



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
DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO
SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA DE
MULALÓ

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

Autora:

Gualotuña Socasi Karen Anabel

Tutora:

Simancas Racines Alison Cristina

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Gualotuña Socasi Karen Anabel, con cédula de ciudadanía No. 1722813308, declaro ser autora el presente Proyecto de Investigación: **"ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA DE MULALO"** siendo la Doctora 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



Karen Anabel Gualotuña Socasi
C.C: 1722813308
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 **GUALOTUÑA SOCASI KAREN ANABEL**, identificada con cédula

de ciudadanía **1722813308** 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 DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA DE MULALÓ**”, 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: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: Dra. Mg. Alison Cristina Simancas Racines

Tema: “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA DE MULALÓ**”

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 las cláusulas cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 17 días del mes de agosto del 2023.



Karen Anabel Gualotuña Socasi
LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA DE MULALÓ", de Gualotuña Socasi Karen Anabel, 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: Gualotuña Socasi Karen Anabel, con el título de Proyecto de Investigación: **"ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA DE MULALÓ"**, 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



DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.
C.I: 175698569-1

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Cristina Bejarano Rivera, Mg.
C.C: 180245865-1

LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Rafael Garzón Jarrín, Ph. D.
C.C: 050109722-4

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la fortaleza, la paciencia y la salud para alcanzar cada meta en este camino de aprendizaje.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi mayor inspiración, su creencia me ayudó seguir adelante en cada desafío.

A mis profesores de la Universidad Técnica de Cotopaxi, cuyo conocimiento enriquecieron la formación académica y personal.

A los ganaderos de la parroquia de Mulaló, quienes con su colaboración y disposición hicieron posible la recopilación de información para este estudio. Su esfuerzo diario en el sector agropecuario es digno de admiración.

Karen Anabel Gualotuña Socasi

DEDICATORIA

Aprecio todo corazón a todas las personas quienes me han apoyado. En especial, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre, María Consuelo Socasi, por hacer posible que hoy alcance esta meta tan importante, su amor, respaldo absoluto y sacrificio siendo mi mayor inspiración.

A mi padre, Wilson Gualotuña, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia; a mi hermano, Andrés Gualotuña, por su compañía y aliento constante; y a mis queridos abuelitos y a una persona especial que se encuentra en el cielo, por estar siempre a mi lado, brindándome

su amor, sabiduría y fortaleza. Cada uno de ustedes ha sido un motor en mi vida, y este logro también es suyo.

Karen Anabel Gualotuña Socasi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DE PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA DE MULALÓ”.

Autora:

Gualotuña Socasi Karen Anabel

RESUMEN

La producción lechera en esta región enfrenta desafíos como el limitado conocimiento técnico de los productores, deficiencias en la nutrición del ganado y elevados costos de producción. El estudio analizó la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de

vi

i

i

leche de la parroquia de Mulaló con el fin de determinar su impacto en la sostenibilidad ganadera. Se desarrollo en el sector de Mulaló cantón Latacunga en Ecuador. Se trabajó con hato de 88 bovinos productores de leche, se evaluaron las variables como facilidad de ordeño en vacas, docilidad en hato, tipo de enfermedades, estado reproductivos en hembras, días abiertos, densidad de leche, lactancia 305 días, edades en meses, GDP y altura a la cruz. Se estimar el mérito genético y seleccionar los mejores individuos, utilizó la metodología Best Linear Unbiased Prediction (BLUP), lo que permitió evaluar su impacto económico y establecer estrategias de selección basadas en datos. Los resultados mostraron un incremento del 14 % respecto a la GDP, una reducción con 13 días del intervalo entre partos el cual es 10.4 % de beneficio y un incremento del 20.14 % en lactancia. Los hallazgos evidencian que el uso de índices de selección genética mejora la eficiencia productiva, considerando la variabilidad en la heredabilidad de cada parámetro evaluado. Los beneficios para los productores incluyen una reducción en los costos de producción y una mayor competitividad en el sector ganadero, ya que los animales con mejores características genéticas requieren menos insumos para alcanzar altos niveles productivos. Esto refuerza la sostenibilidad del sistema lechero en la región y promueve su desarrollo económico.

Palabras clave: mejoramiento genético, pesos económicos, rentabilidad, selección bovina, producción lechera.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “PROFITABILITY ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX FOR THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM OF DAIRY CATTLE IN THE PARISH OF MULALÓ”.

Author:

Gualotuña Socasi Karen Anabel

ABSTRACT

Dairy production in this region faces challenges such as the limited technical knowledge of producers, deficiencies in cattle nutrition, and high production costs. The study analyzed the profitability of the selection index within the sustainable genetic improvement program for dairy cattle in the parish of Mulaló, aiming to determine its impact on livestock sustainability. It was conducted in the Mulaló sector, Latacunga canton, Ecuador. The research involved a herd of 88 dairy-producing cattle, evaluating variables such as milking ease in cows, herd

docility, types of diseases, reproductive status in females, open days, milk density, 305-day lactation, age in months, daily milk gain, and withers height. To estimate genetic merit and select the best individuals, the Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) methodology was used, allowing for an economic impact assessment and the establishment of selection strategies based on data. The results showed a 14% increase in daily weight gain, a reduction of 13 days in the calving interval (a 10.4% benefit), and a 20.14% increase in lactation. The findings indicate that the use of genetic selection indices improves production efficiency, considering the variability in heritability for each evaluated parameter. The benefits for producers include reduced production costs and increased competitiveness in the livestock sector, as animals with superior genetic traits require fewer inputs to achieve high production levels. This strengthens the sustainability of the dairy system in the region and promotes its economic development.

Keywords: genetic improvement, economic weights, profitability, cattle selection, dairy production.

ÍNDICE DE CONTENIDO

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
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi

ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. BENEFICIARIOS	2
Directos:	2
Indirectos:	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	4
General	4
Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
7.1 Ganadería en Ecuador	5
7.2 Razas criollas en la ganadería en Cotopaxi	6
7.3 Producción lechera	8
7.4 Factores ambientales	8
7.5 Manejo nutricional	9
7.6 Calidad de la leche	9
7.6.1 Porcentaje de Grasa	10
7.6.2 Proteínas	11

7.6.3 Densidad en producción láctea	11
7.6 Estrategias Nutricionales en ganado Lechero	12
7.9 Parámetros genéticos	12
7.9.1 Valor genético	12
7.9.2 Herramienta estadística BLUP	13
7.9.3 Índice de herencia mediante mejoramiento genético	13
7.9.4 Índice a la selección mediante valor de cría estimado (EBV)	14
7.9.5 Genotipo y fenotipo	14
7.10 Limitaciones en la evaluación del peso económico en producción lechera	15
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:	16
Hipótesis alternativa H1.	16
Hipótesis nula H0.	16
9. METODOLOGÍA	16
9.1 Sector de investigación	16
9.2 Selección de individuos	17
9.3 Duración del estudio	18
9.3.1 Diseño del Estudio	18
9.3.2 Recopilación de Datos	18
9.4 Pesos económicos	18
9.4.1 Ganancia Diaria de peso	18
9.4.2 Densidad en leche	19
9.4.3 Kg de leche	19
9.4.4 Lactancia en 305 días	20
9.5 Desarrollo de parámetros de selección	20
Variables cualitativas	20
Variables cuantitativas	20
9.6 Análisis de datos	21
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	21

10.1	Facilidad en ordeño de vacas productoras de leche	21
10.2	Categorías dóciles en hato	22
10.3	Enfermedades en hato bovino lechero	22
10.4	Estado reproductivo en hembras	23
10.5	Altura a la cruz	24
10.1.1	Estimación del valor genético para la altura a la cruz	25
10.4	Ganancia diaria de peso en hato	26
10.9	Estimación de valor genético de GDP	28
10.10	Categoría de edades en meses	29
10.10.1	Edad en meses en vacas	30
10.11	Estimación del valor genético respecto a edad en meses.....	31
10.12	lactancia en leche en 305 días	32
10.13	Estimación del valor genético para los litros de leche en 305 días	33
10.14	Densidad de leche en la ganadería	35
10.15	Estimación del valor genético para la densidad (g/l)	35
10.16	Días abiertos en la ganadería	37
10.21	Estimación del valor genético para los días abiertos	37
10.22	Escenarios referentes al beneficio económico mediante la selección genética	38
	Beneficios de GDP en hato bovino de leche	38
	Beneficios de lactancia en 305 días	39
	Beneficios en días abiertos	40
10.23	Costos de producción y beneficio	41
11.	IMPACTO (TÉCNICO, SOCIALES, AMBIENTAL Y ECONOMÍCO EN LA GANADERÍA LECHE)	42
12.	CONCLUSIONES	42
13.	RECOMENDACIONES	43
14	BIBLIOGRAFÍA	43

15. ANEXOS	1
Anexo1 Hoja de vida del autor del proyecto	1
Anexo 2 Hoja de vida del tutor del proyecto	2
Anexo 3 Productores unidos al proyecto	4
Anexo 4 Tabulación de datos de los bovinos	4
Anexo 5 Animes unidos al proyecto	6
Anexo 6 Toma de muestras de datos	7
Anexo 7 Aval de traducción.	8

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	4
Tabla 2 Distribución de individuos de estudio	17
Tabla 3 Distribución de estado reproductivo en hembras	23
Tabla 4 Productores con un EBV normal para la altura a la cruz de hato en parroquia Mulaló	25
Tabla 5 Animales con la mejor optimización EBV para la altura a la cruz en la parroquia de Mulaló	25
Tabla 6 Productores con mayor GDP en la parroquia de Mulaló	28
Tabla 7 Animales con el mayor valor de progenie en ganancia diaria de peso en la parroquia de Mulaló	28
Tabla 8 Productores respecto a la edad en meses en la parroquia de Mulaló	31
Tabla 9 Animales con el mayor valor de cría en edad en meses en la parroquia de Mulaló ...	31
Tabla 10 Productores con el mayor valor de cría en 305días en la parroquia de Mulaló	33
Tabla 11 Animales con el mayor valor de cría litros de leche 305 días en la parroquia de Mulaló	34

Tabla 12 Productores con el mayor valor de cría en la densidad en leche	36
Tabla 13 Animales con la mayor progenie en densidad de lactancia	36
Tabla 14 Productores con el mayor valor de cría en días abiertos parroquia de Mulaló	38
Tabla 16 Costos de egreso e ingreso	41

ÍNDICE DE FIGURAS **Figura 1** Mapa del sector de Mulaló **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 2 Facilidad de ordeño en vacas lecheras del sector de Mulaló.....	21
Figura 3 Docilidad en hato en la parroquia de Mulaló.....	22
Figura 4 Tipo de enfermedades en hato ganadero en la parroquia Mulaló.....	22
Figura 5 Categorías de altura a la cruz en hato en la parroquia de Mulaló.....	24
Figura 6 GDP en bovinos del sector de Mulaló.....	26
Figura 7 Categoría de edades en la parroquia de Mulaló	29
Figura 8 Categoría en edades del sector de Mulaló	30
Figura 9 Producción de leche en 305 días.....	32
Figura 10 Densidad de leche en la ganadería	34
Figura 11 Días abiertos.....	36
Figura 12 Beneficio respecto a la GDP en hato de la parroquia Mulaló	38
Figura 13 Beneficio respecto a lactancia en hato del sector Mulaló	39
Figura 14 Beneficio respecto a los días abiertos en hato de la parroquia Mulaló	40

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Análisis de rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Mulaló

Fecha de inicio: octubre 2024

Fecha de finalización: febrero 2025

Lugar de ejecución: Parroquia Mulaló - Cotopaxi

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

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

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

Equipo de Trabajo:

Estudiantes: Karen Gualotuña Socasi Gualotuña (Anexo 1) **Tutor/a:**

Dra. Alison Cristina Simancas Racines, Mg. (Anexo 2)

Área de Conocimiento:

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 ganadería es fundamental en el impulso de la economía rural y en el suministro de alimentos para la población. Promover el mejoramiento genético sostenible se presenta como una estrategia fundamental para optimizar la producción lechera, fortalecer la resistencia a enfermedades y reducir los costos operativos (1). Estas mejoras no solo impulsan la productividad, sino que también contribuyen de manera significativa al desarrollo económico del sector ganadero a nivel nacional (2).

La puesta en marcha de un programa de mejoramiento genético sostenible, fundamentado en un índice de selección bien definido, tiene el potencial de revolucionar la ganadería local. Particularmente esto representa una oportunidad crucial para pequeños y medianos productores, cuya sostenibilidad económica depende, en gran medida, de la adecuada valoración de los factores económicos asociados a la producción (3).

En el caso específico del sector de Mulaló, se analiza la herencia genética en fenotipos seleccionados, resulta clave para identificar características genéticas que se adapten a las condiciones locales. Dado que pequeños y medianos ganaderos de la región operan con recursos limitados y carecen de conocimientos especializados en genética, la implementación de un índice de selección adecuado les permitirá identificar animales con mayor productividad y resistencia. Como resultado, se espera un aumento en la producción de leche por vaca, así como una reducción en los costos relacionados con la reproducción y producción de ganado y tratamientos veterinarios

3. BENEFICIARIOS

Directos:

- Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos en las parroquias Mulaló sectores: El rosal, Mulaló centro, Quisinche, Salatilin, Salatilin alto y San Ramón cantón Latacunga que corresponde al proyecto (UTCgen).
- La investigadora principal del proyecto, requisito previo a la obtención del título de Medicina Veterinaria

Indirectos:

- Pequeños y medianos productores de la provincia de Cotopaxi.
- Investigadores que se apoyen en el proyecto de mejora genética por medio de pesos económicos.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la parroquia rural de Mulaló, representa la producción de leche constituye la fuente más de ingresos más importantes para numerosas familias, quienes dependen de esta para su sustento. La ausencia de planes estructurados de vacunación y control de parásitos internos y externos incrementa la incidencia de enfermedades en el ganado, reduciendo la producción de leche y generando costos adicionales en tratamientos veterinarios (4). A esto se suma un déficit nutricional importante en vitaminas y minerales esenciales, lo que conlleva a trastornos metabólicos, baja fertilidad y un crecimiento limitado en los animales, afectando significativamente el desempeño productivo del hato ganadero (5).

Además, los altos costos de producción en la ganadería lechera agravan la situación económica de los pequeños y medianos productores de la parroquia. Esta problemática se ve agravada por la limitada infraestructura y el escaso acceso a tecnologías avanzadas de mejoramiento genético y manejo productivo, lo que restringe las oportunidades de optimización del rendimiento del ganado. La falta de información técnica y formación en buenas prácticas ganaderas dificulta la implementación de decisiones clave para optimizar la productibilidad y rentabilidad del sector (6,7).

Uno de los factores clave que contribuyen a esta situación es la selección inadecuada de animales para la reproducción, ya que la mayoría de los productores de Mulaló no cuentan con criterios técnicos para identificar el valor genético de sus bovinos. Como resultado, los cruzamientos se realizan sin una planificación adecuada, lo que impide la mejora progresiva de características productivas, conversión alimenticia adecuada y susceptible a patologías. La implementación de un índice de selección basado en criterios genéticos bien definidos permitiría a los productores elegir animales con mejores condiciones para la producción lechera, optimizando así la rentabilidad y sostenibilidad del hato (7,8).

El análisis de rentabilidad determina el potencial genético sostenible en el área de investigación. Esto permitirá evaluar económicamente la selección genética en la producción lechera y determinar su viabilidad como estrategia de optimización ganadera. Al contar con información precisa sobre el valor genético de los animales y la respuesta esperada ofrecen a los productores herramientas prácticas para mejorar la eficiencia de sus sistemas productivos

5. OBJETIVOS

General

Analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia de Mulaló con el fin de determinar su impacto en la sostenibilidad ganadera

Específicos

- Determinar el valor genético de los fenotipos en bovinos lecheros seleccionados dentro de la parroquia Mulaló.
- Estimar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa de mejoramiento genético en el área de estudio.
- Simular mediante escenarios económicos la respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético en la parroquia de Mulaló.

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

Tabla 1 Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

<i>Objetivo 1</i>	<i>Resultado de la actividad</i>	<i>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</i>
Determinar el valor genético de los fenotipos en los bovinos lecheros seleccionados dentro de la parroquia Mulaló.	Obtener los resultados mediante los parámetros requeridos mediante plantilla seleccionada	Recolección de datos Hojas en Excel
<i>Objetivo 2</i>	<i>Resultado de la actividad</i>	<i>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</i>
Estimar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa	Descripción de valores económicos de la ganadería lechera del sector	Programas de genética cuantitativa Hoja de Excel
<i>Objetivo 3</i>	<i>Resultado de la actividad</i>	<i>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</i>

Simular mediante escenarios económicos la respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético en la parroquia de Mulaló.	Propuestas significativas para adaptar el programa de mejora genética en función de los resultados económicos obtenidos.	Análisis y selección de modelos económicos
---	--	--

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Ganadería en Ecuador

En el sector pecuario de Ecuador, la ganadería tiene un impacto esencial teniendo en cuenta la contribución significativa al Producto Interno Bruto (PIB) del país. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) aproximadamente el 40% de la superficie agrícola del país está destinada a la ganadería involucrando a más de 900.000 productores en diferentes niveles de escala. Siendo la producción de leche y carne bovina las más representativas tanto para el consumo interno como para la exportación (8,9).

La diversidad geográfica y climática de Ecuador favorece la implementación de diferentes sistemas de producción ganadera, desde sistemas intensivos en la Costa hasta sistemas semi intensivos y extensivos en la Sierra y Amazonía. Sin embargo, la productividad se ve influenciada por desafíos como la adopción de tecnologías, la capacitación de los productores y el acceso a mercados competitivos (10).

La ganadería en la Región Sierra ecuatoriana, tiene como característica el enfoque en la explotación pecuaria, aprovechando condiciones climáticas y geográficas que permiten el desarrollo de pastizales de alta calidad. Las provincias de esta región, incluidas Pichincha, Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi, lideran la producción láctea nacional. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), más del 60% de las industrias del país proviene dado que la región también es conocida por la coexistencia de pequeños, medianos y grandes productores, con una marcada predominancia de unidades productivas familiares, lo que añade un componente socioeconómico importante al sector. Estas unidades enfrentan retos como la limitada infraestructura de procesamiento y la fluctuación de precios en el mercado (7,11).

Respecto a la ganadería en la zona de Cotopaxi destaca debido a que aporta significativamente al desempeño nacional de lácteos. Según el censo agropecuario del INEC (ESPAC), la provincia alberga aproximadamente 290.184 cabezas de ganado bovino, con una rentabilidad diaria de 584.883 en volumen lácteo con una media de 7,63 Lts por vaca al día (12). Mediante una viabilidad de 84,1%, produciendo diariamente comercialización en estado líquido, mientras que el resto se distribuye entre el

consumo interno en las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) el procesamiento interno y otros usos menores. Sin embargo, el precio oficial del litro de leche, fijado en ¢ 0,42 rara vez se cumple debido a la intermediación y las estrategias de las empresas lácteas, que a menudo comercializan productos con una mezcla de suero (30%) y leche pura (70%) (13).

Bertha Velázquez, representante de pequeños y medianos productores del norte de Cotopaxi, destaca que esta situación afecta la rentabilidad de los productores, especialmente de aquellos que operan en menor escala. enfrentan retos relacionados con la sostenibilidad, la calidad del producto y la competitividad en el mercado. La implementación de buenas prácticas agropecuarias, el acceso a tecnología y capacitación, y el fortalecimiento de la organización de los productores son elementos clave para el desarrollo del sector (14,15).

Históricamente, los cantones Latacunga y Pujilí han desempeñado un papel preponderante en la actividad ganadera de la provincia. A mediados del siglo XX, el cantón Latacunga concentraba el 30,5% de las haciendas ganaderas, mientras que Pujilí contaba con 92 haciendas, representando el 39,5% del total provincial. Esta estructura histórica ha evolucionado hacia una producción más diversificada, incluyendo sistemas de doble propósito (leche y carne) en las zonas subtropicales de la provincia (7,15).

7.2 Razas criollas en la ganadería en Cotopaxi

En el sector ganadero de Ecuador, se valora las razas criollas por su capacidad de adaptarse y resistir sobre todo en los sistemas de producción extensivos y en áreas de difícil acceso. Puesto que, la ausencia de programas para su conservación y mejora ha resultado en una disminución de sus poblaciones. Ya que la ganadería criolla ha sido cruzada con diferentes razas, tanto europeas como cebuinas, con el fin de potenciar la producción de carne y leche (16). estos animales descienden de bovinos ibéricos que los colonizadores españoles trajeron durante la conquista de América lograron adaptarse a diversos entornos locales, desarrollando características únicas que les han permitido prosperar en las condiciones del país. entre estas razas se encuentran características como robustez, resistencia a enfermedades y capacidad de producción en climas adversos (17), los cuales se caracterizan en:

- **Bovino criollo Pizán:** se desarrolló en la década de 1940 mediante la selección de animales que se adaptaban a las condiciones locales. Estas reses son especialmente reconocidas por su capacidad para adaptarse a las altitudes andinas, su rusticidad y su resistencia a diversas enfermedades. Tienen una estatura media, con los toros alcanzando un peso vivo de hasta 1,000 kg. Su pelaje es elástico y de tonalidad oscura,

adornado por un manto claro y barroso que les permite enfrentar eficazmente los cambios de temperatura (18)

Son considerados animales de doble propósito, ya que son valiosos tanto para la producción de leche como para la de carne. Su longevidad es notable, pudiendo tener entre 14 y 15 partos a lo largo de su vida, con una producción diaria de leche que oscila entre 9.97 y 17.91 litros. Al concluir su ciclo de producción, alcanzan un peso considerable, gracias a su robusta estructura (19).

- **Bovino Criollo Negro Lojano:** se distingue por su pelaje completamente negro, que puede presentar algunas manchas blancas en la parte inferior, especialmente en el abdomen y el pecho. Este tipo de ganado tiene un pelaje corto, brillante y ligeramente liso, adaptado a las condiciones climáticas de su entorno. En términos morfológicos, es de tamaño mediano, con una longitud corporal promedio de 134 cm y una altura a la cruz de aproximadamente 121 cm en las vacas adultas. Estas características les otorgan una notable adaptabilidad a las duras condiciones de la región sur de Ecuador (20).

Además, es relevante mencionar su rusticidad, fertilidad y longevidad. Las vacas de esta raza tienen la capacidad de parir hasta 12 crías a lo largo de su vida y demuestran una buena aptitud maternal. Aunque su producción de leche no es muy alta, es suficiente para alimentar a sus terneros, y su carne es valorada por su calidad (17,20).

- **Bovino Criollo de Manabí:** desempeña un papel fundamental en los pesos económicos en la zona rural, gracias a su eficacia en sistemas de producción sostenibles. Su cuello tiene una longitud mediana y sus cuernos son grandes, con forma circular. El pelaje es corto, siendo el color más común el colorado, incluyendo variaciones como el colorado entero, negro y blanco, además de presentar un hocico negro. Su grupa facilita el parto, y cuenta con buenos aplomos, una ubre óptima y una adecuada profundidad torácica. Estos animales muestran una notable resistencia ante las condiciones climáticas y la topografía irregular de la provincia de Manabí (21).

7.3 Producción lechera

Ecuador produce diariamente un promedio de 3,525 millones de litros de leche, distribuidos de manera desigual entre las regiones del país. La región Sierra lidera la producción con un 73% del total, seguida de la Costa con un 19% y el Oriente con un 8%. Provincias como Pichincha, Manabí, Azuay, Cotopaxi y Chimborazo concentran más del 53% de la producción nacional. Este sector constituye una de las principales actividades económicas del agro ecuatoriano, especialmente para pequeños y medianos productores, al tiempo que genera valor en las cadenas de suministro agropecuario (22,23).

Teniendo en cuenta que la importancia económica en la industria lechera en Ecuador desempeña un papel vital en la economía rural, beneficiando directamente a más de 600,000 personas, en su mayoría pequeños y medianos productores. Este sector no solo contribuye al autoabastecimiento alimentario del país, sino que también proporciona ingresos relativamente estables, fortaleciendo la seguridad económica de las comunidades rurales (24,25).

Dado que el análisis de rendimiento productivo a nivel nacional, la productividad láctea es de 4.4 Lts/vaca/día (26). Sin embargo, existen variaciones regionales significativas, con provincias como Carchi y Pichincha alcanzando rendimientos superiores a los 7 litros por vaca al día, destacándose como áreas clave para la industria lechera (27,28). Este rendimiento refleja no solo las condiciones agroecológicas favorables, sino también los avances en prácticas de manejo y mejoramiento genético implementados en estas zonas (29).

Los desafíos y oportunidades del sector lechero enfrentan desafíos estructurales que limitan su potencial de crecimiento, como los altos costos de producción y la competencia internacional. Sin embargo, también se presentan importantes oportunidades para el desarrollo, particularmente a través del fortalecimiento del mejoramiento genético del ganado. Abordar estos retos permitirá aumentar la competitividad del sector y su contribución al desarrollo económico del país (30,31).

7.4 Factores ambientales

La humedad y la temperatura influyen de manera significativa en la vulnerabilidad de los bovinos frente a enfermedades. La humedad excesiva favorece la proliferación de parásitos y patógenos, creando un ambiente propenso para la transmisión de infecciones. Estos agentes patológicos pueden generar enfermedades de la piel, respiratorias e intestinales, entre otras, que comprometen el bienestar de los animales. Además, las bajas temperaturas afectan el sistema inmunológico de los bovinos, debilitándolo y aumentando su susceptibilidad a infecciones. Esto también puede generar un estado de estrés térmico, que afecta la eficiencia de la producción y el metabolismo de los animales (32,33).

La calidad del suelo en el que los bovinos pastan es igualmente importante. Un suelo bien gestionado, libre de contaminantes y adecuado para el crecimiento de pasturas, proporciona un ambiente nutritivo que favorece la salud de los animales (34). El consumo de pasto contaminado por patógenos o tóxicos de suelos no bien manejados puede ocasionar problemas gastrointestinales y otras enfermedades en el ganado (35).

Por lo tanto, para mitigar los efectos negativos de las condiciones ambientales, es fundamental implementar medidas de manejo y cuidado adecuadas. El control de la humedad en el entorno, la regulación de la temperatura en las instalaciones y la gestión eficiente del suelo para la producción de

pasturas son esenciales. Además, garantizar el (36) acceso a agua limpia y el control de vectores como mosquitos y garrapatas son prácticas que ayudan a reducir la exposición a factores de riesgo. En conjunto, estas estrategias contribuyen a mantener la salud y el bienestar de los bovinos, protegiéndolos de las consecuencias adversas de su entorno (37).

7.5 Manejo nutricional

Una alimentación adecuada y equilibrada no solo asegura que los animales reciban los nutrientes esenciales en las proporciones correctas, sino que también fortalece su capacidad para enfrentar infecciones y enfermedades. En términos generales, una dieta balanceada incluye la cantidad necesaria de energía, proteínas, vitaminas y minerales es vital para el buen funcionamiento del organismo (38).

Las proteínas y los aminoácidos, son fundamentales para la síntesis de anticuerpos y células del sistema inmunológico, mientras que las vitaminas y minerales, como la vitamina E y el zinc, son cruciales para la activación de las células inmunes y la protección contra el estrés oxidativo (39). Cualquier deficiencia en estos componentes puede comprometer la respuesta inmune, disminuyendo la capacidad del animal para resistir a patógenos (40).

Por lo tanto, la implementación de estrategias nutricionales bien diseñadas se vuelve indispensable no solo para preservar la salud de los bovinos, sino también para mejorar su productividad. Estas estrategias deben ser individualizadas, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada animal según su edad, estado fisiológico, ambiente y tipo de producción. Así, una correcta gestión nutricional puede contribuir significativamente a la reducción de enfermedades, promoviendo tanto el bienestar animal como la rentabilidad en la ganadería (41,42).

7.6 Calidad de la leche

En Ecuador, las razas bovinas criollas han demostrado una excepcional capacidad de adaptación a las diversas condiciones ambientales del país, lo que se refleja en la calidad superior de la leche que producen. Diversos estudios científicos han señalado que la leche de estas vacas criollas presenta niveles de nutricionales como proteínas y calcio, hace que la leche de las razas criollas sea especialmente beneficiosa tanto para la salud humana como para la producción de productos lácteos, que requieren un alto contenido de sólidos (43).

En términos de volumen, las vacas criollas pueden llegar a producir entre 10 y 15 litros de leche por día, lo cual, aunque inferior a razas especializadas que alcanzan hasta 25 litros diarios, se ve compensado por la calidad nutricional de la leche (44). Además, su capacidad de adaptación a distintos ambientes y

su resistencia a enfermedades comunes en otras razas, son factores que aumentan su competitividad en el desarrollo lácteo (45).

En general, las razas criollas representan una alternativa más sostenible y eficiente para la industria láctea nacional, pues combinan un rendimiento adecuado en volumen con una calidad nutricional superior, mejorando así el valor de los productos derivados de la leche, y contribuyendo al bienestar de los consumidores (46).

7.6.1 Porcentaje de Grasa

En general, la leche proveniente de razas criollas tiende a tener un contenido de grasa más alto en comparación con las razas especializadas, aunque este valor puede estar sujeto a variaciones debido a factores como nutrición, manejo pecuario y el medioambiente (15,47). Es importante resaltar que, debido a la demanda de leche con mayor contenido de grasa y proteínas, algunos productores han optado por cruzar vacas criollas con razas de alta producción como la Holstein (16,48).

Diversos estudios han demostrado que la lactancia bovinos criollos ofrece una cantidad de grasa que tiene un rango de 4,0 % al 4,5 %, mientras que las razas especializadas, como la Holstein, tienen un contenido de grasa entre el 3,5 % y el 3,8 %. Esta diferencia en los niveles de grasa se puede atribuir a la interacción de factores genéticos y alimentarios, como el uso predominante de pastos naturales ricos en ácidos grasos saludables, como los omega-3 y el ácido linoleico conjugado. Los efectos de la dieta sobre la calidad de la leche también involucran la absorción y la metabolización de estos nutrientes, lo cual contribuye significativamente a la mayor concentración de grasa en las razas criollas (49,50).

El contenido de grasa en leche es un indicador clave de la calidad nutricional, ya que las grasas lácteas no solo aportan energía, sino que también son portadoras de nutrientes esenciales como vitaminas liposolubles y ácidos grasos poliinsaturados beneficiosos para la salud humana (51). Las diferencias en la composición lipídica entre las razas, y en particular en las que provienen de sistemas de pastoreo natural, subrayan la importancia de exponer componentes hereditarios en la producción de leche (52).

7.6.2 Proteínas

En cuanto al contenido de proteínas, se observa que la leche de las razas criollas presenta un nivel ligeramente superior al de las razas especializadas, con un porcentaje promedio de proteínas que varía entre el 3,2 % y el 3,5 % (53). En comparación, las razas de alta producción, como la Holstein, que varía de 3,0 % al 3,2 %, este pequeño margen sugiere que las razas criollas, a pesar de estar menos orientadas hacia la producción masiva de leche, mantienen una calidad proteica relativamente alta. En términos generales, la proteína es un componente crucial de la leche, contribuyendo al crecimiento y mantenimiento de tejidos, así como a la producción de enzimas y hormonas (54).

las proteínas del suero como la caseína, representa aproximadamente el 80 % del contenido proteico total, es de particular importancia debido a su papel en la coagulación de la leche, lo que la convierte en un ingrediente clave en la fabricación de quesos (54). Este alto porcentaje de caseína le da a la leche su característica capacidad para formar geles cuando se acidifica, lo que es crucial para la producción de productos lácteos sólidos como el queso, por otro lado, las proteínas del suero representan alrededor del 20 % restante del contenido proteico de la leche (54,52). Estas proteínas son solubles en agua y contienen una alta concentración de aminoácidos esenciales, como la leucina y la lisina, lo que las convierte en un recurso valioso para el desarrollo muscular y la recuperación, especialmente en dietas de alto rendimiento deportivo (11,51).

En cuanto a las razas especializadas, como la Holstein y la Jersey, están predominantemente orientadas hacia la producción de grandes volúmenes de leche esto se debe a que los sistemas de alimentación intensivos, basados principalmente en concentrados, están diseñados para maximizar la producción de leche, pero no necesariamente para mantener la calidad de los nutrientes, como los ácidos grasos esenciales y los micronutrientes. Por ejemplo, se ha observado que las razas de alta producción tienden a tener menores concentraciones de ácidos grasos omega-3 y vitaminas liposolubles (A, D, E, K), lo que puede impactar la calidad nutricional de los productos lácteos derivados (55).

7.6.3 Densidad en producción láctea

En Cotopaxi, las vacas criollas producen una lactancia, dependiendo de la alimentación ya que exclusivamente tiene una dieta basada en fibra, como pastos y forrajes, presenta características particulares en cuanto a su calidad, la cual está estrechamente ligada a las propiedades nutricionales del alimento que consumen (56,57). Aunque las vacas criollas están bien adaptadas a las condiciones del entorno, su densidad fluctúa entre 1.026 g/ml y 1.030 g/ml, cifras que se sitúan dentro de los rangos aceptables según los estándares internacionales. Sin embargo, estos valores son generalmente inferiores a los observados en vacas de razas especializadas que reciben dietas más equilibradas (58).

Costos de producción en leche en la ganadería bovina, los factores económicos juegan un papel crucial debido a la diversidad de sistemas de producción lechera existentes. Analizar los costos de producción de la leche permite entender mejor las implicaciones comerciales y su relación con la economía de los pequeños productores rurales por la disminución de la fertilidad de los suelos, y la proliferación de plagas y enfermedades que afectan los cultivos y la salud del ganado. Además, el aumento de los precios agrícolas, junto con los riesgos climáticos extremos como sequías y heladas, impacta directamente en la rentabilidad de la actividad, especialmente en lo que respecta al momento de la comercialización de la leche. En términos de rentabilidad, los ingresos anuales de los productores lecheros varían entre 1,000 y 2,500 dólares, lo que representa entre el 30% y el 60% del ingreso total de los pequeños productores agropecuarios (59).

7.6 Estrategias Nutricionales en ganado Lechero

El pastoreo representa la fuente primordial de alimentación, siendo los forrajes la principal fuente económica y sostenible de nutrientes esenciales. La eficiencia nutricional del pasto varía según su etapa de crecimiento, por lo que se recomienda iniciar el pastoreo cuando el pasto alcance entre el 3% y 4% de floración. Este es el punto en el que las plantas concentran la mayor cantidad de nutrientes, lo cual beneficia directamente la nutrición del ganado (7,3). Para maximizar los beneficios del pastoreo, se aconseja ubicar los potreros cercanos al lugar de ordeño, especialmente para las vacas en producción. Esta práctica reduce significativamente el gasto energético asociado a los desplazamientos largos del ganado, lo que a su vez mejora la eficiencia general del sistema (39).

No obstante, uno de los mayores desafíos que enfrenta la región de Cotopaxi es la integración de prácticas ganaderas con la conservación del medio ambiente. En este sentido, la elección del sistema de pastoreo adecuado debe tener en cuenta varios factores interrelacionados, tales como el tipo de pasto disponible, la carga animal y las condiciones climáticas de cada temporada (12). Por lo tanto, es esencial que los productores comprendan la dinámica de sus pastizales durante todo el año. Esta comprensión les permitirá hacer un uso más eficiente de los recursos naturales, asegurando que las pasturas sean aprovechadas al máximo sin comprometer la salud del suelo ni la productividad del ganado (60).

7.9 Parámetros genéticos

7.9.1 Valor genético

En la ganadería bovina el valor genético toma a consideración las fuentes de información mediante los rasgos del animal, sus antecesores, sus parientes colaterales y su descendencia y capacidad de transmisión. En el caso de producción láctea, se evalúan características como la producción y la sanidad de ubre, la conformación o la longevidad, otros aspectos fundamentales es la fertilidad, fecundación, días abiertos, primera monta y las condiciones de parto, así como rasgos funcionales que incluyen temperamento, persistencia de la curva de lactación y condición corporal, la capacidad de transmisión son las cualidades que puedan adquirir sus futuras crías, se transmite la mitad de sus genes a los descendientes. el cual permite valorar su mérito genético (61,62).

7.9.2 Herramienta estadística BLUP

El BLUP (Mejor Predicción Lineal Insesgada) se ha establecido una herramienta fundamental en el campo de la genética animal, especialmente en los programas de mejora genética, este método permite determinar con gran precisión, facilitando así la selección de reproductores y el desarrollo de estrategias destinadas a mejorar características heredables. Su aplicación se basa en modelos estadísticos que

integran datos fenotípicos, genealógicos y genómicos, logrando predicciones altamente precisas y confiables (63).

Además, el BLUP se utiliza en pruebas de descendencia para evaluar el potencial genético de los progenitores mediante la comparación de las características de sus crías. Esto permite identificar de manera más efectiva a los animales que poseen rasgos óptimos para objetivos específicos de mejora genética. En consecuencia, esta metodología contribuye de manera significativa al progreso genético sostenible en diversas especies de interés productivo (68-70).

Heredabilidad en hato ganadero se descompone en dos componentes principales: la varianza genética aditiva, que representa los efectos genéticos heredados de una generación a otra, y la varianza fenotípica total, que es la variación observada en un rasgo y que abarca tanto la varianza genética como la varianza ambiental (64).

Se mide en una escala de 0 a 1, donde un valor cercano a 1 indica una mayor influencia genética en las características observadas, y un valor cercano a 0 sugiere que factores ambientales tienen una mayor influencia, sino que está sujeta a variaciones dependiendo de la estructura genética de la población estudiada (el hato) y las condiciones ambientales en las que se desarrolla. Por lo tanto, su magnitud puede variar según el contexto específico en que se mida (65).

7.9.3 Índice de herencia mediante mejoramiento genético

La ganadería emplea la genética, en mantener a las crías con mejores cualidades para que a su vez tengan descendientes más conservados es relevante preservar el valor del ternero. Si se cumplen los requisitos los animales que lleguen a la etapa de producción, será mejor que sus progenitores (66). Los animales con características en particular contribuyen mediante el material básico; estas variaciones genéticas entre los individuos y ambiente en hato. Las variaciones genéticas se desglosan en variación aditiva (VA), variación de dominancia (Vo) y variación epistática (VE). Mediante genética, la variación aditiva corresponde a las diferencias entre los valores aditivos de los animales de una población y esta es de gran interés, ya que nos permite predecir la mejora genética por selección (67).

7.9.4 Índice a la selección mediante valor de cría estimado (EBV)

En ganadería lechera se define como una herramienta que integra aspectos genéticos y económicos, facilitando decisiones fundamentadas para optimizar los programas de selección genética en la producción animal. Este sistema evalúa simultáneamente diversas características, considerando tanto su importancia genética como su impacto económico (68). Se compone de las características que se buscan mejorar y de los criterios que sirven de base para la selección. La relación entre el genotipo agregado y estos criterios es fundamental para maximizar la respuesta directa, lo que se traduce en el cambio

esperado en el genotipo tras aplicar la selección correspondiente. El objetivo final es lograr avances significativos que sean económicamente sostenibles en la población seleccionada (69).

La efectividad de un índice de selección depende de varios factores, como la disponibilidad de datos precisos, la exactitud en las estimaciones genéticas y la consideración de posibles correlaciones genéticas entre las características. Estos elementos son esenciales para evitar efectos adversos en el proceso de mejora genética (70).

7.9.5 Genotipo y fenotipo

Un animal contiene una secuencia de alelos específicos en su código genético único y garantiza su constitución genética completa dichos genes establecen los caracteres heredables y la variabilidad genética de un hato mediante el mejoramiento genético, se selección cuidadosamente de los genotipos ideales Por otra parte, el fenotipo son las características observables o medibles de un individuo puesto que resulta de la expresión del genotipo (71).

La fertilidad en la ganadería se refiere a la capacidad biológica, reproductivas, fisiológicas de una hembra para concebir y parir con éxito, se evalúa mediante la frecuencia con la que una hembra es capaz de quedar preñada durante su ciclo reproductivo. Por lo tanto, se denomina un concepto que abarca desde el comportamiento reproductivo hasta las interacciones fisiológicas y ambientales, siendo importante para la productividad y rentabilidad de las explotaciones ganaderas ya que optimiza la reproducción sostenibilidad (72).

La concepción, se refiere a la efectividad de una vaca para quedar preñada mediante la inseminación artificial o montan, es necesario para asegurar una preñes óptima en el rebaño. Las hembras con alta fertilidad tienen mayores probabilidades de concebir en cada ciclo reproductivo, lo que a su vez favorece el mantenimiento de un hato ganadero eficaz por su parte, la siguiente concepción de una vaca, y es fundamental para la fertilidad el intervalo corto entre partos esto indica una fertilidad adecuada y una rápida recuperación después del parto, lo que permite que la vaca pueda gestar nuevamente con mayor prontitud y mantener altos niveles de productividad a lo largo de su vida reproductiva. La inseminación artificial se ve influenciada por la fertilidad de las vacas y su capacidad para la preñez tras el procedimiento para mejorar la eficiencia reproductiva y reducir los costos asociados (73).

7.10 Limitaciones en la evaluación del peso económico en producción lechera

La ganadería lechera, especialmente en región Sierra, donde se genera la mayor parte de la producción de leche bovina. A pesar de su relevancia, esta actividad enfrenta una serie de desafíos relacionados con los costos económicos y la eficiente gestión de recursos (13,25).

Los costos en la ganadería lechera abarcan diversos aspectos, desde la inversión inicial en terrenos, infraestructura y ganado de alta calidad genética, hasta los gastos operativos continuos que incluyen alimentación, servicios veterinarios, mano de obra y mantenimiento. La utilización planificada de forrajes, concentrados y suplementos vitamínicos no solo optimiza la producción, sino que también contribuye al control de costos. Además, la gestión eficaz del agua en las fincas lecheras es crucial para la sostenibilidad económica y ambiental, dado que el agua es indispensable tanto para el cuidado del ganado como para las labores de limpieza y saneamiento (7,23).

Otro factor decisivo para la rentabilidad de la producción lechera es la selección genética del ganado. Razas especializadas como la Holstein y la Jersey han demostrado ser más eficientes en la producción de leche, elevando así los ingresos de las fincas. Sin embargo, evaluar los valores económicos asociados a diferentes rasgos genéticos en programas de mejoramiento sostenible presenta un notable desafío, debido a la variabilidad y complejidad de los factores involucrados, como la fluctuación de precios de insumos agrícolas, el valor de la leche en el mercado y las regulaciones gubernamentales (27).

En localidades como Mulaló, donde la venta por litro de leche oscila entre 0.37 y 0.40 dólares, resulta fundamental considerar otros aspectos que afectan la rentabilidad, tales como los costos de alimentación, los cuidados veterinarios y el mantenimiento de las instalaciones. Asimismo, las políticas agrícolas y los programas gubernamentales, como subsidios e incentivos fiscales, pueden influir significativamente en la sostenibilidad del negocio lechero. La competencia con otros productores, así como la demanda en los mercados local y nacional, también juegan un papel importante en la capacidad de venta y en los precios obtenidos. En este contexto, realizar análisis financieros periódicos es esencial para evaluar la viabilidad económica, tomar decisiones informadas y optimizar los recursos disponibles. Desafortunadamente, la escasez de bases de datos actualizadas y el desconocimiento por parte de algunos productores complican este proceso (12,26).

8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:

Hipótesis alternativa H1. El análisis a la respuesta de selección se emplea para calcular el índice de mérito total y determinar la selección de los reproductores para la próxima generación.

Hipótesis nula H0. El análisis a la respuesta de selección no se emplea para calcular el índice de mérito total ni para la selección de los reproductores para la próxima generación.

Mediante el análisis de la investigación, se validó la hipótesis alternativa ya que los resultados a la selección se basan en cálculo del índice de mérito genético, permitió determinar la selección de la población bovina lechera en la parroquia de Mulaló.

9. METODOLOGÍA

9.1 Sector de investigación

La investigación realizada en el sector Mulalo del cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. Se ubica a 19 km al norte de la ciudad de Latacunga. Limita al norte con el cantón Mejía, al sur con los sectores de Jose guango Bajo y Alquez, al este con el Napo, al oeste con Pastocalle, Tanicuchí y Guaytacama. Su superficie oscila desde 436 km², con una temperatura de 10 y 17 grados centígrados, se considera una altitud de 3000 msnm (74).

La parroquia Mulaló se distingue por su diversidad en actividades agropecuarias, destacándose en la agricultura y la ganadería. En esta zona, se cultivan diversos productos, aprovechando tanto los terrenos de secano como aquellos que cuentan con sistemas de riego mecanizado. Por otro lado, la ganadería, aunque de menor escala, la cual no solo beneficia a la provincia, sino que también contribuye al abastecimiento a nivel nacional, fortaleciendo así el sustento de los productores de la región (75).

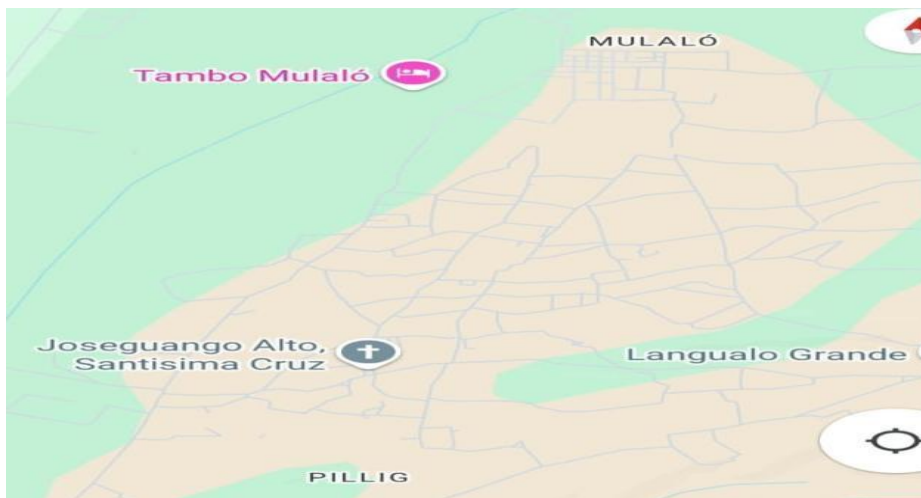


Figura 1 Mapa del sector de Mulaló

9.2 Selección de individuos

La selección de individuos se basó en investigación la cual se clasificó su población ganadera, en diversas categorías la cual se llevó a cabo en la parroquia de Mulalo, contando con la colaboración en 14 productores de la región. Los productores se agruparon en distintos sectores: El rosal, Mulalo centro, Quisínche, Salatín, Salatín alto, San Ramón en donde se encontró 88 cabezas de ganado en total (tabla 2). El cual se identificó un total de 88 cabezas de ganado cabe recalcar que ningún productor costa con un toro.

Tabla 2 Distribución de individuos de estudio

Categoría	Vacas	Vaonas	Ternereras	Terneros	Torettes	Total general
El rosál	22	6	1	1		30
Mulalo Centro	2	2	1	1	1	7
Quisinche	2		4	1		7
Salatilin	7	5	1	2		15
Salatilin alto	8	1	2	3	2	15
San Ramón	10	3			1	14
Total general	51	17	9	8	4	88

9.3 Duración del estudio

La investigación se llevó a cabo durante un período de cuatro meses, desde octubre hasta enero, durante el cual se evaluaron las estrategias implementadas mediante un intervalo de tiempo el cual facilitó las observaciones y evaluaciones de cada uno parámetros asignados y tendencias ha variaciones a lo largo del tiempo.

9.3.1 Diseño del Estudio

El método de investigación utilizado fue descriptivo de tipo observacional puesto que los factores analizados no son asignados por los investigadores (76). En lugar de ejercer un control directo sobre la intervención, los investigadores se limitan a observar, medir y analizar ciertas variables. sin ejercer un control directo de la intervención.

9.3.2 Recopilación de Datos

Se llevó a cabo en un periodo de cuatro meses, se realizó charlas informativas para dar a conocer los beneficios de mérito de cría y aceptación en propietarios de bovinos del sector y obtener su consentimiento para recopilar datos de sus explotaciones ganadera.

Se realizó la información de registros detallada sobre la genealogía en animales mediante ganancia diaria de peso (medida periódica), producción láctea (periódica), densidad de la leche. Las cuales fueron registradas en un Excel para su análisis. Los datos recopilados permitieron predecir las futuras generaciones. Por medio del BLUP que corresponde a un programa de mejoramiento genético.

9.4 Pesos económicos

Se realizó mediante la toma de datos de distintas categorías las cuales ayudaron a evaluar las características mediante elaboración de hojas de cálculo las cuales facilitan la tabulación de datos y ayuda a tener resultados precisos para cada parámetro tal es el caso de los datos cuantitativos como ganancia diaria de peso (GDP), Días abiertos, Leche 305 días)

9.4.1. Ganancia Diaria de peso

Mediante una cinta bovinométrica se realizó la obtención de datos para registrar la GDP en bovino lechero mediante octubre a enero. Este método demostró ser una alternativa eficiente y práctico ofreciendo una opción más ágil e integral en comparación con otros procedimientos convencionales como se menciona en —Boletín Técnico divulgativo publicado por el Centro de estudios y desarrollo de la Amazonía (77) , en comparación con el método Quetelet. Además, puede aplicarse en función de las dos características fundamentales de los bovinos: la producción lechera y la producción cárnica.

También se distingue por su capacidad para realizar la recolección de datos de manera rápida.

1. Obtención de resultados del número de días restando las fechas de dos variables:

Primer peso - Segundo peso = Días entre cada pesaje

Segundo peso - Tercer peso = Días entre cada pesaje

Tercer peso- Cuarto peso = Días entre cada pesaje

2. Posteriormente para medir la GDP en gramos mediante el cálculo final se realizó:

Peso final – peso inicial / Días transcurridos entre pesajes *100 = GDP en gramos

3. El cálculo final se realizó:

$GDP1 + GDP2 + GDP3 / 3 = \text{promedio final}$

9.4.2 Densidad en leche

La medición del parámetro se realizó con ayuda de un lactodensímetro, el cual fue fundamental para obtener datos precisos sobre la cantidad de sólidos en la leche. La recopilación de datos se llevó a cabo durante el horario de ordeño de cada propietario. Durante la toma de muestras, se registró la temperatura de la leche en grados centígrados y su densidad utilizando un termo lactodensímetro.

Para la medición, se vertió una cantidad adecuada de leche cruda en una probeta, asegurándose de minimizar la formación de espuma. Luego, se introdujo cuidadosamente el lactodensímetro,

permitiendo que flotara libremente. Para garantizar la exactitud de los resultados, se utilizó una tabla de corrección AOAC (78).

Se obtuvieron cuatro mediciones, a partir de las cuales se calculó un promedio general. Finalmente se realizó la tabulación de los datos y se determinó el valor final mediante el cálculo del promedio:

$$\text{Densidad 1} + \text{Densidad 2} + \text{Densidad 3} + \text{Densidad 4} / 4 = \text{Densidad promedio}$$

9.4.3 Kg de leche

Durante el proceso de recolección de datos, la medición de litros (Lts) de leche se llevó a cabo al finalizar el ordeño. Para ello, se utilizó un balde debidamente numerado, en el cual se registró el volumen total de leche obtenida por cada bovino.

1. Calcular la medida de litros de leche en la mañana y en la tarde

$$\text{Lts de leche M} + \text{Lts de leche T} / 2 = \text{Total de Lts de leche}$$

2. para la obtención de promedio total se realizó:

$$\text{Primera toma} + \text{Segundo toma} + \text{Tercer toma} + \text{Cuarta toma} / 4 = \text{Promedio de Litros}$$

9.4.4 Lactancia en 305 días

Para calcular la lactancia en 305 días se realizó primero una encuesta que registre la fecha del parto más reciente como la fecha de recopilación de datos. Estos datos son cruciales para determinar de manera más exacta el periodo de lactancia en relación con los 305 días estándar.

1. La obtención de lactancia de 305 días se realizó mediante la ecuación:

$$\text{Fecha de parto reciente} - \text{Fecha de recolección de dato} = \text{lactancia total}$$

2. la obtención de promedio total se realizó:

$$\text{Primera toma} + \text{Segundo toma} + \text{Tercer toma} + \text{Cuarta toma} / 4 = \text{Promedio de Litros .}$$

Una vez recopilado la información, se procede a tabular los datos junto con la cantidad de kilogramos de leche obtenidos. Después, estos registros se procesan en herramienta de cálculo de Excel mediante tabulación. Gracias a este análisis, se puede visualizar la tendencia productiva y estimar el volumen total de leche generado en un periodo de 305 días, lo que permite realizar una evaluación más acertada del rendimiento lácteo.

9.5 Desarrollo de parámetros de selección

VARIABLES CUALITATIVAS

El análisis de las variables cualitativas (facilidad de ordeño en vacas, docilidad en hatos, tipo de enfermedades y estado reproductivos en hembras.) se realizó en hojas de cálculo en programa en Excel, esta herramienta ayudó a gestionar y analizar grandes cantidades de datos, se permitió organizar la información.

VARIABLES CUANTITATIVAS

Al analizar las variables cuantitativas (días abiertos, densidad de leche, producción láctea en 305 días, edades en meses, GDP, Altura a la cruz), se tuvieron en cuenta diversos factores genéticos, ambientales y alimenticios, lo que permite su uso en la evaluación y selección de individuos con características favorables para las generaciones futuras. Los rasgos cuantitativos fueron considerados heredables, lo que posibilita su modificación mediante procesos de selección.

9.6 Análisis de datos

La Tabulación y Análisis de los datos obtenidos se realizó mediante la herramienta de BLUP, la cual genera un valor de cría estimado (EBV) sobre los 3 factores imprescindibles de este proyecto. Facilitando la selección de individuos representativos de los mejores atributos genéticos para su posterior elección como futuros reproductores.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Facilidad en ordeño de vacas productoras de leche

El análisis respecto a la facilidad de ordeños en la vaca de la parroquia de Mulaló (Figura 2), evidencia que el principal desempeño un papel crucial. A través de la recolección de información, se han obtenido los datos necesarios para este indicador. La principal observación en los diferentes establos es la facilidad de ordeño; por lo tanto, el tiempo que se requiere para ordeñar por vacas, ya sea de manera manual o mecánica.

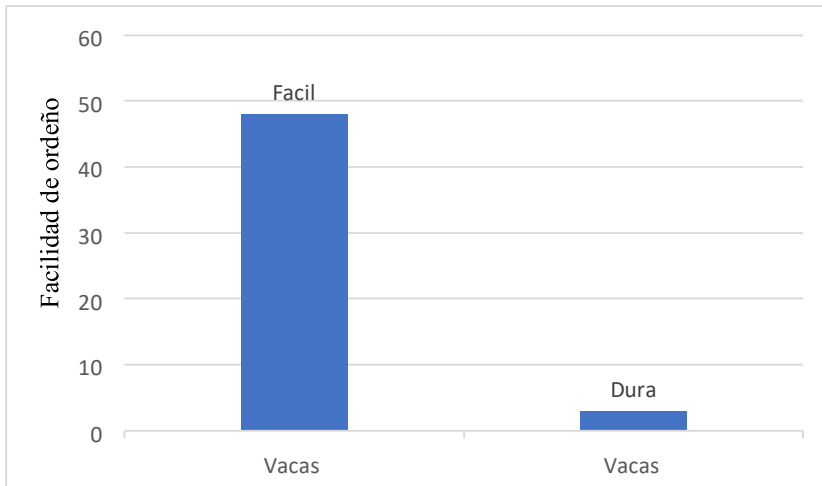


Figura 2 Facilidad de ordeño en vacas lecheras del sector de Mulaló

Desacuerdo con la información recopilada, aproximadamente un 94. 2% de las vacas son de fácil ordeño, mientras que el 5. 8% presentan dificultades en este proceso, considerando una población total de 51 vacas.

Es importante recalcar que un manejo adecuado durante el ordeño ayuda a disminuir el estrés el cual es un factor negativo en la salud general de la vaca. Teniendo en cuenta que el ordeño ayuda a mejorar tanto la producción como la calidad lechera (79).

10.2 Categorías dóciles en hato

Con base a los datos obtenidos en docilidad en hato bovino (Figura 3), se observa un total de 88 animales, donde se presenta 82 animales de temperamento manso, mientras el resto de animales (6) animales restantes son ariscos, lo cual puede deberse a factores genéticos o mal manejo pudiendo afectar productivamente en el rebaño.



Figura 3 Docilidad en hato en la parroquia de Mulaló

La docilidad en los animales jóvenes varía, determinado por factores de crianza como por selección genética. Se ha observado que docilidad en los animales facilita actividades cotidianas como el ordeño, la atención veterinaria y el manejo general, reduciendo el estrés tanto para los animales como para los productores. Por ello, incluir este atributo en los planes de selección genética resulta esencial para optimizar la eficiencia productiva y garantizar el bienestar animal.

Cabe recalcar si bien algunas razas presentan una tendencia natural a ser más dóciles, el temperamento individual puede variar significativamente. La interacción frecuente con los humanos desempeña un papel fundamental en el desarrollo de este rasgo, promoviendo la socialización y una mejor adaptación al entorno (80).

10.3 Enfermedades en hato bovino lechero

Los datos recopilados sobre patologías en hato bovino (Tabla 4), presentaron 91% de animales en buen estado de salud, mientras que un 5.6% presenta alguna patología y por último el 3.4% padece de al menos una enfermedad reproductiva, se han identificado 3 casos de vacas con problemas reproductivos, relacionados principalmente con contenido uterino y estructuras persistentes en el tracto reproductivo.

Por su parte, 5 animales se vieron afectados por ectoparásitos (piojos) los cuales logran provocar lesiones en la piel como irritación e inflamación, provocando estrés a los animales así produciendo una pérdida económica.

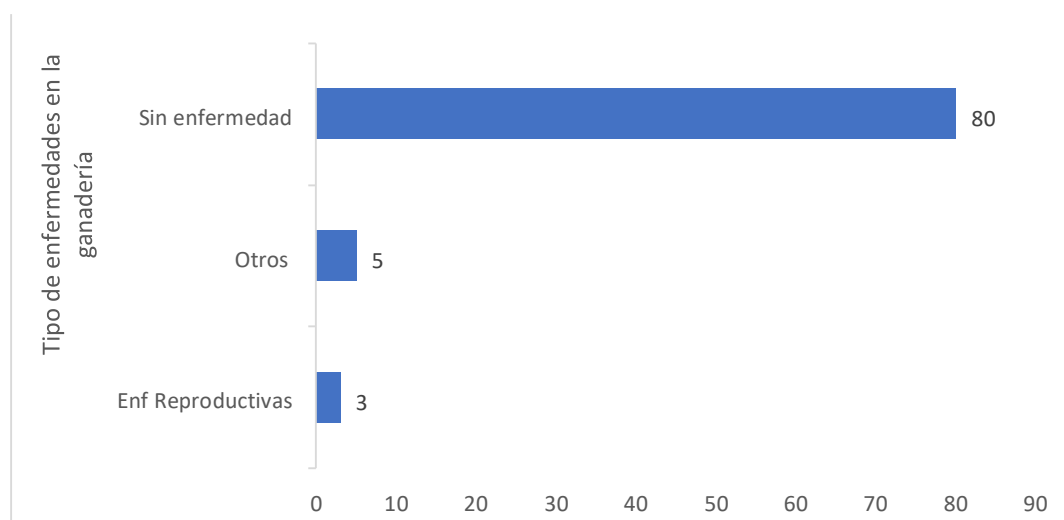


Figura 4 Tipo de enfermedades en hato ganadero en la parroquia Mulaló

La rentabilidad en la crianza de ganado puede variar debido a enfermedades, ya que estas afectan el crecimiento, la producción lechera y la condición corporal de los animales, lo cual representa costos

significativos para los productores. Las enfermedades reproductivas suelen aparecer cuando los animales alcanzan su madurez sexual o han estado sometidos a malas prácticas ganaderas (81).

10.4 Estado reproductivo en hembras

El análisis de la distribución de los estados fisiológicos (Tabla 3), se debe de considerar la composición heterogénea del hato, con un predominio de vacas no gestantes de 37 individuos sobre las gestantes los cuales corresponde a 15 animales. Esta proporción sugiere que existen oportunidades para mejorar la eficiencia reproductiva del hato. Adicionalmente, la presencia de 23 animales inmaduros indica un potencial de crecimiento futuro, pero también resalta la importancia de una gestión reproductiva adecuada para sincronizar los partos y optimizar el uso de los recursos.

Tabla 3 Distribución de estado reproductivo en hembras

	Teras	Vacas	Vaconas	Total
No gestante		14	1	15
Inmadura	9		14	23
Gestante		35	2	37
Total				75

se deben considerar factores como el manejo nutricional, el estado sanitario, y las estrategias de reproducción implementadas, ya que pueden impactar directamente en la proporción de animales gestantes y no gestantes. Además, la presencia de un número considerable de animales inmaduros representa una oportunidad para implementar prácticas que aseguren su desarrollo adecuado, optimizando su incorporación futura al sistema productivo (82).

10.5 Altura a la cruz

Se realizó un análisis de datos respecto a la altura a la cruz (Figura 5), dado que es un factor hereditario que influye en las crías y puede afectar los costos de mantenimiento. Los animales de mayor altura suelen requerir un gasto más elevado en su cuidado. Durante la etapa de crecimiento, que se extiende aproximadamente hasta los dos años, dependiendo de la raza (95-100), se observan variaciones en la altura a la cruz. En promedio, las terneras alcanzan una altura de 96.4 cm, mientras que las vasconas llegan a 127.7 cm.

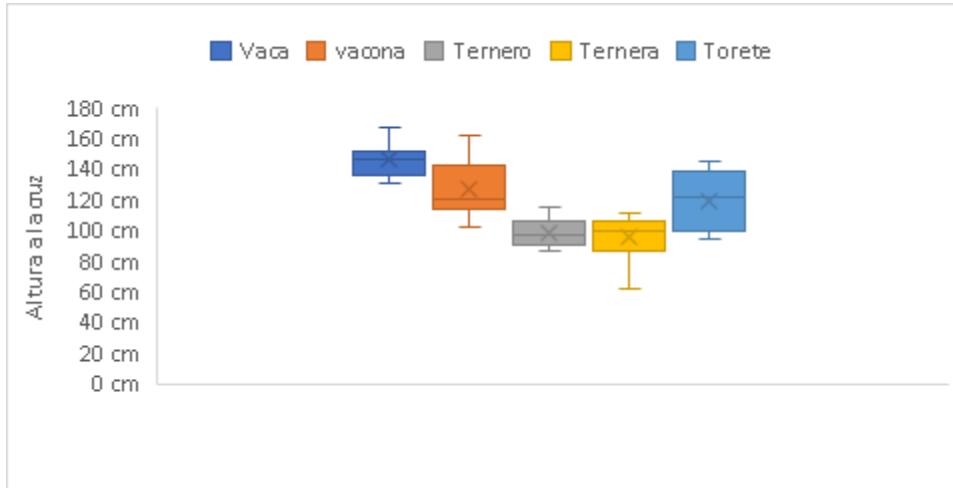


Figura 5 Categorías de altura a la cruz en hato en la parroquia de Mulaló

Por otro lado, en la categoría de terneros, se observa una altura de 99.1 cm, en comparación con los toretes, que presentan una altura de 119.8 cm. La diferencia más considerable se encuentra entre las terneras y las vacunas. En cuanto a la categoría de vacas, la altura media es de 146.3 cm.

Es importante mencionar que los cruces entre criollos y Holstein tienden a ser más altos en comparación con los cruces de criollos con Jersey. Esto se debe a que necesitan más recursos alimenticios para producir leche de manera eficiente, a diferencia de las vacas de menor estatura, que requieren menos insumos alimenticios para generar una buena cantidad de leche a un costo más reducido (83). Se han realizado diversos estudios sobre la altura en bovinos, puesto que las dimensiones son fundamentales para evaluar su tamaño y desarrollo. En términos generales, los bovinos criollos presentan una altura menor, oscilando entre 110 y 130 cm, mientras que las razas mejoradas o especializadas suelen alcanzar entre 135 y 165 cm. Esta diferencia se debe a factores como la selección natural, las condiciones ambientales y una menor presión de selección genética enfocada en el crecimiento en el caso de los bovinos criollos (84).

10.5.1 Estimación del valor genético para la altura a la cruz

Los datos obtenidos relacionados a la altura a la cruz (Tabla 4), para la estimación del valor genético resultan poco confiables puesto que la población total del hato costa con animales en desarrollo y animales adultos lo cual nos genera datos alterados tomando en cuenta que los datos están en los valores esperados ya que corresponde a la altura promedio en Ecuador.

Tabla 4 Productores con un EBV normal para la altura a la cruz de hato en parroquia Mulaló

PRODUCTORES	SOLUCIÓN
Mónica Castro	149,70

Germania Toscano	146,05
María Lema	141,79
Natali Catota	138,83
Víctor Cumbajin	134,50

La estimación de valor de cría lo cual mide los valores genéticos de las vacas y de los animales inmaduros ya que nos puede ayudar a mantener el valor de cría optimo y facilitando el manejo para los diferentes productores de la zona.

El análisis de datos (Tabla 5) evaluó la dependencia mediante parámetro de altura el cual se realizó utilizando el método BLUP, que proporciona una estimación aproximada para cada animal. La heredabilidad de la altura a la cruz se encuentra en un rango de 0,4 a 0,6, con un promedio calculado de $h=0,5$ (85).

Tabla 5 Animales con la mejor optimización EBV para la altura a la cruz en la parroquia de Mulaló

ANIMALES	EBV	PRECISIÓN
Tonta MCH	34,525	0,63245553
Chiquita LRO	31,228	0,64480809
Ñiña MCH	29,525	0,63245553
Angelita MTA	19,944	0,66666667
Negra MTU	18,696	0,65465367

El valor de la cría es fundamental en la selección eficaz de animales, ya que permite identificar aquellos con el mayor potencial genético para transmitir rasgos deseables a su descendencia. Este enfoque no solo mejora el proceso de selección, sino que también influye de manera directa en el aumento de la producción de leche y en la optimización de los costos asociados.

Una de las principales ventajas de adoptar este enfoque es que las vacas de menor tamaño pueden resultar más rentables, ya que requieren menos alimento para producir un litro de leche. Al centrarse en individuos que logran un equilibrio óptimo entre su tamaño corporal y la producción láctea, los sistemas

de producción pueden experimentar un aumento tanto en la sostenibilidad como en la rentabilidad (86)

10.4 Ganancia diaria de peso en hato

Al analizar los datos recopilados sobre la (GDP) en hato en la parroquia de Mulaló (Tabla 6), se observó una variabilidad significativa entre las diferentes categorías de animales evaluadas. En el caso de bovinos adultos, se identificó una media aritmética de 231 gramos por día (g/d), con la presencia de un valor atípico de 122 g/d, lo que sugiere la existencia de individuos con menor desempeño productivo, posiblemente debido a factores como deficiencias nutricionales, enfermedades o condiciones ambientales adversas. Por otro lado, en las vaconas, el promedio registrado fue de 300.6 g/d, lo que indica un crecimiento ligeramente superior en esta categoría.

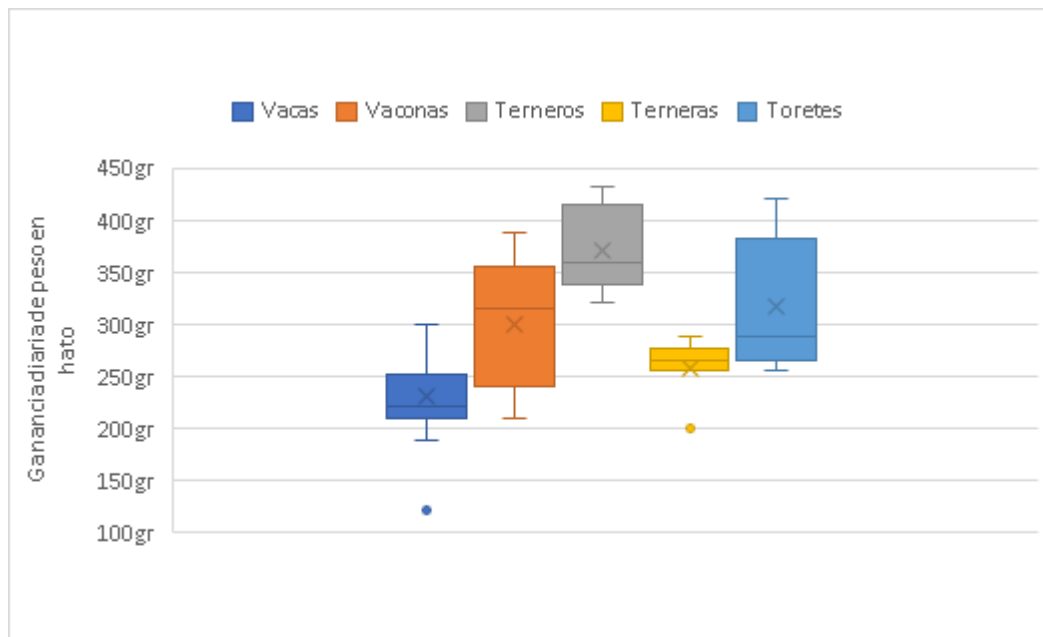


Figura 6 GDP en bovinos del sector de Mulaló

Los datos de terneros muestran una media estimada de 372 g/d, aunque la distribución presentó un valor atípico de 200 g/d, lo que señala la existencia de terneros con baja condición corporal. Finalmente, la GDP costa de un valor medio de 317.8 g/d, reflejando una adecuada tasa de crecimiento para esta etapa del desarrollo bovino.

Esta variabilidad en la distribución de peso puede atribuirse principalmente a las diferencias en los sistemas de crianza utilizados por los distintos propietarios. Por otro lado, el entorno en el que se

desarrollan los animales es relativamente homogéneo, lo que sugiere que la nutrición juega un papel fundamental en las diferencias observadas en el crecimiento.

Estudios sobre la Ganancia Diaria de Peso (GDP) en ganado bovino han demostrado que el desempeño productivo varía según el sistema de producción. En sistemas tradicionales, la GDP oscila entre 400 y 600 g/día, mientras que en sistemas intensivos alcanza entre 600 y 800 g/día. En el caso de la raza Jersey, a pesar de su menor tamaño corporal en comparación con otras razas, se ha registrado una GDP promedio de 627 g/día, además, los cruzamientos con otras razas han mostrado un incremento significativo en esta cifra, superando los 700 g/día durante la etapa de crecimiento. Estos resultados destacan el potencial de las estrategias genéticas para optimizar el desarrollo del ganado bovino (87)

10.9 Estimación de valor genético de GDP

El valor de cría en GDP en bovinos de lechero (Tabla 6), se realizó mediante el uso del BLUP el cual permite identificar a los propietarios cuyos animales presentan los porcentajes más altos de méritos genéticos. Esto facilita la selección de los mejores individuos para programas de mejora genética, contribuyendo a un progreso sostenido en características clave como producción, fertilidad, resistencia a enfermedades y conformación.

Tabla 6 Productores con mayor GDP en la parroquia de Mulaló

PRODUCTORES	SOLUCIÓN
María Chiguano	311,11
Natali Catota	307,98
Paulina Bungacho	302,76
Germania Toscano	288,88
Vinicio Chango	279,01

Para optimizar la GDP del rebaño a alcanzar el estándar en producción (Tabla 7), es fundamental seleccionar aquellos animales que presenten los valores de cría más altos. Estos valores, obtenidos a través de modelos genéticos nos permiten identificar a los individuos con mayor potencial genético para aumentar la ganancia de peso por encima del promedio actual de 251.9 gramos diarios. Considerando una heredabilidad de 0.28 para este rasgo, podemos estimar con mayor precisión el impacto genético en la descendencia y así acelerar el progreso genético en el hato (88).

Tabla 7 Animales con el mayor valor de progenie en ganancia diaria de peso en la parroquia de Mulaló

ANIMALES	EBV	PRECISIÓN
Estrella MCH	57,24	0,473
Indo VCH	43,20	0,498
Pintada MLE	38,88	0,483
Victoria MTA	38,37	0,498
Angelito GTO	37,33	0,473

Se ha obtenido la selección de individuos con los valores más altos de cría en la parroquia de Mulaló, dado que estos individuos son los que ofrecen un mayor rendimiento en los estudios de genética. A través de un análisis exhaustivo, que incluyó la evaluación de sus EBV para el rendimiento en GDP, se logró identificar a los cinco animales con los mejores resultados. Este proceso de selección es crucial para maximizar la productividad y la eficiencia genética en los programas de mejora, asegurando que los animales seleccionados sean los más prometedores en términos de características de desarrollo.

10.10 Categoría de edades en meses

Mediante la recopilación de datos respecto a edades en meses en bovinos la información recopilada (Figura 7), señala los primeros dos años de vida de un bovino representan una inversión considerable para el productor, ya que, durante este período, los animales, especialmente las hembras, no generan ingresos. Los gastos en alimentación, sanidad y otros insumos son continuos, sin una rentabilidad económica inmediata. Las hembras requieren un tiempo extra para alcanzar la madurez sexual y comenzar la producción de leche; en el caso de las vaconas, la edad promedio es de 24 meses, lo que retrasa aún más el inicio de la producción láctea y extiende el período de inversión antes de que los animales comiencen a generar ganancias.

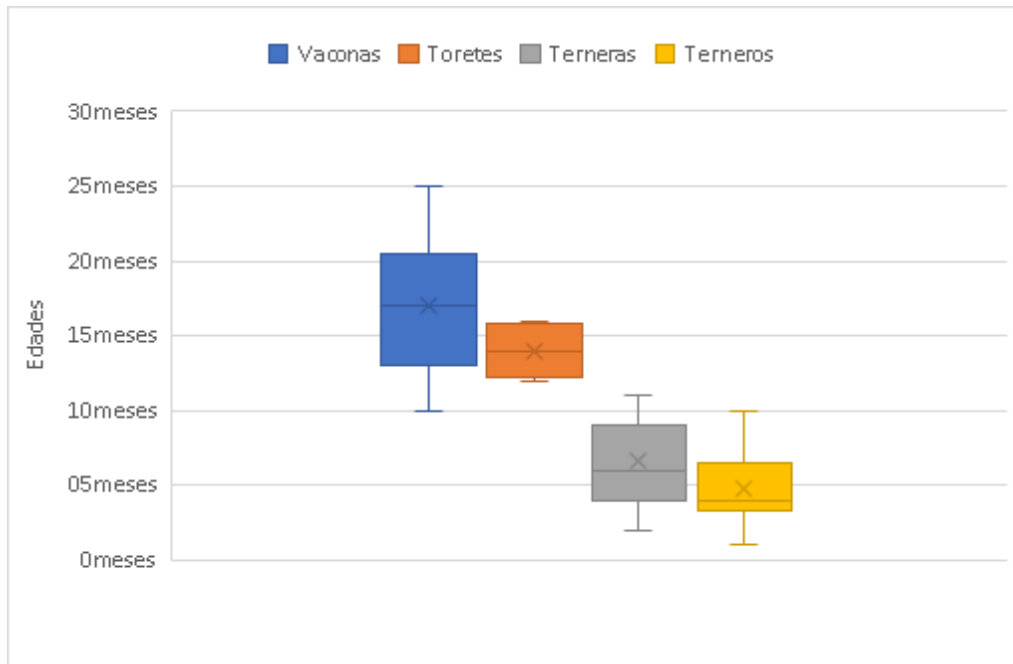


Figura 7 Categoría de edades en la parroquia de Mulaló

Al examinar los datos de edades en hato, se observaron diferencias significativas en las edades promedio de las terneras y los terneros, siendo de 6,5 y 4,5 meses respectivamente. Estos hallazgos indican que las hembras avanzan en su desarrollo a un ritmo ligeramente más lento que los machos.

En contraste, la distribución de edades en el grupo de toretes mostró ser notablemente homogénea, con una media y mediana de 14 meses. Esta uniformidad sugiere que los animales en esta categoría presentan un desarrollo muy parecido, lo que podría reflejar una gestión de crianza eficiente o ciertas características genéticas comunes en el grupo.

10.10.1 Edad en meses en vacas

En la categoría de vacas en la parroquia de Mulaló (Figura 8), se analizaron datos recopilados que permitieron identificar tendencias importantes. En primer lugar, se observaron que en el área inferior de los bigotes, las vacas alcanzan los 27 meses de edad, lo que se considera un rango óptimo en términos de productividad, especialmente si se tienen en cuenta factores como la calidad de la alimentación y la ganancia diaria de peso.

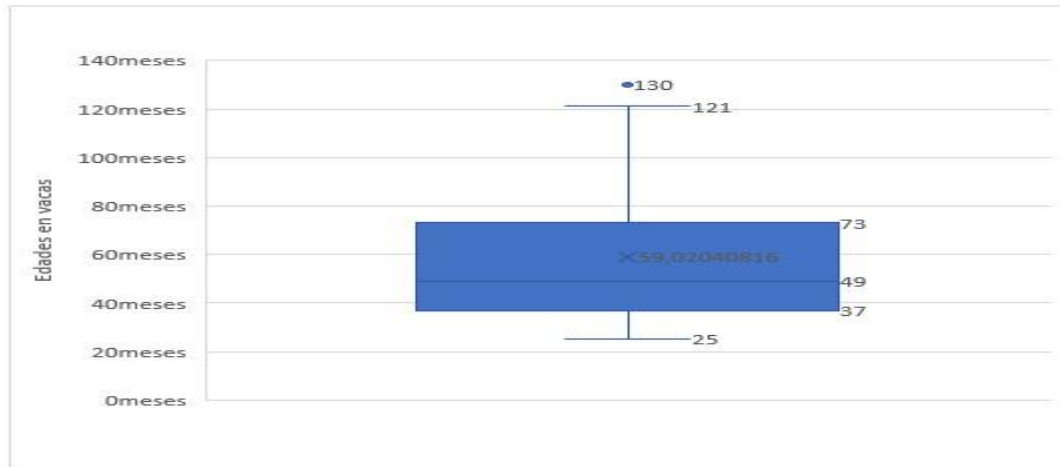


Figura 8 Categoría en edades del sector de Mulaló

Además, identificaron datos atípicos en vacas del sector Mulaló, entre los cuales destaca un ejemplar con 130 meses de edad, aproximadamente 10 años. Este dato resalta la longevidad de las vacas, lo que implica que pueden seguir siendo productivas por un período prolongado, particularmente en la producción de leche. Esta capacidad de producir leche durante más tiempo representa una ventaja para los sistemas de producción ganadera que priorizan la eficiencia y sostenibilidad.

El entorno en el que se desarrollan las vacas tiene un impacto directo en su longevidad y productividad. De esta manera, maximizar el rendimiento en el rango óptimo de edad y asegurar un manejo adecuado durante las etapas más avanzadas de la vida del animal son aspectos clave para el éxito en la ganadería lechera (89).

10.11 Estimación del valor genético respecto a edad en meses

La información obtenida en edades del hato en la parroquia de Mulaló (Tabla 8), se estimaron el valor genético y se identificó a los productores con mayor potencial de rendimiento. Esto se debe a que la longevidad de las vacas contribuye significativamente a una mayor producción de leche, considerando que el promedio de vida productiva se sitúa en cuatro años y nueve meses.

Tras analizar los datos utilizando el BLUP se obtuvieron resultados que destacan el impacto positivo de la longevidad en la capacidad productiva de las vacas. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar la longevidad como un criterio esencial en los programas de mejoramiento genético, no solo para optimizar la producción lechera, sino también para beneficiar a los animales más resistentes y adaptables en sistemas de producción diversos, se han seleccionado a los mejores:

Tabla 8 Productores respecto a la edad en meses en la parroquia de Mulaló

PRODUCTORES	SOLUCIÓN
María lema	72
Germania toscano	50
Mónica castro	44,08
Natali catota	43,29
luz rocha	40,64

La longevidad en bovinos lechero (Tabla 9), se evidencio la capacidad de los animales para adaptarse a su entorno, sino que también actúa como un indicador significativo de su resistencia frente a diversas enfermedades. Este atributo adquiere especial importancia al considerar la sostenibilidad y la productividad del ganado a lo largo del tiempo (90).

Tabla 9 Animales con el mayor valor de cría en edad en meses en la parroquia de Mulaló

ANIMALES	EBV	PRECISIÓN
Cachuda MLE	17,64	0,3872
Julia PBU	14,84	0,3873
Vieja MLE	9	0,3872
Golosa GTO	8,64	0,3794
Ñiña MCH	7,99	0,3794

Al seleccionar datos relacionados con los individuos en la parroquia de Mulaló, se consideraron los cinco con los valores de cría más altos. Es importante tener en cuenta que la heredabilidad de este carácter es baja; sin embargo, esto no impide sugerir un valor estimado de cría que sea significativamente bueno. Aunque la baja heredabilidad podría limitar la transmisión directa de estas características a las siguientes generaciones, el análisis de los valores genéticos permite identificar ejemplares con un potencial superior, lo que resulta clave para programas de mejora genética.

10.12 lactancia en leche en 305 días

El desempeño lácteo de 305 días del sector de estudio (Figura 9), registraron un promedio de 2,483.53 litros en un período de 305 días. Este rendimiento refleja la eficiencia productiva del ganado en términos de producción sostenida a lo largo del ciclo.

Los datos estadísticos disponibles reflejaron que la producción promedio de leche por vaca durante un ciclo de lactancia es de 2483.53 kilogramos /litros, mientras que la mediana se sitúa en 2448.65 kilogramos / litros. Estas cifras indican una variabilidad moderada en los rendimientos, con la mayoría de los valores agrupados en torno al rango mencionado. Cabe destacar que, en el extremo superior del diagrama, se observa una producción máxima de 5238 litros, lo que evidencia un notable potencial de mejora en los sistemas productivos actuales.

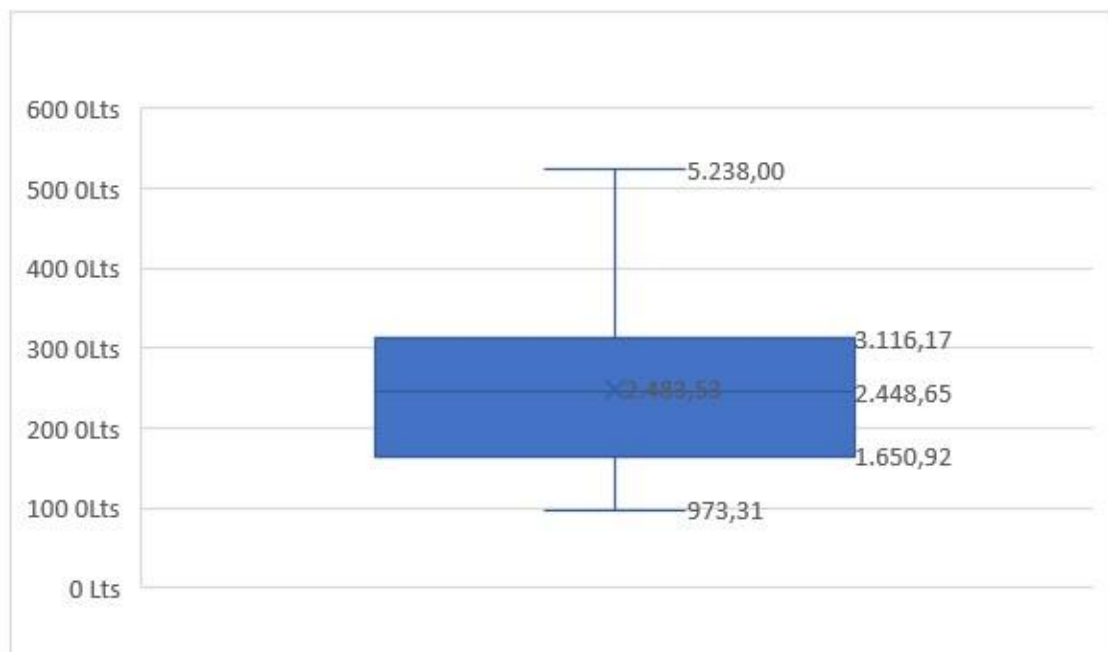


Figura 9 Producción de leche en 305 días

En la categoría de hato ganadero se evidencio una similitud entre los valores de la media y la mediana sugiere una relativa estabilidad en el rendimiento lechero de la región de Cotopaxi. No obstante, aún existe una oportunidad significativa para incrementar la productividad, lo cual podría lograrse mediante la implementación de cría y manejo de animales en mejorar la resistencia del ganado frente a condiciones ambientales adversas.

Se considera que la lactancia a nivel nacional dura aproximadamente 305 días, las vacas criollas producirían 1,260 kg y 1,880 kg en 305 días. En contraste, las vacas de razas especializadas como la

Holstein podrían producir entre 29.5 y 36.1 kg de leche por día, acumulando entre 8,975 y 11,000 kg en el mismo período (91).

10.13 Estimación del valor genético para los litros de leche en 305 días

La descendencia con relación en producción láctea (Tabla 10), proporciono una progenie genética crucial que permite predecir el potencial productivo de las siguientes generaciones de vacas lecheras. Este conocimiento tiene una enorme utilidad práctica, ya que impacta directamente en la rentabilidad del productor mediante el análisis de los datos genéticos y productivos de las vacas lecheras mediante el método BLUP identificamos a los mejores productores en este aspecto los cuales son:

Tabla 10 Productores con el mayor valor de cría en 305 días en la parroquia de Mulaló

PRODUCTORES	SOLUCIÓN
Mónica castro	2205,60
marta changa	1735,69
paulina bungacho	1669,42
Mario Taípe	1551,88
Víctor Cumbajin	1537,54

Este análisis permite identificar a los individuos de sector estudiado las mejores características genéticas, optimizando así el potencial de mejora genética en el hato lechero (Tabla 11). Los resultados obtenidos destacan a los individuos que sobresalen por su capacidad para transmitir rasgos superiores, especialmente en lo que respecta a la producción de leche de su descendencia. Con una heredabilidad de $h=0,2$ lo que proporciona una base sólida para la selección de los animales más prometedores en términos de eficiencia productiva (90) .

Tabla 11 Animales con el mayor valor de cría litros de leche 305 días en la parroquia de Mulaló

ANIMALES	EBV	PRECISIÓN
Tonta MCH	980,616	0,4
Amarrilla VCH	601,982	0,421

Rosa maría GTO	543,007	0,4
Julia PBU	513,991	0,408
Chiquita LRO	491,600	0,423

La implementación de leche en 305 días en hato ganadero mediante información en los programas de selección genética puede optimizar la calidad de los hatos, mejorar la eficiencia alimenticia, y reducir costos de producción, garantizando un enfoque sostenible en la industria lechera. Por lo tanto, utilizar el valor de cría como herramienta de selección es clave para lograr un mejoramiento genético continuo y sostenido.

10.14 Densidad de leche en la ganadería

A partir de los datos reunidos en densidad en leche en el área de estudio (Figura 10), mediante la media de la densidad es de 1.028 g/l, lo cual se encuentra por debajo del rango esperado en la producción, lo que podría indicar una ligera disminución en la eficiencia o calidad de la leche en términos de concentración. Sin embargo, es importante destacar que, en la parte superior de bigotes, hemos encontrado una densidad de 1.030 g/l, la cual es considerada óptima para la producción lechera, lo que sugiere que, en ciertos momentos o condiciones, la producción alcanza estándares más elevados.

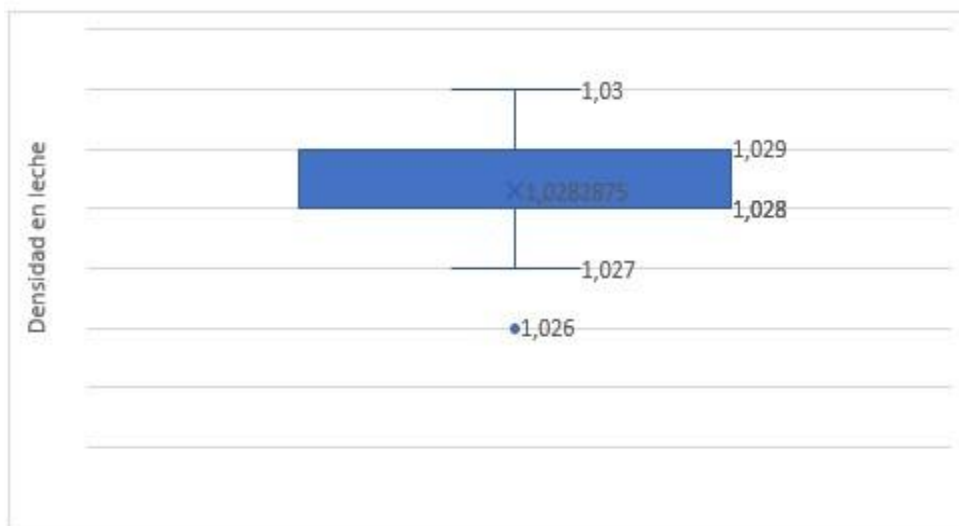


Figura 10 Densidad de leche en la ganadería

Por otro lado, la densidad en hato se identificó un valor atípico de 1.026 g/l, el cual representa una densidad más baja de lo habitual. Este valor podría ser indicativo de factores como una variabilidad en la calidad de la alimentación, condiciones ambientales adversas, o posibles alteraciones en la salud de

los animales. Adema se considera la densidad optimada los bovino de leche puede varía según el tipo de leche ya que puede oscilar entre 1.028 g/d y 1.042 g/d , y una media de 1.031 g/d (92).

10.15 Estimación del valor genético para la densidad (g/l)

Este análisis de densidad en leche permitió identificar a los individuos (Tabla 12), con las mejores características genéticas, lo que constituye un parámetro fundamental a considerar en la ganadería lechera. La genética de los animales influye directamente en la cantidad de sólidos presentes en la leche, como las grasas, proteínas y lactosa. Podemos identificar que los mejores productores en este ámbito son aquellos con una herencia genética.

Tabla 12 Productores con el mayor valor de cría

en la densidad en leche

PRODUCTORES	SOLUCIÓN
Mónica castro	1,051
Mario Taípe	0,685
María lema	0,685
Cumbajin	0,685
Natali catota	0,656

Los animales respecto a ladencidad en lactancia (Tabla 13), presentan un mayor Valor Genético, considerados como indicadores de un rasgo altamente heredable. Este parámetro, al estar estrechamente relacionado con la genética de los animales, muestra que la heredabilidad para este carácter puede alcanzar valores de $h=0,5$. Esto significa que aproximadamente el 50% de la variabilidad observada en estas características se debe a factores genéticos, lo que resalta la importancia de la selección genética en el mejoramiento de la calidad de la leche (90).

Tabla 13 Animales con la mayor progenie en densidad de lactancia

ANIMAL	EBV	PREDICCIÓN
Negra MTU	0,368	0,6546
Blanca MTU	0,366	0,6546
luna OCU	0,354	0,6697

Tomasa OCU	0,354	0,6697
Chiquita LRO	0,347	0,6448

Al analizar los datos de los individuos en hato ganadero obtenidos de estudios genéticos y productivos, podemos identificar que los mejores productores en este ámbito son aquellos con una herencia genética alta, proveniente de líneas de sangre seleccionadas para mejorar la producción de sólidos lácteos.

10.16 Días abiertos en la ganadería

A través del análisis de los datos obtenidos de días abiertos en el sector de Mulaló (Figura 11), se identificó que la media de los días abiertos es de 125, mientras que la mediana se encuentra en 105 días. Estos valores reflejan que, aunque en promedio los animales presentan un tiempo relativamente largo de días abiertos, la mediana indica que la mitad de los animales está en un rango más cercano a los 105 días. Sin embargo, se detectó un valor atípico de 245 días, lo que sugiere que algunos casos extremos están elevando el promedio.

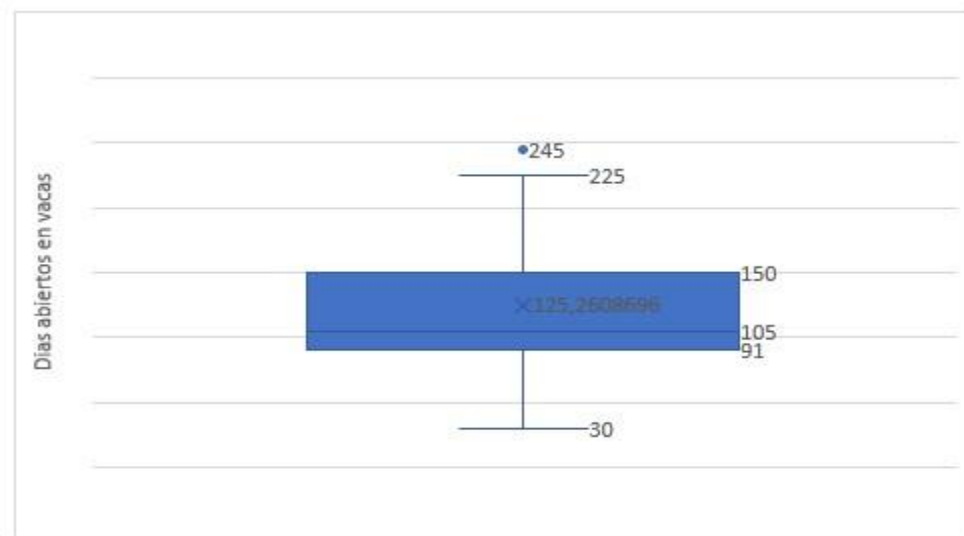


Figura 11 Días abiertos

Este rango prolongado de días abiertos causando un efecto negativo para los productores, ya que un aumento en los días abiertos reduce significativamente la eficiencia reproductiva del ganado. Esto a su vez repercute en la producción de leche, debido a que las vacas tardan más en reiniciar su ciclo de producción óptimo (119).

10.21 Estimación del valor genético para los días abiertos

Los individuos de la parroquia de Mulaló (Tabla 14), con los mejores EBV representan una herramienta estratégica en los programas de mejoramiento genético, especialmente cuando se integran con prácticas de manejo adecuadas. Mediante esta herramienta se puede evidenciar que se puede reducir 13 días del promedio general la cual es de 125 días. Esta selección permite optimizar los índices reproductivos del rebaño, incrementando la eficiencia global del sistema productivo. Esto no solo facilita la identificación de los mejores reproductores, sino que también contribuye a establecer estrategias personalizadas de manejo y nutrición que potencien el desempeño genético.

Tabla 14 Productores con el mayor valor de cría en días abiertos parroquia de Mulaló

ANIMALES	EBV	PREDICCIÓN
Preciosa MCA	-13,895	0,3582
Lupe MCA	-13,895	0,3582
		0,3582
Brayana MCA	-13,895	
Yoi MCA	-13,895	0,3582
Lola VCU	-9,56666667	0,3055

En el análisis realizado para estimar el valor genético asociado a los días abiertos, se consideró una heredabilidad promedio de $h=0,14$, lo que indica una heredabilidad baja para este rasgo. Este valor refleja que únicamente el 14 % de la variabilidad total en los días abiertos puede ser atribuido a diferencias genéticas entre individuos, mientras que el restante 86 % se debe a factores no genéticos, como el ambiente, el manejo, la alimentación y las condiciones sanitarias. En consecuencia, este rasgo está fuertemente influenciado por el entorno, lo que dificulta la mejora genética directa, pero no la imposibilita (90,93).

10.22 Escenarios referentes al beneficio económico mediante la selección genética

Beneficios de GDP en hato bovino de leche

Al analizar GDP en el sector estudiado (Figura 12) se observó un incremento lo cual abarcó la totalidad de los animales en estudio, tomando en cuenta el resultado promedio obtenido de EBV (43gr/d). Mediante una predicción, se incrementó la GDP en un período estimado en 12 generaciones alcanzando

una meta deseada de 737 gr/día. Este resultado evidencia una tendencia positiva en el crecimiento, lo que sugiere que las condiciones de manejo y selección aplicadas están favoreciendo el desarrollo óptimo de los animales.

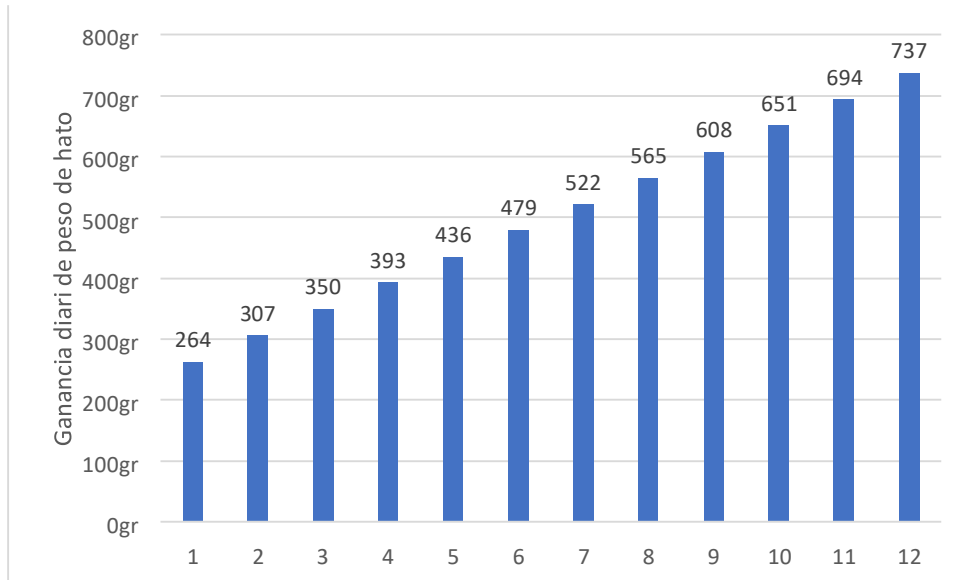


Figura 12 Beneficio respecto a la GDP en hato de la parroquia Mulaló

Estudio realizado por Miguel Ángel Blanco Ochoa, en —*Antecedentes de la ganadería lechera en México*” (123), se obtuvieron datos sobre la ganancia diaria de peso en bovinos lecheros en distintas etapas de su desarrollo. Donde los primeros meses de vida es de 745 gramos, en la etapa de novillas, es de 672 gramos. Durante el primer y segundo año de vida, se mantiene un promedio de 745 gramos diarios (94).

Beneficios de lactancia en 305 días

Al analizar lactancia en 305 días en el sector de Mulaló (Figura 13) se observó un incremento lo cual abarcó la totalidad del hato, tomando en cuenta el resultado promedio obtenido de EBV (626 Lts). Mediante una predicción, se incrementó los litros de leche en 305 días en un período estimado de 15 generaciones alcanzando una meta deseada de (11.250 Lts). Este resultado evidencia una tendencia positiva en el crecimiento ya que la economía mejoraría para los productores



Figura 13 Beneficio respecto a lactancia en hato del sector Mulaló

Estudios realizados indican que la lactancia en Ecuador, llega a un total cercanos de 845,000 Lts/anuales. Este crecimiento se debe a avances en la tecnificación, mejoras en la genética del ganado y una optimización en el manejo de nutrición. factores (95).

Beneficios en días abiertos

El análisis respecto a los días abiertos abarca la totalidad de los animales en estudio (Tabla 14), tomando en cuenta el resultado promedio obtenido de EBV (-13días). Mediante una predicción, se disminuyó los días abiertos en un período estimado de 4 generaciones alcanzando una meta deseada de (86). Este resultado evidencia una tendencia favorable a los días abiertos.

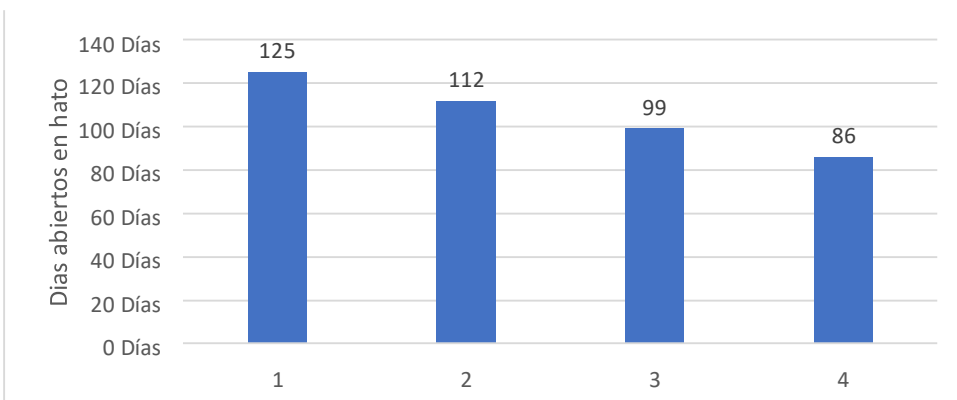


Figura 14 Beneficio respecto a los días abiertos en hato de la parroquia Mulaló

Estudio realizado explica que los "días abiertos" conllevan un rango ideal de 85 a 90 días. Reducirlos mejora la producción lechera y la rentabilidad. Factores clave incluyen el período de recuperación posparto, la tasa de servicio e inseminación, y la condición corporal, se recomienda mejorar la nutrición, detectar celos eficazmente y monitorear la salud (96).

10.23 Costos de producción y beneficio

En la parroquia de Mulaló se identifican un total de 14 productores (Tabla 15), dedicados a la actividad lechera. Se observa una variación significativa en el costo unitario en lactancia bovina, en gran medida, a que los compradores de la leche son diferentes, lo que influye en las condiciones comerciales y logísticas de cada productor.

Tabla 16 Costos de egreso e ingreso

	Producción de leche mensual	Costo de producción mensuales por Lts de leche	Beneficios	Gastos totales
Nombres				
María chiguano	0	0	0	-80
Víctor Cumbajin	1702	0,31	663,78	530
Natali Catota	1900	0,27	760	468
Laura ortega	1290	0,13	451,5	237
Mónica castro	1500	0,31	600	535
María lema	900	0,14	360	255
María Toapanta	900	0,19	360	339
marta changa	600	0,12	228	221
Germania toscano	1050	0,16	409,5	280
Mario Taípe	2100	0,35	819	604
luz rocha	810	0,12	307,8	205
Olga cuña	1410	0,25	564	440
Paulina Bungacho	840	0,10	319,2	185
Vinicio chango	1430	0,30	543,4	520

Promedio	1232 Lts	0,21\$	479,37\$	241,23\$
----------	----------	--------	----------	----------

En términos de producción de productores en bovinos lechero, se registra un promedio mensual de 1.232 litros en total, lo que refleja el nivel de actividad de esta comunidad agrícola. En cuanto a los resultados financieros, los productores tienen un ingreso promedio de \$473,37 mensuales, mientras que sus egresos ascienden a un promedio de \$241,23. Esto deja un margen positivo promedio, aunque es importante considerar que este puede variar entre productores según los costos asociados y la eficiencia de cada uno.

Además, factores como las condiciones climáticas, la disponibilidad de insumos, y las prácticas de manejo también influyen en la productividad y los costos. Es fundamental que se continúe promoviendo el acceso a asistencia técnica, insumos de calidad, y mejores condiciones de comercialización para apoyar a los productores locales y potenciar el desarrollo de esta actividad económica en Mulaló (74,75).

11. IMPACTO (TÉCNICO, SOCIALES, AMBIENTAL Y ECONOMÍCO EN LA GANADERÍA LECHE)

La aplicación de los valores genéticos estimados en la ganadería lechera generando un impacto significativo tanto en términos técnicos como sociales. Estos valores permitieron identificar con precisión el potencial de los animales en cuanto a características clave como la lactancia , la pureza del producto, eficiencia alimenticia y susceptibles a patógenos , lo que optimiza los programas de selección y mejora genética.

La implementación tecnológica ha transformado la sostenibilidad económica de los pequeños y medianos ganaderos, permitiéndoles competir en mercados cada vez más exigentes. Desde una perspectiva ambiental, el uso de valores genéticos estimados contribuye significativamente a la reducción de la huella ecológica de lactancia bovina, alimenticia, capacidad productiva y reproductiva, se reduce la cantidad de recursos necesarios, como forrajes, agua y energía, por litro de leche producido.

12. CONCLUSIONES

- La evaluación del valor genético de los parámetros seleccionados en la parroquia Mulaló permitió identificar los animales con mayor potencial productivo, se obtuvieron estimaciones precisas del mérito genético la cual tiene la función de evaluar al animal con mejor carácter productivo.

- La estimación del peso económico de la parroquia Mulaló se determinó en 4,899 \$ considerando que los costos de producción presentan una variabilidad significativa y tienden a ser elevados. Este factor impacta directamente en la viabilidad económica de la parroquia, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias que optimicen los recursos y reduzcan los costos operativos para mejorar la sostenibilidad y el desarrollo económico de la región.
- La simulación permite proyectar un incremento del 14 % en la GDP, una viabilidad (10.4 %) en el intervalo entre partos y un aumento del 20.14 % en lactancia a 305 días. Se analiza la heredabilidad, los rasgos productivos varía según el parámetro evaluado, lo que sugiere la necesidad de ajustar estrategias de selección para maximizar el impacto del programa.

13. RECOMENDACIONES

- Optimizar la producción ganadera y garantizar su sostenibilidad económica mediante el cual recomienda profundizar en la evaluación del valor genético de los fenotipos seleccionados, considerando no solo su impacto en la producción de leche, sino también su resistencia a enfermedades y eficiencia en la conversión alimenticia.
- Implementar estrategias de capacitación y asesoramiento técnico fortalecerá evaluaciones gerenciales óptimas al medio ambiente y adopción productividad del sector. Integrar enfoques de mejora genética con análisis económico contribuirá significativamente al éxito del programa, promoviendo un sistema ganadero más eficiente, rentable y sostenible en Mulaló.

14 BIBLIOGRAFÍA

1. Gómez J, Martínez L, Pérez R. Mejoramiento genético y sostenibilidad en la ganadería latinoamericana. [Online].; Editorial Agropecuaria; 2020 [cited 2025/ 1/ 9]. Available from: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>.
2. Gómez J, Martínez L, Pérez R.. Mejoramiento genético y sostenibilidad en la ganadería latinoamericana. [Online].; Rev Vet Rural. 2018; [cited 2025/ 1/ 9]. Available from: <https://www.ambiotecsolutions.com/prevencion-de-enfermedades-en-el-ganado-vacunoa->

[traves-de-la-nutricion-preventiva-consejos-para-el-cebo-ydestete/#:~:text=Algunas%20medidas%20preventivas%20comunes%20incluyen,de%20las%20instalaciones%20del%20ganado..](#)

3. Gómez J, Martínez L, Pérez R.. Mejoramiento genético y sostenibilidad en la ganadería latinoamericana. [Online].; Editorial Agropecuaria; 2020 [cited 2025/ 1/ 9]. Available from: <https://methodo.ucc.edu.ar/files/vol8/num4/pdf/EDITORIAL-ART-1.pdf>.
4. Pérez J, Morales F, Díaz C.. Estrategias sanitarias para la prevención de enfermedades en ganado lechero. [Online].; Rev Vet Rural. 2018 [cited 2025/ 1/ 9]. Available from: <https://www.ambiotecsolutions.com/prevencion-de-enfermedades-en-el-ganado-vacuoa-traves-de-la-nutricion-preventiva-consejos-para-el-cebo-ydestete/#:~:text=Algunas%20medidas%20preventivas%20comunes%20incluyen,de%20las%20instalaciones%20del%20ganado..>
5. González P, Ramírez L. Impacto de la deficiencia nutricional en la producción bovina. [Online].; AgroCiencia. 2020 [cited 2025/ 1/ 9]. Available from: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/656>.
6. A M. Infraestructura y acceso a tecnologías en la ganadería.. [Online].; Investig Agropec. 2021 [cited 2025/ 1/ 9]. Available from: <https://www.clubganadero.com/tecnologia-en-laganaderia/>.
7. Fernández C, Castro G. Formación en buenas prácticas ganaderas y su impacto en la producción. [Online].; Rev Ganad Sosten. 2017 [cited 2025/ 1/ 9]. Available from: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/Gu%C3%ADa-de-BuenasPr%C3%A1cticas-Pecuarias-en-la-producci%C3%B3n-de-Ganado-Bovino-de-Carnejul.pdf>.
8. Ruiz D, Salazar H. Selección genética en bovinos: bases y aplicaciones. [Online].; Ciencia Animal. 2022 [cited 2025/ 1 9]. Available from: https://www.produccionanimal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/deps/52-breedplan.pdf.
9. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Estadísticas del sector agropecuario en Ecuador. [Online].; Quito: MAG; 2023 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/estadisticas-agropecuarias>.

10. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Estadísticas del sector agropecuario en Ecuador. [Online].; Quito: MAG; 2023 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/estadisticas-agropecuarias>.
11. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Producción láctea en la región Sierra. [Online].; Quito: INEC; 2022 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.inec.gob.ec/produccion-lactea-sierra>.
12. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Censo agropecuario ESPAC 2022. [Online].; Quito: INEC; 2022 [cited 2025 1 2]. Available from: <https://www.inec.gob.ec/censo-agropecuario-2022>.
13. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Comercialización de leche en Ecuador. [Online].; Quito: INEC; 2022 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.inec.gob.ec/comercializacion-leche-ecuador>.
14. Velázquez B. Entrevista con productores ganaderos del norte de Cotopaxi. [Online].; Cotopaxi: Revista Agropecuaria; 2023 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.revistaagropecuaria.com/entrevista-ganaderos-cotopaxi>.
15. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Evolución histórica de la ganadería en Cotopaxi. [Online].; Quito: MAG; 2023 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/evolucion-ganaderia-cotopaxi>.
16. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).. Programa de conservación de razas criollas en Ecuador. [Online].; Quito: MAG; 2023 [cited 2025/ 1 2]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/conservacion-razas-criollas>.
17. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Adaptabilidad de bovinos criollos en sistemas extensivos. [Online].; Quito: INIAP; 2022 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.iniap.gob.ec/adaptabilidad-bovinos-criollos>.
18. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Caracterización del bovino criollo Pizán. [Online].; Quito: MAG; 2023. [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/caracterizacion-bovino-pizan>.
19. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Datos productivos del bovino criollo Pizán. [Online].; Quito: INEC; 2022 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from:

<https://www.inec.gob.ec/datos-bovino-pizan>.

20. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).. Evaluación morfológica del bovino Criollo Negro Lojano. [Online].; Quito: INEC; 2022 [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.iniap.gob.ec/evaluacion-criollo-negro-lojano>.
21. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).. Características productivas del bovino Criollo de Manabí. [Online].; Quito: INEC; 2022 [cited 2025 1 3. Available from: <https://www.inec.gob.ec/caracteristicas-bovino-manabi>.
22. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Informe anual de producción lechera 2023. [Online].; Quito: MAG; 2023. [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/informe-produccion-lechera>.
23. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Producción agropecuaria en el Ecuador. [Online].; Quito: INEC; 2023 [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.inec.gob.ec/produccion-agropecuaria>.
24. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).. Panorama de la producción lechera en América Latina.. [Online].; Roma: FAO; 2022. [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.fao.org/panorama-produccion-lechera>.
25. Cámara de la Industria Láctea del Ecuador. Informe sobre la importancia del sector lechero en la economía rural. [Online].; Quito: CIL; 2023 [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.cil.ec/informe-sector-lechero>.
26. Banco Central del Ecuador. Aporte del sector agropecuario al PIB nacional.. [Online].; Quito: BCE; 2023. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.bce.fin.ec/aporteagropecuario-pib>.
27. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.. Estudio sobre productividad lechera en la Sierra. [Online].; Quito: MAG; 2023 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/productividad-lechera-sierra>.
28. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Estudio sobre productividad lechera en la Sierra. [Online].; Quito: MAG; 2023. [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.mag.gob.ec/productividad-lechera-sierra>.

29. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.. Factores determinantes en la producción lechera del Ecuador. [Online].; Quito: UCE; 2021. [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.uce.edu.ec/factores-produccion-lechera>.
30. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).. Innovaciones tecnológicas en la ganadería lechera. [Online].; San José: IICA; 2022. [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: <https://www.iica.int/innovaciones-ganaderia-lechera>.
31. Smith. Impact of humidity on cattle health and disease transmission. J Vet Sci. 2018 Sep; 3(112-120.).
32. Johnson R, Thompson M, Clark P. Temperature-related stress in cattle and its effects on immune function. J Anim Sci. [Online].; 2019;10(2):54-60 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/42853/Heat%20Stress%20Effects%20on%20Immune%20Function%20in%20Dairy%20Cattle.pdf>.
33. Brown A, Green B, Harris C. Soil management practices and their impact on livestock health. [Online].; Agric Ecosyst Health. 2017;4(1):34-40. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2024.1366274/full>.
34. Davis M, Wilson S, Taylor J,. Pathogen contamination in pastures: implications for bovine gastrointestinal health. [Online].; health. Vet Microbiol. 2020;8(1):78-85 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/weatherconditions-and-rumen-temperature-and-ph-in-lidia-cattle-2157-7579-1000532.pdf>.
35. Carter F, Evans G, Murphy H,. Strategies to enhance bovine well-being in adverse environmental conditions. [Online].; Vet J. 2018;12(3):110-8. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2024.1366274/pdf>.
36. Carter F, Evans G, Murphy H,. Nutrición animal y salud inmunológica. 2ª ed. [Online].; Madrid: Ediciones Agropecuarias; 2020 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: https://www.slideshare.net/lasaga_garry/impacts-of-environmental-factors-on-animalhealth-wellbeing-and-survival.
37. Smith J, Brown K. Nutrición animal y salud inmunológica. 2ª ed.. [Online].; Madrid:

- Ediciones Agropecuarias; 2020. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from:
https://www.slideshare.net/lasaga_garry/impacts-of-environmental-factors-on-animalhealth-wellbeing-and-survival.
38. Rodríguez A, Pérez D.. Efecto de las vitaminas en la respuesta inmune del ganado. [Online].; J Vet Nutr. 2021;18(2):87-102. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/319082172_Effects_of_relative_humidity_on_animal_health_and_welfare/fulltext/5e9888ffa6fdcca7891fdb81/Effects-of-relativehumidity-on-animal-health-and-welfare.pdf.
39. Fernández R, Martínez L, Gómez F. Minerales esenciales en la dieta de rumiantes.. [Online].; Cienc Prod Anim. 2020;28(1):33-47. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.00116/full>.
40. Williams B.. Impacto de la nutrición en la producción ganadera. 1ª ed. [Online].; Buenos Aires: AgroVet; 2018. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from:
<https://www.redalyc.org/journal/6537/653767641003/html/>.
41. Martínez C. Bienestar animal y alimentación equilibrada. [Online].; Vet J. 2022;40(3):5569 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fanim.2022.852958/full>.
42. Instituto de Nutrición Animal. Guía de alimentación bovina.. Nutrición Animal. [Online].; Bogotá: INAB; 2017. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from:
<https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2817%2930849-4/fulltext>.
43. Pérez MA, González R, Torres F.. Composición nutricional de la leche de bovinos criollos en Ecuador. [Online].; Rev Investig Agropecu. 2020;45(2):120-8 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.jabbnet.com/article/doi/10.31893/jabb.23018>.
44. López J, Ramírez C. Producción lechera de razas criollas versus razas especializadas en Sudamérica. [Online].; J Dairy Res. 2019;36(4):210-5. [cited 2025/ 1 4]. Available from:
<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371%2F>.
45. Martínez A, Herrera D. Resistencia a enfermedades y adaptabilidad de bovinos criollos.; Vet Trop. 2021;15(1):33-41. Available from
<https://www.redalyc.org/pdf/495/49549092032.pdf>

46. Gutiérrez P, Salazar M. Impacto de la leche criolla en la industria láctea ecuatoriana; *Agron Ecuat.* 2022;50(3):98-107.
https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/2022-09/010039253.pdf#page=35
47. Pérez MA, González R, Torres F.. Composición lipídica de la leche de razas criollas y especializadas en Ecuador; *Rev Investig Agropecu.* 2020;45(2):120-8
https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2022-09/010039253.pdf#page=35
48. López J, Ramírez C.. Impacto del cruce de bovinos criollos y Holstein en la calidad de la leche; *J Dairy Res.* 2019;36(4):210-5..
49. Martínez A, Herrera D. Comparación de la composición nutricional de la leche de diferentes razas bovinas.; *Vet Trop.* 2021;15(1):33-41.
50. Gutiérrez P, Salazar M. Ácidos grasos esenciales en la leche de vacas criollas alimentadas con pastos naturales; *Agron Ecuat.* 2022;50(3):98-107.
51. Sánchez L, Rodríguez F. Factores genéticos y ambientales en la producción de leche on alto contenido graso; *Rev Cienc Agropecu.* 2018;22(1):55-67.
52. Fernández C, Morales J. Importancia de los lípidos en la calidad nutricional de la leche; *Nutr Humana.* 2020;18(2):77-89..
53. Fernández C, Morales J. Importancia de los lípidos en la calidad nutricional de la leche; *Nutr Humana.* 2020;18(2):77-89.
54. Mann S, Yepes FA, Overton TR, Lock AL, Lamb GC, Recktenwald EB. protein content on milk protein composition and metabolic status in dairy cows; *J Dairy Sci.* 2015;98(6):3932-44..
55. Farrell HM Jr, Jimenez-Flores R, Bleck GT, Brown EM, Butler JE, Creamer LK. Nomenclature of the proteins of cows' milk—Sixth revision; *J Dairy Sci.* 2004;87(6):1641-74.
56. LECHE DDL. Derivadoslacteos. [Online].; 2021 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <http://derivadoslacteos.com/analisis-de-productos-lacteos/densidad-de-la-leche>.

57. Productor E. Alimentación del ganado y sistemas de pastoreo. [Online].; Elproductor. 2017 [cited 2025/ 1/ 2]. Available from: https://elproductor.com/2017/01/alimentaciondel-ganado-y-sistemas-de-pastoreo/?utm_source.
58. INEC. Guia_para_la_produccion_de_ganado_de_leche_y_carne. [Online]. [cited 2025/ 1/ 3]. Available from: http://Guia_para_la_produccion_de_ganado_de_leche_y_carne_con_resumen.pdf.
59. Ganadero C.. La importancia del valor genético de la cría y criterios para mantenerlo. [Online].; CONtexto Ganadero. 2019 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-del-valorgenetico-de-la-cria-y-criterios-para-mantenerlo>.
60. FAO. Manejo sostenible de pastizales. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [Online].; 2022 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.fao.org/pastizales>.
61. MAGAP. impulsa el mejoramiento genético en bovinos. [Online].; 2019 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/magap-impulsa-el-mejoramientogenetico-en-bovinos/>.
62. UTPL. Prácticas biotecnológicas para mejorar la genética del ganado vacuno. [Online].; 2022 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://noticias.utpl.edu.ec/practicasbiotecnologicas-para-mejorar-la-genetica-del-ganado-vacuno>.
63. Tibau j. Aplicación del método BLUP a la evaluación y selección de. [Online].; 2022 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/4.pdf>.
64. Brandt H. BLUP developments in pig breeding. 362189195th ed.; 1990.
65. Falconer D.S. y MacKay T.F.C. Introduction to Quantitativ Genetics Longman; 1996.
66. Galeano P. Manrique C. ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS. [Online].; Bogotá May/ 2010 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522010000200004.

67. Montoya C. Estimación del valor genético para producción de leche a través de un modelo lineal mixto con repetibilidad. [Online].; Colombia, sede Medellín; 1996. [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000130&pid=S01202952201000020000400013&lng=en.
68. Gabriela Iglesias , María B. Cría y Mejoramiento Genético Animal. [Online].; Genomics Centre, 2015. [cited 2025/ 1/ 5]. Available from: <http://rid.unrn.edu.ar:8080/bitstream/20.500.12049/4843/5/Cr%C3%ADa%20y%20Mejoramiento%20Gen%C3%A9tico%20%20C2%B0%20parte%20modif.pdf>.
69. Base Genética. (Estimated Breeding Value- EBV). [Online].; 2019 [cited 2025/ 1/ 4]. Available from: <https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/metodos/terminos.pdf>.
70. Arenas R. Lactosuero en la leche: una mezcla en donde la mayoría pierde y ganan unos pocos. [Online].; Por Ricardo Arenas Ovalle - 17 de Febrero 2025. Available from: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-se-calculan-los-valores-de-cria-estimados-ebvs>.
71. CYTED. Breve introducción a la Genética genotipo. [Online].; 2019 [cited 2025/ 1/ 5]. Available from: https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/TALLER_FENO1.pdf.
72. Unión Ganadera Regional de Jalisco. Conceptos genéticos básicos. [Online].; Generado: 17 February, 2025, [cited 2025/ 1/ 5]. Available from: https://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=475.
73. EL INTERVALO ENTRE PARTOS: CÁLCULO E INFLUENCIA. [Online].; 2012 [cited 2025/ 1/ 5]. Available from: <https://ad-animaldata.com/wpcontent/uploads/2014/07/Intervalo-entre-Partos.pdf>.
74. Situación Geográfica. GAD parroquial Mulaló. GAD Parroquial de Mulalo. [Online].; Cotopaxi; 2011 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://mulalo.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/>.
75. Gobierno del Ecuador. PDOT Mulaló. [Online].; 2024 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://mulalo.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2024/10/PDOT-Mulalo-2024-2.pdf>.

76. Jorge V, Elena F, Marta Z. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. [Online].; Madrid mar. 2008 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011.
77. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. Cinta Bovino métrica. [Online].; mayo 2024 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://max-farmer.com/producto/cinta-bovinometrica-250cm-1000kg/>.
78. Gustavo R. Tabla Lactodensímetro 20 Grados. [Online]. [cited 2025/ 1/ 11]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/81210560/Tabla-Lactodensimetro-20-Grados>.
79. Johan h. El ordeño. [Online]. [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/33343/729_2.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=Es%20necesario%20orde%C3%B1ar%20la%20vaca,misma%20y%20puede%20causar%20mastitis.
80. Rahway N. Las mejores razas de ganado vacuno para producción. [Online].; Copyright © 2023 [cited 2025 1 10]. Available from: <https://www.clubganadero.com/razas-de-ganadovacuno/>.
81. FATRO I. vacas lecheras. [Online].; 2017. [cited 2025 1 10]. Available from: <https://fatroiberica.es/sabermas/trastornos-metabolicos-en-las-vacas-lecheras/>.
82. Salud Animal. Importancia de la vacunación contra enfermedades reproductivas en bovinos posdestete. [Online].; 11 agosto 2022 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/importancia-de-la-vacunacioncontra-enfermedades-reproductivas-en-bovinos-posdestete/>.
83. ulián Z, Victoria R Jaime S. Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del Norte de Antioquia en Colombia. [Online].; Maracay mar. 2011 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000100004.
84. Representación de la FAO en Argentina. Manual de Buenas Prácticas. [Online].; 2012 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://www.fao.org/4/i3055s/i3055s.pdf>.
85. Evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Toacaso, en el

- periodo 2024. [Online].; Toapanta Alfonso [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://repositorio.utc.edu.ec/>.
86. Agrovvet. Guía para la alimentación y nutrición del ganado lechero. [Online].; 7 Agosto, 2023 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://blog.agrovvetmarket.com/alimentacionnutricion-ganado-lechero/>.
87. Rendimiento productivo y calidad de la canal de becerros alimentados con un precursor glucogénico. [Online].; Abanico vet vol.6 no.1 Tepic ene./abr. 2016 [cited 2025 /1/ 10]. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S244861322016000100013.
88. Galvan Pedro. Considerando una heredabilidad de 0.28 para este rasgo, podemos estimar con mayor precisión el impacto genético en la descendencia y así acelerar el progreso genético en el hato. [Online].; 1991 [cited 2025/ 1/ 10]. Available from: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>.
89. Ariasa R, Maderb T, Escobara P. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. [Online].; Arch Med Vet 40, 7-22 (2008) [cited 2025/ 1/ 11]. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002.
90. cvinta wordpress. Heredabilidad y Repetibilidad. [Online]. [cited 2025 1 11]. Available from: <https://fcvinta.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/06/9-capc3adtulo2.pdf>.
91. Bretschneider G, Salado E, Cuatrin A, Arias D.. Lactancia: Pico y Persistencia. [Online]. [cited 2025/ 1/ 11]. Available from: <https://www.cofemersimir.gob.mx/expediente/19467/mir/47328/anexo/5171347>.
92. Universidad de Murcia. Composición fisico-química de la leche. [Online].; Edificio Luis Vives, 2ª planta [cited 2025 1 11]. Available from: <https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higieneinspeccion-y-control-alimentario/practicas/composicion-fisico-quimica#:~:text=La%20densidad%20var%C3%ADa%20seg%C3%BAAn%20el,comprendidos%20entre%201.027%20y%201.030>.
93. Bourdon, M. Evaluación genética de Días Abiertos. [Online]. [cited 2025/ 1/ 11].

Available from: <https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/metodos/dabier.pdf>.

94. Blanco M. ZOOTECNIA DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE. [Online]. [cited 2025/ 1/ 11]. Available from: https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_3_bovinosleche.pdf.
95. Departamento de Investigación y Desarrollo – DIDE. Dinámica de los pequeños productores de leche en la Sierra centro de Ecuador. [Online].; La Granja vol.30 no.2 Cuenca sep./feb. 2019 [cited 2025/ 1 11]. Available from: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S139085962019000200103.
96. Rahway N. Importancia de los días abiertos para fertilidad en vacas. [Online].; Copyright © 2023 [cited 2025 1 11]. Available from: <https://www.clubganadero.com/dias-abiertosen-vacas/>.