoriana (11).

7.2 Elementos que afectan la producción de leche.

7.2.1 Manejo del ganado.

El manejo adecuado del ganado bovino es fundamental para optimizar la producción y garantizar la salud de los animales. Según un estudio reciente, el manejo integral incluye prácticas que abarcan la alimentación, sanidad y bienestar animal, las cuales son esenciales para maximizar la eficiencia productiva en los sistemas de producción. Se ha observado que los sistemas de manejo que combinan técnicas de pastoreo y estabulación pueden mejorar significativamente la productividad, adaptándose a las condiciones agroecológicas específicas de cada región. Además, un manejo adecuado permite ofrecer raciones alimenticias de alto valor nutritivo durante la mayor parte del año, lo que contribuye a mantener la salud y el rendimiento del ganado (16).

7.2.2 Calidad y disponibilidad del alimento.

Un estudio destaca que la nutrición adecuada no solo se refiere a proporcionar suficiente cantidad de alimento, sino también a asegurar que este sea equilibrado en términos de energía, proteínas, minerales y vitaminas. Los bovinos lecheros requieren una dieta específica que incluya forrajes de alta calidad y suplementos nutricionales para maximizar su producción láctea. La falta de nutrientes esenciales puede llevar a una disminución en la producción y calidad de la leche, afectando directamente la rentabilidad del negocio. Además, es importante considerar que la disponibilidad estacional de forraje puede influir en los rendimientos productivos. En épocas de sequía, los productores deben recurrir a alternativas como heno o ensilaje para asegurar una alimentación adecuada para sus animales (17).

7.2.3 Factores Ambientales

Se destaca que las condiciones climáticas y geográficas de Ecuador afectan significativamente el rendimiento del ganado. En particular, se ha observado que las variaciones en temperatura y humedad pueden influir tanto en la salud animal como en su capacidad productiva. Por ejemplo, temperaturas extremas pueden provocar estrés térmico en las vacas, lo que resulta en una disminución en la producción de leche. Asimismo, el manejo adecuado del ambiente donde se cría el ganado es vital para garantizar su bienestar. Por lo tanto, los productores deben ser conscientes de cómo las condiciones ambientales impactan sus operaciones y buscar soluciones adaptativas para optimizar la producción (18).

7.2.4 Salud y bienestar animal.

Estos aspectos son fundamentales para garantizar una producción lechera sostenible y rentable. Un enfoque integral hacia la sanidad incluye medidas preventivas como vacunaciones regulares, desparasitaciones y un monitoreo constante del estado físico del ganado. La implementación de buenas prácticas sanitarias no solo mejora la salud individual de cada animal, sino que también reduce el riesgo de brotes de enfermedades dentro del hato (19).

Además, el bienestar animal está estrechamente relacionado con las condiciones de manejo a las que están expuestos los bovinos. Proporcionar un ambiente adecuado, con suficiente espacio, acceso a agua limpia y condiciones confortables, es esencial para mantener altos niveles de bienestar. Un ganado sano y bien tratado tiende a ser más productivo, lo que se traduce en una mayor eficiencia económica para los productores (20).

7.3 Aspectos genéticos en la producción lechera.

7.3.1 Heredabilidad de caracteres productivos.

En el contexto del ganado bovino lechero, estudios recientes han estimado la heredabilidad de varios caracteres productivos, como la producción de leche, que se ha reportado con valores que varían entre 0.25 y 0.62 dependiendo del sistema de manejo y las condiciones ambientales. Estos valores indican que una parte significativa de la variación en la producción de leche puede ser explicada por factores genéticos, lo que sugiere que la selección genética puede ser una estrategia efectiva para mejorar la productividad en rebaños lecheros (21).

Además, se ha observado que la heredabilidad también varía según las características específicas analizadas. Por ejemplo, características como el contenido de grasa y proteína en la leche presentan heredabilidades similares, mientras que otros rasgos como la resistencia a enfermedades tienen heredabilidades más bajas (22).

7.3.2 Genotipo y fenotipo.

El genotipo se refiere a la composición genética específica de un organismo, mientras que el fenotipo es la expresión observable de esa genética en interacción con el ambiente. En bovinos lecheros, el estudio del genotipo y fenotipo es crucial para entender cómo las características deseables pueden ser seleccionadas y mejoradas (8).

Un enfoque práctico para estudiar esta relación se basa en modelos mixtos que analizan las correlaciones entre diferentes rasgos fenotípicos y sus respectivas bases genéticas. Esto sugiere que, al seleccionar por un rasgo específico, se pueden tener implicaciones no deseadas en otros, lo cual resalta la importancia de un enfoque integral (22).

7.3.3 Principales razas lecheras en Ecuador.

Ecuador cuenta con diversas razas lecheras adaptadas a sus condiciones climáticas y geográficas. Entre las más destacadas se encuentran la raza Holstein, Jersey y Brown Swiss. La raza Holstein es reconocida por su alta producción de leche y su capacidad para adaptarse a diferentes sistemas de manejo. Por otro lado, la Jersey es valorada por su calidad de leche, especialmente en términos de contenido graso y proteico (8).

Los programas de mejoramiento genético en Ecuador han comenzado a enfocarse en estas razas para maximizar su potencial productivo. Un estudio reciente identificó que los cruces entre razas locales y extranjeras han permitido mejorar no solo la cantidad sino también la calidad del producto final. Este enfoque hacia las razas lecheras adecuadas es crucial para asegurar un suministro sostenible y competitivo en el mercado local e internacional (21).

7.3.4 Programas de mejoramiento genético.

En Cotopaxi, los programas de mejoramiento genético para bovinos lecheros han sido impulsados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) mediante diversas iniciativas. Uno de los enfoques clave ha sido la inseminación artificial, que ha permitido el nacimiento de crías con características genéticas superiores. Este método se implementa utilizando semen congelado de sementales de alta calidad, lo que busca aumentar la producción lechera en pequeños y medianos ganaderos de la región (23).

Además, el MAGAP ha introducido vaconas chilenas de razas como Holstein Friesian y Kiwi Cross, que son reconocidas por su alta capacidad de producción de leche, entre 25 y 30 litros diarios. Este plan no solo busca mejorar los índices productivos y reproductivos del ganado, sino también revitalizar la economía local al proporcionar a los productores herramientas para aumentar tanto la cantidad como la calidad de su producción láctea. Con una inversión considerable, este programa ha beneficiado a numerosos ganaderos en Cotopaxi, fortaleciendo la cadena productiva y promoviendo prácticas más sostenibles en la industria láctea (24).

7.4 Modelos de producción de leche.

7.4.1 Sistemas de estabulación.

La estabulación en la ganadería bovina se refiere a la práctica de mantener a los animales en un espacio cerrado, donde reciben alimentación y cuidados controlados. Este sistema permite optimizar la producción al proporcionar forrajes de alta calidad y suplementos nutricionales, lo que resulta en un crecimiento más eficiente del ganado. Sin embargo, implementar un sistema de estabulación efectivo presenta desafíos significativos, especialmente en términos de educación y capacitación técnica. Esto no solo mejora sus competencias laborales, sino que también contribuye al desarrollo sostenible del sector lechero en Ecuador. La integración de métodos pedagógicos adecuados es crucial para asegurar que los conocimientos teóricos se traduzcan en prácticas efectivas en el campo (25).

7.4.2 Pastoreo y manejo extensivo.

Estas técnicas permiten que el ganado se alimente de pastos naturales, lo que puede ser más sostenible desde una perspectiva ambiental. Muchas explotaciones lecheras en áreas montañosas tienen una producción promedio de 5 a 10 litros por unidad animal por día, lo que indica que estas prácticas pueden limitar el potencial productivo del ganado. Además, la implementación de técnicas como la rotación de potreros puede ayudar a maximizar la utilización del forraje y mejorar la salud del suelo. Sin embargo, los pequeños productores aún enfrentan obstáculos para adoptar estas prácticas debido a la falta de recursos financieros (26).

7.4.3 Producción semi-intensiva.

Este método combina elementos del pastoreo extensivo con prácticas más controladas como la suplementación alimenticia y el uso de tecnología moderna para mejorar la eficiencia productiva. Este sistema permite a los ganaderos maximizar el uso de recursos disponibles mientras mantienen un nivel adecuado de bienestar animal. En Ecuador, se ha observado que estas explotaciones pueden alcanzar producciones diarias superiores a 19 litros por vaca, gracias a una gestión más eficiente del forraje y suplementos (27).

7.4.4 Sostenibilidad de los sistemas de producción.

En Cotopaxi, la sostenibilidad se ha convertido en un objetivo clave para mejorar la calidad de vida de los productores y la eficiencia del sector. La implementación de buenas prácticas de producción es fundamental para garantizar la calidad de la leche, estas iniciativas buscan no solo aumentar la producción, sino también asegurar que los productos lácteos cumplan con estándares que permitan su comercialización a precios justos, beneficiando tanto a los productores y consumidores (28). Además, la Red de Lecheros tiene un fortalecimiento organizativo que permite a los productores elaborar una variedad de productos lácteos como queso y yogurt, mejorando así su competitividad en el mercado local y nacional (29).

La sostenibilidad no solo se mide en términos económicos, sino también sociales y ambientales. Un estudio sobre fincas lecheras en Cotopaxi reveló que las prácticas sostenibles pueden alcanzar un 95% en sostenibilidad económica, un 80% social y un 84% ambiental, lo que indica un compromiso con un desarrollo equilibrado en todas las dimensiones (30). Esto resalta la importancia de promover políticas públicas que apoyen a pequeños productores en el acceso a créditos y tecnología adecuada, lo cual es esencial para mejorar su capacidad productiva (31).

7.5 Prevención y manejo de enfermedades en el ganado lechero.

7.5.1 Principales enfermedades.

Las enfermedades más comunes que afectan al ganado lechero en Ecuador incluyen la diarrea viral bovina (DVB), leptospirosis, neosporosis y brucelosis. Un estudio realizado en el cantón Loja reveló que la leptospirosis tiene una prevalencia alarmante del 74.83%, seguida por la neosporosis con un 22.31% y la brucelosis con un 8.24%. La DVB también se ha reportado, aunque con menor incidencia. Estas enfermedades no solo afectan la salud de los animales, sino que también tienen implicaciones significativas para la producción lechera y la economía (36).

La leptospirosis, en particular, es una zoonosis que puede ser transmitida a los humanos, lo que genera preocupaciones de salud pública. Además, la neosporosis es responsable de abortos en vacas preñadas, lo que impacta directamente en la productividad del hato. La identificación y el control de estas enfermedades son esenciales para mejorar la salud del ganado (37).

La presencia de DVB y leptospirosis no solo afecta la salud de los animales, sino que también puede llevar a pérdidas económicas significativas debido a la reducción en la producción de leche y el aumento en los costos de tratamiento veterinario (38). Por ejemplo, un estudio

observó que las pérdidas económicas atribuibles a estas enfermedades pueden ser devastadoras para pequeños y medianos productores. Además, la combinación de estos factores resalta la necesidad urgente de implementar programas de control sanitario y vacunación para mitigar el impacto de estas enfermedades en el sector lechero ecuatoriano (36).

7.5.2 Protocolos de vacunación y desparasitación.

En Ecuador, se han establecido calendarios específicos que deben ser adaptados a las condiciones de cada hato, considerando la edad, el estado reproductivo y las enfermedades prevalentes en la región.

La vacunación en Terneras es desde la primera semana de vida, las crías deben recibir vacunas contra rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) y parainfluenza bovina tipo 3 (PI3). A los 4 a 6 semanas, se les debe vacunar contra brucelosis utilizando (Bovilis RB-51) y contra clostridiosis con (Covexin 10). Antes de la reproducción, se recomienda administrar (Bovilis Vista 5 L5 SQ) al menos 30 días antes del servicio. En vacas adultas se deben vacunar contra IBR, DVB, PI3, BRSV y leptospirosis entre 14 a 60 días antes de la inseminación o monta. Además, es crucial revacunar semestralmente contra clostridiosis y anualmente para otras enfermedades mencionadas anteriormente. Para vacas gestantes, se sugiere administrar (Rotavec Corona) entre 3 a 12 semanas antes del parto para reducir la incidencia de diarrea neonatal (39,40).

Se recomienda realizar desparasitaciones regulares para controlar parásitos internos y externos que pueden afectar la salud general del ganado y su capacidad productiva. La frecuencia de desparasitación puede variar según el tipo de producción y el riesgo de infestación, pero generalmente se sugiere realizarla al menos dos veces al año. Esto asegurará que se aborden adecuadamente las necesidades específicas del hato y se minimicen los riesgos sanitarios (41).

7.5.3 Impacto de las enfermedades en la producción.

El impacto de las enfermedades en la producción de vacas lecheras en Ecuador es significativo y multifacético. En 2024, la crisis del pasto, exacerbada por condiciones climáticas adversas como la sequía, ha llevado a una disminución del 20% en la producción de leche en varias provincias, incluyendo Cotopaxi. La falta de forraje adecuado ha resultado en la pérdida de peso de los animales y una reducción drástica en la producción diaria. Por ejemplo, un ganadero en Pujilí reportó que su producción cayó de 250 litros a 150 litros diarios debido a la escasez de pasto y el estrés causado por el calor extremo. Esto ha obligado a los pequeños productores a

incurrir en costos adicionales para comprar forraje y otros suplementos alimenticios, lo que impacta negativamente su rentabilidad y sostenibilidad económica (42).

Además, las enfermedades infecciosas como la brucelosis y la leptospirosis continúan siendo un desafío importante para el sector lechero. Estas enfermedades no solo afectan la salud del ganado, sino que también pueden resultar en abortos y disminución de la producción lechera. Los pequeños productores, que constituyen aproximadamente el 80% del sector lácteo, enfrentan dificultades adicionales debido a su limitada capacidad para implementar prácticas de manejo sanitario efectivas. Esta combinación de factores resalta la necesidad urgente de políticas públicas que apoyen a los ganaderos en el control de enfermedades (14,43).

7.6 Programas de mejoramiento genético en la industria lechera.

7.6.1 Métodos de mejoramiento (BLUP, selección genómica).

Existen diversas metodologías, siendo el Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) y la selección genómica dos enfoques destacados. El BLUP es un método estadístico que permite estimar el valor genético de los animales a partir de datos fenotípicos y genéticos, considerando tanto los efectos fijos como aleatorios en la población. Este enfoque ha demostrado ser eficaz para predecir el rendimiento lechero, optimizando así la selección de animales con características deseables, como la producción de leche y la resistencia a enfermedades (44).

Por otro lado, la selección genómica ha emergido como una herramienta poderosa en el mejoramiento genético. Este método utiliza marcadores moleculares para evaluar el potencial genético de los animales, permitiendo una selección más precisa y rápida en comparación con los métodos tradicionales. La implementación de esta técnica ha mostrado resultados prometedores, aumentando significativamente la producción de leche y mejorando características como la calidad del producto y la resistencia a enfermedades (45).

7.6.2 Evaluación Genética

Este proceso es fundamental en la ganadería, ya que ayuda a los productores a seleccionar individuos que transmitirán rasgos deseables a su descendencia, como una mayor producción de leche, mejor calidad del producto y resistencia a enfermedades. La evaluación genética se realiza mediante el análisis de datos de rendimiento, información sobre la genealogía y, en algunos casos, marcadores genéticos específicos (46).

7.7 Análisis de los costos asociados a la producción de leche

7.7.1 Costos fijos y variables.

El estudio de los costos de producción en la industria lechera revela que existen costos fijos y variables que impactan significativamente la rentabilidad de los productores. Los costos fijos incluyen gastos como la infraestructura, salarios del personal permanente y mantenimiento de equipos, que no varían con el nivel de producción. Por otro lado, los costos variables son aquellos que fluctúan según la cantidad de leche producida, como la alimentación del ganado, insumos veterinarios y otros gastos relacionados con la operación diaria (47).

7.7.2 Análisis de rentabilidad.

En la producción lechera es fundamental para evaluar la viabilidad económica de las explotaciones. Este análisis implica calcular el ingreso neto generado por las ventas de leche en relación con los costos totales incurridos. En Ecuador, se ha observado que muchos pequeños productores enfrentan desafíos significativos debido a los altos costos de producción y a una baja productividad por vaca. Esto resalta la necesidad de estrategias efectivas para mejorar tanto la producción como el ingreso (48).

7.7.3 Estrategias para la reducción de costos.

Es una estrategia esencial para mejorar la competitividad en el sector lechero. Una serie de enfoques han sido propuestos para ayudar a los productores a minimizar sus gastos operativos. Entre estas estrategias se incluyen la optimización del uso de forrajes, el manejo eficiente del ganado y la implementación de tecnologías agrícolas que faciliten una producción más sostenible (49). Otra estrategia clave es mejorar la gestión general del negocio mediante prácticas más eficientes y sostenibles. Esto incluye la inversión en infraestructura adecuada que minimice pérdidas por enfermedades o mortalidad del ganado. La implementación de estas estrategias no solo ayuda a reducir costos, sino que también puede aumentar la competitividad en un mercado cada vez más exigente (50).

7.8 Criterios de selección genética en el ganado lechero.

7.8.1 Índices de selección.

Son instrumentos esenciales en la mejora genética del ganado lechero, ya que integran una amplia gama de datos sobre diversas características para identificar los animales más adecuados para la reproducción. Estos índices permiten evaluar múltiples aspectos del desempeño, asegurando que los animales seleccionados no sólo destaquen en una sola característica, sino que presenten un equilibrio en varios rasgos de importancia económica. Su efectividad puede variar significativamente en función de las condiciones específicas del sistema de producción, las prácticas de manejo, y la región geográfica en la que se aplican. Los objetivos principales incluyen seleccionar animales que demuestren una mejor conversión alimenticia, evaluar de manera precisa la ganancia de peso y la calidad de la leche producida, y proporcionar un criterio objetivo y estandarizado para la selección de progenitores, lo que contribuye a la sostenibilidad y rentabilidad (51).

7.8.2 Valor genético y respuesta a la selección.

El valor genético se refiere a la capacidad de un animal para heredar y transmitir características deseables a su descendencia, influyendo así en la mejora genética de la población. La respuesta a la selección es el cambio en el valor genético promedio de una población después de implementar un programa de selección, reflejando la eficacia de este proceso. La cuantificación del valor genético se realiza mediante técnicas avanzadas, como el análisis del valor genético estimado (EBV), que permite una evaluación precisa de la producción de leche y otros rasgos relevantes. Este proceso está influenciado por varios factores, como la heredabilidad de los rasgos seleccionados, que determina qué proporción de las diferencias observadas es atribuible a la genética. Además, los efectos no genéticos, como la alimentación y el manejo, también pueden impactar la producción y deben considerarse para una evaluación más completa (21).

7.8.3 Correlaciones genéticas entre diferentes características.

Son fundamentales para comprender cómo los cambios en un rasgo pueden influir en otros. Un ejemplo de esto es la relación observada entre la producción de leche y características como la longevidad del animal y su tamaño. Estas correlaciones ofrecen a los criadores una base sólida para tomar decisiones informadas, permitiéndoles seleccionar animales no solo por su rendimiento actual, sino también considerando su potencial futuro. Entre los ejemplos de correlaciones importantes se incluyen la conexión entre la producción de leche y la calidad del

tipo animal, así como la relación entre la edad al primer parto y la producción total durante la vida del animal (52).

7.9 Principales Factores Identificados en los Predios de los Productores de Pastocalle-Tanicuchi.

7.9.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP).

Es un indicador fundamental en la producción lechera, para evaluar la salud y el rendimiento de los animales. Se refiere a la cantidad de peso que un animal gana en un día, y se mide en gramos. En general, la GDP puede variar considerablemente dependiendo de factores como la raza, la alimentación, el manejo y las condiciones ambientales. Según estudios recientes, las ganancias diarias de peso en vacas lecheras pueden oscilar entre 400 y 800 gramos por día, siendo un promedio de 600 gramos considerado adecuado para mantener una buena condición corporal y productividad (53,54).

7.9.2 Altura a la cruz.

En vacas lecheras es un indicador importante del tamaño corporal y puede influir en su rendimiento productivo. Este parámetro se mide desde el suelo hasta la parte más alta de la cruz del animal. La altura de las vacas lecheras varía significativamente entre razas y condiciones de manejo. Las vacas Holstein suelen tener una altura promedio que oscila entre 139 y 148 cm, mientras que otras razas como la Jersey presentan alturas en torno a 125 cm. Estas medidas son relevantes no sólo para evaluar el tamaño del animal, sino también para correlacionar con su capacidad de producción de leche y otros indicadores reproductivos (55,56).

7.9.3 Densidad de la leche.

Es un indicador crucial que refleja la calidad y composición de este producto lácteo. Se mide en gramos por litro y su rango normal varía entre 1.025 y 1.035 g/cm³. Esta medida es fundamental para detectar la presencia de agua añadida, ya que un aumento en el contenido de agua resulta en una disminución de la densidad (57). Además, la densidad puede verse afectada por factores como la alimentación, el estado de salud y el manejo durante el ordeño. La calidad higiénica de la leche también se relaciona, ya que una leche con una alta carga bacteriana puede tener características diferentes que afectan su densidad y, por ende, su calidad (58).

7.9.4 Producción de Leche 305.

Se refiere al total de leche que una vaca produce durante un ciclo de lactancia de 305 días. Este ciclo se divide principalmente en dos fases, la fase de lactancia, que dura aproximadamente 245 días, y la fase seca, que dura alrededor de 60 días. Durante la fase de lactancia, la vaca produce leche, alcanzando un pico de producción en las primeras semanas después del parto, seguido por una disminución gradual hasta el final del ciclo (59). Los rangos de producción pueden variar dependiendo de factores como la genética, la alimentación y el manejo del ganado. En Ecuador, se estima que las vacas lecheras pueden alcanzar producciones que oscilan entre 1500 y 3000 litros durante los 305 días de lactancia (60).

7.9.5 Días abiertos.

Se refieren al periodo que transcurre desde el parto hasta que la vaca queda preñada nuevamente. Un manejo adecuado de los días abiertos puede maximizar la producción de leche y optimizar los costos operativos, ya que cada día adicional sin preñez representa un costo sin retorno. Se considera que un periodo óptimo de días abiertos oscila entre 60 y 90 días. En razas como la Holstein, se busca que la inseminación ocurra alrededor del día 147 posparto, mientras que, en otras razas con lactaciones más cortas, el objetivo puede ser alrededor del día 90 posparto. Sin embargo, se ha observado que muchos productores enfrentan dificultades para lograr estos objetivos debido a factores como el bienestar animal, el manejo nutricional y la detección del celo (61,62).

8. HIPÓTESIS

H1.- El índice de selección permite identificar y reproducir animales con características superiores, optimizando la eficiencia productiva y reduciendo costos operativos.

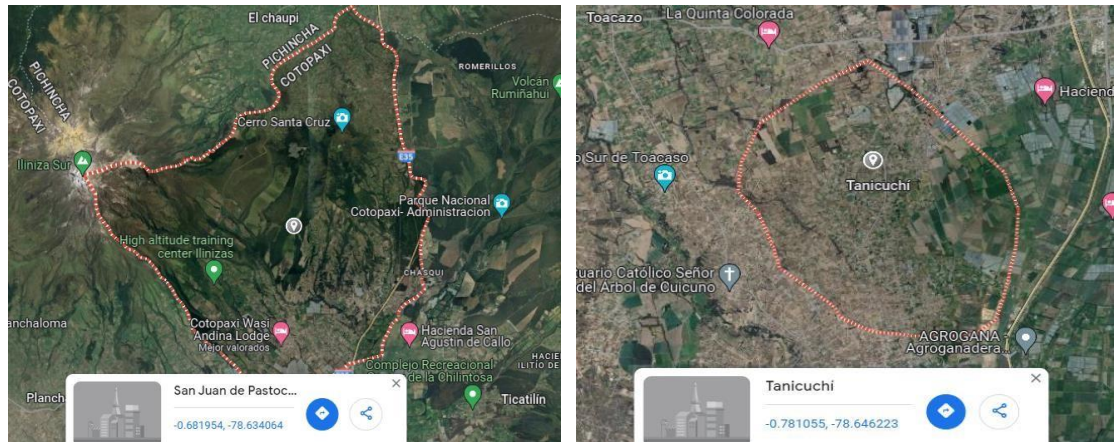
H0.- El índice de selección no permite identificar y reproducir animales con características superiores, optimizando la eficiencia productiva y reduciendo costos operativos.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Áreas de investigación

Este proyecto se llevó a cabo en las parroquias de Pastocalle - Tanicuchí, ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga.

Gráfico 1. Mapa Satelital de las parroquias Pastocalle - Tanicuchí.



Fuente: Información de Google Maps.

La parroquia de Pastocalle está situada al noroeste de la provincia de Cotopaxi, en el callejón interandino, a una altitud de 3.197 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son al norte con la provincia de Pichincha y los Nevados de los Ilinizas, al sur con la parroquia Tanicuchí, al oeste con las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchí, y al este con la parroquia Mulaló. Tiene una superficie de 138,7 kilómetros cuadrados y una población registrada en 2024 de 14.884 habitantes (63). Además, la parroquia de Tanicuchí está situada entre las cordilleras central y occidental, a una distancia de 22 kilómetros al noroeste del centro urbano de la ciudad de Latacunga. Su altitud varía entre los 2.920 y los 4.040 metros sobre el nivel del mar. Actualmente cuenta con una población de 12.831 habitantes.

La parroquia de Pastocalle - Tanicuchí, se distingue por su excepcional potencial agrícola y ganadero. Gracias a sus condiciones geográficas favorables y extensión considerable, es un centro crucial de producción agropecuaria en la provincia de Cotopaxi (64).

9.2 Duración de la investigación

Este estudio se llevó a cabo en la parroquia de Pastocalle - Tanicuchí, ubicada en el Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. El proyecto tuvo una duración de tres meses, comenzando el 9 de septiembre de 2024 y concluyendo el 3 de diciembre del mismo año. Durante este tiempo, se llevaron a cabo 15 semanas de trabajo efectivo, en las cuales se recopilaban los datos requeridos para la ejecución y análisis del proyecto.

9.3 Tipo de investigación

El tipo de investigación es de carácter descriptivo y observacional, ya que se enfoca en recopilar información detallada sobre la genealogía de los animales en cada parroquia. Esto incluye el registro de datos como el peso, la altura a la cruz, la producción lechera, así como la temperatura y la densidad de la leche, medidos mensualmente. También se realizó una serie de preguntas a los productores para obtener información sobre los costos de producción asociados a la explotación.

9.4 Verificación de cada uno de los predios

Durante las dos primeras semanas del proyecto, se realizaron visitas exhaustivas a cada uno de los predios ubicados en las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí. Durante este período, se llevó a cabo una actualización completa de la información relacionada con los animales, garantizando que los datos recopilados fueran precisos y reflejarán la situación actual de cada unidad productiva. Además, se socializó el propósito y alcance del proyecto con los productores, logrando establecer un diálogo que permitió recopilar información clave, como el número total de animales presentes en cada predio. Este proceso incluyó una clasificación detallada del ganado según sus categorías, vacas, vaconas y terneras, lo cual fue fundamental para estructurar adecuadamente el análisis posterior. Estas visitas no sólo fortalecieron la relación con los productores, sino que también sentaron las bases para garantizar la colaboración y la implementación efectiva de las actividades previstas durante el desarrollo del estudio.

9.5 Población de estudio

La investigación se enfoca en pequeños y medianos productores de ganado lechero que participan en el proyecto de mejoramiento genético en diferentes áreas de la parroquia de Pastocalle y Tanicuchí. En Pastocalle, se han integrado al proyecto un total de cinco productores que poseen en conjunto 60 cabezas de ganado, incluyendo terneras, vaconas y vacas, con edades que varían entre 1 mes y 5 años. Por otro lado, en Tanicuchí, participan nueve productores con un total de 56 cabezas de ganado. De estos grupos, me enfoqué principalmente en vacas de producción de cada parroquia mencionada. Esto facilitó el análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible para bovinos lecheros y la obtención de los datos requeridos para la investigación.

Para continuar con el proyecto, es fundamental establecer comunicación con los productores de bovinos de leche de cada parroquia establecida, para obtener su autorización para poder

recopilar información sobre sus actividades ganaderas. Además, verificar su interés continuo en participar en el proyecto.

Tabla 2. Cantidad de animales que tiene cada productor.

<i>PROPIETARIOS</i>	<i>PARROQUIA</i>	<i>CANTIDAD DE ANIMALES</i>
1. Claudia Viracocha	Pastocalle	2
2. Ester Toapanta	Pastocalle	3
3. Mario Toapanta	Pastocalle	6
4. Segundo León	Pastocalle	11
5. Wladimir Zapata	Pastocalle	38
1. José Niza	Tanicuchí	1
2. Laura Pila	Tanicuchí	3
3. Jenny Paste	Tanicuchí	4
4. Jorge Aguas	Tanicuchí	4
5. Maribel Ruiz	Tanicuchí	6

6. Carmen Alban	Tanicuchí	7
7. Elena Bonilla	Tanicuchí	7
8. Silvia Paredes	Tanicuchí	8
9. Pablo Toctaguano	Tanicuchí	16
TOTAL		116

Fuente: Información recolectada de los predios de cada parroquia.

9.6 Análisis Económico

Es un componente fundamental de esta investigación, ya que permite evaluar la viabilidad y rentabilidad del sistema de producción lechera en las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí.

9.6.1 Costos de producción

Este análisis se llevó a cabo mediante una serie de preguntas a cada uno de los productores. El cual, se registró todos los costos mensuales relacionados con la alimentación del ganado en cada predio, incluyendo la adquisición de forrajes, como pastos y heno. Asimismo, se incluyó el uso de suplementos nutricionales, concentrados y aditivos que cada propietario emplea, como brócoli, hojas de col y plátano. Estos aditivos naturales son valorados por su capacidad de enriquecer la dieta del ganado, proporcionando nutrientes esenciales y benéficos.

De igual manera, se consideró los costos vinculados a las actividades de manejo diario del ganado, incluyendo la mano de obra requerida para el cuidado y supervisión de los animales, así como los gastos destinados al mantenimiento de los potreros y la reparación de infraestructuras fundamentales como corrales y establos. También se contemplaron los costos en sanidad relacionados con las herramientas y equipos utilizados en las labores diarias, como el ordeño y el almacenamiento de la leche, lo que incluye la inversión en bebederos, comederos y materiales de limpieza, indispensables para garantizar el bienestar animal y optimizar su productividad. Además, se incluyó los costos asociados con la inseminación artificial. Todos estos datos fueron recopilados de manera mensual para su análisis.

9.7 Recolección de Datos

Cada mes se recopilaban los datos relevantes sobre las siguientes variables en cada uno de los predios de las parroquias de Pastocalle y Taniucuchí.

9.7.1 Pesaje

Se realizó utilizando una cinta bovinométrica calibrada en kilogramos, se registró el peso de cada animal midiendo el perímetro torácico, específicamente detrás de las patas delanteras, envolviendo completamente el tórax. Este procedimiento se realizó de forma mensual con el objetivo de identificar posibles aumentos o disminuciones en el peso, lo que permitió evaluar el estado nutricional y el rendimiento de los animales de manera continua.

9.7.2 Altura a la Cruz

Esta medida se tomó para analizar la conformación del ganado, utilizando una cinta bovinométrica. La medición se llevó a cabo en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto de la cruz, que corresponde a la parte superior de la escápula, justo detrás del cuello.

9.7.3 Densidad y Temperatura de la Leche

Se midió estos parámetros con el objetivo de evaluar la calidad del producto. Para ello, se utilizó un lactodensímetro calibrado a 20°C, junto con un recipiente de plástico adecuado. El proceso consiste en colocar en el centro el lactodensímetro en el recipiente haciéndole girar suavemente, permitiendo que flote libremente en la leche. Tras algunos segundos de flotación, el lactodensímetro proporcionará las mediciones necesarias de la temperatura y densidad de la leche, de acuerdo con su nivel de flotación. Este método permite obtener una lectura precisa que ayuda a determinar la calidad de la leche en función de su composición, ya que la densidad es un indicador clave de la cantidad de sólidos presentes en el producto. El cual, se puede verificar la posible adulteración de la leche, ya que los valores de densidad pueden verse alterados si la leche ha sido diluida o tiene un contenido anómalo de agua.

9.8 Calendario Sanitario

9.8.1 Desparasitación y Vitaminización

Se llevó a cabo una verificación exhaustiva para determinar el tiempo transcurrido desde la última desparasitación y administración de vitaminas en todos los animales, realizando un seguimiento en cada uno de los predios. Se ejecutó el calendario sanitario en el mes de

septiembre-octubre. Para la desparasitación, se utilizó Fenbendazol micronizado al 10% combinado con Hierro (Fenacur), un desparasitante que no requiere periodo de retiro para la leche. Este producto fue administrado por vía oral, siguiendo la dosificación precisa del producto, el cual es 1 ml por cada 2 kg de peso vivo del animal, asegurando así su eficacia. Este desparasitante ayuda a controlar eficazmente nematodos, tanto gastrointestinales como pulmonares, además de combatir tenias. Esto permite mantener a los animales libres de parásitos internos que podrían afectar su salud, su desarrollo y su productividad. Un adecuado control parasitario también previene enfermedades secundarias relacionadas con la carga parasitaria, mejora la eficiencia alimenticia y contribuye a la sostenibilidad de la producción.

De igual manera, se procedió a la aplicación de vitaminas para fortalecer la salud del ganado. Se utilizó un complejo vitamínico denominado AD3E, administrado mediante una inyección intramuscular profunda. La dosis recomendada para bovinos es de 2 - 4 ml, dependiendo del tamaño y las necesidades específicas de cada animal. Por preferencia de algunos propietarios, se les administró también un complejo B (Hematofos B12) por vía intramuscular, el cual, la dosis para bovinos adultos es de 10-12 ml y para terneras la mitad de la dosis. Estas acciones no solo contribuyen a mantener la salud y bienestar de los animales, sino que también aseguran una mejor calidad en los productos derivados, como la leche, al prevenir problemas asociados a deficiencias vitamínicas y parasitarias. Además, el seguimiento regular permite detectar y corregir oportunamente cualquier retraso en los protocolos sanitarios establecidos.

9.8.2 Vacunación

Se empleó la vacuna CattleMaster Gold FP 5, un producto esencial para garantizar la salud y bienestar del ganado, optimizando su productividad y reduciendo significativamente el riesgo de enfermedades que pueden afectar tanto a los animales como a la producción. Esta vacuna está diseñada para su uso en ganado bovino sano, incluidas vacas gestantes, y se recomienda como una herramienta eficaz para prevenir abortos causados por el virus de la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), infecciones persistentes en terneros debido a la Diarrea Viral Bovina (DVB) tipo 1 y 2, enfermedades respiratorias provocadas por los virus IBR, DVB (tipos 1 y 2), PI3 (Parainfluenza-3) y VRSB (Virus Respiratorio Sincitial Bovino).

La aplicación consistió en administrar 2 ml de la vacuna por vía subcutánea a cada vaca, con una segunda dosis suministrada después de 15 días para garantizar una inmunidad efectiva. Para proteger al feto, es importante vacunar a las vacas con una dosis a las cinco y dos semanas

previas al servicio. Además, se recomienda vacunar a las terneras a partir de los tres meses de edad, asegurando que los terneros vacunados antes de los seis meses sean revacunados al alcanzar esta edad para reforzar su inmunidad. Se sugiere una revacunación anual con una sola dosis para mantener la protección en el predio a largo plazo. La implementación de este protocolo de vacunación no solo contribuye a prevenir importantes problemas sanitarios en el ganado de cada parroquia, sino que también mejora la eficiencia productiva al minimizar pérdidas asociadas a enfermedades, reduciendo abortos, infecciones respiratorias y trastornos asociados a estas patologías. Esto garantiza un impacto positivo tanto en la salud animal como en la sostenibilidad económica de la producción ganadera lechera.

9.9 Manejo Reproductivo

9.9.1 Chequeos Ginecológicos e Inseminación Artificial

Con base en el registro actualizado de cada uno de los predios de las parroquias, se procedió a identificar las vacas que se encontraban vacías para realizar el respectivo chequeo reproductivo. Durante este procedimiento, el médico veterinario encargado evaluó de manera detallada el estado reproductivo de cada vaca, examinando el útero y los ovarios para determinar si se encontraban en condiciones normales para la inseminación o si presentaban alguna complicación que pudiera requerir tratamiento.

En aquellos casos en los que fue necesario, se implementaron tratamientos hormonales previos. Estos incluyeron la administración de 2 ml de prostaglandina, 15 ml de Livafos durante tres días consecutivos y la inyección intramuscular de vitamina AD3E, ajustando el tratamiento según el estado reproductivo de cada vaca. Para las vacas que no mostraron signos de celo o presentaban complicaciones reproductivas, se aplicaron protocolos de inseminación específicos. El protocolo consistió en administrar 2.5 ml de GnRH el primer día, seguido de 2 ml de prostaglandina al séptimo día. Finalmente, al día siguiente, se aplicaron nuevamente 2.5 ml de GnRH a la misma hora, por vía intramuscular. Este enfoque sistemático permitió manejar eficazmente los casos de anestro o cualquier otro problema reproductivo, aumentando las posibilidades de éxito en la inseminación y contribuyendo a la mejora de los índices reproductivos del ganado.

Una vez evaluada cada una de las vacas de la parroquia de Pastocalle y Tanicuchí, se procedió con la inseminación artificial en el momento adecuado del ciclo estral para optimizar las tasas de concepción.

9.10 Pesos Económicos

Se llevó a cabo una estimación de los ingresos generados por la producción de leche, considerando los precios promedio del mercado y las posibles fluctuaciones que podrían influir en el ingreso total. Este análisis incluyó el cálculo de los promedios mensuales de producción, lo que permitió obtener una visión más completa del rendimiento general del sistema productivo tanto en la parroquia de Pastocalle como en la parroquia de Tanicuchí.

El ingreso total se determinó multiplicando la producción total de leche por el precio promedio por litro en el mercado. Posteriormente, para calcular el ingreso neto, se restaron los costos totales de los ingresos obtenidos por la venta de leche. Este cálculo permitió obtener una visión clara de la rentabilidad del sistema productivo, además de identificar posibles áreas de mejora para optimizar la eficiencia económica. La determinación del ingreso neto se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ingreso Neto} = \text{Ingresos Totales} - \text{Costos Totales}$$

9.11 Tabulación del Desarrollo de Índices de Selección

9.11.1 Promedio de la Ganancia Diaria de Peso

Para calcular la ganancia diaria de peso en gramos, utilicé la siguiente fórmula como referencia:

$$\text{GDP} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Días transcurridos}} * 1000$$

El cálculo se basó en los datos actualizados recolectados durante un período de tres meses consecutivos. Para calcular la primera ganancia diaria de peso, se utilizó el peso registrado en octubre (peso 2) y se le restó el peso registrado en septiembre (peso 1). La diferencia obtenida se dividió entre el número de días transcurridos entre ambas mediciones, considerando la fecha exacta de recolección de los datos. El resultado se multiplicó por 1000 para convertir la ganancia a gramos, lo que permitió tener una medida precisa de la evolución del peso del ganado en ese período. De manera similar, para obtener la segunda ganancia diaria de peso, se utilizó el peso registrado en noviembre (peso 3) y se le restó el peso registrado en octubre (peso 2). La

diferencia se dividió nuevamente entre los días transcurridos entre las mediciones y se multiplicó por 1000 para expresarlo en gramos.

Finalmente, se sumaron los dos resultados de la ganancia de peso y se dividieron entre dos para obtener un promedio. Este procedimiento se repitió para cada uno de los animales en los predios de las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí. Este cálculo permitió obtener un valor representativo de la ganancia diaria de peso promedio para cada animal, lo que brindó una visión más precisa del desempeño de los animales durante el período de observación.

9.11.2 Promedio de la Altura a la Cruz

Se procedió a calcular el promedio de altura sumando los tres datos obtenidos, el primer dato correspondiente al mes de septiembre (altura 1), el segundo dato del mes de octubre (altura 2) y el tercer dato del mes de noviembre (altura 3). Posteriormente, esta suma se dividió entre los tres valores para obtener el promedio de altura de cada animal. Este mismo procedimiento se aplicó a todos los animales de los predios de las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí. De esta manera, se obtuvo una medida representativa de la altura promedio de los animales, lo que facilitó el análisis de su desarrollo y la comparación entre los diferentes predios en esas localidades durante el período de evaluación.

9.11.3 Promedio de la Producción de leche

A partir de los datos recolectados mensualmente sobre la producción diaria de leche de cada vaca, se utilizó esta información como base para calcular la producción proyectada de leche en 305 días. Este cálculo se realizó mediante el uso de tablas en Excel, que permitieron registrar detalladamente los litros de leche producidos por cada vaca diariamente. Para sacar los días de lactancia se realizó de la siguiente manera:

Días de lactancia= (fecha del último parto con la fecha de datos de cada mes)

Después de calcular los días de lactancia junto con la producción diaria de leche, ambos datos se registraron en una tabla de Excel diseñada específicamente para la predicción de leche. Este registro permitió llevar a cabo un control detallado y organizado de la información, facilitando la verificación de la predicción mensual de producción de leche para cada vaca. La tabla de

$$\text{Leche 305} = \frac{\text{predicción de leche(1)} + \text{predicción de leche(2)} + \text{predicción de leche(3)}}{3}$$

Excel se utilizó como una herramienta clave para procesar y comparar los datos obtenidos en diferentes meses, permitiendo analizar patrones de producción y realizar ajustes si era necesario. Finalmente, para sacar el promedio de leche 305 días se procedió a utilizar la siguiente fórmula, basándome en el dato de predicción de leche de septiembre, octubre y noviembre.

9.11.4 Promedio de la densidad de leche

Para calcular el promedio mensual de la densidad, se sumaron todos los valores de densidad obtenidos en cada mes. Posteriormente, la suma total fue dividida entre los tres datos correspondientes, generando un valor promedio representativo. Este cálculo permitió evaluar la calidad de la leche en función de su densidad, un parámetro importante que puede estar relacionado con factores como el contenido de sólidos totales, la composición nutricional y las condiciones de manejo del ganado tanto en la parroquia de Pastocalle y Tanicuchí.

9.11.5 Promedio de los Días Abiertos

Para verificar los días abiertos correspondientes a cada mes, se procedió a calcular el número de días transcurridos entre el parto de la vaca y el siguiente servicio exitoso. Este cálculo se desarrolló de manera detallada, considerando las fechas específicas de los eventos reproductivos de cada animal en la parroquia de Pastocalle y Tanicuchí.

Días abiertos= Fecha de concepción y la Fecha del último parto

Este monitoreo mensual resultó fundamental, ya que un incremento en el número de días abiertos puede impactar de manera negativa la productividad del ganado al extender los intervalos entre partos, lo que reduce la eficiencia del sistema de producción. Por ello, calcular y registrar este indicador de forma constante permitió obtener datos clave para detectar posibles inconvenientes reproductivos.

9.11.6 Ejecución de los datos en el (BLUP) Best Linear Unbiased predictor

Para el análisis adecuado, empleamos el software adecuado, utilizando los datos registrados. Además, ingresamos los números de identificación de cada animal, junto con las observaciones sobre la cantidad de leche producida y la heredabilidad del rasgo, que se desarrolló con 0.25.

A partir de los resultados del análisis BLUP, estimamos el valor genético de cada animal en relación con la producción de leche. Este valor se presenta como un número que refleja la contribución genética de cada animal a la producción láctea. Siguiendo estos pasos, podemos calcular las estimaciones de los valores genéticos de los animales, considerando tanto la ganancia diaria de peso como la producción de leche. Esto nos permitirá tomar decisiones más fundamentadas en el proceso de selección para el programa de mejoramiento genético de bovinos lecheros de las parroquias. De los resultados obtenidos, seleccionamos a los 5 mejores animales que cumplan con las tres características mencionadas (ganancia de peso, litros de leche y densidad). Finalmente, se hace un promedio de la respuesta de selección de todo el hato más el promedio de valor genético de cada animal para verificar cual será la respuesta a la selección para las siguientes generaciones. La fórmula que se utilizó es:

$$\text{Respuesta a la selección} = i \times h^2 \times \sigma_{\text{gramo}}$$

Donde se multiplicó la intensidad de selección por la heredabilidad y por la desviación genética estándar.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de los datos recolectados en 15 productores en el transcurso de la investigación en las parroquias, se logró obtener información valiosa de un total de 116 animales, de los cuales 60 cabezas de ganado pertenecen a Pastocalle y los 56 restantes son de Tanicuchí. Esta información fue fundamental para facilitar el procesamiento de resultados a través del sistema BLUP, permitiendo una evaluación más precisa del impacto de diversas estrategias de selección genética y manejo reproductivo en la productividad de cada uno de los hatos ganaderos.

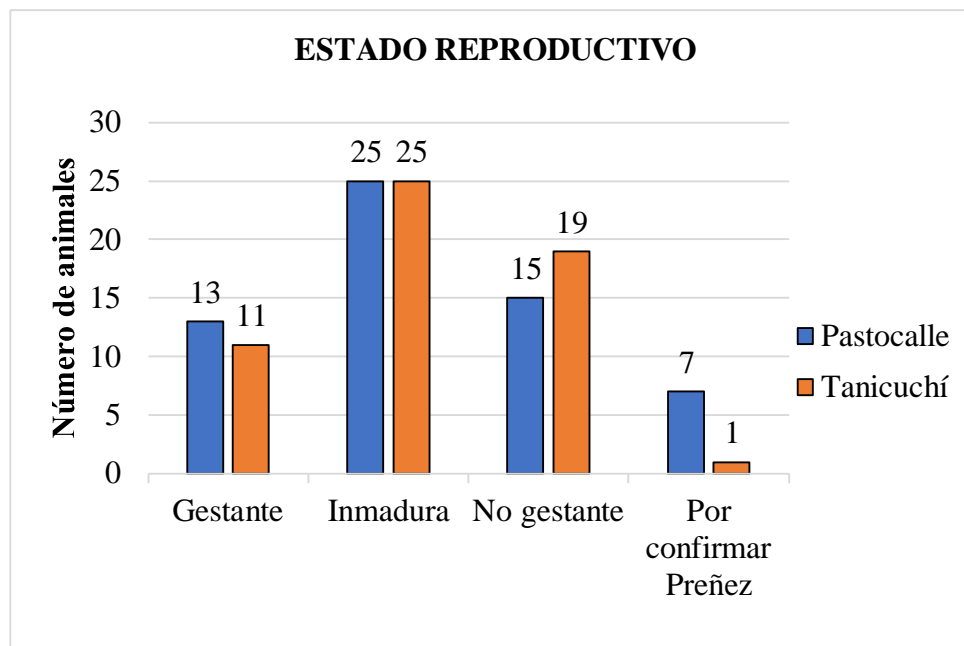
10.1 Variables Cualitativas

10.1.1 Estado Reproductivo

Tabla 3. Número de animales por clasificación del estado reproductivo.

<i>Estado Reproductivo</i>	<i>Pastocalle</i>	<i>Tanicuchí</i>	<i>TOTAL</i>
Gestante	13	11	24
Inmadura	25	25	50
No gestante	15	19	34
Por confirmar Preñez	7	1	8
TOTAL	60	56	116

Fuente: Información obtenida de cada predio de las parroquias de Pastocalle-Tanicuchí.

Gráfico 2. Estadística del Estado reproductivo los predios.

El gráfico sobre el estado reproductivo de los bovinos en las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí indican que, de un total de 116 animales, hay 24 gestantes, 50 inmaduros, 34 no gestantes y 8 por confirmar preñez. Sin embargo, Tanicuchí tiene más animales no gestantes con 19 en comparación con Pastocalle que posee 15, lo que sugiere posibles problemas de fertilidad o manejo reproductivo en esa parroquia.

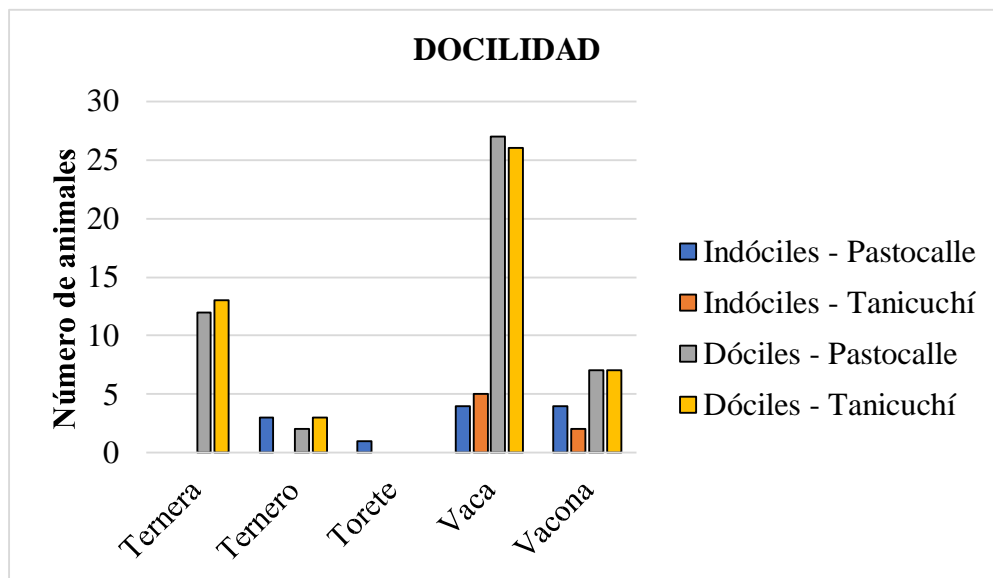
En México, en un estudio sobre el sistema de producción bovina de doble propósito realizado por Villagómez L et al. (2023), se observó que el rendimiento reproductivo también fue bajo, con un intervalo entre partos que alcanzó hasta 482.6 días en algunos casos. Además, esta investigación destaca que un 31.6% de las vacas necesitó cuatro o más servicios para lograr la gestación, lo que enfatizó la necesidad de analizar regularmente los datos reproductivos para identificar vacas problemáticas y mejorar la toma de decisiones (65). La similitud en los hallazgos entre ambos estudios resalta la relevancia de implementar prácticas efectivas de manejo y salud reproductiva para potenciar la eficiencia en la producción lechera y cárnica. Ambos contextos subrayan que una intervención adecuada puede llevar a mejoras importantes en los parámetros reproductivos, lo que es esencial para la sostenibilidad económica del sector ganadero (66).

10.1.2 Docilidad

Tabla 4. Total de animales dóciles por categorías.

<i>Categoría</i>	<i>INDÓCILES</i>		<i>DÓCILES</i>		<i>TOTAL</i>
	<i>Pastocalle</i>	<i>Tanicuchí</i>	<i>Pastocalle</i>	<i>Tanicuchí</i>	
Terneras	-	-	12	13	25
Terneros	3	-	2	3	8
Toretas	1	-	-	-	1
Vacas	4	5	27	26	62
Vaonas	4	2	7	7	20
TOTAL	12	7	48	49	116

Fuente: Datos recopilados de los predios de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.

Gráfico 3. Estadística de la Docilidad de los bovinos.

La tabla 4 presenta la clasificación de bovinos en las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí, diferenciando entre animales indóciles y mansos. En total, se registraron 116 bovinos, de los cuales 53 eran vacas dóciles, lo que indica una fuerte predominancia de este comportamiento en comparación con solo 9 vacas indóciles. Las terneras y vaonas también mostraron una mayor proporción de individuos mansos, sugiriendo que la selección y manejo de animales dóciles es efectiva desde etapas tempranas.

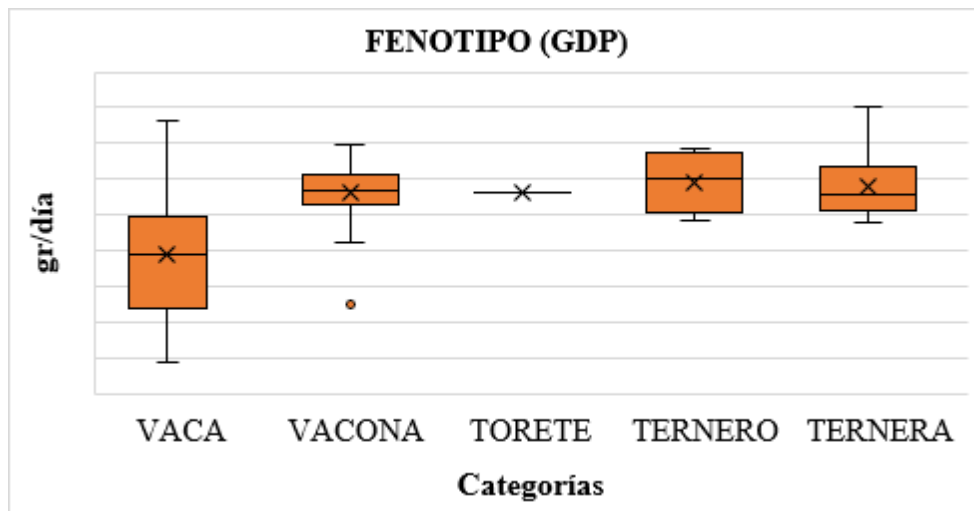
Según Avilés R et al. (2024), son quienes indican que la estructura y el manejo en diferentes sistemas de producción afectan tanto la salud como el rendimiento lechero, sugiriendo que un manejo adecuado puede mejorar la docilidad y, por ende, la producción (20). Comparando los hallazgos con estudios recientes, se observa que la raza también juega un papel crucial en la docilidad y producción de leche. Una investigación sobre las razas Jersey y Holstein destaca

que la raza Jersey no solo produce leche de mayor calidad, sino que también presenta un comportamiento más dócil, lo que facilita su manejo en condiciones de ordeño (67).

10.2 Ganancia Diaria de Peso

10.2.1 Estimación del Fenotipo

Gráfico 4. Estadística del Fenotipo de la Ganancia Diaria de Peso por categorías de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



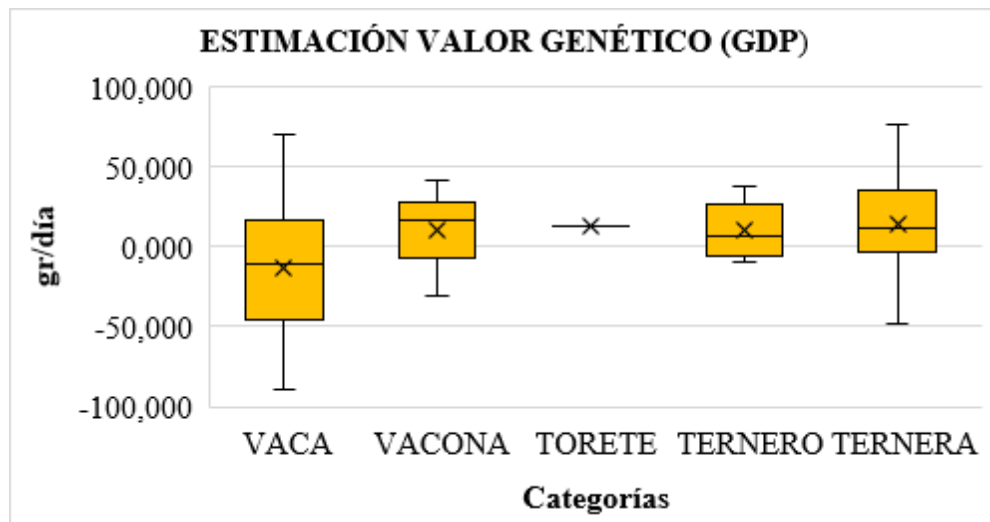
En la estadística del estudio del Fenotipo de la GDP, en bovinos muestra una amplia variabilidad en los resultados, con un total de 116 animales evaluados. La media de ganancia diaria de peso es aproximadamente 74.44 gr/día, lo que indica un rendimiento general positivo. Sin embargo, la existencia de valores negativos, como el mínimo de -310.26 gr/día que corresponde a la vaca VALENTINA, sugiere que algunos animales pueden estar experimentando problemas en su peso, posiblemente debido a factores genéticos, nutricionales o de manejo. Por otro lado, el máximo de 400.79 gr/día que representa a la ternera VICTORIA, indica que hay animales con una excelente ganancia de peso, lo que podría ser aprovechado para mejorar la genética del predio a través de programas de selección adecuados.

La ganancia diaria de peso en bovinos es el indicador más importante para el rendimiento productivo. Según Córdova A et al. (2005), en un estudio de la Revista MVZ en Colombia, menciona que se observó que la GDP promedio en terneros de cruces entre *Bos taurus* y *Bos indicus* fue de 1.15 kg, con un rango que varió entre 0.820 kg y 1.85 kg. Este resultado es notablemente superior a las ganancias reportadas en investigaciones anteriores, donde se documentaron valores significativamente más bajos, como 313.2 gr y 274.3 gr para machos y hembras, respectivamente (53). Otro estudio publicado en el 2023 destaca que la

suplementación adecuada puede incrementar la GDP a niveles aún más altos, por lo que, se reportó una ganancia media diaria de 1166 gr en bovinos alimentados con raciones específicas. Estos hallazgos sugieren que la genética y la nutrición juegan roles críticos en optimizar el crecimiento y la eficiencia productiva de los bovinos en diferentes sistemas de manejo (70).

10.2.2 Estimación del Valor Genético (EBV)

Gráfico 5. Estadística de la Estimación del valor Genético de la Ganancia Diaria de peso por categorías de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



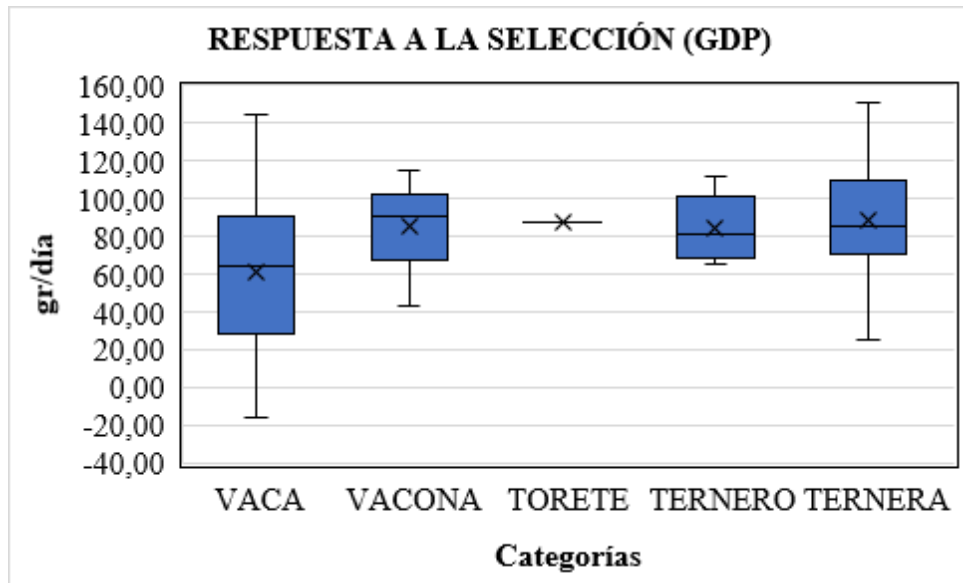
El gráfico 6 presenta la estimación del valor genético de los bovinos, el cual muestra una variabilidad significativa en los valores, que reflejan el potencial genético en cada categoría para contribuir a la mejora de características deseables. Los valores positivos, como los de la vaca MORA con 63.742 gr/día, VALENTINA con 69.423 gr/día y COLORADA con 70.368 gr/día, indican un alto potencial genético, sugiriendo que estos animales podrían ser excelentes candidatos para programas de reproducción y mejoramiento. Por otro lado, los valores negativos, se estima que estos animales pueden tener características menos deseables, lo que podría limitar su contribución al rebaño si se utilizan para la reproducción.

Varios artículos científicos han mostrado resultados significativos en los últimos años, especialmente con la implementación de técnicas de predicción genómica. Según Martínez et al. (2024), en un estudio reciente destaca que, en ganado lechero, la predicción genómica ha permitido cuadruplicar la ganancia genética y reducir el intervalo generacional a menos de la mitad, lo que resulta en una mejora notable en las características de crecimiento (71). Además, un estudio específico en bovinos desarrollado en Colombia en el año 2023 reveló que las heredabilidades directas para el peso al nacer y la ganancia diaria de peso fueron de 0.44 y 0.10,

respectivamente, lo que indica un efecto genético importante sobre la capacidad de los animales para ganar peso (72).

10.2.3 Respuesta a la Selección

Gráfico 6. Estadística de la Respuesta a la Selección de la Ganancia Diaria de Peso por categorías de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



El gráfico muestra la respuesta a la selección de los bovinos, el cual, indica una variabilidad significativa en los valores, que reflejan la capacidad de cada animal para responder favorablemente a las prácticas de selección genética. Los animales con los valores más altos, como MACARENA con 150.58 gr/día indican un potencial genético superior, demostrando que estos individuos son excelentes candidatos para la reproducción y el mejoramiento del predio.

Un análisis reciente realizado por Mendoza G et al. (2006), indica que las ganancias diarias pueden oscilar entre 0.5 kg/d y 1.1 kg/d, dependiendo de factores como la calidad del forraje y los niveles de suplementación nutricional. El cual, se observó que el uso de suplementos proteicos puede mejorar la GDP, alcanzando hasta 0.757 kg/d en animales alimentados adecuadamente, en comparación con solo 0.310 kg/d en grupos testigos sin suplemento. Esto sugiere que la gestión nutricional es crucial para optimizar el crecimiento y desarrollo de los bovinos lecheros, y resalta la importancia de ajustar las estrategias de alimentación para maximizar la eficiencia de producción en diferentes sistemas de manejo (73).

Tabla 5. Mejores animales en Ganancia Diaria de Peso.

<i>ID ANIMAL</i>	<i>PARROQUIA</i>	<i>PROPIETARIO</i>	<i>EBV GDP</i>	<i>RS GDP</i>
MACARENA	Tanicuchí	Pablo Toctaguano	76,12	0,505
COLORADA	Pastocalle	Segundo León	70,36	0,475
VALENTINA	Pastocalle	Wladimir Zapata	69,42	0,521
MORA	Tanicuchí	Silvia Paredes	63,74	0,474
MARGARITA	Pastocalle	Segundo León	62,65	0,475

Fuente: Elección a los mejores animales en Ganancia Diaria de Peso en las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.

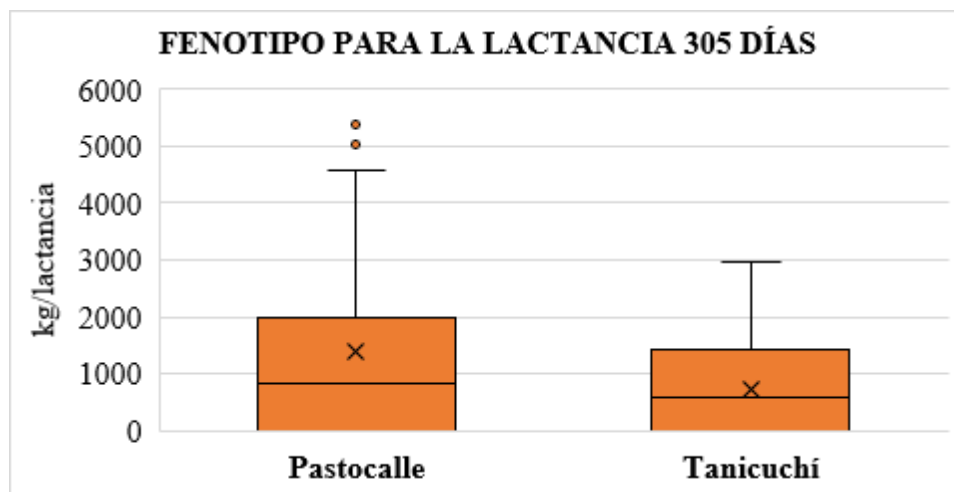
La tabla 6 indica a los cinco individuos que son candidatos ideales para la mejora genética del rebaño, ya que poseen características que favorecen el aumento de peso y la productividad en la producción lechera.

Los resultados sobre la GDP en bovinos lecheros han mostrado variaciones significativas en estudios recientes. En una investigación realizada por Peralta et al. (2022), se reportó que los animales alimentados con un porcentaje de ración del 2,2% de su peso vivo lograron una ganancia promedio de 67 kg por animal, lo que se traduce en aproximadamente 1,166 gramos diarios. Estos hallazgos sugieren que la optimización de la dieta y el manejo genético son esenciales para mejorar la eficiencia en la producción de leche en el ganado (70).

10.3 Lactancia 305 Días

10.3.1 Estimación del Fenotipo

Gráfico 7. Estadística del Fenotipo para la Lactancia de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



Los datos fenotipos de lactancia a 305 días, revela una notable variabilidad en la producción de leche entre los animales. La media del fenotipo de lactancia es aproximadamente 1057,81

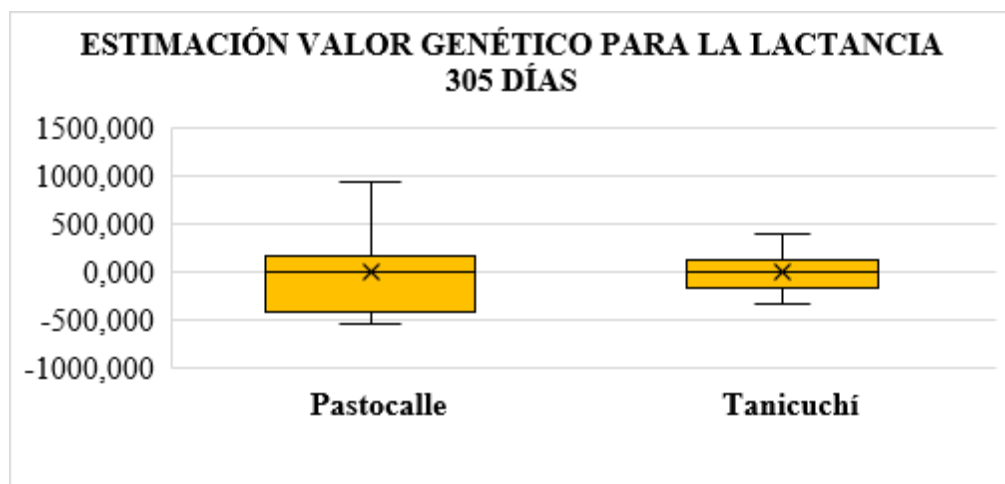
37

kg/lactancia, lo que indica un rendimiento promedio positivo en la producción de leche entre los bovinos evaluados. Este valor sugiere que, en general, los animales tienen un buen potencial de producción, aunque hay una considerable variabilidad. El valor máximo registrado es 5381,10 kg/lactancia, dato correspondiente a la vaca FERCHA, lo que destaca a este animal como uno de los más productivos en el rebaño.

Un estudio desarrollado por Cañete V et al. (2007), indica que las vacas que parieron a los 24 meses lograron una mayor producción de leche ajustada a 305 días en comparación con aquellas que parieron más tarde, sugiriendo una relación inversa entre la edad al parto y la producción de leche (59). Además, otro análisis revela que el intervalo entre el parto y la concepción también impacta negativamente en la producción; vacas con intervalos prolongados muestran menores rendimientos de leche ajustados a 305 días (74).

10.3.2 Estimación del Valor Genético (EBV)

Gráfico 8. Estadística de la Estimación del valor Genético para la Lactancia de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



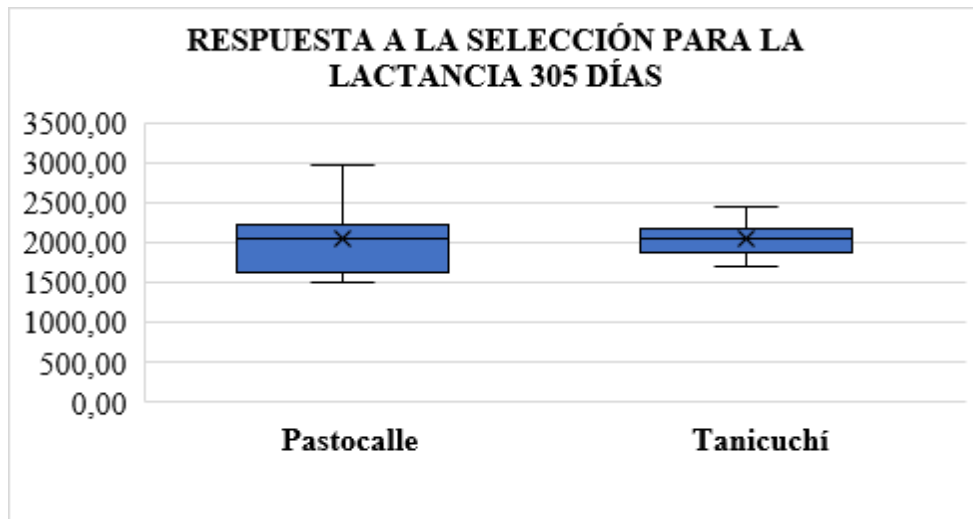
La estimación del valor genético para la lactancia a 305 días en los bovinos evaluados. Muestran, los valores positivos, como los de la vaca FERCHA con 935.64, GALANA 844.56 y NEGRA 728.29, indican un alto potencial genético para la producción de leche, sugiriendo que estos individuos son excelentes candidatos para la reproducción y el mejoramiento en el

predio. Varios animales presentan valores negativos lo que sugiere que podrían tener características menos deseables que limitarían su contribución a la producción lechera.

En un análisis realizado en la provincia de Chimborazo por Larrea Izurieta C et al. (2020), se reportó que la heredabilidad para la producción de leche ajustada a 305 días fue moderada, con un valor de $h^2=0.26$, lo que sugiere que es posible incrementar la producción mediante la selección de animales con alto mérito genético. La implementación de esta técnica no solo mejora la producción, sino que también tiene un impacto significativo en la sostenibilidad económica de los productores lecheros, al permitir una mejor adaptación a las condiciones del mercado y del entorno (8).

10.3.3 Respuesta a la Selección

Gráfico 9. Estadística de la Respuesta a la Selección para la Lactancia de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



El gráfico muestra una notable variabilidad en el rendimiento de los bovinos de las dos parroquias. Los valores más altos corresponden a la vaca FERCHA con 2985.16, GALANA con 2894.08 y CACHITOS con 2592.02, lo que indica que estos individuos tienen un excelente potencial genético para la producción de leche, sugiriendo que son candidatos ideales para la reproducción y mejoramiento.

Mediante un estudio de Intervalo parto concepción y su impacto en la producción de primera lactancia y en la vida productiva de vacas holstein y holstein x jersey en sistemas de pastoreo; realizado por Cañete V, et al. (2007), se ha observado que las vacas que parieron a una edad más temprana de 24 meses tienden a tener una mayor producción de leche ajustada a 305 días en comparación con aquellas que parieron más tarde (31-32 meses). Esta tendencia sugiere una relación inversa entre la edad al primer parto y la producción total de leche, lo que contrasta

con hallazgos previos que no encontraron un efecto significativo del año de parto sobre esta variable. Además, indica que las vacas con intervalos de parto-concepción prolongados de más de 164 días también presentan menores producciones de leche ajustadas a 305 días, lo que resalta la importancia del manejo reproductivo en la eficiencia productiva (74).

Tabla 6. Mejores animales en Lactancia 305 Días.

<i>ID ANIMAL</i>	<i>PARROQUIA</i>	<i>PROPIETARIO</i>	<i>EBV</i>	<i>RS</i>
FERCHA	Pastocalle	Wladimir Zapata	935,64	0,485
GALANA	Pastocalle	Wladimir Zapata	844,55	0,485
NEGRA	Tanicuchí	Silvia Paredes	728,29	0,510
DOMENICA	Pastocalle	Wladimir Zapata	673,70	0,510
CACHITOS	Pastocalle	Wladimir Zapata	542,49	0,509

Fuente: Mejores animales en Lactancia 305 Días en las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.

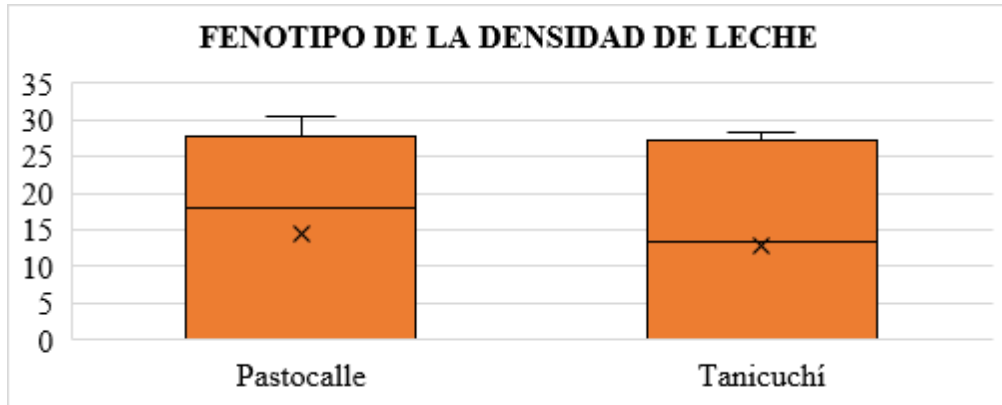
La tabla 7 muestra a los cinco mejores animales en lactancia a 305 días, el cual, se destaca a FERCHA como el animal con el mayor valor de EBV con 935.64 y una respuesta a la selección de 0.485, lo que indica un excelente potencial genético para la producción lechera.

En comparación con otros estudios, según Gando M et al. (2024), se ha observado que la producción promedio ajustada a 305 días varía considerablemente según el tamaño del establo y las prácticas de manejo. En propiedades grandes, la media de producción fue de 10,901 kg, mientras que en pequeñas fue de solo 9,065 kg, evidenciando una diferencia significativa. Estos hallazgos sugieren que factores como la genética, el manejo nutricional y la edad al primer parto son determinantes críticos para maximizar la producción de leche en sistemas lechero. Además, el acceso a programas de mejoramiento genético y el uso de técnicas avanzadas de alimentación y sanidad pueden potenciar aún más la eficiencia productiva, teniendo una mayor rentabilidad y sostenibilidad del sistema productivo y reproductivo (75).

10.4 Densidad de la Leche

10.4.1 Estimación del Fenotipo

Gráfico 10. Estadística del Fenotipo de la Densidad de las Pastocalle-Tanicuchí.

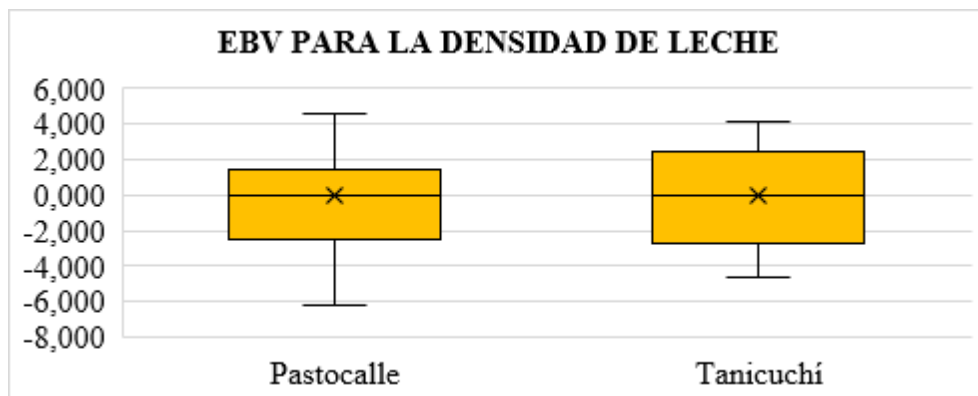


El fenotipo de la densidad de leche muestra una variabilidad significativa en la producción entre los bovinos. La media del fenotipo de densidad de leche se sitúa aproximadamente en 24,59, lo que indica un rendimiento promedio positivo en la producción lechera entre los bovinos evaluados. Este valor sugiere que, en general, los animales tienen un potencial de producción aceptable, aunque hay una considerable variabilidad en los resultados. El valor máximo registrado es 30,4, correspondiente a NUEVA, lo que destaca a este animal como uno de los más productivos en el predio del señor Segundo León.

Acosta Y et al (2020), evaluaron el efecto de la raza y la etapa de lactancia en la composición de la leche, encontrando que las vacas Jersey presentaron mayores porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales en comparación con las Holstein, lo que sugiere una influencia genética notable en la calidad del producto lácteo. Además, se verificó que en los componentes de la leche puede estar relacionada no solo con factores genéticos, sino también con el manejo ambiental y alimenticio, lo que subraya la importancia de considerar ambos aspectos para mejorar la producción lechera (67).

10.4.2 Estimación del Valor Genético (EBV)

Gráfico 11. Estadística de la Estimación del Valor Genético para la Densidad de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.

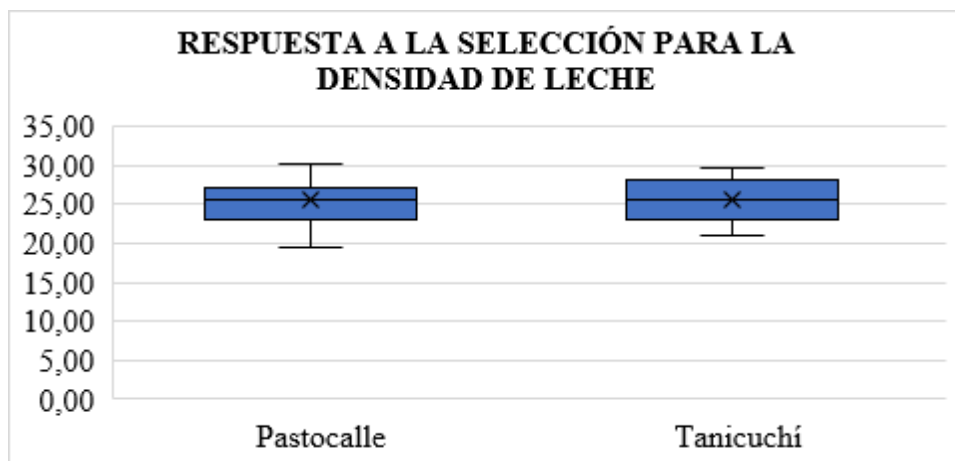


El gráfico 12 muestra la estadística de la Estimación del Valor Genético para la Densidad de las parroquias Pastocalle y Tanicuchí. Los valores positivos más altos corresponden a GALANA con 4.405 y DOMENICA 4.627, lo que indica un alto potencial genético para la producción de leche, sugiriendo que estos individuos son ideales para la reproducción y el mejoramiento del hato ganadero. Por otro lado, varios animales presentan valores negativos, como la vaca NEGRA del señor Jorge Aguas con -4.625, este individuo tiene características menos deseables que limitarían su contribución a la producción lechera.

Larrea I et al. (2020), evalúan parámetros genéticos en bovinos lecheros mestizos en la sierra alta de Chimborazo en Ecuador, encontrando una heredabilidad moderada para la producción de leche ajustada a 305 días, lo que indica la posibilidad de mejorar este rasgo mediante selección genética. Aunque este estudio se centró en la producción de leche, los hallazgos sugieren que características relacionadas, como la densidad de la leche, podrían seguir patrones similares de heredabilidad (8). También, Hidalgo V et al. (2021), analizaron la tendencia genética y fenotípica de la producción de leche en vacas Holstein en Perú, y reportaron una heredabilidad más baja, lo que implica una influencia ambiental más significativa en la producción lechera. Estas diferencias resaltan la importancia de considerar tanto factores genéticos como ambientales al evaluar y seleccionar para características específicas como la densidad de la leche (76).

10.4.3 Respuesta a la Selección

Gráfico 12. Respuesta a la Selección para la Densidad de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



Los animales con los mejores resultados en la respuesta a la selección incluyen a LINDA y GALANA, ambos con un valor de 30,03, lo que indica un alto potencial genético para la producción de leche en estos individuos. Por otro lado, algunos animales presentan valores más bajos, como MARGARITA con 19,49, lo que podría indicar características menos deseables que limitarían su contribución a la producción lechera.

Un estudio reciente que se llevó a cabo en la parroquia San Isidro, Ecuador, realizado por Briones J et al. (2024), se encontró que la densidad promedio de la leche cruda era de 1.033 g/mL, lo que sugiere un alto contenido de sólidos totales y proteínas, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos. Además, otros estudios indican que la densidad normal de vaca varía entre 1.028 y 1.034 g/mL, lo que resalta la consistencia en los resultados obtenidos a

través de diferentes investigaciones. Sin embargo, es muy importante monitorear este parámetro para evitar adulteraciones, como el ingreso de agua, que podría afectar negativamente la calidad del producto final (77).

Tabla 7. Mejores animales en Densidad de Leche.

<i>ID ANIMAL</i>	<i>PARROQUIA</i>	<i>PROPIETARIO</i>	<i>EBV</i>	<i>RS</i>
DOMENICA	Pastocalle	Wladimir Zapata	0,51	30,26
LINDA	Pastocalle	Wladimir Zapata	0,48	30,03
GALANA	Pastocalle	Wladimir Zapata	0,48	30,03
FERCHA	Pastocalle	Wladimir Zapata	0,48	29,86
FORTUNA	Pastocalle	Wladimir Zapata	0,48	29,86

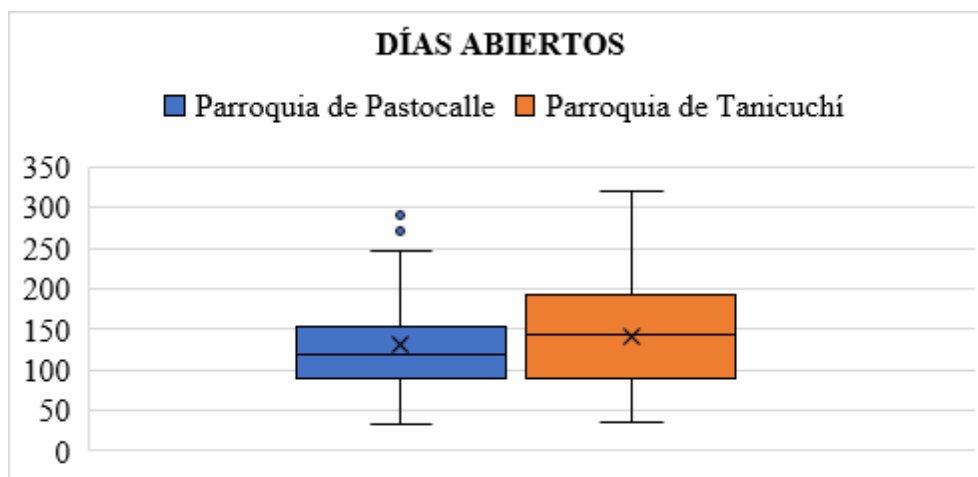
Fuente: Mejores animales en Densidad de Leche en las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.

En la tabla, se menciona a los mejores animales en densidad de leche, el cual, destacan a la vaca DOMENICA como el animal con el mayor valor de respuesta a la selección de 30,26, lo que indica un excelente potencial para la producción lechera.

Stefan Hortenhuber (2022), en su artículo sobre las vacas de doble propósito con buenas producciones de leche, menciona que la raza Jersey presenta los niveles más altos de grasa y proteína en su leche, lo que se traduce en una mayor densidad. Por otro lado, las vacas de la raza Fleckvieh, aunque menos especializadas en la producción lechera, buena robustez y eficiencia alimentaria, resultando en una menor necesidad de pienso concentrado y una producción de carne superior. La composición media de la leche de vaca incluye aproximadamente un 87% de agua, con un extracto seco que contiene entre 35-40 g de materia grasa y 30-35 g de proteínas por litro de leche (78).

10.5 Días Abiertos

Gráfico 13. Estadística de los Días Abiertos de las parroquias Pastocalle-Tanicuchí.



El gráfico 14 muestra los valores de días abiertos de los animales, el cual la mínima de los días abiertos es 35 días en la vaca FORTUNA y la máxima es 290 días en FERCHA, lo que resalta la necesidad de mejorar el manejo reproductivo para optimizar la eficiencia de cada predio. La identificación y análisis de estos datos son cruciales para implementar estrategias que optimicen la reproducción y mejoren la rentabilidad del ganado en las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí

Un análisis publicado por Avilés R et al. (2024), sobre los principales sistemas de producción de leche de bovinos se observó que el promedio de días abiertos en vacas lecheras se sitúa entre 90 y 120 días, lo que es consistente con lo reportado en investigaciones anteriores que destacan la importancia de la gestión reproductiva para optimizar la eficiencia productiva. Este estudio realizado en México indica que el manejo alimenticio y reproductivo puede influir directamente en la reducción de días abiertos, sugiriendo que estrategias adecuadas pueden llevar a una mejora notable en la productividad. Además, señala que el aumento en la demanda de leche ha llevado a los productores a enfocarse más en la eficiencia reproductiva, lo que podría resultar en una disminución de días abiertos y un aumento en la producción por vaca (20).

10.6 Valores Económicos

10.6.1 Costos de Producción

Tabla 8. Costos de Producción de la Parroquia de Pastocalle.

<i>Propietario</i>	<i>Litros leche al MES</i>	<i>Precio de venta del litro de leche (\$)</i>	<i>Costo de producción de 1 lt de leche</i>
Mario Toapanta	750	0,38	0,18
Wladimir Zapata	4500	0,4	0,15
Ester Toapanta	300	0,42	0,2
Segundo León	2100	0,38	0,16
Claudia Viracocha	420	0,42	0,2
PROMEDIO	1614	0,4	0,18

Fuente: Información obtenida de los costos de producción de la Parroquia de Pastocalle.

Los costos de producción de leche en la parroquia de Pastocalle revelan información clave sobre la eficiencia económica de los productores. La tabla 9 muestra que el señor Wladimir Zapata es el mayor productor, con 4,500 litros al mes, lo que le permite beneficiarse de un costo de producción relativamente bajo de \$0.15 por litro, lo que resulta en un margen de ganancia favorable dado el precio de venta de \$0.40 por litro de leche.

Tabla 9. Costos de Producción de la Parroquia de Tanicuchí.

<i>Propietario</i>	<i>Litros leche vendidos MES</i>	<i>Precio de venta del litro de leche (\$)</i>	<i>Costo de producción de 1 lt de leche</i>
Carmen Alban	750	0,42	0,18
Jorge Aguas	900	0.50	0,16
Elena Bonilla	1080	0,42	0,2
José Niza Flores	240	0,35	0,21
Jenny Paste	240	0,4	0,21
Silvia Paredes	1350	0,5	0,2
Laura Pila	300	0,4	0,21
Maribel Ruiz	360	0,38	0,18
Pablo Tactoguano	2100	0,42	0,16
PROMEDIO	947	0,41	0,19

Fuente: Datos obtenidos de los costos de producción de la Parroquia de Tanicuchí.

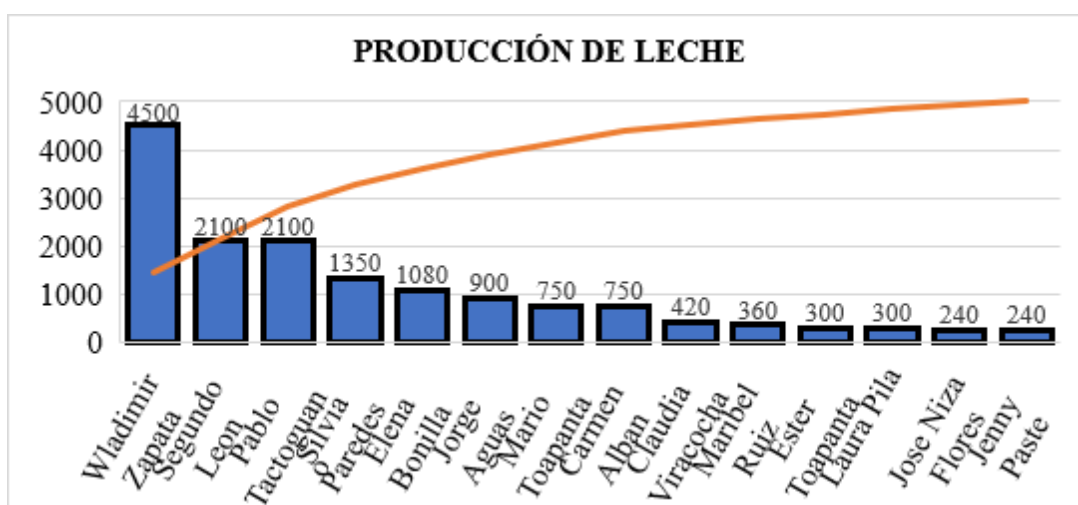
Los costos de producción de leche en la parroquia de Tanicuchí revela un panorama variado entre los productores. Silvia Paredes destaca como la mayor productora, vendiendo 1,350 litros al mes a un precio de \$0.50 por litro, con un costo de producción de \$0.20, lo que le permite obtener un margen de ganancia favorable.

Un estudio que se ejecutó en el cantón Sigchos – Ecuador, realizado por Cevallos A et al. (2021), indica que el costo promedio de producción del litro de leche se sitúa en aproximadamente 0,21 USD, lo que representa una diferencia significativa en comparación con el costo oficial de 0,42 USD pagado al productor. Esta discrepancia sugiere la existencia de factores adicionales que influyen en la determinación del precio, como los costos de insumos, la infraestructura, la eficiencia productiva y las fluctuaciones del mercado (49). Además, otro estudio ha evidenciado

que la rentabilidad de los pequeños y medianos productores se ve afectada por el acceso limitado a tecnología, financiamiento y asistencia técnica, lo que impacta directamente en su competitividad dentro del sector lechero. Por ello, el desarrollo de estrategias que optimicen la eficiencia productiva y reduzcan los costos de operación se vuelve clave para mejorar la sostenibilidad económica del sector (79).

10.6.1.1 Producción mensual de leche de cada Predio.

Gráfico 14. Producción de leche de cada productor.



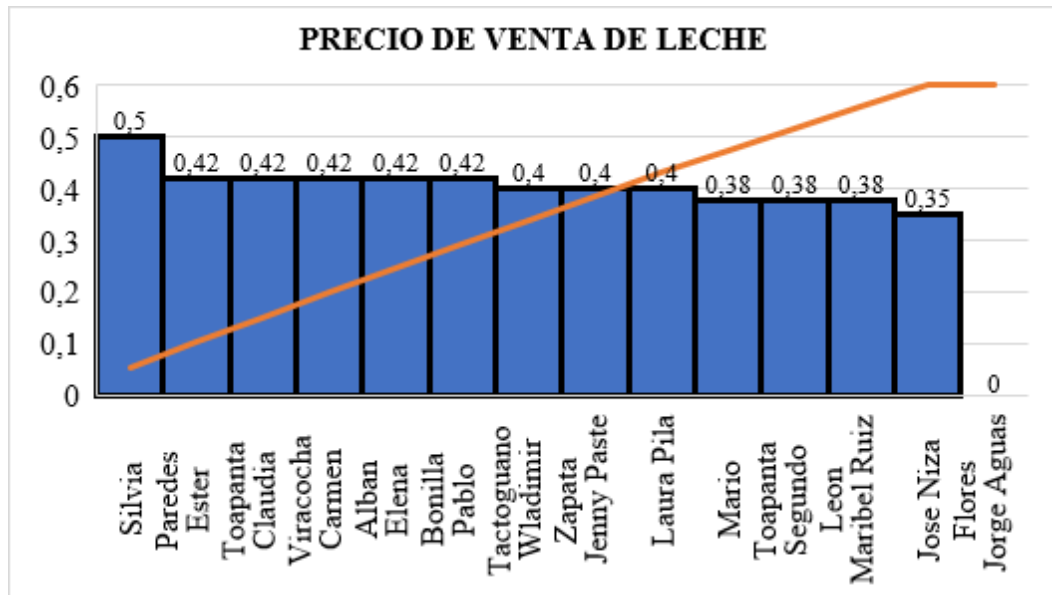
La producción de leche en las parroquias muestra que el señor Wladimir Zapata se destaca como el mayor productor, con una venta de 4,500 litros al mes, lo que sugiere una operación lechera bien establecida y eficiente. Otros productores significativos incluyen al señor Segundo León y el señor Pablo Tactoguano, ambos con 2,100 litros, lo que también refleja un buen nivel de producción. Por lo que, productores como la señora Ester Toapanta y el señor José Niza tienen volúmenes más bajos, con solo 300 y 240 litros, respectivamente, lo que podría indicar limitaciones en la capacidad de producción o en el manejo del ganado.

Medina E et al. (2024), mencionan diferentes análisis de la producción lechera como en Colombia y Perú, donde se han implementado tecnologías avanzadas y sistemas de gestión más eficientes, Ecuador aún enfrenta desafíos en términos de productividad y modernización. Lo cual, en Colombia se reportan rendimientos promedio superiores a 8 litros por vaca por día gracias a la adopción de prácticas más tecnificadas. En cambio, Ecuador presenta un rendimiento promedio de 6,8 litros por vaca, Lo que indica un potencial significativo para mejorar a través de la capacitación y la inversión en tecnología. Además, la concentración de la producción en

regiones específicas como la Sierra (73%) y los desafíos climáticos y del mercado informal son factores que limitan el crecimiento sostenido del sector lechero ecuatoriano (13,18).

10.6.1.2 Precio de venta de litro de leche de cada productor.

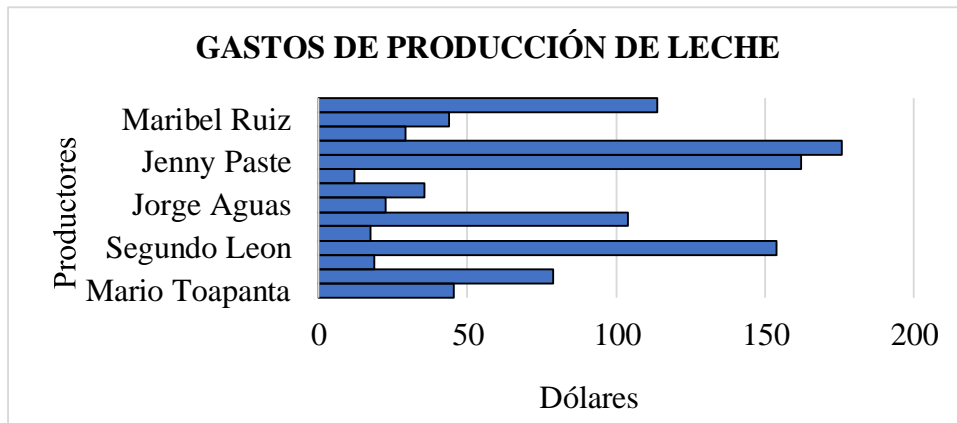
Gráfico 15. Precio de venta de leche en la parroquia de Pastocalle-Tanicuchí.



El precio de venta del litro de leche entre los productores de las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí muestra precios que oscilan entre \$0.35 por litro, fijado por el señor José Niza Flores, y \$0.50 ctvs. por litro, establecido por el señor Jorge Aguas y la señora Silvia Paredes, lo que indica que algunos productores están en una posición más ventajosa para maximizar sus ingresos. La diferencia en los precios puede reflejar factores como la calidad de la leche, la demanda local, y la eficiencia en la producción.

A pesar de las caídas en los precios, se ha establecido un precio mínimo de sustentación de \$0.50 por litro para proteger a los productores, aunque muchos aún reportan pagos inferiores. Comparando con otros estudios sobre bovinos lecheros, es evidente que la situación en Ecuador refleja una crisis más amplia en la industria láctea, donde las fluctuaciones de precios y la calidad del forraje son factores críticos que afectan tanto a los productores como a los consumidores. El Ministerio de Agricultura y Ganadería en el 2024, menciona de igual manera que el descenso del precio de la leche ha sido impulsado por factores como la sequía que afecta la producción, resultando en una reducción del 50% en la producción de algunos ganaderos debido a la falta de pasto (80).

10.6.1.3 Gastos de producción de leche

Gráfico 16. Gastos de Producción de Leche.

Los gastos de producción de leche entre los productores de las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí revela una considerable variabilidad en los costos operativos. La señora Silvia Paredes presenta el gasto más alto con \$175.625, lo que podría reflejar una mayor inversión en sanidad, alimentación o mano de obra. Lo cual, el señor José Niza Flores tiene el gasto más bajo, de \$11.875, lo que podría indicar menos inversión en recursos.

Según Ocla (2021), en un estudio elaborado sobre la situación de la lechería mundial, se observó que, a pesar de la pandemia, la producción global de leche creció un 3%, alcanzando 910 millones de toneladas, lo que refleja la resiliencia del sector lácteo. En términos de costos, los gastos de producción en Ecuador han aumentado debido a factores como el precio del alimento y los insumos veterinarios, lo que ha llevado a los productores a buscar estrategias para mejorar la eficiencia y reducir costos (81).

10.7 Rentabilidad del Proyecto

Los ingresos netos de los productores de leche en las parroquias de Pastocalle y Tanicuchí varían significativamente, lo que determina la rentabilidad de sus operaciones. En el caso del señor Wladimir Zapata, con una producción mensual de 4,500 litros y un precio de venta de \$0.40, tiene ingresos mensuales por venta de leche que superan sus gastos, lo que sugiere una operación rentable. En cambio, el señor José Niza Flores, con solo 240 litros vendidos a \$0.35, enfrenta altos costos en relación con sus ingresos, lo que lo coloca en una situación menos favorable. Además, algunos productores, como la señora Silvia Paredes, tienen gastos elevados hasta \$800 en sanidad que pueden afectar su rentabilidad a pesar de tener un volumen considerable de producción. La capacidad de cada productor para gestionar eficientemente sus gastos y

maximizar sus ingresos será clave para determinar su viabilidad a largo plazo en el mercado lechero.

10.8 Simulaciones en base a la respuesta a la selección

Tabla 10. Datos para obtener las simulaciones para la respuesta a la selección.

<i>Respuesta a la Selección</i>	
Ganancia diaria de peso	73,35
Lactancia 305 Días	2047,69
Densidad de la leche	25,62

Fuente: Información obtenida de cada variable.

En la tabla 11 se destacan tres variables importantes para mejorar la producción lechera en la parroquia de Pastocalle-Tanicuchí. El cual indica la respuesta a la selección de la ganancia diaria de peso que es de 73,35 gr/día, el cual se estima que en cinco generaciones se podría alcanzar 366.75 gr/día. Debido a que, según el manual de producción de ganado lechero en la Sierra, realizado por Almeyda M (2020), menciona que una meta razonable para la ganancia diaria de peso en terneros es de 200 a 300 gr/día y en bovinos lecheros sería de 800 g a 1.000 g por día, lo que contribuiría a un crecimiento saludable y eficiente del ganado, asegurando su productividad a largo plazo (82).

De igual forma, en la lactancia 305 días, actualmente es de 2047,69 kg se estima subir en la próxima generación. Según Loza M, et al. (2016), en un estudio sobre la determinación del comportamiento de la curva de lactancia y producción lechera del ganado menciona que, en vacas con establo, la producción promedio puede alcanzar 3242.68 kg, mientras que, en vacas sin establo, puede ser de aproximadamente 2621.87 kg, todo esto depende de que cada productor vaya mejorando en la calidad de alimentación y controlando las enfermedades que podría afectar la misma (83).

Con respecto a la densidad de la leche es de 25,62 se estima subir en la próxima generación. Debido a que según Delgado C et al. (2024), indica que se considera normal y varía entre 1.028 y 1.034 g/mL. Este rango se encuentra dentro de los estándares establecidos para la calidad de la leche, donde la mayoría de las muestras analizadas se sitúan en torno a estos valores. Lo que indica que cualquier desviación significativa por debajo de este rango podría ser indicativa de adulteración, como el aumento de agua, mientras que valores por encima pueden sugerir problemas en la alimentación del ganado o cambios en la composición de la leche (77).

11. IMPACTOS DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

11.1 Impacto Técnico

El proyecto de mejoramiento genético en bovinos de leche ha resultado en un aumento notable de la productividad del ganado, gracias a la implementación de técnicas como la inseminación artificial. Esto no solo incrementa el rendimiento lechero por animal, sino que también mejora la salud general del hato ganadero, reduciendo la incidencia de enfermedades y elevando la calidad de la leche, lo que permite a los productores acceder a mercados más competitivos y obtener mejores precios. Además, la recolección sistemática de datos permite a los productores evaluar el rendimiento de sus animales y tomar decisiones informadas sobre la selección y manejo del ganado. Esto incluye el seguimiento de características como el peso y la altura, que son indicadores importantes del potencial productivo.

11.2 Impacto Social

El proyecto ha fortalecido a los sectores al involucrar a pequeños productores, impulsando a las redes comunitarias y promoviendo el intercambio de conocimientos sobre buenas prácticas ganaderas eficientes en cada uno de sus predios. Esta colaboración fomenta un sentido de comunidad y empoderamiento entre los ganaderos, mejorando su capacidad para gestionar sus recursos y generando nuevas oportunidades laborales que contribuyen al bienestar social. Al aumentar la producción lechera y reducir costos, los ganaderos pueden mejorar sus ingresos, lo que contribuye a una mejor calidad de vida para las familias involucradas en la producción lechera tanto en la parroquia de Pastocalle y Tanicuchí.

11.3 Impacto Ambiental

La implementación del mejoramiento genético promueve prácticas ganaderas sostenibles que pueden reducir el impacto ambiental asociado con la producción lechera. Al seleccionar animales que son más eficientes en la conversión de alimentos y que requieren menos recursos para producir más leche, se contribuye a disminuir la huella ecológica del sector. Asimismo, estas prácticas ayudan en la conservación de recursos naturales como el suelo y el agua, promoviendo una agricultura más responsable y sostenible. Además, un manejo adecuado de las excretas mejora las prácticas agrícolas y reduce la contaminación, favoreciendo un entorno más saludable.

11.4 Impacto Económico

El proyecto ha demostrado ser beneficioso al incrementar los ingresos de los productores gracias a una mayor producción y calidad de leche. Además, al reducir costos asociados con enfermedades y optimizar el uso de insumos, se fomenta una mayor sostenibilidad económica para las familias dedicadas a esta actividad, asegurando su viabilidad a largo plazo.

12. CONCLUSIONES

- La evaluación genética de bovinos lecheros en las parroquias Pastocalle y Tanicuchí reveló una notable variabilidad en la productividad, destacando el potencial de la selección genética para mejorar la producción de leche y la eficiencia reproductiva. Además, se observaron diferencias significativas en las características productivas, con algunos ejemplares alcanzando hasta 5,381.10 kg de leche en 305 días, lo que refleja un alto potencial productivo. Por lo tanto, la implementación de programas de selección genética podría mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del sector lechero.
- El análisis del peso económico del índice de selección de los fenotipos demostró que la implementación de programas de mejoramiento genético optimiza la rentabilidad en de los productores, al seleccionar animales con mejor desempeño, lo que reduce costos operativos y se incrementa la eficiencia en la producción de leche, fortaleciendo la sostenibilidad del sistema ganadero de las parroquias. Mediante los resultados obtenidos se observó que el costo promedio de producción de un litro de leche es de \$0.18 ctvs. en Pastocalle y \$0.19 ctvs. en Tanicuchí, mientras que el precio de venta promedio es de \$0.40 y \$0.41 ctvs., lo que demuestra un impacto positivo en la rentabilidad.
- Las proyecciones de diversos escenarios económicos han demostrado que la implementación de programas de mejoramiento genético tiene el potencial de generar beneficios a largo plazo, incrementando la producción lechera y mejorando la calidad del hato ganadero. Además de optimizar el rendimiento económico, estos programas favorecen una producción más sostenible, permitiendo a los productores adaptarse a las demandas del mercado. Por lo tanto, es fundamental que los productores continúen invirtiendo en programas de selección genética y adopten prácticas innovadoras que fortalezcan el sector lechero, asegurando su sostenibilidad y rentabilidad.

13. RECOMENDACIONES

- Es necesario que cada uno de los productores establezcan objetivos claros en relación con el tipo de vaca que desean criar, considerando múltiples factores como la rentabilidad y la adaptabilidad a las condiciones locales. Esto implica definir claramente qué características son prioritarias, como la producción de leche, la fertilidad y la resistencia a enfermedades. Al tener un enfoque claro, los ganaderos pueden dirigir sus esfuerzos hacia la selección de animales que cumplan con estos criterios, optimizando así el proceso de mejoramiento genético.
- Es crucial llevar un control riguroso de los registros productivos, reproductivos y genealógicos del ganado. Estos datos son fundamentales para evaluar el desempeño de los animales y tomar decisiones informadas sobre la selección y el manejo del hato. Los registros deben incluir información sobre la producción de leche, tasas de preñez, salud animal y antecedentes familiares. Esto permitirá identificar patrones y realizar ajustes en las estrategias de manejo y selección.
- Es fundamental intensificar la capacitación de los productores en prácticas de manejo y mejoramiento genético, así como facilitar el acceso a tecnologías reproductivas avanzadas, como la inseminación artificial y la selección genética asistida. Estas acciones permitirán optimizar la productividad del hato ganadero, mejorar la calidad de la leche y aumentar la eficiencia reproductiva. Además, contribuirán a la reducción de costos de producción y al incremento de la rentabilidad de las explotaciones lecheras de las parroquias mencionadas. Al fomentar la adopción de tecnologías y fortalecer el conocimiento de los ganaderos, se garantizará la sostenibilidad del sector, promoviendo su desarrollo a largo plazo y su competitividad en el mercado.

14. BIBLIOGRAFÍAS

1. Puga B, Cunama D, et al. Plan piloto para el mejoramiento de la calidad nutricional y conteo de células somáticas de leche bovina, producida por pequeños productores de la provincia de Pichincha-Ecuador, aplicando un programa de capacitación. Siembra [Internet]. 2024;11(1):e4493 [citado 26 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653876227008>
2. Pastocalle GAD. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San José de Pastocalle [Internet]. Gob.ec. 2020 [citado 26 de julio de 2024]. Disponible en: https://pastocalle.gob.ec/cotopaxi/wpcontent/uploads/2020/08/PDYOT_PASTOCALLE_FINAL.pdf
3. Cárdenas B. Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial [Internet]. Gob.ec. 2020 [citado 26 de julio de 2024]. Disponible en: https://www.latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga2020-2040.pdf
4. Casa S, Toctaguano J, et al. Producción de bovinos de leche en la parroquia de Tanicuchí [Internet]. Zonalegal.net. 2023 [citado 27 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.zonalegal.net/uploads/documento/EDICION%20ESPECIAL%20954%20MIRCOLES%205%20DE%20JULIO%20DEL%202023.pdf>
5. Ortuño Barba C, Chacón Marcheco E, Cartuche Macas L, Carrillo Álvarez I, Guevara Viera G. Pesos económicos para un índice de selección de la raza Holstein Friesian en el Ecuador. Chil J Agric Anim Sci [Internet]. 2023;39(2):164–73 [citado 27 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v39n2/0719-3890-chjaasc-39-02-164.pdf>
6. Guamán U, et al. Producción Pecuaria de la Provincia de Cotopaxi [Internet]. Celec. 2021 [citado 2 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.celec.gob.ec/transselectric/images/stories/noticias/2021WEB/Tanicuhiweb/d/c/ANEXOS/SOCIAL/PDOTs/Provincia%20Cotopaxi/PD%20Y%20OT%20COTOPAXI%202021.PDF>
7. Pallango E, Moreno MA, Noguera AJ, et al. Análisis de la Calidad de leche producida por ganaderos rurales en la parroquia Pastocalle Cotopaxi y su influencia en la economía del sector [Internet]. Cienciadigital.org. 2019;3(2). [citado 2 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/450/1032>
8. Larrea Izurieta C, Hurtado E, Macías Andrade J, et al. Estimación del valor genético predicho en bovinos lecheros mestizos en un hato en la sierra alta de Chimborazo, Ecuador. Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2020;31(4):e17519 [citado 3 de agosto de 2024].

- Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v31n4/1609-9117-rivep-31-04e17519.pdf>
9. Marizancén M, Artunduaga L. Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo [Internet]. Dialnet.unirioja.es 2017;8:247–59 [citado 3 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285365>
 10. Vásconez L. 5,6 millones de litros de leche se producen cada día en Ecuador - El Comercio [Internet]. elcomercio.com.2024 [citado 6 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/56-millones-de-litros-de-leche-seproducen-cada-dia-en-ecuador.html>
 11. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador ya puede exportar productos lácteos a Chile [Internet]. agricultura.gob.ec. 2024 [citado 6 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-ya-puede-exportar-productos-lacteos-a-chile/>
 12. Quintana D. Estas son las provincias con mayor producción de leche - Forbes Ecuador [Internet]. forbes.com.ec. 2024 [citado 6 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.forbes.com.ec/rankings/estas-son-provincias-mayor-produccion-lechen60834>
 13. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Ganadería [Internet]. Gob.ec. 2023 [citado 6 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf
 14. Ortiz L. Sector lácteo en Ecuador: una mirada a los desafíos y oportunidades [Internet]. revistagestion.ec. 2024 [citado 6 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://revistagestion.ec/analisis-economia-y-finanzas/sector-lacteo-en-ecuador-unamirada-los-desafios-y-oportunidades/>
 15. Aguilar S. Entre 2022 y 2023 el consumo de lácteos en Ecuador cayó un 12 % [Internet]. prensa.ec.2024 [citado 6 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://prensa.ec/entre2022-y-2023-el-consumo-de-lacteos-en-ecuador-cayo-un-12/>
 16. Benavides J, Villafuerte A, Villa D. Manejo integral de los bovinos productores de leche [Internet]. cimogsys.esPOCH.2022 [citado 6 de diciembre de 2024]. Disponible en: <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2023-01-18134853-L2022-022.pdf>

17. Caiza F, Taípe MV, et al. Vista de La ganadería de leche y el desarrollo socioeconómico del cantón Mejía [Internet]. *revistavitalia.org*.2024 [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://revistavitalia.org/index.php/vitalia/article/view/188/282>
18. Medina E, Pereda J, Curbelo L. Producción de leche en Ecuador, su proyección a partir de escenarios con énfasis en la cuenca baja del Guayas [Internet]. *Scielo. Rev. prod. anim.* vol.36 no.1.2024 [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202024000100038&lng=es&nrm=i
19. Código Sanitario para los Animales Terrestres. Bienestar animal y sistemas de producción de ganado vacuno de leche [Internet]. Capítulo 7.1 1.2024 [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_dairy_cattle.pdf
20. Avilés Ruíz R, Barrón Bravo OG, Gutiérrez Chávez AJ, Ruiz Albarrán M. Principales sistemas de producción de leche en México: recopilación actual de parámetros productivos, reproductivos y de manejo [Internet]. *Ciencias Veterinarias y Producción Animal*.2024;32–47. [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/377908052_Principales_sistemas_de_produccion_de_leche_en_Mexico_recopilacion_actual_de_parametros_productivos_reproductivos_y_de_manejo_Comparacion_entre_los_principales_los_principales_sistemas_de_produccion_d
21. Ochoa Galván P. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche [Internet]. *Ciencia Veterinaria*. 1991;5. [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVo15/CVv5c4.pdf>
22. Cornejo-García NL, Durán-Aguilar M, Ruiz López F de J, Cantó-Alarcón GJ, RomanoMuñoz JL. Estimación de parámetros genéticos para características de flujo y conductividad de la leche en un sistema de ordeño robotizado. *Rev Mex Cienc Pecu* [Internet]. 2024;15(3):721–33 [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v15n3/2448-6698-rmcp-15-03-721.pdf>
23. Ministerio de Agricultura y Ganadería. En Cotopaxi se impulsa la inseminación artificial [Internet]. [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/en-cotopaxi-se-impulsa-la-inseminacion-artificial-2/>

24. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Productores de Cotopaxi reciben vaconas chilenas para mejoramiento genético [Internet]. [citado 7 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-cotopaxi-reciben-vaconas-chilenas-paramejoramiento-genetico/>
25. Sotomayor AGS, Orbe WPC, León BLA, Hevia SG. Ganadería estabulada técnica de crianza bovina para fortalecer las competencias en el módulo animales mayores. Dominio de las Ciencias [Internet]. Vol. 10 Núm. 3 (2024): Julio-Septiembre [citado 8 de diciembre de 2024];10(3):1751–70. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/4006>
26. Franco-Crespo C, Morales Carrasco LV, Lascano Aimacaña NR, et al. Dinámica de los pequeños productores de leche en la Sierra centro de Ecuador. LA GRANJA Revista de Ciencias de la Vida [Internet]. 2019 [citado 8 de diciembre de 2024];30(2):103–20. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962019000200103&lng=es&nrm=iso&tlng=es
27. Villacrés AP, Carrillo CG, Alcoser LT, Castillo GV. Caracterización de sistemas productivos lecheros en la parroquia Juan Benigno Vela, Tungurahua, Ecuador. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS [Internet]. 2023 [citado 8 de diciembre de 2024];5(4):147–57. Disponible en: <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/656>
28. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Productores de Cotopaxi se capacitan en el Reglamento a Ley de la Leche [Internet]. [citado 8 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-cotopaxi-se-capacitan-en-el-reglamento-aley-de-la-leche/>
29. Ministerio de Inclusión Económica y Social. La Red de Lecheros de Cotopaxi se fortalece con material y equipos de primera [Internet]. [citado 8 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.inclusion.gob.ec/la-red-de-lecheros-de-cotopaxi-se-fortalece-conmaterial-y-equipos-de-primera/>
30. Vallejo E. Desarrollo sostenible de fincas ganaderas con producción lechera en el Cantón Mejía [Internet]. uagraria.edu.2022 [citado 8 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VALLEJO%20CHACHO%20EMILY%20ADRIAN A.pdf>
31. Lascano N, Castillo D, Córdova A, Morales-Carrasco L, Franco-Crespo C. Evaluación de escenarios de acceso a crédito en explotaciones lecheras de la provincia de Cotopaxi.

- AXIOMA [Internet]. 2022 [citado 8 de diciembre de 2024];1(26):37–44. Disponible en: <https://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/798>
32. Cuenca M, García D, González J. Detección de Mastitis Subclínica Bovina y factores asociados, en fincas lecheras de la Provincia del Cañar-Biblián, Ecuador [Internet]. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. 2021 [citado 13 de diciembre de 2024];31(3):93–8. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&sw=w&issn=07982259&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA670667493&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>
33. Gómez Cuello L. Prevalencia de enfermedades mediante el recuento de células en bovinos de producción láctea [Internet]. dspace.ups.edu.2022 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23969/1/UPSCT010256.pdf>
34. Bonifaz N, Galarza X, Fuertes B, Beltrán J, Bonifaz N, Galarza X, et al. Determinación molecular del agente etiológico de la mastitis bovina de muestras provenientes de unidades productoras andinas. La granja Revista de Ciencias de la Vida [Internet]. ;39(1):139–49. 2024 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962024000100139&lng=es&nrm=iso&tlng=es
35. Lituma V. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino de una finca ganadera localizada en el cantón naranjal, provincia del Guayas [Internet]. uagraria.edu.2023 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LITUMA%20ROCHA%20VANESSA%20BEATRIZ.pdf>
36. Román-Cárdenas F, Chávez-Valdivieso R. Prevalencia de enfermedades que afectan la reproducción en ganado Bovino Lechero del cantón Loja. CEDAMAZ [Internet]. Vol. 6 Núm. 1.2017 [citado 13 de diciembre de 2024];6(1). Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/65>
37. Maldonado JE, Pérez CC. Enfermedades infecciosas del ganado bovino diagnosticadas entre 2020 y 2022 en la sierra sur del Ecuador. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal [Internet]. 2022;30(Sup. 2):63–5 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.academia.edu/96950693/Enfermedades_infecciosas_del_ganado_bovino_diagnosticadas_entre_2020_y_2022_en_la_sierra_sur_del_Ecuador

38. Suarez J. Análisis epidemiológico de las principales enfermedades virales que afectan a los bovinos de el ecuador [Internet]. repositorio.utmachala.edu.2022 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19836/1/ECUACA-2022-MVDE00012.pdf>
39. García-Meneses AM, Angie ; Cruz-Peña N, Dumar ; Jaramillo-Hernández A. Planes de vacunación en animales de compañía y sistemas de producción en equinos y bovinos. Revista MVZ Córdoba, ISSN 0122-0268, ISSN-e 1909-0544, Vol 29, No 3, 2024 [Internet]. 2024 [citado 13 de diciembre de 2024];29(3):10. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9699723>
40. Agronet. 9 tipos de vacuna que se deben aplicar al ganado [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Conozca-los-9-tipos-de-vacuna-que-sedeben-aplicar-al-ganado.aspx>
41. Rodríguez I, Eloy J. Gestión de hatos bovinos lecheros para la prevención de enfermedades zoonóticas en la parroquia Quimiag del cantón Riobamba [Internet]. repositorio.ucsg.edu.2020 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14705/1/T-UCSG-PRE-TEC-CMV-83.pdf>
42. Quiroz G. En Ecuador, la crisis del pasto afecta la producción de leche de pequeños ganaderos - El Comercio [Internet]. 2024 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/en-ecuador-la-crisis-del-pasto-afecto-laproduccion-de-leche-de-pequenos-ganaderos.html>
43. López L. El sector lácteo ecuatoriano: Desafíos y oportunidades en tiempos de cambio - prensa.ec [Internet]. 2024 [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://prensa.ec/el-sector-lacteo-ecuadoriano-desafios-y-oportunidades-en-tiempos-decambio/>
44. El Productor. Mejoras genéticas en ganado bovino en Ecuador, un camino largo y con retos económicos [Internet]. 2019 [citado 14 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://elproductor.com/2019/08/mejoras-geneticas-en-ganado-bovino-en-ecuador-uncamino-largo-y-con-retos-economicos/>
45. Barrera F, Donato JC, Hernández A. Mejoramiento en un sistema de producción bovino semi-confinado en la empresa La Cosmopolitana Agroecológica Ltda del municipio de Restrepo – Meta. Revista Sistemas de Producción Agroecológicos [Internet]. 2023 [citado

- 14 de diciembre de 2024];14(2). Disponible en: <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/1033>
46. Molina D, Cueva SF. Evaluación genética del hato lechero de la Escuela Agrícola Panamericana mediante el uso del Mejor Predictor Lineal Insesgado [Internet]. bdigital.zamorano.edu.2018 [citado 14 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6a8c985a-e6d1-4b49-9f137f1a2b679ae2/content>
47. Padilla W. Costos de producción y comercialización de productores de acopio lechero tahualag, cantón guano, provincia de Chimborazo [Internet]. dspace.unach.edu.2024 [citado 14 de diciembre de 2024]. Disponible en: [http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13717/1/PADILLA%20MEL%20C3%89NDREZ,%20W.%20\(2024\)%20COSTOS%20DE%20PRODUCCI%20C3%93N%20Y%20COMERCIALIZACI%20C3%93N%20DE%20PRODUCTORES%20DE%20ACOPIO%20LECHERO%20TAHUALAG,%20CANT%20C3%93N%20GUANO,%20PROVINCIA%20DE%20CHIMBORAZO%202023.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13717/1/PADILLA%20MEL%20C3%89NDREZ,%20W.%20(2024)%20COSTOS%20DE%20PRODUCCI%20C3%93N%20Y%20COMERCIALIZACI%20C3%93N%20DE%20PRODUCTORES%20DE%20ACOPIO%20LECHERO%20TAHUALAG,%20CANT%20C3%93N%20GUANO,%20PROVINCIA%20DE%20CHIMBORAZO%202023.pdf)
48. Cunliffe D. ¿Sabe usted cuanto le cuesta producir un litro de leche? | Engormix [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.engormix.com/lecheria/gerenciamiento-lecherias/sabe-usted-cuanto-cuesta_a40816/
49. Cevallos A, et al. Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivicusig, cantón Sigchos, Ecuador | Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [Internet]. 2021 [citado 14 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/632/836>
50. Oleas ER, Benavides JC, Villafuerte A, Almeida FA. Valoración de costos en la producción lechera del criadero Santa Ana. Visionario Digital [Internet]. 2019 [citado 14 de diciembre de 2024];3(3):241–57. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/334634302> Valoracion de costos en la produccion lechera del criadero Santa Ana
51. Chin Colli R del C, Magaña Monforte JG, Segura Correa JC, Núñez Domínguez R, Estrada León RJ. Índices de selección para el mejoramiento productivo de bovinos suizo europeo en México. Ecosistemas Recur Agropecu [Internet]. 2016 [citado 14 de diciembre de 2024];3(7):1–9. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282016000100001&script=sci_arttext

52. Román SI, Ruiz-López FJ, Romano-Muñoz JL, Vásquez-Peláez CG, Vega-Murillo VE. Correlaciones genéticas entre producción de leche y características de crecimiento en una población multirracial. *Rev Mex Cienc Pecu* [Internet]. 2018 [citado 14 de diciembre de 2024];9(2):316–27. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4456>
53. Córdova A, Rodríguez G, Córdova M, Córdova C, Pérez JMF. Ganancia diaria y peso al destete en terneros de cruces *Bos taurus* con *Bos indicus* en trópico húmedo. *Revista Mvz Cordoba* [Internet]. 2005 [citado 15 de diciembre de 2024];10(1):589–92. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682005000100009
54. Hyde RM, Green MJ, Hudson C, Down PM. Factores asociados a la ganancia diaria de peso en terneros predestetados en granjas lecheras [Internet]. *Prev Vet Med*. 1 de mayo de 2021;190:105320 [citado 15 de diciembre de 2024];10(1):589–92. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167587721000647>
55. Marini PR, Charmandarian A, Krupick M, Di Masso RJ. Altura a la cadera e indicadores productivos y reproductivos en vacas lecheras en pastoreo. *Arch Zootec* [Internet]. 2011 [citado 15 de diciembre de 2024];60(232):1181–9. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922011000400033&script=sci_arttext
56. Cuellar J. Razas bovinas especializadas en leche - Rumiantes [Internet]. [citado 15 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razasbovinas-especializadas-en-leche/>
57. Parmar P, López-Villalobos N, Tobin JT, Murphy E, McDonagh A, Crowley S V., et al. El efecto de los cambios de composición debido a la variación estacional en la densidad de la leche y la determinación de factores de conversión de densidad basados en la estación para su uso en la industria láctea, Vol 9, Page 1004 [Internet]. 27 de julio de 2020 [citado 15 de diciembre de 2024];9(8):1004. Disponible en: <https://www.mdpi.com/23048158/9/8/1004/htm>
58. Armas Alba S, Hernández Borges Javier González Sálamo J. Determinación de parámetros fisicoquímicos en leche [Internet]. 2016; [citado 15 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6815/Determinacion%20de%20parametros%20fisicoquimicos%20en%20leche.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
59. Schultz ME, Capellari A, Sanchez S. Análisis de la edad al primer parto en el desempeño productivo y reproductivo en la primera lactancia de vacas Holstein en un sistema intensivo

- de Argentina. Revista Veterinaria [Internet]. 28 de noviembre de 2023 [citado 20 de diciembre de 2024];34(2):48–54. Disponible en:
<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/7043>
- 60.** Shagñay Rea SM, Arias Alemán LS, Vaca Zambrano SE. La evaluación de las curvas de producción lechera de las vacas Holstein Friesian en la estación experimental Tunshi Espoch. Ciencia Digital [Internet]. 4 de enero de 2020 [citado 20 de diciembre de 2024];4(1):85–96. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/338499626_La_evaluacion_de_las_curvas_de_produccion_lechera_de_las_vacas_Holstein_Friesian_en_la_estacion_experimental_Tunshi_Espoch
- 61.** Ochoa J. Días abiertos - Revista Genética Bovina Colombiana [Internet]. Revistagenetica.2020 [citado 20 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://revistageneticabovina.com/reproduccion/dias-abiertos/>
- 62.** López MA. IMPORTANCIA DE LOS DIAS ABIERTOS EN VACAS DE LECHE | Correctores Vitamínicos Alhambra S.L. [Internet]. [citado 20 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.covialsl.com/importancia-de-los-dias-abiertos-en-vacas-deleche/>
- 63.** GAD Parroquial. Datos - Ubicación Geográfica de la parroquia san juan de Pastocalle [Internet]. Gob.ec. [citado 27 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://pastocalle.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/>
- 64.** Datos de la Parroquia – GAD Parroquial Tanicuchi - Ubicación [Internet]. Gob.ec. [citado 27 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://tanicuchi.gob.ec/parroquia/>
- 65.** Lammoglia-Villagómez MÁ, Chagoya-Fuentes JL, Sánchez-Montes DS, Santamaría-Pérez DL. Análisis descriptivo de parámetros reproductivos en un sistema de doble propósito en trópico. Revista Biológico-Agropecuaria Tuxpan [Internet]. 1 de julio de 2023 [citado 31 de enero de 2025];11(1):01–12. Disponible en:
<https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/455>
- 66.** Equipo Editorial INTAGRI. Parámetros Reproductivos del Ganado Bovino | Intagri S.C. [Internet]. [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/parametros-reproductivos-del-ganado-bovino>
- 67.** Acosta Y, et al. La composición de la leche, su variación según raza y la lactancia [Internet]. vol. 24, 2020 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://portal.amelica.org/ameli/journal/441/4411976012/html/>

68. Hurtado Prieto DC, Cucunubo Santos LG, Hurtado Prieto DC, Cucunubo Santos LG. Prevalencia de mastitis y caracterización productiva en pequeños productores de Simijaca y Tenjo (Cundinamarca), Colombia. *Revista colombiana de ciencia animal recia* [Internet]. 2 de julio de 2023 [citado 31 de enero de 2025];15(2):e980. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972023000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
69. Medrano C, et al. Prevalencia, incidencia y factores de riesgo de mastitis subclínica en lecherías especializadas en Colombia1 [Internet]. vol. 32, núm. 2, pp. 487-507, 2021 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43766744011/html/>
70. Ferrufino F. Ganancia de peso en vacas de descarte, alimentadas con dos porcentajes de raciones de balanceado en el Departamento de Misiones [Internet]. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* Noviembre-diciembre, 2023, Volumen 7, Número 6 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8830>
71. Jahuey-Martínez, et al. Predicción genómica de peso vivo con dos métodos de validación cruzada en ganado bovino [Internet]. *Ecosist. Recur. Agropec.* 11(1): e3817, 2024 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/3817>
72. Quintero, et al. Parámetros y tendencias genéticas para peso al nacimiento y peso al destete en ganado hartón del valle en Colombia [Internet]. *Chil. j. agric. anim. sci.* vol.39 no.2 Chillán set. 2023 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902023000200177&script=sci_arttext
73. Mendoza G, Maquivar-Linfoot, et al. Predicción de la ganancia diaria de peso mediante el uso del modelo nrc en novillas suplementadas en el trópico húmedo de costa rica [Internet]. *Rev. Cient. (Maracaibo)* v.16 n.6 Maracaibo dic. 2006 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-22592006000600010&script=sci_arttext
74. Cañete V, et al. Intervalo parto concepción y su impacto en la producción de primera lactancia y en la vida productiva de vacas holstein y holstein x jersey en sistemas de pastoreo [Internet]. 2007 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/543>
75. Gando M, et al. Evaluación de índices productivos, reproductivos y porcentajes de eliminación de 1.070 ganaderías gallegas [Internet]. 2024 [citado 31 de enero de 2025].

- Disponible en:
https://vacapinta.com/media/files/fichero/vp045_reproduccion_indices_castelan_web.pdf
- 76.** Hidalgo Y, et al. Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche: caso de un establo comercial del valle de Huaura, Perú [Internet]. 2021 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1892?utm_source=chatgpt.com
- 77.** Briones J, et al. Calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de vaca expedida en la Parroquia San Isidro, Cantón Morona – Ecuador [Internet]. Vol 9, No 7 2024 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7590>
- 78.** Hörtenhuber S. Vacas de doble propósito con buenas producciones de leche y carne: La raza Fleckvieh, un factor de éxito para una ganadería sostenible [Internet]. 2022 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.campogalego.es/vacas-de-doble-propositocon-buenas-producciones-de-leche-y-carne-un-factor-de-exito-para-una-ganaderiasostenible/>
- 79.** Ionita E. La producción de leche en Ecuador [Internet]. Revista de información veterinaria 2022 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
- 80.** Ministerio de Agricultura y Ganadería. El precio mínimo de sustentación del litro de leche cruda es de 0,50 centavos [Internet]. 2024 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://www.ecuavisa.com/noticias/economia/precio-minimo-sustentacion-litro-lechecruda-DM7358036>
- 81.** Ocla. Situación de la Lechería Mundial durante el año 2020 [Internet]. datos del World Dairy Situation 2021 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://www.ocla.org.ar/noticias/21526508-situacion-de-la-lecheria-mundial-durante-elano-2020>
- 82.** Almeyda M. Producción de ganado vacuno lechero en la Sierra [Internet]. Manual técnico 2020 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-d-ganado.pdf>
- 83.** Loza M, et al. Determinación del comportamiento de la curva de lactancia y producción lechera del ganado Mestizo [Internet]. J.Selva Andina Anim. Sci. v.3 n.2 La Paz 2016 [citado 31 de enero de 2025]. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812016000200002