UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"SELECCIÓN MASAL DE BOVINOS DEL PROGRAMA UTC-GEN EN EL CANTÓN PUJILÍ"

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

Autora:
Vizueta Párraga María Belén

Tutora:
Simancas Racines Alison Cristina

LATACUNGA-ECUADOR Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Vizueta Párraga María Belén, con cédula de ciudadanía No. 1723842371, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **"SELECCIÓN MASAL DE BOVINOS DEL PROGRAMA UTC-GEN EN EL CANTÓN PUJILÍ"**, siendo la MVZ. Simancas Racines Alison Cristina, Mg. 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, 22 de julio del 2025

María Belén Vizueta Párraga
C.C: 1723842371
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 **VIZUETA PÁRRAGA MARÍA BELÉN**, identificada con cédula de ciudadanía **1723842371** 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 **"SELECCIÓN MASAL DE BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL CANTÓN PUJILÍ"**, 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: Abril 2021- Agosto 2021

Finalización de la carrera: Abril 2025– Agosto 2025

Tutora: MVZ. Simancas Racines Alison Cristina Mg.

Tema: **"SELECCIÓN MASAL DE BOVINOS DEL PROGRAMA UTC-GEN EN EL CANTÓN PUJILÍ"**

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

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

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

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de julio del 2025.

Vizueta Párraga María Belén
LA CEDENTE

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

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"SELECCIÓN MASAL DE BOVINOS DEL PROGRAMA UTC-GEN EN EL CANTÓN PUJILÍ", de Vizueta Párraga María Belén, 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, 22 de julio del 2025

MVZ.Simancas Racines Alison Cristina, 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: Vizueta Párraga María Belén, con el título del Proyecto de Investigación: **"SELECCIÓN MASAL DE BOVINOS DEL PROGRAMA UTC-GEN EN EL CANTÓN PUJILÍ",** 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, 22 de julio del 2025

MVZ. Cristian Neptalí Arcos Alvares, Mg.
C.C: 18036755734
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

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

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.
C.C: 1722547278
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haber guiado mis pasos para permitirme llegar hasta aquí con salud, fe y esperanza.

A mis padres, mis más sinceros agradecimientos por ser el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su trabajo constante, por su sacrificio y por enseñarme el valor del esfuerzo, humildad y la perseverancia.

A mi hermana Andrea, gracias por ser una guía en mi vida, no solo como profesional ejemplar, sino también como hermana. Has sido un modelo de superación y responsabilidad. Gracias por mostrarme que, si se puede, y por estar presente en cada paso con cariño y admiración.
A mi hermana Odalis, gracias por tu compañía incondicional, por estar dispuesta a ayudarme sin duda, por tu alegría contagiosa y de momentos que guardo con cariño.

A Jhonatan, mi enamorado, gracias por ser mi refugio en momentos difíciles, por tu apoyo sincero, por tu paciencia y amor, y por creer en mi incluso cuando yo dudaba, tu presencia es muy significativo.

Y a mis amigas por estar presente en esta etapa, por sus palabras de aliento, por momentos de risas, por hacer que esta etapa fuera inolvidable.

María Belén Vizueta Párraga

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, amor y perseverancia, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mis hermanas, por ser mis compañeras de cada paso, por sus risas y apoyo constante. Gracias por estar presentes en mis momentos difíciles y en mis logros.

Y a mí misma, por no rendirme en cada etapa, por levantarme cada vez que me caí, por seguir adelante pese a los desafíos. Hoy me abrazo con orgullo y gratitud, sabiendo que todo el esfuerzo ha valido la pena.

María Belén Vizueta Párraga

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "SELECCIÓN MASAL DE BOVINOS DEL PROGRAMA UTC-GEN EN EL CANTÓN PUJILÍ".

Autora:
Vizueta Párraga María Belén

RESUMEN

Durante el periodo 2024, la producción lechera en la región Sierra se vio gravemente afectada por la sequía, lo que ocasionó una reducción del 50% de la producción de leche. Como consecuencia, mucho de los productores tuvieron pérdidas económicas superiores a los $360,000 dólares. Ante esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivo implementar selección masal en bovinos del programa UTC-GEN en los sectores de Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de Diciembre pertenecientes al cantón Pujilí, con el fin de incrementar la producción de leche y disminuir los costos de producción. Se evaluaron un total de 121 animales clasificados en diferentes categorías, pertenecientes a 21 productores. La investigación se basó en un enfoque cuantitativa y cualitativa con el objetivo de analizar fenotípicamente como genéticamente a los mejores animales de características deseables, mediante el uso del método del BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). Los parámetros evaluados fueron: ganancia diaria de peso (GPD), producción de leche ajustada a una lactancia de 305 días, densidad de la leche, condición corporal, altura a la cruz, docilidad, presencia de enfermedades, facilidad de ordeño y los costos de producción. Entre los resultados más destacados, se identificó a *Lola* como el animal con mayor valor fenotípico en ganancia diaria de peso (GDP) con 1247,84 g/día y el animal con mayor valor genético (EBV) fue Marujita con 259,84 g/día. En cuanto a la producción a la lactancia a 305 días, se observó que hay una producción superior a los 5000 kg/lactancia, destacando *Chaparita* con el mayor valor genético estimado (EBV) de 637,58 Kg/lactancia, lo que indica un alto potencial hereditario para esta característica. Además, en relación a la densidad de la leche, los valores obtenidos oscilan entre 1,0263 g/ml a 1,0274 g/ml. Además, se estimó que el costo promedio de producción por litro de leche fue de $0,32 ctv., con un precio de venta promedio de $0,40 ctv. Estos resultados son útiles dentro de la implementación de selección masal para identificar y reproducir animales superiores, contribuyendo al mejoramiento genético como a la rentabilidad de los productores del cantón Pujilí.

Palabras clave: Selección masal, Valor Genético, Fenotipo, BLUP.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "MASS SELECTION OF CATTLE FROM THE UTC-GEN PROGRAM IN PUJILI CANTON"

Author:
Vizueta Párraga María Belén

ABSTRACT

During the 2024 period, dairy production in the Sierra region was severely affected by drought, leading to a 50% reduction in milk production. As a result, many producers suffered economic losses exceeding $360,000. In response to this problem, this research aimed to implement mass selection in cattle from the UTC-GEN program in the sectors of Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced, and 20 de Diciembre, belonging to the Pujili canton, in order to increase milk production and reduce production costs. A total of 121 animals, classified into different categories and belonging to 21 producers, were evaluated. The research was based on a quantitative and qualitative approach to phenotypically and genetically analyze the best animals with desirable traits using the BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) method. The evaluated parameters included: daily weight gain (DWG), milk production adjusted to a 305-day lactation period, milk density, body condition, withers height, docility, disease presence, milking ease, and production costs. Among the most notable results, Lola was identified as the animal with the highest phenotypic value in daily weight gain (DWG) at 1,247.84 g/day, while Marujita had the highest genetic value (EBV) at 259.84 g/day. Regarding 305-day lactation production, it was observed that some animals produced over 5,000 kg/lactation, with Chaparita standing out with the highest estimated breeding value (EBV) of 637.58 kg/lactation, indicating high heritability potential for this trait. Additionally, milk density values ranged between 1.0263 g/ml and 1.0274 g/ml.Furthermore, the average production cost per liter of milk was estimated at $0.32, with an average selling price of $0.40. These results are useful for implementing mass selection to identify and breed superior animals, contributing to both genetic improvement and the profitability of producers in the Pujili canton.

Keywords: Mass selection, Breeding Value, Phenotype, BLUP.

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

AGRADECIMIENTO vii

DEDICATORIA viii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

1. INFORMACIÓN GENERAL 1

2. JUSTIFICACIÓN 2

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 2

3.1. Beneficiarios Directos:..... 2

3.2. Beneficiarios Indirectos: 2

4. PROBLEMÁTICA 3

5. OBJETIVOS 3

5.1. Objetivo General 3

5.2. Objetivos Específicos..... 4

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS 4

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA 5

7.1. Ganadería en Ecuador 5

7.2. Producción de leche 6

7.3. Razas lecheras del cantón Pujilí 6

7.3.1. Holstein 6

7.3.2. Brown Swiss 7

7.3.3. Jersey 7

7.3.4. Mestizo 7

7.4. Genética 7

7.4.1. Mejoramiento Genético en bovinos 7

7.4.2. Genotipo 8

7.4.3. Fenotipo 8

7.4.4. Medio Ambiente 8

7.5. Parámetros genéticos 9

7.5.1. Heredabilidad o índice de de herencia 9

7.5.2. Correlación genética 9

7.5.3. Valor genético 10

7.5.4. Índice de la selección genética 10

7.6. Método BLUP..... 10

7.7. Selección masal 11

7.8. Cualidades genéticas..... 12

7.8.1. Parámetros productivos 12

7.8.2. Producción de leche 12

7.8.3. Calidad de la leche 12

7.8.4. Densidad de la leche 13

7.8.5. Ganancia diaria de peso 13

7.8.6. Condición corporal..... 13

7.9. Parámetros reproductivos 14

7.10. Rentabilidad 14

8. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS 14

9. METODOLOGÍA 15

9.1. Lugar de investigación 15

9.2. Población de estudio 15

9.3. Tipo de estudio 17

9.4. Manejo de estudio 17

9.5. Ganancia diaria de peso (GDP)..... 18

9.6. Altura 18

9.7. Producción de la leche 18

9.8. Peso de la leche 18

9.9. Densidad de la leche 18

9.10. Presencia de mastitis 19

9.11. Costos de producción 19

9.12. Respuesta a la selección 19

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 20

10.1. Población..... 20

10.2. Edad en años 21

10.3. Estado reproductivo 22

10.4. Estado de salud 23

10.6. Docilidad 26

10.7. Facilidad de ordeño 27

10.8. Altura a la cruz 28

10.9. Condición corporal..... 29

10.10. Fenotipo de la Ganancia Diaria de Peso (GDP)..... 30

10.11. Proyección del Valor de Estima de Cría para la ganancia de diaria de peso ... 31

10.12. Fenotipo para la lactancia a los 305 días 34

10.13. Valor de estima de cría para la lactancia a los 305 días 35

10.14. Fenotipo para la densidad de la leche 37

10.15. Costos de producción y beneficios del productor 39

10.16. Análisis de las correlaciones de coeficiente de costos 41

11. IMPACTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 43

11.1. Impacto Social 43

11.2. Impacto económico 43

11.3. Impacto ambiental 43

12. CONCLUSIONES 43

13. RECOMENDACIONES 44

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 45

ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2 Participantes del proyecto 16

Tabla 3 Categoría de los bovinos 16

Tabla 4 Presencia de enfermedades 23

Tabla 5 Docilidad de los animales 25

Tabla 6 Selección masal de los mejores animales con mayor fenotipo en GPD 31

Tabla 7 Selección masal de los mejores animales con mayor fenotipo y mayor Estimated Breeding Valuer en GDP 32

Tabla 8 Selección masal de los mejores animales con mayor fenotipo y valor genotípico (EBV) en lactancia a 305 días 35

Tabla 9 Selección masal de los mejores animales con mayor valor fenotípico y valor de cría (EBV) para la densidad de la leche 37

Tabla 10 Costo de la producción de leche 39

Tabla 11 Correlaciones de los coeficientes de los costos 41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa satelital del área de estudio 15

Figura 2 Distribución poblacional en categorías 20

Figura 3 Distribución de la población según su estado de vida 21

Figura 4 Distribución de la edad en años 21

Figura 5 Estado reproductivo de los bovinos 22

Figura 6 Estado de salud 23

Figura 7 Prevalencia de mastitis 25

Figura 8 Docilidad de los animales 26

Figura 9 Facilidad de ordeño 27

Figura 10 Distribución de la altura a la cruz 28

Figura 11 Distribución de la condición corporal 29

Figura 12 Fenotipo de la ganancia diaria de peso 30

Figura 13 Proyección del EBV para GDP 31

Figura 14 Fenotipo para la lactancia 305 días 34

Figura 15 Proyección de Estima de Cría para lactancia a los 305 días 35

Figura 16 Fenotipo de la densidad de la leche 37

Figura 17 Proyección de Estima de cría para la densidad de la leche 37

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Selección masal de los bovinos del programa UTC-gen en el Cantón Pujilí.

Fecha de inicio: Abril 2025

Fecha de finalización: Agosto 2025

Lugar de ejecución: Cochaloma, 20 de diciembre, Cruzpamba, La Merced, San Isidro- Cantón Pujilí- Provincia Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales

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:

Vizueta Párraga María Belén

MVZ. Simancas Racines Alison Cristina

Tutora:

MVZ. Simancas Racines Alison Cristina (Anexo N° 1)

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

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

Sub líneas de investigación de la Carrera: Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN

La producción ganadera tiene gran importancia económica en el Ecuador. Dentro de este sector, la producción lechera destaca su importancia, ya que a nivel nacional existe una producción de 6,15 millones de litros de leche diaria. Esta actividad permite mayores ingresos a grandes industrias como a pequeños y mediados productores; generando empleos y contribuyendo al sustento de alrededor de 1,2 millones de personas a nivel nacional (1).

Entre las principales zonas productoras de leche se destacan la región Sierra que produce aproximadamente 5,162.222 litros de leche al día (2). Dentro de la región, Pichincha encabeza la producción diaria con 758,503 litros, seguida de la provincia de Cotopaxi con una producción de 657,756 litros de leche diaria (3).

En el cantón Pujilí, se estima que aproximadamente 1,200 familias dependen directamente de la actividad láctea (4). Sin embargo, de acuerdo a Pacheco Brayan (2023), muchos de estos productores comercializan la leche a un precio de 0,22 centavos de dólares por litro (4), una cifra considerada baja que limita su desarrollo económico. Por ello, es indispensable, entre otras acciones, implementar programas de mejoramiento genético que permita corregir y mejorar las deficiencias en la producción lechera, contribuyendo a la optimización de la calidad de vida de las familias productoras.

En este contexto, el programa de mejoramiento genético UTC-Gen se presenta como un recurso clave para el fortalecimiento de la producción ganadera local, mediante la identificación y selección de animales con características productivas superiores. Esta estrategia permite optimizar la eficiencia reproductiva y productiva del ganado, promoviendo un desarrollo sostenible que beneficie a los productores y a la economía regional.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios Directos:

- Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTC-gen) de los sectores Cochaloma, 20 de diciembre, Cruzpamba, La Merced, San Isidro.

3.2. Beneficiarios Indirectos:

- Ganaderos productores de leche de bovinos de los sectores Cochaloma, 20 de diciembre, Cruzpamba, La Merced, San Isidro.

- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.
- Industrias lácteas y plantas procesadoras de productos derivados de la leche.
- Consumidores finales, quienes se beneficiarán de productos lácteos de mejor calidad.

4. PROBLEMÁTICA

La mayoría de productores dedicados a la producción lechera enfrenta diversas limitaciones que afectan negativamente el rendimiento productivo. En la región Sierra, durante el periodo 2024, más de 17,000 cabezas de ganado fueron afectados por la sequía y alrededor de 4,576 productores, tuvieron pérdidas económicas superiores a los 365,000 dólares (5).

En la provincia de Cotopaxi, durante el último semestre del año 2024, la producción de leche se redujo aproximadamente en un 50%, debido a diversos factores como sequías, escases de pastos, un aumento del 30% de los costos de alimentos alternativos, heladas, aumento de abigeatos, y la falta de implantación de mejoras genéticas (6). Como resultado, actualmente se está generando una menor cantidad de leche, con un estimado de apenas 384,000 litros diarios a nivel de la provincia (7).

Además, en el cantón Pujilí, muchos de los productores se exponen a ser engañados al adquirir animales con supuestas altas expectativas productivas que no se cumplen, repercutiendo negativamente tanto en la producción lechera como en el bienestar del ganado (8). Así mismo, el desconocimiento sobre el potencial genético de los animales limita la optimización de los hatos, lo que conlleva altos costos de producción y reducción en la competitividad en el mercado (9).

Frente a esta problemática, es necesario buscar alternativas accesibles y efectivas que contribuyan al mejoramiento genético del ganado bovino, con el fin de aumentar la productividad y adaptabilidad de los bovinos a las condiciones ambientales que existen en la zona. Es por ello, que la selección masal de los bovinos surge como una estrategia viable, que permite identificar y reproducir animales que poseen las mejores características fenotípicas, con el fin de promover la rentabilidad de la ganadería en Pujilí.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Implementar selección masal de los bovinos del programa UTC-GEN en los sectores de Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de diciembre del cantón Pujilí.

5.2. Objetivos Específicos

- Identificar los bovinos de leche con mayores cualidades genéticas en los sectores del cantón Pujilí.
- Implementar un programa de selección masal basado en criterios genéticos y productivos específicos.
- Evaluar el impacto del programa de selección masal en la rentabilidad de los productores de leche de los sectores de Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de diciembre del cantón Pujilí.

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

Tabla 1 *Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación.*

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Identificar los bovinos de leche con mayores cualidades genéticas en los sectores del cantón Pujilí.	Recolección de datos productivos y morfológica (peso del animal, altura a la cruz, volumen de leche, densidad de la leche)	Base de datos consolidada con fenotipos en Excel	Obtención de datos de cada uno de los fenotipos analizados
OBJETIVO 2	**ACTIVIDAD**	**METODOLOGÍA**	**RESULTADOS**
Implementar un programa de selección masal basado en criterios genéticos y productivos específicos.	Identificación de bovinos con alto merito genético	Tabulación e interpretación de datos en Excel Criterios de selección genética Aplicación del método BLUP	Base de datos con registro fenotípicos identificando a los bovinos con alto merito genético mediante el método BLUP
OBJETIVO 3	**ACTIVIDAD**	**METODOLOGÍA**	**RESULTADOS**
Evaluar el impacto del programa de selección masal en la rentabilidad de los productores de leche de los sectores de Cochaloma,	Entrevistas estructuradas Análisis de costos.	Sistematización de datos económicos (costos- ingresos)	Base de datos sistematizada con análisis de la rentabilidad de los productores del sector.

Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de diciembre del cantón Pujilí.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

7.1. Ganadería en Ecuador

La ganadería en Ecuador inició en la época colonial, cuando en 1,537 los españoles introdujeron al territorio los primeros bovinos de orígenes euro-asiáticos (10). Durante el periodo colonial, esta actividad inicialmente se desarrolló en la costa ecuatoriana y luego se expandió a diferentes zonas y regiones gracias a las condiciones favorables, como el clima, abundancia de pasto y fuentes hídricas. Posteriormente, durante la época republicana, la producción lechera fue creciendo junto al desarrollo social. A inicios del siglo XX se introdujeron razas especializadas como la Holstein, Brown Swiss y Jersey promoviendo sistemas de producción más tecnificados y orientados a la producción ganadera (10).

Como resultado de este proceso de consolidación y expansión de la ganadería, Ecuador posee un sector bovino ampliamente desarrollado. De acuerdo a ESPAC, Ecuador tiene 3,9 millones de cabezas de ganado bovino, de las cuales, la región Sierra concentra el mayor número, con alrededor de 2,0 millones de animales, representando el 51,91% del total nacional. Del total del hato bovino el 39,3% son vacas; mientras que el 6,7% son toros, reflejando la predomina de hembras en los sistemas de producción, especialmente aquellos destinados a la producción lechera (11).

En cuanto a las razas que predominan actualmente la producción es el ganado mestizo, con aproximadamente 1,4 millones de cabezas, este tipo de ganado resulta de cruces entre razas especializadas y locales, adaptándose a diversas condiciones climáticas y geográficas del país (11).

De la población total del ganado ecuatoriano, cerca del 57% corresponde a bovinos de producción lechera, actividad que se realiza principalmente en los valles del callejón andino, donde predominan climas templados. En contraste, el 43% del hato es destinado a la producción de carne, la cual esta actividad se desarrolla mayormente en zonas subtropicales y tropicales de la región Costa y la Amazonia (12).

7.2. Producción de leche

La leche es un alimento básico en la dieta de millones de persona, que influye en la nutrición como en el bienestar socioeconómico de la población (1). Además, el sector lácteo representa aproximadamente del 4% del Producto Interno Bruto (PIB) agroalimentario del país, lo que evidencia su relevancia productico y su potencial en el comercio exterior (13).

Esta producción, se desarrolla principalmente en pequeñas y medianas unidades productivas. De acuerdo con datos del INEC, el 16% dedicadas a esta actividad corresponde a pequeños productores, el 21% a medianas, el 9% a grandes y el 55% muy grandes. Sin embargo, se ha visualizado un aumento de participación de pequeñas y medianas unidades productivas, mientras que grandes y muy grandes han disminuido su actividad (13).

En 2023, a nivel nacional la producción de leche fue de 5,6 millones de litros. La provincia de Pichincha lideró la producción con el 14% del total nacional, seguida por Cotopaxi con el 12%, Chimborazo con el 11% y Tungurahua con el 10%. En cuanto al rendimiento promedio de litros de leche, la región Sierra se descartó con una producción de 7,7 litros diarios por animal.
La Amazonia se posicionó en segundo lugar con 5,5 litros por vaca, y en tercer lugar la región Costa con un promedio 4,3 litros por vaca (14).

De acuerdo a estudios realizados por la Técnica de Cotopaxi, en el cantón Pujilí, la producción promedio de leche es de aproximadamente de 6 litros, un rendimiento considerado bajo en comparación a otras zonas (15). Los ingresos mensuales por productor son alrededor de $224,00 de los cuales cerca de $116,00 se destinan al manejo y mantenimiento del ganado, resultando en una ganancia neta reducida para los ganaderos (16).

7.3. Razas lecheras del cantón Pujilí

7.3.1. Holstein

La raza Holstein es una raza perteneciente al grupo de ganado *Bos Taurus*, originaria de Países Bajos, es reconocida nivel mundial por su alta capacidad de producción lechera. Estos animales se caracterizan por una altura a la cruz de 150 cm y un peso corporal superior a 700 kg en hembras y a 1,000 kg en machos(17). La producción de leche promedio es de cerca de 8,000 litros por lactancia, con una calidad que representa con un contenido de aproximado de 3,7% de grasa y 3,15% de proteína. En Ecuador, cuando existe condiciones adecuadas de manejo y de alimentación, una vaca Holstein puede producir entre 20 a 30 litros de leche al día (18).

7.3.2. Brown Swiss

También conocido como Pardo Suizo; es una raza bovina de doble propósito (leche y carne). Esta raza es originaria de Suiza, región de los Alpes. Es un ganado robusto que tiene gran resistencia y adaptabilidad a climas adversos y desafíos en el campo (19). Las vacas adultas tienen un peso promedio entre los 500 kg a 700 kg y una altura a la cruz de 135 cm a 145 cm. En términos productivos, puede producir alrededor de 6,000 litros de leche por año (20).

7.3.3. Jersey

Es una de las razas más difundida de las razas lecheras inglesas. Proviene de la pequeña isla de Jersey, ubicada en el Canal de la Mancha. Este ganado se caracteriza por su alta adaptabilidad a diferentes climas, lo que ha facilitado su incorporación en distintas regiones del país. Las vacas adultas tienen un peso promedio de 350 kg a 450 kg (21). La vaca jersey produce entre 18 y 21 litros de leche diarios, con una producción promedio por lactancia que supera los 7,500 litros. La calidad de la leche es destacable, ya que contiene 4,5 % de grasa, 3,6 % de proteína, y 13,7 % de solidos totales (22).

7.3.4. Mestizo

Las razas bovinas mestizas son el resultado del cruce entre razas como la Holstein y la Brown Swiss con razas adaptadas a las condiciones locales como el Brahman o el ganado criollo. En la región Sierra aproximadamente el 90% del ganado lechero está compuesto por razas mestizas, derivadas del cruce entre Holstein y Brown Swiss, mientras que solo el 5% corresponde a razas puras. Estas razas mestizas han demostrado ser más resistentes a enfermedades y más eficientes en la conversión de pasto en leche, lo que las hace especialmente valiosas para pequeños y medianos productores (23).

7.4. Genética

7.4.1 Mejoramiento Genético en bovinos

El Mejoramiento Genético es una herramienta científica que busca mejorar y optimizar el genotipo de los animales, enfocándose en su valor económico dentro de los sistemas de producción. En otras palabras, trata de identificar y seleccionar animales con cualidades productivas superiores como mayor producción de leche, mejor ganancia de peso, mayor resistencia a enfermedades; para emplearlos en programas de cruzamiento, de modo que sus crías hereden estos buenos rasgos (24).

Además, todo programa de mejoramiento genético debe considerar el factor ambiental, ya que, no todos los animales se adaptan de la misma forma a los distintos climas, altitudes o sistemas de manejo. Por ello, identificar las condiciones del entorno donde se desarrollarán los animales

es fundamental. Esta evaluación permite seleccionar animales que puedan expresar plenamente su potencial genético, lo que es clave para lograr resultados óptimos y sostenibles (24).

La importancia del mejoramiento radica en sus efectos a largo plazo sobre la rentabilidad y sostenibilidad de la producción. Algunas de las ventajas de implementar programas de mejoramiento genético son: incremento de la productividad, reducción de costos de producción y mejora en la calidad y valor del mercado (25).

7.4.2. Genotipo

El genotipo refiere al conjunto de información genética que un organismo posee en su ADN. Esta información, codificada en los genes y heredada a sus progenitores determina las características biológicas del individuo y el funcionamiento de sus procesos celulares(26). En la ganadería, conocer el genotipo es clave para el mejoramiento genético, ya que está relacionado con la capacidad de los animales para heredar rasgos deseables, como el crecimiento eficiente, la producción de leche, resistencia a enfermedades, etc. (27).

7.4.3. Fenotipo

El fenotipo se refiere al conjunto de características visibles y medibles de un animal, las cuales son el resultado de la interacción entre su información genética (genotipo) y las condiciones ambientales en el que se desarrolla (28).

En genética, el fenotipo representa la expresión externa del genotipo y estas influencias por factores ambientales. Aunque los genes contienen el potencial hereditario de un individuo, su manifestación concreta depende del entorno en el que se encuentra. Así, el fenotipo refleja cómo se expresa los genes en combinación con las condiciones ambientales (29).

7.4.4. Medio Ambiente

A menudo se entiende al medio ambiente como el entorno físico que rodea al animal, incluyendo factores como la luz, temperatura, ventilación y otros factores que influyen en el bienestar del hato. Sin embargo, en el ámbito genético, el término ´´medio ambiente´´ tiene un significado más amplio: abarca todos los factores externos al componente genético que influyen en la expresión de los genes. Esto incluye aspectos del manejo, la nutrición, el clima, el estado sanitario y cualquier otra condición que afecte el desempeño del animal, más allá de su carga hereditaria (30).

7.5. Parámetros genéticos

7.5.1. Heredabilidad o índice de de herencia

La heredabilidad es uno de los factores más relevantes en los programas de mejoramiento genético, ya que orienta en los métodos de evaluación genética, la selección de reproductores y sistemas de apareamiento. Este parámetro cuantifica la relación entre el rendimiento observable de un animal (fenotipo) y su valor genético real (genotipo), indicando lo que se puede predecir del potencial genético a partir de su desempeño (31). En otras palabras, la heredabilidad estima cuanto varía el valor genético de un animal por cada unidad de cambio en su fenotipo para un rasgo determinado, lo que la convierte en una herramienta para predecir la eficacia de la selección y orientar las decisiones de mejoramiento (32) .

La heredabilidad se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$h2: \frac{Var(G)}{Var(P)}$$

Donde:

- h2: heredabilidad
- Var(G): varianza del genotipo
- Var(P): varianza del fenotipo

La heredabilidad se puede interpretar de la siguiente manera. Un valor menor de 0,1 indica que el rasgo tiene una baja heredabilidad y baja posibilidad de ganancias genéticas. Cuando la heredabilidad se encuentra entre 0,1 a 0,3 se considera una heredabilidad moderada, lo que surgiere que existe un equilibrio entre la influencia genética y ambiental. Por otro lado, una heredabilidad mayor a 0,3 señala que las diferencias en el rasgo se deben en gran medida a la genética, lo que permite obtener avances rápidos y efectivos mediante la selección de animales superiores (33).

7.5.2. Correlación genética

Se define como la asociación entre variables indicando que tan estrechamente relacionadas genéticamente están las características evaluadas. En particular, la correlación genética describe la relación entre los efectos fenotípicos de las variantes genéticas sobre dos rasgos diferentes a lo largo del genoma. Los valores de de correlación oscilan entre -1 y +1. Donde, un valor cercano a +1 indica una relación fuerte positiva, mientras que un valor cercano a -1 refleja una relación negativa fuerte (33).

Esta métrica permite cuantificar la similitud genética general entre características complejas, proporcionando información valiosa sobre su arquitectura genética poligénica. Es decir,

permite entender en qué medida los mismos genes influyen sobre múltiples características, lo cual resulta fundamental para el diseño de programas de mejoramiento animal más eficientes y balanceados (34).

7.5.3. Valor genético

El valor genético representa el mérito genético total de un animal para características de interés económico y productivo, como la producción de leche, la fertilidad o resistencia a enfermedades. Sin embargo, únicamente la mitad de ese valor genético es transmitida a la descendencia, ya que la otra mitad proviene del progenitor. En ese sentido, cuanto mayor sea el metrito genético de un animal, mayor será el valor esperado de sus crías para el rasgo evaluado (35).

La estimación del valor genético se basa en el análisis de los registros fenotípicos y en la información genealógica de los parientes. En caso de no disponer de registros propios, el valor genético puede calcularse utilizando datos de sus descendientes, antecesores o parientes colaterales. El análisis genético de estos datos, puede predecir con mayor precisión que animales son los mejores para mejorar la siguiente generación (36).

7.5.4. Índice de la selección genética

El índice de selección (IS) es una herramienta clave que permite resumir el mérito genético de un reproductor en un único valor económico. Este índice integra características productivas y reproductivas, ponderadas según su importancia económica dentro del sistema de producción. Además, el índice de selección representa el impacto económico potencial que tendría un animal si se utiliza como reproductor, permitiendo seleccionar a los mejores individuos (37).

7.6. Método BLUP

BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) en español, Mejor Predictor Lineal Insesgada. Fue desarrollado por C.R. Henderson y es un método estadístico utilizado para predecir o estimar el mérito genético de un individuo con la máxima precisión posible. El BLUP combina información fenotípica, ambiental y genealógica, eliminando sesgos y reduciendo errores. Permite identificar con mayor confianza que individuo tiene mayor potencial genético para ser utilizado en programas genéticos (38).

EL método BLUP funciona a través de un modelo estadístico mixto, que considera dos tipos de efectos: efectos fijos, como sexo, la raza o manejo, y los efectos aleatorios, los cuales incluye el valor genético aditivo, que representa la parte heredable del desempeño. Este método utiliza tanto información fenotípica (desempeño productivo) como las relaciones de parentesco entre

los animales para estimar con mayor precisión los valores genéticos. Además, el BLUP estima los componentes de varianza como genética o ambiental, que influyen en la expresión de un carácter. Toda esta información se integra mediante ecuaciones de modelos mixtos y junto con programas informáticos especializados, permite realizar comparaciones directas entre animales (39).

7.7. Selección masal

Existen diversos métodos de selección. La selección por pedigrí, se basa en el análisis de la genealogía y el desempeño de los ancestros para identificar características deseables. La selección por mérito individual evalúa directamente al animal según su rendimiento reproductivo, productivo y características físicas, siendo útil cuando no hay información de sus parientes. La selección por desempeño de la descendencia o pruebas de progenie analiza el rendimiento de los hijos para determinar su valor genético. Finalmente, el método de tándem o escalonada selecciona un carácter fenotípico a la vez, lo fija en la población y luego continua al siguiente, permitiendo una mejora progresiva y controlada (40).

La selección masal es un método de selección simple y directo que consiste en identificar y seleccionar, dentro de una población, a los animales que presentan las mejores características deseadas como una alta producción de leche, buena calidad de la carne, mayor fertilidad, entre otros. Estos animales se utilizan como reproductores, con el objetivo de transmitir dichas cualidades a sus crías y mejorar el rendimiento del hato (41).

Este tipo de selección puede ser positiva o negativa. La selección positiva se enfoca en identificar y reproducir animales con características deseables. En cambio, la selección negativa consiste en descartar aquellos animales que muestran rasgos no deseables o bajo rendimiento productivo, donde permite reducir riesgos de enfermedades genéticos y otros problemas de salud (40).

En contraste con estos métodos tradicionales, la selección genómica utiliza marcadores genéticos distribuidos por todo el genoma del animal para predecir con mayor precisión su valor genético, incluso antes que expresen el potencial de todas las características deseadas. A diferencia de la selección masal, que se basa principalmente en la apariencia fenotípica y registros productivos; la selección genómica se enfoca en la información genética, lo que permite una evaluación mucho más exacta (42).

Este método de selección genómica, permite acelerar los ciclos reproductivos, reducir intervalos generacionales y seleccionar animales de forma rápida, temprana y confiable.

Mientras que la selección masal resulta útil para iniciar en programas de cría, la selección genómica representa una evolución significativa en precisión, velocidad y alcance potenciando los métodos clásicos (43).

7.8. Cualidades genéticas

7.8.1. Parámetros productivos

Los parámetros productivos son indicadores críticos que permiten evaluar la eficiencia productiva y la rentabilidad de las explotaciones bovinas. Estos indicadores, que determinan el desempeño de la ganada, esta influenciado por factores como la raza, el tipo de alimentación, las prácticas de manejo, sanidad y condiciones ambientales, incluyendo el suelo y el clima (44).

7.8.2. Producción de leche

Es uno de los parámetros productivos más relevantes en la ganadería bovina. Generalmente, se mide como producción ajustada a 305 días, lo cual puede variar según la raza, el sistema y condiciones de manejo. La producción ajustada a 305 días se calcula a partir del volumen total de leche producido durante la lactancia, considerando el período entre un parto (o concepción) y el siguiente, y ajustándolo a un estándar de 305 días (45).

7.8.3. Calidad de la leche

La leche es un alimento de alto valor nutricional que proporciona energía, proteínas, grasas esenciales, minerales como el calcio, sodio, potasio, magnesio y selenio, así como a vitaminas como la A, B12 y riboflavina. En promedio, su composición contiene aproximadamente un 87% de agua y un 13% de sólidos, entre los que se encuentran la lactosa (4,7%), la grasa (3,7%) y las proteínas (3,2–3,4%). Sin embargo, la composición varía según diversos factores como la raza, edad del animal, dieta, estación del año, manejo y condiciones ambientales (46).

La calidad de la leche se define como un producto integro, no adulterado ni alterado, libre de calostro, obtenido mediante un ordeño higiénico, regular con animales completamente sanos y bien alimentados. Estos parámetros son esenciales para garantizar no solo su valor nutritivo, sino también su inocuidad y aptitud para el consumo humano o la transformación industrial (47).

7.8.4. Densidad de la leche

La densidad leches un parámetro esencial, ya que, permite evaluar la calidad y composición de la misma. Se define como la relación entre la masa y el volumen del líquido. La densidad de la leche varía en función a múltiples factores, como el contenido de grasa, proteínas, lactosa, minerales, así como la alimentación animal, su raza y el sistema de manejo (48).

La densidad de la leche generalmente se encuentra en un rango de 1,028 a 1,042 g/ cm^3, teniendo un valor promedio de alrededor de 1,031 g/cm^3. Por otro lado, el suero de leche, presenta una densidad ligeramente inferior, que varía entre 1,027 g/cm^3 y 1,030 g/cm^3. El medir la densidad permite controlar la calidad, así como también detectar posibles adulteraciones como la adición de agua o el desnatado no declarado (46).

7.8.5. Ganancia diaria de peso

Es un parámetro que evalúa la eficiencia y productividad del ganado. Este indicador se refiere al aumento del peso corporal de un animal en un periodo determinado. Las tasas de ganancia diaria de peso pueden variar significativamente según factores como la raza o cruces genéticos, el tipo y calidad de forraje, el uso de suplementos nutricionales, control de sanidad, así como también condiciones geográficas y ambientales (49).

Para calcular este parámetro se utiliza la siguiente formula estándar:

$$GDP: \quad \frac{Peso\ final(kg) - Peso\ inicial(kg)}{Número\ de\ días\ entre\ pesajes}$$

Este cálculo proporciona el promedio de peso ganado por día, expresado en kilogramos por día (kg/día), lo que permite comparar animales y ajustar programas nutricionales o identificar problemas de salud que estén afectando el crecimiento del animal (50).

7.8.6. Condición corporal

Es un sistema de evaluación que clasifica a las vacas según la apreciación visual y en algunos casos con palpación manual, con el objetivo de estimar los niveles de reservas corporales. A diferencia del peso corporal, la condición corporal ofrece una estimación más precisa del esta nutricional, ya que no se ve influenciado por factores como el tamaño fetal, contenido del rumen o retención de líquidos. La condición corporal es considerada como uno de mejores indicadores del balance energético y del manejo nutricional en bovinos, especialmente durante etapas críticas como la gestación, el parto y la lactancia. Su monitoreo permite tomar decisiones oportunas para optimizar la salud, la productividad y la reproducción del hato (51).

7.9. Parámetros reproductivos

Son indicadores clave que evalúa el rendimiento reproductivo de un hato, ya que permite detectar problemas, establecer metas y monitorear el progreso reproductivo de los animales (52). Los indicadores más utilizados son: intervalo entre partos, los días abiertos, la tasa de concepción y edad al primer parto. Estos indicadores permiten tomar decisiones para optimizar la productividad del hato (53).

7.10. Rentabilidad

La rentabilidad es un indicador que permite evaluar si una actividad productiva genera beneficios económicos al comparar los ingresos obtenidos con el total de egresos. Este análisis permite determinar las utilidades netas (ganancias) y establecer si la actividad es económicamente viable y sostenible a largo plazo (54).

En la producción lechera, la rentabilidad esta influenciada principalmente por tres factores: el precio de venta de la leche, los costos de producción y la cantidad total de leche producida. La relación entre estos elementos determina el margen de ganancia que puede obtener el productor, por lo que una gestión eficiente debe buscar el equilibrio entre maximizar la producción y controlar los costos (55).

Además, otros factores como el manejo sanitario, calidad genética del hato, la reproducción eficiente y alimentación balanceada influye directamente en la rentabilidad. En este contexto, la implementación de estrategia de mejoramiento genético, como la selección masal, constituye una herramienta clave para mejorar progresivamente la productividad de hato y, por ende, una mejora directa en la rentabilidad de la ganadería lechera (56).

8. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis 1: Implementar un programa de selección masal de los bovinos del programa UTCgen, tiene un impacto en la rentabilidad de los productores de leche de los sectores del cantón Pujilí.

Hipótesis 0: Implementar un programa de selección masa en los bovinos del programa UTCgen, no tiene un impacto en la rentabilidad de los productores de leche de los sectores del cantón Pujilí.

9. METODOLOGÍA

9.1. Lugar de investigación

La presente investigación se llevó a cabo en los sectores rurales de Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de diciembre, pertenecientes al cantón Pujilí provincia de Cotopaxi. Este cantón se ubica en la región centro-occidental de la Sierra ecuatoriana y cuenta con una extensión aproximadamente de 1,269.5 km²(57). Pujilí se encuentra a una altitud de 2,900 a 3,300 metros sobre el nivel del mar, lo que confiere un clima templado frío, con una temperatura media anual que oscila entre los 13° C a 15 °C. Estas condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la actividad ganadera, especialmente la producción lechera, la cual representa una

de las principales fuentes de ingreso y sustento para las comunidades rurales donde se llevó a cabo este estudio (58).

Figura 1 *Mapa satelital del área de estudio*

Fuente: Google Maps

9.2. Población de estudio

El estudio se realizó en los barrios Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de diciembre, pertenecientes al cantón Pujilí. Participaron un total de 21 productores y se evaluaron 121 bovinos de entre 1 mes hasta 10 años de edad, clasificados en distintas categorías como terneros, toretes, vaconas y vacas, como se describe en la Tabla 2 y la Tabla 3. Cabe mencionar que tanto los animales como los productores forman parte del proyecto de investigación ´´Programa de mejoramiento genético UTC-GEN´´ desarrollado por la Universidad Técnica de Cotopaxi.

SECTOR	PROPIETARIO	NÚMERO DE ANIMALES
COCHALOMA	Aida Ríos	5
CRUZPAMBA	Blanca Criollos	11
	Leonor Allauca	9
	Patricia Curicho	8
	Daysi Zambrano	6
	María Iza	4
	Milton Rojas	7
SAN ISIDRO	Alexis Guamán	5
LA MERCED	Maritza Guamán	4
	Delia García	6
	Isabel Córdova	7
	Paulina Rojas	3
	Rosa Simaluisa	6

	María Simaluisa	2
20 DE DICIEMBRE	Narcisa Tanguila	6
	Gladys Caguano	6
	Consuelo Suntaxi	5
	Graciela Suntaxi	9
	Lorena Caillagua	3
	Luisa Tanguila	6
	Luz Elvita Suntaxi	3
TOTAL	BOVINOS	121

Tabla 2 *Participantes del proyecto*

PRODUCTORES	TERNERA	TERNERO	TORETE	VACONA	VACA	TOTAL
Narcisa Tanguila	3				3	6
Gladys Caguano	1			1	4	6
Consuelo Suntaxi	1	1		1	2	5
Graciela Suntaxi	2	2			5	9
Lorena Caillagua	1			1	1	3
Luisa Tanguila	1				5	6
Luz Elvirta Suntaxi	1				2	3
Maritza Guaman		1			3	4
Delia Garcia	1			2	3	6
Isabel Cordova	3	1		1	2	7
Paulina Rojas				2	1	3
Rosa Simaluisa	1	1		1	3	6
Maria Simaluisa					2	2
Aida Rios					5	5
Blanca Crillo	2	1		1	7	11
Leonor Allauca	1			1	7	9
Patricia Curicho		3	1	2	2	8
Daysi Zambrano	2			3	1	6
Maria Iza		2			2	4
Milton Rojas	1			2	4	7
Alexis Guaman					5	5
TOTAL						**121**

Tabla 3 *Categoría de los bovinos*

9.3. Tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo descriptivo observacional cuantitativo. La investigación se centró en la recolección de datos a través de observación, entrevistas y fichas técnicas. Esto se realizó con el objetivo de identificar los animales con mejor desempeño productivo, con el fin de estimar el índice de mérito total y determinar la heredabilidad de cada uno de los parámetros analizados. Donde para determinar la heredabilidad se utilizó siguiente formula:

$$h2: \frac{Var(G)}{Var(P)}$$

9.4.Manejo de estudio

La recolección de datos se llevó a cabo entre los meses de marzo y junio de 2025, con una duración total de cuatro meses. La visita al campo para la recolecta de datos se realizaron una vez al mes con previa coordinación con los productores para establecer el día para la toma de información. Los parámetros evaluados fueron: ganancia diaria de peso (GDP), altura a la cruz, volumen y peso de la leche, densidad de la leche, presencia de mastitis, así como también los costos asociados a la producción. Toda la información recolectada fue registrada y sistematizada en una hoja de cálculo Excel para su posterior análisis.

9.5.Ganancia diaria de peso (GDP)

La recolección de información de este parámetro se registró por durante cuatro meses (marzo, abril, mayo, junio), se utilizó una cinta bovino métrica (Coburn), cinta específica para pesar vacas lecheras por razas. Esta cinta se colocaba detrás de los mientras anteriores del animal a la altura de la cruz.

Para calcular la ganancia de peso diario se utiliza la siguiente formula:

$$GDP: \frac{(Peso\ final) - (Peso\ inicial)}{Días\ transcuridos}\ x\ 1000$$

9.6.Altura

Con un flexómetro se midió la altura de a la cruz de cada uno de los animales. Para que exista una mayor precisión se posicionó al animal en una superficie plana y la medición se realizó desde las pezuñas hasta la cruz.

9.7.Producción de la leche

Para determinar el volumen de la leche producida por cada vaca, se utilizaron baldes calibrados con marcas volumétricas en litros. La cantidad ordeñada se midió visualmente en dichos recipientes y posteriormente se registró en la base de datos del Excel.

9.8.Peso de la leche

Se empleó una balanza electrónica para determinar la producción de leche en kg de cada vaca. La leche fue recolectada en un balde por lo que se aplicó una corrección de 0,300 kg correspondiente al peso del recipiente y así obtener el valor neto de producción.

9. 9.Densidad de la leche

Para determinar la densidad de la leche, se utilizó un lactodensímetro y una probeta de plástico. Primero, se vertió una muestra de leche en la probeta; luego mediante un movimiento suave y rotativo, se introdujo cuidadosamente el lactodensímetro. Se esperó algunos minutos y se procedió a registrar tanto la temperatura de la leche como la lectura del lactodensímetro. Posteriormente, se aplicó la corrección correspondiente para obtener el valor real de la densidad.

Para la corrección de la densidad se utilizó la siguiente fórmula (59).

$$Densidad\ Real: densidad\ leche + 0{,}0002\ (Temperatura - 15°C)$$

La recolección de información de este parámetro se hizo una vez al mes durante un periodo de 4 meses, donde se realizó en las mañanas al momento de que se hacia el ordeño.

9.10. Presencia de mastitis

De los 21 productores solo 2 emplean ordeño mecánico, mientras que el resto utiliza el ordeño manual. Se visualizó que antes iniciar el ordeño, todos los productores realizaban la limpieza de las ubres. Con el fin de verificar la efectividad y conocer si existe una buena sanidad se realizó la prueba de mastitis con el reactivo California Mastitis Test (CMT) en vacas de producción. Para la prueba, se tomó una muestra de lecha de cada cuarto mamario en una paleta, se añadió el reactivo, se mezcló suavemente y se esperaron unos segundos para observar los resultados mediante la formación o no de gel.

9.11. Costos de producción

Para calcular los costos de producción, se realizaron entrevistas a los 21 productores participantes. Las preguntas estuvieron orientadas a obtener información sobre variables económicas como el precio de venta de la leche, inversiones en alimentación, transporte, gastos veterinarios, servicios básicos, mano de obra, ingresos por venta de animales, entre otras preguntas relacionados a la actividad.

9.12. Respuesta a la selección

Mediante la recolecta el análisis e interpretación de los datos obtenidos durante el tiempo de la investigación, se busca identificar a los animales que tienen mejores características fenotípicas. La respuesta a la selección se puede obtener mediante la formula:

$$R: \frac{h2 + i + a}{IG}$$

Donde:

- *h2*: heredabilidad
- *i*: intensidad de selección
- *a*: precisión de la estima del valor genético obtenido del ´´BLUP´´ • *IG*: intervalo generacional

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la investigación se identificó a los bovinos con mayores cualidades genéticas de los sectores del cantón Pujilí, los cuales se muestran a continuación.

10.1 Población

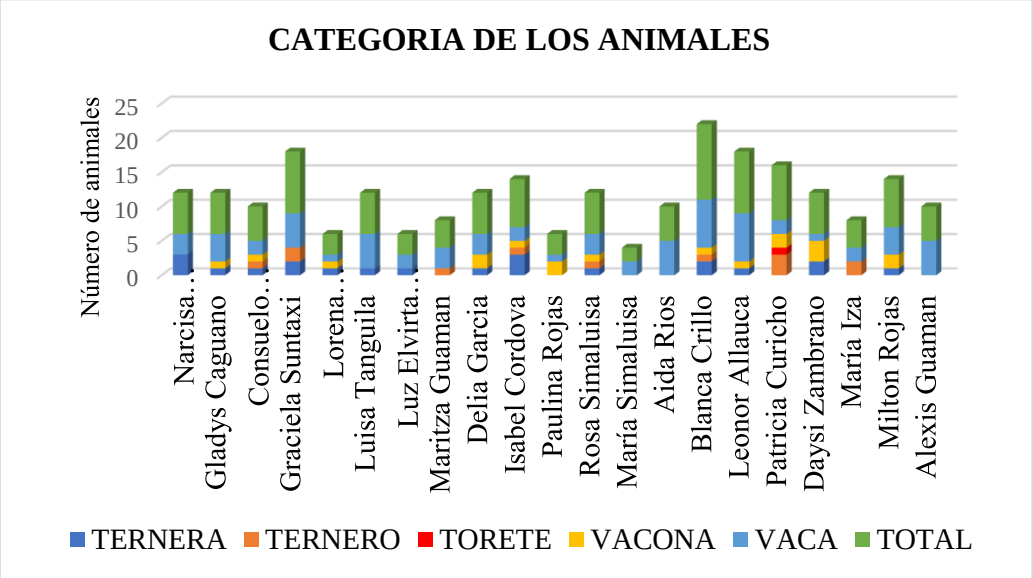

Figura 2 *Distribución poblacional en categorías*

Para garantizar la productividad y rentabilidad en una hacienda lechera, es indispensable que el hato este conformado por las siguientes categorías bovinas. En primer lugar, se encuentran las vacas en producción, donde representa entre el 50% al 60% del total del hato (60). En segundo lugar, se consideran las vacas secas, las cuales constituyen el 18 ± 3% del hato. Esta

categoría es esencial, ya que permite la recuperación metabólica de las vacas durante el periodo de preparto, ya que influye directamente en el desempeño reproductivo y productivo (60).

También, se debe de incluir las terneras y novillas, que en conjunto deben representar entre el 20 ± 4% total del hato. Son importantes para mantener una tasa de reposición anual del 20% al 25%, lo que permite compensar la pérdida de animales descartados por baja productividad, problemas sanitarios o edad avanza (61).

Al analizar estos datos, se visualiza que el hato evaluado presenta una proporción adecuada. Existe 60 vacas en producción equivalente al 50% del total, lo cual está dentro del rango sugerido. Además, se visualiza que las terneras (21 animales) y vaconas (18 vaconas) representaron alrededor de 32% del hato, que tomando en cuenta con la estructura ideal supera el mínimo de animales requeridos para mantener una reposición anual eficiente. No obstante, se evidencia una cantidad muy baja de toretes (1 animal), aspecto que podrían limitar una planificación reproductiva y productivas.

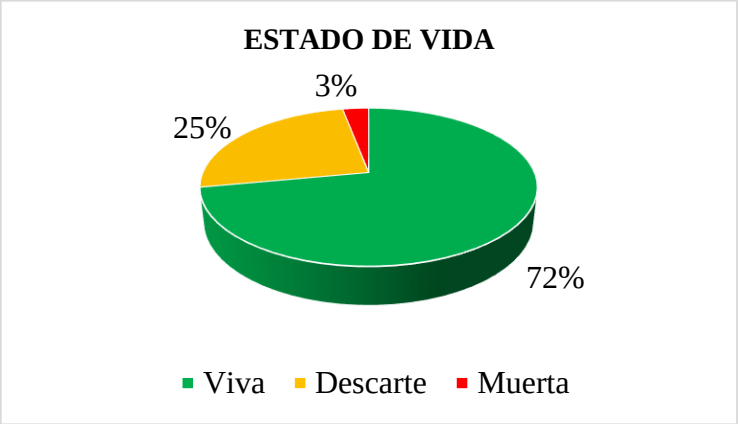

Figura 3 *Distribución de la población según su estado de vida*

Cabe mencionar que, al inicio de la recolección de datos, se registró una población inicial de 168 animales. Sin embargo, durante el transcurso de la investigación 42 de ellos fueron descartados y 5 de ellos murieron, como se muestra en la figura 3.

10.2. Edad en años

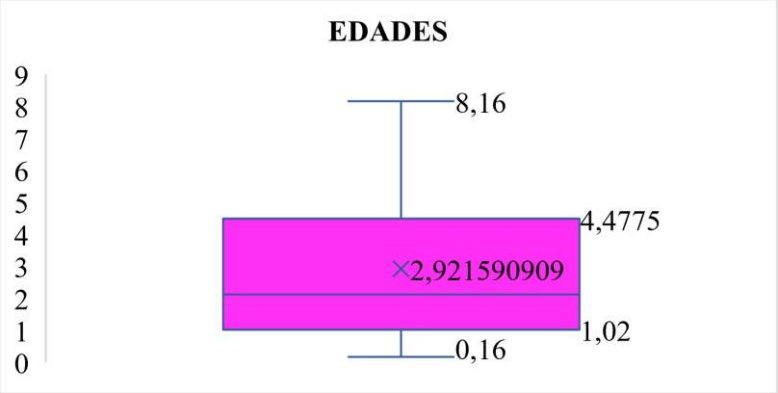

Figura 4 *Distribución de la edad en años*

En la figura 4 se observa la distribución de las edades de los 121 animales evaluados. El promedio de edad fue de 2,92 años. La edad mínima registrada fue de 0,16 años mientras que la máxima es de 8,16 años; lo que evidencia una amplia variabilidad etaria dentro de la población. La mediana de las edades fue de 1,02 años, lo que indica que al menos el 50% de los animales tiene una edad igual o inferior a este valor, reflejando una mayor concentración de animales jóvenes. Esto indica, que muchos de los productores prefieren adquirir animales jóvenes, ya que es permite una mayor adaptabilidad de los animales a los sistemas de manejo de la finca, así mismo los animales jóvenes suelen tener un mejor potencial productivo y reproductivo.

Sin embargo, la alta tendencia de animales jóvenes implica que muchos de ellos no permanezcan el tiempo necesario en los sistemas de producción, lo cual repercute negativamente en los costos de producción y en la rentabilidad del productor, ya que la inversión en la crianza se amortiza recién en la segunda lactancia y es a partir de la tercera lactancia cuando se se comienza a generar rentabilidad. Por lo tanto, si los animales no llegan a esta etapa productiva, se compromete la eficiencia económica del sistema.

10.3.Estado reproductivo

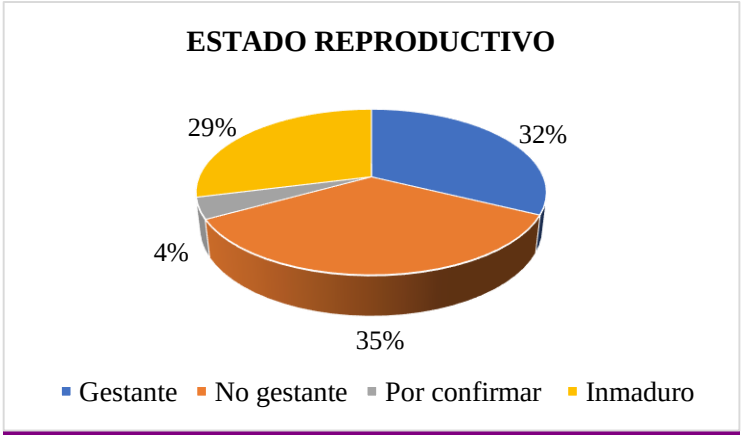

Figura 5 *Estado reproductivo de los bovinos*

En la figura 5 se muestra la distribución del estado reproductivo del total del hato evaluado. Se observa que 39 animales (32%) están en estado gestante, mientras que 42 animales (35%) no están gestantes. Por otro lado, 5 animales (4%) presentan un estado pendiente de confirmación de preñez, lo que puede deberse a inseminaciones o montas recientes o a la necesidad de una reevaluación ecográfica. Finalmente, 35 animales (29%) se encuentran en etapa inmadura, es decir, aún no ha alcanzado la pubertad.

El grupo de animales más representativos corresponde a los animales no gestantes (35%), lo que representa una baja eficiencia reproductiva en los sistemas productivos de los pequeños y medianos productores. De acuerdo a Jiménez A. (2018), un sistema reproductivo bovino eficiente debe alcanzar al menos un 50% de animales gestantes por ciclo reproductivo, con el fin de asegurar una productividad constante y rentable (62).

Cuando los porcentajes de preñez están por debajo de este valor, como en este estudio con un 35% se evidencia que existen fallas en el manejo de los sistemas reproductivos. Algunos factores que pueden explicar estas bajas tasas de concepción son la deficiencia de detección de celos, manejo nutricional inadecuado, enfermedades presentes en los animales, baja condición corporal y el tipo de servicio utilizado (63).

En cuanto al tipo de servicio utilizado, se observó que la mayoría de los productores prefieren la monta natural, lo que evidencia una limitada implementación de control sanitario y reproductivo, ya que en muchos casos no se realizan evaluaciones andrológicas ni pruebas diagnósticas específicas para detectar enfermedades venéreas que puede provocar la transmisión de patologías reproductivas. Son muy pocos los productores que emplean la inseminación artificial como método reproductivo.

10.4.Estado de salud

ESTADO DE SALUD	
Sin enfermedad	116
Enfermedad reproductiva	4
Otra	1
Total	**121**

Tabla 4 *Presencia de enfermedades*

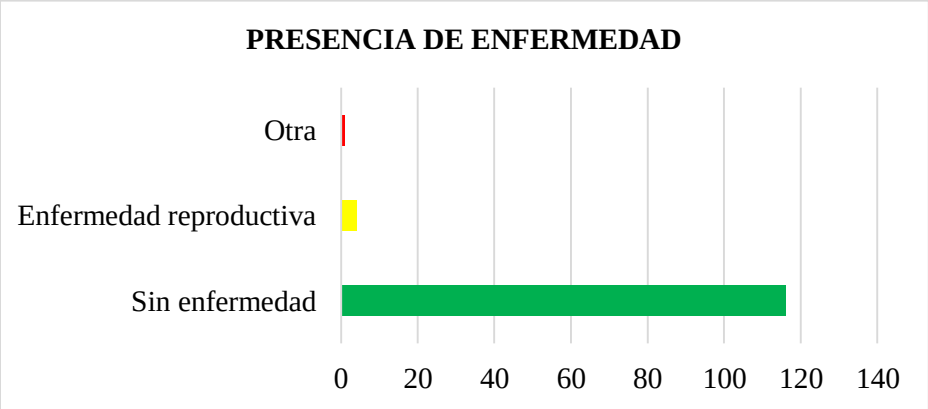

Figura 6 *Estado de salud*

Las enfermedades más comunes que afecta a la actividad reproductiva y, por ende, incrementa los costos de producción, son aquellas causadas por agentes infecciosos como Diarrea Viral Bovina (DVB), la Brucelosis, Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR) y Leptospirosis bovina, Gutiérrez H. et al. (2020). Estas patologías provocan múltiples complicaciones reproductivas como abortos espontáneos, repetición de celo, retención de membrana fetales, infecciones uterinas, entre otros. Como consecuencia, se produce grandes pérdidas económicas por disminución en las tasas de preñez, aumento de días abierto y mayor gasto en tratamiento veterinarios y, en algunos casos eliminación de animales infectados (64).

Según Carranza, P. & Jaguano, A. (2024), en un estudio realizado en el cantón Latacunga, se evidenció que las patologías con mayor incidencia son metritis con 20%, mientras que los abortos tuvieron una incidencia menor, cerca al 1% (65). En la tabla 4 y la figura 6 se evidencia el estado de salud de los animales evaluados durante el estudio. Del total, 116 animales se encuentran clínicamente sanos, mientras que 4 animales (3%) fueron diagnosticados con enfermedades reproductivas, lo que representa un porcentaje relativamente bajo.

Durante el periodo de investigación, se constató que muchos de productores cuentan con un protocolo de calendario de vacunación para prevenir enfermedades como la Diarrea Viral Bovina (DBV), Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR) y Brucelosis. Así mismo, cuentan con servicios veterinarios que los ayudan ante cualquier problema de salud. Estas acciones se implementan con el fin de evitar consecuencias perjudiciales, como altos costos adicionales o perdidas en la producción.

Cabe mencionar que, todos los animales fueron desparasitados y recibieron suplementación vitamínica, con el objetivo de prevenir la aparición de enfermedades. Así mismo, algunos animales recibieron tratamiento hormonal para estimular la actividad ovárica, con el propósito de inducir la presentación de celo y asegurar que las hembras estén en condiciones fisiológicas óptimas para ser inseminadas.

10.5.Prevalencia de mastitis

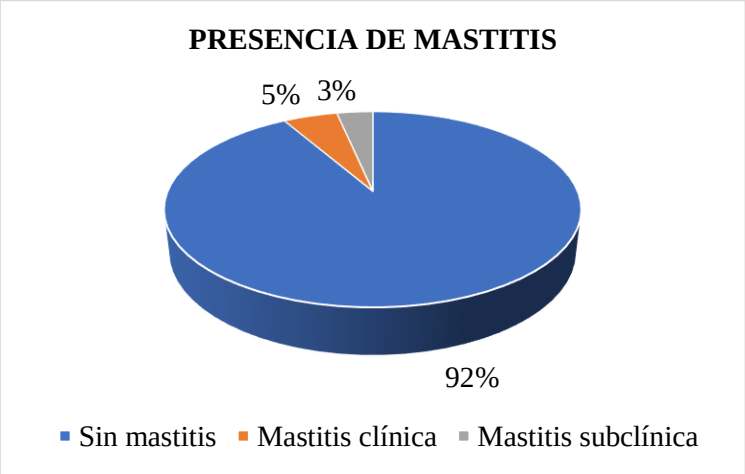

Figura 7 *Prevalencia de mastitis*

La figura 7 muestra la prevalencia de mastitis en los animales que se encuentra en producción, se observa que el 92% de estos animales no presentan ningún signo clínico y evidencia de mastitis, mientras que el 5% presenta mastitis clínica y el 3% de mastitis subclínica.

Estas cifras son considerablemente inferiores a los promedios reportados a nivel mundial. Según Panchal J. et al. (2024), se estima que la mastitis subclínica afecta hasta un 42% de las vacas lecheras, mientras que la mastitis clínica alcanza un promedio del 15% (66). Así mismo, Hurtado D & Cucunubo L. (2024), en un estudio realizado en hatos de pequeños productores de Cundinamarca, Colombia, reportaron una prevalencia de mastitis subclínica del 45,35%, siendo la forma más frecuente de presentación de la enfermedad. Además, destacan que esta patología provoca una disminución en la calidad y cantidad de la leche, así como también genera pérdidas económicas en los sistemas lecheros (67).

Esta baja prevalencia de mastitis es resultado por emplear buenas prácticas de sanidad, especialmente en la higiene de las ubres. Antes de realizar el ordeño, los productores lavan las ubres con agua tibia y, luego del ordeño, los pezones son sellados con yodo, el cual permite reducir la proliferación de los microrganismos y, por ende, la incidencia de mastitis.

10.6.Docilidad

DOCILIDAD	Terneros	Vaconas	Toretes	Vacas	**TOTAL**
Mansa	1	6		53	60
Arisca	32	12	1	16	61
TOTAL	33	18	1	69	**121**

Tabla 5 *Docilidad de los animales*

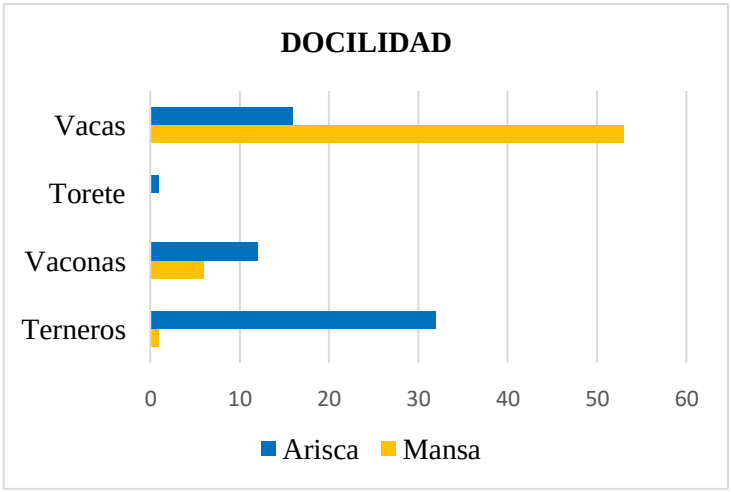

Figura 8 *Docilidad de los animales*

La tabla 5 y figura 8, ilustran la distribución de la docilidad en las diferentes categorías de los animales evaluados. Se observan que las vacas son más dóciles entre todos los grupos. En contraste, a los terneros que representan la mayor proporción de animales ariscos y por ende existe una mayor dificultad en su manejo. Por otro lado, las vaconas muestran un comportamiento intermedio, con 12 animales clasificadas como dóciles y 6 animales ariscas. Estas diferencias se deben a que las vacas y vaconas ya han sido sometidas a procesos de amansamiento y de manejo humano, lo que permite una mayor adaptación al entorno. En contraste, los terneros aun no completan su etapa de socialización con el entorno, por el cual puede explicar su comportamiento más ariscos.

El temperamento del animal tiene una base genética, por lo que animales extremadamente ariscos pueden transmitir esta característica a su decendencia, lo que provoca un obstáculo en el majo eficiente y seguro. Así mismo, un manejo inadecuado y el maltrato puede inducir comportamientos defensivos incluso en animales genéticamente dóciles, Zapiola M. (2007).

Por ello, antes de aplicar criterios de selección basada en el temperamento, es importante que el productor este capacitado en técnicas de manejos respetuosas y libres de estrés, con el fin de distinguir la docilidad heredable y la que ha sido alterada (68).

10.7.Facilidad de ordeño

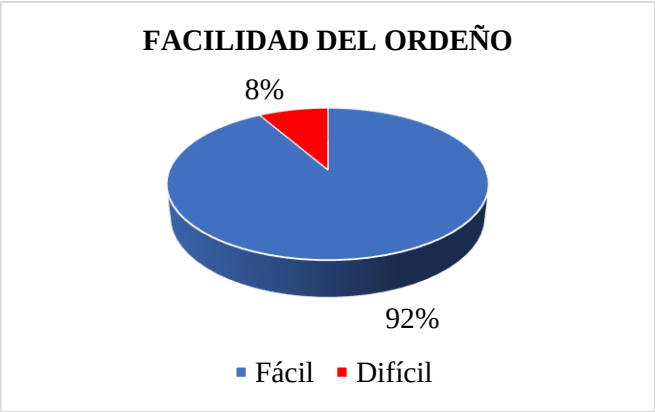

Figura 9 *Facilidad de ordeño*

En la figura 9, se presenta la distribución de la facilidad de ordeño de los animales en producción; donde el 92% de las vacas tienen una facilidad del ordeño, mientras que el 8% restante corresponde a vacas con ordeño difícil. Esto indica que la mayoría de los animales en producción permite una extracción más rápida y eficiente de la leche, lo que favorece a la productividad de los productores.

De acuerdo con Rego F. & Meijome J. (2021), la velocidad del ordeño se define como el flujo con el que la leche es extraída durante el proceso de ordeño. Esta velocidad esta influenciada por la fisiología del esfínter del pezón. Las vacas que se ordeñan rápidamente y fácilmente presentan una mayor apertura del esfínter del pezón, permitiendo altos flujos de leche en un corto periodo de tiempo. Por lo contrario, en animales con ordeño lento, la apertura del esfínter es más reducido, lo que limita el paso de leche y genera un flujo escaso (69).

VikingGenetics (2024) menciona que, el índice de velocidad del ordeño representa el potencial genético de la descendencia para un ordeño rápido, expresado a través del flujo combinado de grasas y proteínas durante el proceso. Cuanto mayor sea el valor de cría, mayor será la velocidad de ordeño, lo que permite que los ordeños sean más eficientes y en menor tiempo de trabajo. Además, este valor genético está relacionado con la perdida de leche por goteo. En este sentido, un mayor valor de cría indica una menor tendencia al goteo (70).

10.8.Altura a la cruz

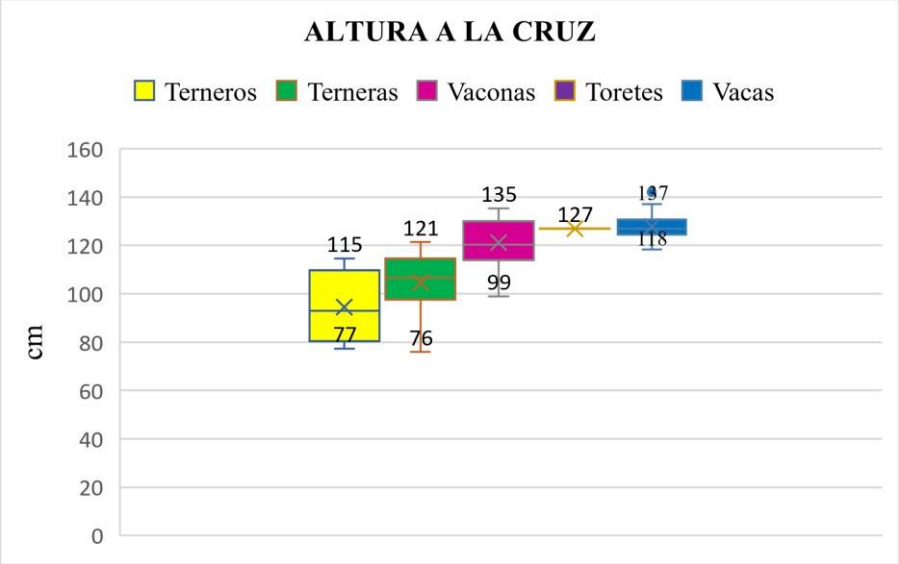

Figura 10 *Distribución de la altura a la cruz*

En la figura 10 se muestra la distribución de la altura a la cruz según la categoría del animal. Los teneros registran una altura a la cruz promedio de 95 cm, con valores que oscilan entre 77 cm y 115 cm. Las terneras alcanzan un promedio de 106 cm, con una distribución que va desde los 76 cm hasta los 121 cm. Las vaconas presentan una altura a la cruz promedio de 121 cm. Por otro lado, las vacas tienen un promedio de 128 cm de altura a la cruz. Finalmente, en categoría de toretes se registra un único valor de 127 cm, por lo que no es posible establecer una distribución para este grupo.

La altura a la cruz es un carácter morfométrico con una heredabilidad modera a alta, que varía entre 0,28 y 0,58. Esto indica que existe un componente genético significativo en la expresión de esta característica, lo que lo convierte en un parámetro útil para la implementación de programas de selección y mejoramiento genético, Kampraset N. et al. (2019). Una mayor altura a la cruz suele estar asociada con mayor desarrollo corporal lo cual puede influir positivamente en características productivas, como la eficiencia en la conversión alimenticia y la capacidad de adaptación a diferentes sistemas de producción (71).

Sin embargo, en las zonas donde se llevó a cabo este estudio, las condiciones ambientales se caracterizan por periodos prolongados de sequía, que afectan a la disponibilidad y calidad de los forrajes. Además, el manejo inadecuado de los animales limita su desarrollo optimo. Por ello, en el presente proyecto se prioriza la selección de animales de menor tamaño, ya que, tendrán mejores adaptaciones a condiciones alimentarias y requieren un menor consumo de alimentos, lo que los hace más eficientes en sistemas de producción con recursos limitados.

10.9.Condición corporal

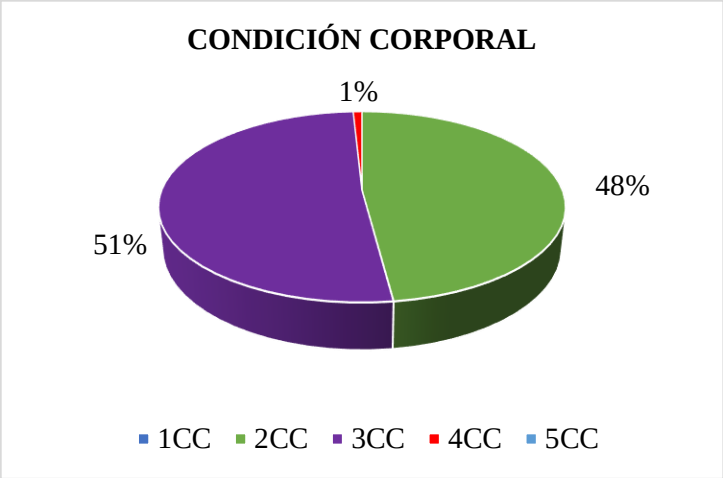

Figura 11 *Distribución de la condición corporal*

En la figura 11 se visualiza la distribución de la condición corporal de los animales. Del total el 51% presentó una condición corporal de 3, considerada como óptima para la reproductividad y productividad. Por otro lado, el 48% de los animales mostró una condición corporal de 2, lo que indica que los animales tienen reservas corporales bajas debido a varios factores como deficiencia nutriciones o estrés ambiental. Solo el 1% del hato evaluado alcanzó una condición corporal de 4%, indicando un estado corporal ligeramente por encima de lo ideal.

De acuerdo a Bezdicek J. et al. (2020), la condición corporal está estrechamente relacionada con aspectos productivos y reproductivos, tales como la fertilidad, estado sanitario y eficiencia de la producción leche. En vaca lecheras la CC puede variar a lo largo del ciclo reproductivo, especialmente durante el periodo de postparto, ya que aumenta las demandas energéticas por la intensificación de producción de leche. Así mismo, señalan que una pérdida de más de 0,5 de condición corporal entre el parto y el primer servicio pueden comprometen las tasas de concepción (72).

10.10. Fenotipo de la Ganancia Diaria de Peso (GDP)

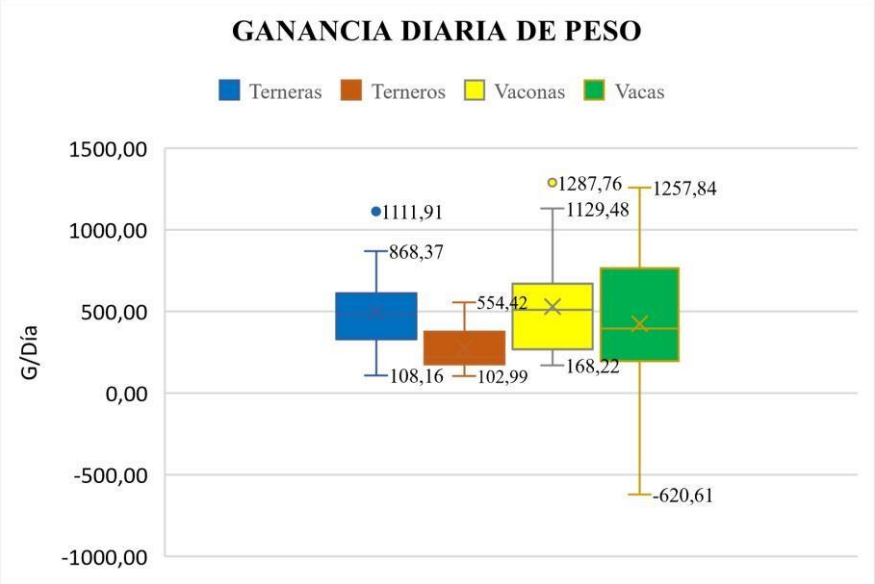

Figura 12 *Fenotipo de la ganancia diaria de peso*

En la figura 12 se presenta la distribución fenotípica de la ganancia diaria de peso (GDP) en las diferentes categorías de los animales evaluados. En la categoría de terneras, el mayor valor fenotípico fue de *Maya* con con 1111,91 g/día, mientras que el menor valor correspondió a *Negra* con 108,16 g/día. En los terneros, *Trebolito* obtuvo una mayor ganancia diaria de peso 554,42 g/día, y el de menor valor observado fue *Manchas* con 102, 99 gr/día. En la categoría de vaconas, *Margarita* presentó mayor valor fenotípico con 1287,76 g/día, mientras que *Pulguita* registro menor ganancia con 168,22 g/día. Finalmente, en las vacas, el animal con mayor valor fenotipo fue Lola con 1257,84 g/día. Sin embargo, se evidenció una gran pérdida de peso en el animal *Estrella*, ya que registro un valor negativo de -620,61 g/día.

De acuerdo a MacNeil M, et al. (2021), la información sobre la ganancia diaria de peso (GDP) es un parámetro fundamental para monitorear el rendimiento productivo de los animales, así como también realizar evaluaciones genéticas orientadas al desarrollo de una ganadería sostenible. Para obtener estimaciones precisas de la ganancia diaria de peso (GDP) es necesario realizar mediciones seriadas del peso corporal durante un periodo mínimo de 70 días. Además, se ha demostrado que el peso corporal parcial puede predecir con alta exactitud el peso total del animal, lo que facilita la evaluación del rendimiento sin necesidad de registros completos (73).

10.11. Proyección del Valor de Estima de Cría para la ganancia de diaria de peso

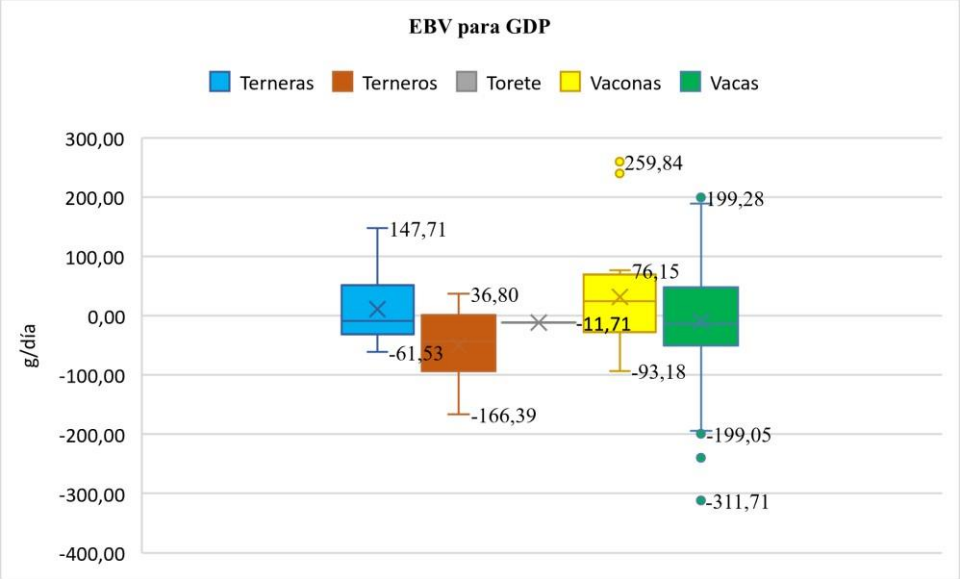

Figura 13 *Proyección del EBV para GDP*

De acuerdo a la figura 13, se presentan las estimaciones del valor genético (EBV) para la ganancia diaria de peso (GDP) en las distintas categorías de animales. En el grupo de terneras, el mayor valor genético corresponde a *Marcela* con un valor de 146,71 g/día, mientras que *Estrellita* presenta el menor valor genético con -61,53 g/día. En categoría de terneros, *Trebolito* tiene una mayor estimación con un EBV de 36,80 g/día, destacándose por su fenotipo y potencial genético. En contraste, el animal *Dálmata* registra el valor genético más bajo con 166,39 g/día.

En la categoría de vaconas, la mejor estimación genética se observa en el animal *Marujita*, con un valor genético de 259,84 g/día, mientras que *Galleta presenta* el menor con -93,18 g/día. Finalmente, en la categoría de vaca, *Yadira* se destaca con un valor genético de 199,28 g/día, mientras que *Martina* fue el animal con menor valor genético en ganancia diaria de peso con 311,71 g/día.

Tabla 6 *Selección masal de los mejores animales con mayor fenotipo en GPD*

ID	PROPIETARIO	CATEGORÍA	FENOTIPO (GDP-g/día)
Maya	Delia García	Ternera	1111,9
Flor	Consuelo Suntaxi	Ternera	868,4
Estrellita	Narcisa Tanguila	Ternera	767,5
Trebolito	Graciela Suntaxi	Ternero	554,4
Montes	Graciela Suntaxi	Ternero	488,4
Osito	Patricia Curicho	Ternero	406,6
Margarita	Consuelo Suntaxi	Vacona	1287,8

Marujita	Milton Rojas	Vacona	1129,5
Rojita	Delia García	Vacona	729,2
Lola	Luisa Tanguila	Vaca	1257,8
Made	Patricia Curicho	Vaca	1103,3
Princesa	Luisa Tanguila	Vaca	1062,7
Danielita	Gladys Caguano	Vaca	1059,9

Tabla 7 *Selección masal de los mejores animales con mayor fenotipo y mayor Estimated Breeding Valuer en GDP*

ID	CATEGORÍA	PHENOTYPE	EBV	ACCURACY	PROYECCIÓN DEL VALOR DE CRÍA
Maya	Ternera	111.91	147,71	0,50	583,70
Flor	Ternera	868,37	103,09	0,47	539,08
Estrellita	Ternera	767,50	102,19	0,50	538,18
Zeus	Ternero	239,56	36,80	0,52	472,79
Salvaje	Ternero	239,56	11,58	0,44	447,57
Margarita	Vacona	1287,76	259,84	0,48	695,83
Marujita	Vacona	1129,48	240,15	0,50	676,14
Galleta	Vacona	654,95	76,15	0,51	512,14
Danielita	Vaca	1059,94	199,28	0,50	635,27
Made	Vaca	1103,30	189,22	0,52	625,21
Lupe	Vaca	876,24	168,89	0,50	604,88
Lola	Vaca	1257,84	139,01	0,50	575,00
Fernanda	Vaca	863,30	133,59	0,49	569,58
Margarita	Vaca	988,44	128,61	0,51	564,60

Como se puede observar en la tabla 6, se realizó la selección masal de los mejores animales según el valor fenotípico para la ganancia diaria de peso, diferenciado según su categoría. En el grupo de terneras, los animales seleccionados fueron *Maya* (1111,9 g/día), *Flor* (868,4 g/día) y *Estrellita* (767,5 g/día). En la categoría de terneros, se escogieron a *Trebolito* (554, 4 g/día) *Montes* (488,4 g/día) y *Osito* (406,6 g/día). En el grupo de vaconas, se seleccionaron a Margarita (1287,8 g/día), *Marujita* (1129,5 g/día) y *Rojita* (729,2 g/día). Finalmente, en

categoría de vacas, los animales seleccionados fueron *Lola* (1257,8 g/día), *Made* (1103,3 g/día), *Princesa* (1062,7 g/día) y Danielita (1059,9 g/día).

De acuerdo con Hyde, R. et al. (2021), en un estudio realizado en granjas lecheras británicas se recopilaron datos sobre la ganancia diaria de peso en terneros, encontrando un rango de 0,49 a 1,06 kg/día, lo que equivale a 490 g a 1060 g/día. Al comparar estos valores con los obtenidos de este proyecto, se observa que la categoría de terneras y terneros presentan una GDP promedio de 758,12 g; lo cual se encuentra dentro del rango reportado por Hyde, R. et al, indicando una ganancia diría de peso adecuada (74). Según Pereira, G. (2022), las vaconas deben de alcanzar una ganancia diaria de peso entre 1,7 a 2,0 libras, lo que equivale a aproximadamente 771,10 g a 907,2 g diario (75). Los resultados obtenidos de este estudio muestran que las vaconas obtuvieron una ganancia diaria de peso promedio de 1048, 83 g, superando al rango propuesto por Pereira, G.

Mientras que en la tabla 7, se observa la selección masal de mejores animales según su fenotipo como el Estimated Breeding Valuer. En la categoría de terneras, los animales seleccionados: *Maya* (583,70 g/día), *Flor* (539,08 g/día) y *Estrellita* (538,18 g/día). En la categoría de terneros, se escogieron a *Zeus* (472,79 g/día) y *Salvaje* (472,79 g/día). En el grupo de vaconas, se seleccionaron a *Margarita* (695,83 g/día), *Marujita* (676,14 g/día), *Galleta* (512,14 g/día), destacando su potencial genético superior. Por último, en categorías de vacas, los animales seleccionados fueron *Danielita* (635,27 g/día), *Made* (625,21 g/día), *Lupe* (604,88 g/día), *Lola* (575,00 g/día), *Fernanda* (569,58 g/día) y *Margarita* (564,60 g/día).

La estimación genética de esta característica se realizó utilizando una heredabilidad promedio de 0,30. No obstante según Harvey C. et al (2020), en un estudio realizado reportó valores de heredabilidad específica para cada categoría, h^2: 0,53 en vaconas y h^2: 0,34 en vacas, lo que confirma que la GDP presenta una heredabilidad media o moderada (76). Cabe mencionar que, dentro de este el análisis, el accuracy del valor EBV para los animales seleccionados fue superior a 0,40, un valor aceptable dentro de los estándares de evaluación. De acuerdo con Angusaustralia (2020), a mayor precisión, mayor es la probabilidad de que el EBV refleje con exactitud el verdadero valor genético del animal (77).

Al comparar la tabla 6 y la tabla 7, se visualiza que hay animales como *Maya, Flor, Estrellita, Margarita, Marujita, Lola, Made* y *Danielita* que tienen una buena correlación entre ganancia diaria de peso fenotípicamente y el Estimated Breeding Valuer (EBV). Esto es fundamental, ya que, al tener animales con un buen fenotipo y un alto valor genético, el animal será muy

productivo y a su vez tiene un alto potencial para transmitir esas características a la siguiente generación.

Es importante mencionar, que según KimGroup (2025), una adecuada ganancia diaria de peso (GDP), depende de múltiples de factores. Entre ellos se destaca una nutrición adecuada basa en una una dieta balanceada. La genética y raza del animal, fundamentales para determinar el potencial productivo. Además, influyen el estado de salud, la etapa de crecimiento, las prácticas de manejo, el control de estrés térmico y las condiciones ambientales en la que se desarrolla el animal (78).

10.12. Fenotipo para la lactancia a los 305 días

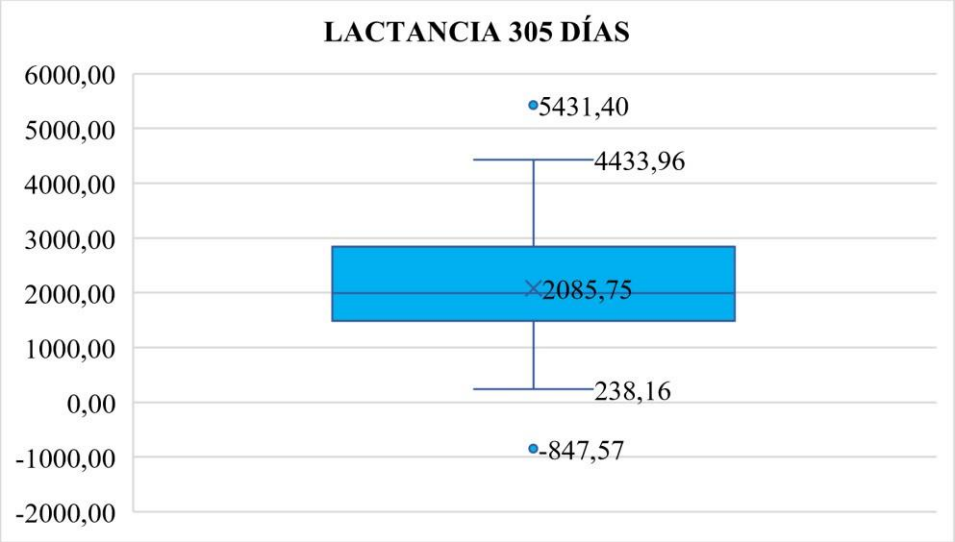

Figura 14 *Fenotipo para la lactancia 305 días*

En la figura 14 se observa la distribución de la producción de leche durante una lactancia de 305 días. El valor máximo registrado fue de 5431,40 kg/lactancia, correspondiente al animal *Cachito*, propiedad de Narcisa Tanguila. Por otro lado, la menor producción fue de -847,57 kg/lactancia del animal *Marlene* perteneciente a Blanca Criollos.

10.13. Valor de estima de cría para la lactancia a los 305 días

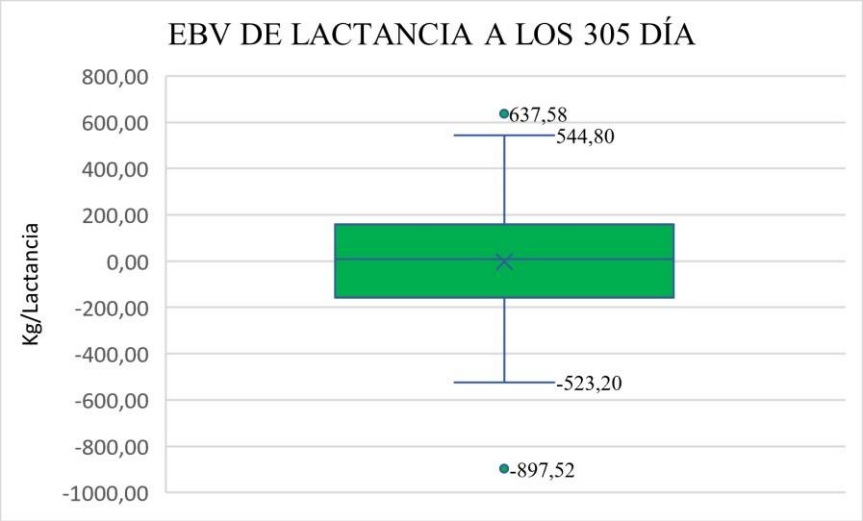

Figura 15 *Proyección de Estima de Cría para lactancia a los 305 días*

Tabla 8 *Selección masal de los mejores animales con mayor fenotipo y valor genotípico (EBV) en lactancia a 305 días*

ID	PROPIETARIO	PHENOTYPE	EBV	ACCURACY	PROYECCIÓN DEL VALOR DE CRÍA
Chaparita	Rosa Simaluisa	4015,62	637,58	0,51	2723,32
Griselda	Blanca Criollo	3273,36	544,80	0,55	2630,55
Lola	Leonor Allauca	3751,73	507,19	0,48	2592,94
Carmita	Luisa Tanguila	3161,74	453,48	0,48	2539,22
Mafer	Blanca Criollo	2419,62	245,99	0,55	2331,74
Panchita	Graciela Suntaxi	1656,25	237,08	0,52	2322,83
Durazno	Delia García	2598,24	218,76	0,53	2304,50
Niña	Gladys Caguano	1587,56	183,99	0,48	2269,74
Koala	Milton Rojas	3313,17	180,14	0,51	2265,89

La figura 15 muestra la distribución de los valores genéticos estimados para la producción de leche durante una lactancia a 305 días. Se observa que *Chaparita* presenta el mayor valor genético con un valor de 637,58 Kg/lactancia, lo que indica un alto potencial genético para esta característica. Por lo contrario, el animal *Marlene* registra el menor valor de estima de cría con -897,52 Kg/Lactancia.

Así mismo, en la tabla 8, se visualiza los mejores animales para producción de leche y selección masal, esto fue seleccionado de acuerdo al fenotipo y *el Estimated Breeding Valuer*. Los

mejores animales para esta característica son: *Chaparita* (2,723.32 kg/lactancia), *Griselda* (2,630.55 kg/lactancia), *Lola* (2,592.94 kg/lactancia), *Carmita* (2,539.22 kg/lactancia), *Mafer* (2,331.74 kg/lactancia), *Panchita* (2,322.83 kg/lactancia), *Durazno* (2304,50 kg/lactancia), *Niña* (2,269.74) y *Koala* (2,265.89 kg/lactancia). Cabe destacar que los valores de precisión (accuracy) asociados a estos valores de cría oscilan entre 0,48 y 0,51, lo cual indica un nivel aceptable de confiabilidad en las estimaciones.

Según Kong L. et al. (2017), la producción de leche en un periodo de lactancia a 305 días es clave para la evaluación genética individual, la selección y descarte de animales, y la toma de decisiones de manejo y reproducción (79). Así mismo, Pellet et al (2021) en un estudio realizado en Lima-Perú, reportaron una producción promedio de 7,166 litros a 305 días de lactancia, lo que permite comparar los rendimientos productivos entre hatos e implantar estrategias que maximicen la eficiencia productiva y reproductiva de hatos de los pequeños productores (80).

No obstante, Schultz M. (2023), en un estudio realizado en Córdoba- Argentina demostró que, conforme se retrasa la edad al primer parto, la producción de leche ajustada a los 305 días disminuye significativamente (81). De igual manera, RCVS Knowledge (2022), reportó perdidas de entre 590 a 800 kg de leche durante el primer periodo de lactancia a los 305 días(82). Esto hallazgos resaltan la importancia de lograr un primer parto en una edad óptima para mantener altos rendimientos lecheros en la lactancia.

10.14. Fenotipo para la densidad de la leche

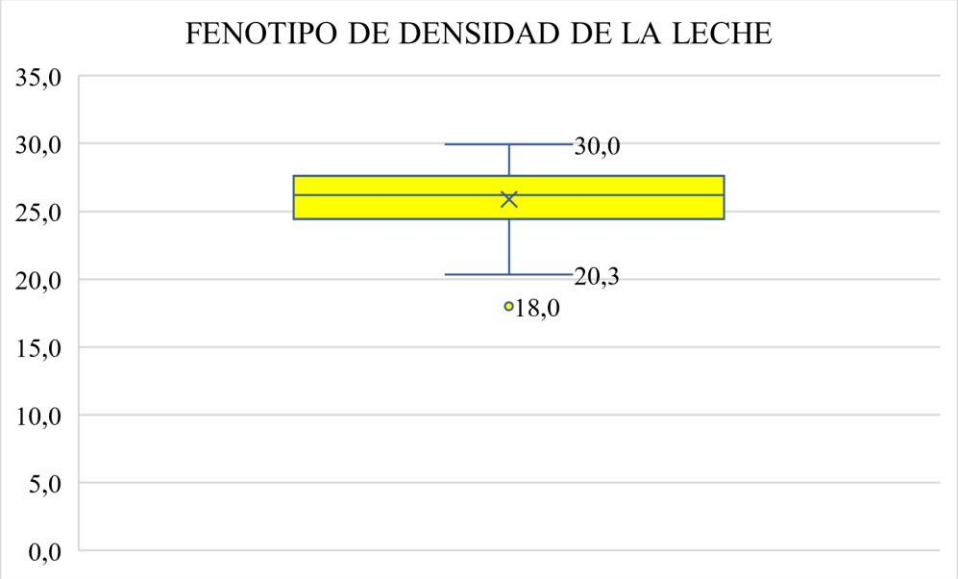

Figura 16 *Fenotipo de la densidad de la leche*

En la figura 16 se presenta la distribución fenotípica de la densidad de la leche de las vacas en producción. Se observa que la vaca *Morocha* tiene la mayor densidad con un valor de 30,0, lo que surgiere que tiene una mayor concentración de solidos en su leche. Mientras que la vaca *Diabla* presente la menor densidad con un valor 18,0.

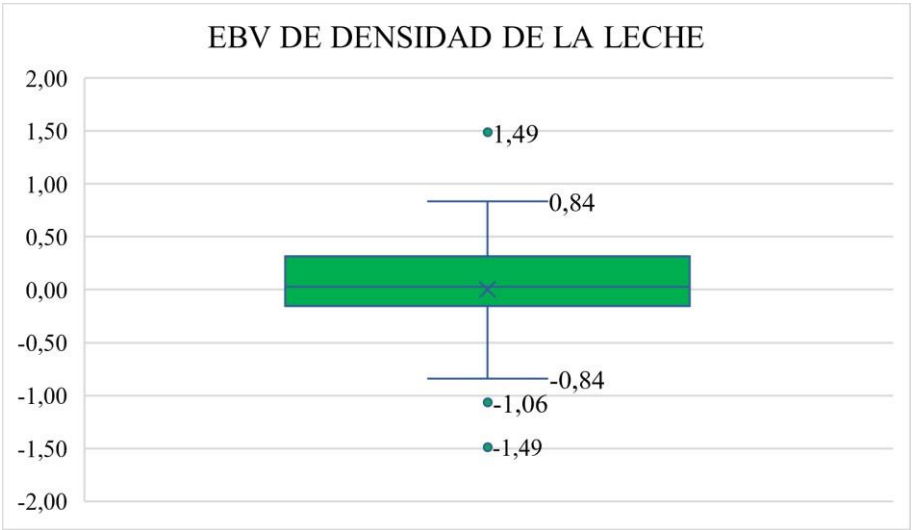

Figura 17 *Proyección de Estima de cría para la densidad de la leche*

Tabla 9 *Selección masal de los mejores animales con mayor valor fenotípico y valor de cría (EBV) para la densidad de la leche*

ID	PROPIETARIO	PHENOTYPE	EBV	ACCURACY	PROYECCIÓN DEL VALOR DE CRÍA

Galleta	Maritza Guamán	27,3	1,49	0,40	27,4
Brown Swiss	Delia García	28,7	0,84	0,51	26,7
Elefanta	Rosa Simaluisa	26,2	0,77	0,49	26,6
Rojita	Delia García	28,0	0,61	0,51	26,5
Chaparita	Rosa Simaluisa	25,7	0,59	0,49	26,5
Mafer	Blanca Criollo	26,7	0,57	0,52	26,4
Princesa	Luisa Tanguila	27,1	0,48	0,46	26,4
Morocha	Milton Rojas	28,2	0,45	0,49	26,3
Durazno	Delia García	27,5	0,44	0,51	26,3

En la figura 17 se observa los valores de mayor y menor densidad de acuerdo al Estimated Breeding Valuer, donde se evidencia que *Galleta* tiene el mayor valor de EBV con 1,49 g/ml y *Diabla* el menor valor de estima de cría con -1,49 g/ml, que al compararlo fenotípicamente como genéticamente tiene la peor densidad de leche.

Por otro lado, en la tabla 9, se identifica los animales con mejores valores genéticos para una selección masal enfocada a la mejora de la densidad de la leche. Loa animales destacados son: *Galleta* (1,0274 g/ml), *Elefanta* (1,0267 g/ml), *Rojita* (1,0265 g/ml), *Chaparita* (1,0265 g/ml), *Mafer* (1,0264 g/ml), *Princesa* (1,0264 g/ml), *Morocha* (1,0263 g/ml) y *Durazno* (1,0263 g/ml).

Todo este animal muestra valores de accuracy superior al 0,40; lo que indica una confiabilidad moderada en las estimaciones.

Además, se observa que, en la proyección de valor de cría, el mejor animal es *Galleta* con una densidad de 1,0274 g/ml. Al compararlo con el promedio reportado Inga (2017), quien indica que que el valor promedio de densidad de la leche es de aproximadamente de 1,032 g/ml, se observa una ligera diferencia, sin embargo, existe un potencial de mejora (83).

Por ello, es fundamental optimizar las prácticas de manejo y mejorar la alimentación, especialmente incrementando el porcentaje de materia seca en las dietas, ya que esto puede aumentar significativamente la densidad de la leche. Asimismo, se debe minimizar el estrés ambiental y prevenir enfermedades como la mastitis, ya que esta patología puede disminuir notablemente la densidad de la leche y afectar la calidad de la misma (84).

10.15. Costos de producción y beneficios del productor

Tener un conocimiento sobre la operación de un hato permite a los productores tomar decisiones estratégicas, siendo el análisis de los costos de producción una herramienta invaluable en este proceso. Al evaluar adecuadamente de los costos y beneficios, es posible estimar la rentabilidad a mediano y largo plazo, mejorar la eficiencia reproductiva, reducir los gastos veterinarios y optimizar los ciclos productivos (85).

Tabla 10 *Costo de la producción de leche*

PRODUCTOR	TOTAL, LITROS AL MES	PRECIO DEL LITRO DE LECHE	GASTOS DE LA LECHE	COSTOS DE PRODUCCIÓN POR LITRO	INGRESO POR VENTA DE LECHE	BENEFICIO
Narcisa Tanguila	1800	0,38	125,00	0,11	884,00	559,00
Gladys Caguano	300	0,40	110,00	0,37	120,00	10,00
Consuelo Suntaxi	960	0,40	175,00	0,18	384,00	209,00
Graciela Suntaxi	1320	0,38	130,00	0,10	501,60	371,60
Lorena Caillagua	300	0,45	150,00	0,50	135,00	-15,00
Luisa Tanguila	600	0,39	63,00	0,11	2340,00	171,00
Luz Suntaxi	480	0,38	90,00	0,19	182,00	92,40
Delia García	1500	0,42	250,00	0,17	630,00	380,00
Maritza Guamán	360	0,40	55,00	0,15	144,00	89,00
Isabel Córdova	510	0,38	101,00	0,20	193,80	92,80
Paulina Rojas	750	0,40	180,00	0,24	300,00	120,00
Rosa Simaluisa	900	0,40	270,00	0,30	360,00	90,00
María Simaluisa	360	0,40	163,00	0,45	144,00	-19,00

Aida Ríos	660	0,42	335,00	0,51	277,20	-57,80
Blanca Criollos	450	0,40	330,00	0,73	180,00	-150,00
Leonor Allauca	1800	0,44	575,00	0,32	792,00	217,00
Patricia Curicho	480	0,40	325,00	0,68	192,00	-133,00
Daysi Zambrano	360	0,40	380,00	1,06	144,00	-236,00
María Iza	300	0,40	93,00	0,31	120,00	27,00
Milton Rojas	900	0,42	150,00	0,17	378,00	228,00
Alexis Guamán	300	0,40	90,00	0,30	120,00	30,00
TOTAL	15390	8,46	4140,00	7,09	5532,00	2076,00
PROMEDIO	732, 86	0,40	197,14	0,34	296,00	98,86

La tabla 9 presenta el análisis de los costos de producción de cada uno de los productores involucrados en este estudio. Los resultados muestran variaciones significativas entre ellos costos, gastos y los beneficios obtenidos.

De acuerdo con los datos recopilados, lo costos de producción incluyen factores como alimentación, sanidad, manejo, trasporte, mano de obra, entre otros. En este contexto, se evidencia que la productora Narcisa Tanguila obtuvo el mayor beneficio económico, alcanzando un valor de $492,00. Mientras que, la señora Daysi Zambrano registro una pérdida de $236,00, cabe mencionar que durante el periodo que se realizó esta investigación, la señora Zambrano contaba únicamente con una sola vaca en producción activa, mientras que el resto de sus animales eran vaconas, que aún no han iniciado su ciclo productivo. Esta situación explica en parte el desequilibrio entre los altos costos de mantenimiento y la baja rentabilidad, ya que los animales improductivos incrementan los gastos sin generar ingresos.

Por otro lado, el costo promedio de producción por litro de leche fue de $0,34. En comparación, Cevallos A. et al (2021), en un estudio realizado en la comunidad de Sivicisig-Ecuador, reportaron un costro de producción de $0,43 por litro, con una desviación estándar de $0,19. Al comparar ambos valores, se observa que, estos se encuentran dentro de un rango similar, lo que indica una correspondencia con los costos promedios reportados en explotaciones ganaderas(86).

Es por ello que reducir los costos de producción permite obtener mayores ingresos económicos y beneficios para el productor. Así mismo, la implantación de programas de mejoramiento genético, como la selección masal de los mejores animales, promueve la reproducción de individuos con características deseables y que generen menores costos de producción. De esta forma, su descendencia heredará características importantes como mayor producción de leche, y mejor densidad de leche, así como también una mayor ganancia diaria de peso.

10.16. Análisis de las correlaciones de coeficiente de costos

El análisis de las correlaciones radica en su capacidad para identificar y comprender las relaciones entre diferentes variables dentro de un sistema productivo. En el contexto de la producción lechera, este análisis permite determinar qué factores tienen mayor impacto sobre los costos, los ingresos y la rentabilidad (87).

Tabla 11 *Correlaciones de los coeficientes de los costos*

COEFICIENTE	RELACIÓN DE	DISCUSIÓN CORRELACIÓN
Ingreso de venta de leche + Total litros de leche mensuales	0,99	Correlación positiva fuerte. Cuando existe mayor cantidad de leche vendida, el productor va a tener mayor el ingreso económico.
Costo de producción + Precio de venta del lito de leche	0,46	Correlación positiva moderada. Si el costo de producción aumenta es necesario que aumente el precio de la leche, para mantener la rentabilidad, ya que, si no es así, el productor enfrentará perdidas en vez de obtener ganancias

Precio de Venta del Litro de leche + Beneficio	-0,14	Correlación negativa débil. Si se venda la leche a un mayor precio, no significa que va a tener mayores benéficos, ya que este ingreso puede destinarse al aumento de los costos de producción, sin mejorar la rentabilidad
Beneficio + Costo	-0,19	Correlación negativa débil. Cuando existe mayores costos de producción, no va a existir grandes ingresos, ya que gran parte de los ingresos se invertirá para cubrir los propios costos.
Beneficio + Ingreso de leche	0,77	Correlación positiva fuerte. Cuando los ingreso por la venta de leche aumenta, el productor tendrá mayores beneficios económicos. Ya que, estos ingresos pueden cubrir los costos de producción como también generar una ganancia adicional.
Beneficio + Costo de producción por litro de leche	-0,83	Correlación negativa fuerte. Mayores costos de producción por litro de leche, menores beneficios. **Costo de producción por litro de leche** son los

11. IMPACTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

11.1.Impacto Social

Una producción lechera más eficiente mejora la calidad de vida de los productores al incrementar los ingresos. Además, fomenta el desarrollo de capacidades técnicas a través de procesos de capacitación enfocados en la implementación de programas de mejoramiento genético, lo que favorece el conocimiento local y promueve el progreso sostenible en las comunidades rurales.

11.2.Impacto económico

Al implementar programas de mejoramiento genético permite reducir los costos de producción a largo plazo, al mismo tiempo que genera un impacto positivo en la rentabilidad, ya que se obtiene animales con mejores características productivas y reproductivas. Esto se traduce en mayores beneficios económicos para los productores y contribuye al fortalecimiento de la economía a nivel local como regional.

11. 3.Impacto ambiental

Al optimizar los recursos en la producción de lechera, se reduce el uso excesivo de agua, alimento y energía, lo que contribuye a una mayor eficiencia del sistema. Además, se disminuye la generación de residuos y emisiones contaminantes, promoviendo practicas sostenibles que protegen el medio ambiente

12. CONCLUSIONES

Se concluye que, la selección masal de animales con mejores características productivas y reproductivas, basada en el uso del modelo BLUP, constituye una herramienta eficaz para evaluar el potencial genético de los animales, ya que este modelo, permite identificar con mayor precisión aquellos animales que presentan un valor genético superior en ciertas características.

En esta investigación, los resultados obtenidos del BLUP permitieron realizar la selección masal basada en parámetros como la ganancia diaria de peso, la producción de leche ajusta a 305 días y densidad de la leche. Dentro de la selección masal los animales que prestaron mayor valor fenotípico como genotípico fueron Lola con una ganancia diaria de peso de 635,27 g/día; *Chaparrita* con una producción de leche de 4015,62 kg/lactancia a 305 días; y Galleta con una densidad de 1,0274 g/l.

Así mismo, se determinó que el precio promedio de venta por litro de leche fue de $0,40. El gasto promedio total en la producción de leche fue de $197,14. En cuanto al costo de producción por litro de leche, se estimó en $0,34. Finalmente, ingresos total promedio generados fue de $296,00, lo que permitió obtener un beneficio neto promedio de $98,96.

Aunque la implantación de programas de mejoramiento genético requiere de una inversión inicial significativa, los benéficos a mediano y largo plazo pueden ser sustanciales. Estos programas no solo incrementan la productividad, sino que también permite reducir los costos de producción, mejorar la eficiencia del hato y aumentar la rentabilidad. Además, la reproducción de animales con alto valor genético facilita la transmisión de estas características deseables a sus descendientes, potenciando así el rendimiento de las futuras generaciones bajo las condiciones específicas del entorno en que se desarrollan.

13. RECOMENDACIONES

Se recomienda Implementar un sistema de seguimiento técnico a los productores involucrados en el proyecto de mejoramiento genético, con el fin de evaluar de manera continua el impacto del programa en la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas productivos de cada uno de los productores.

Así mismo, es fundamental que procurar que los productores lleven registros sistemáticos y detallados de todos los aspectos relacionados con su actividad ganadera, incluyendo: producción diaria de leche, costos e ingreso, manejo de los recursos, tipo y frecuencia de alimentación, visitas veterinarias, calendario sanitario, eventos reproductivos y un registro genealógico completo de cada uno de los animales. Este último es esencial para aumentar la confiabilidad en los procesos de selección y evaluación genética.

Además, se recomienda organizar capacitaciones periódicas y charlas técnicas dirigidas a los productores, especialmente en temas de manejo, alimentación, sanidad, reproducción y gestión económica del hato, ya que muchos de los productores aún presentan limitaciones en conocimientos técnicos, lo que afecta negativamente en la eficiencia de sus sistemas productivos.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ionita E. La producción de leche en Ecuador. https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/. 2022.

2. Sánchez A, Vayas T, Mayorga F, Freire Carolina. EL SECTOR LECHERO EN EL ECUADOR. Ambato; 2020 Dec.

3. Quintana D. LAS PROVICNCIAS CON MAYOR PRODUCCIÓN DE LECHE. https://www.forbes.com.ec/rankings/estas-son-provincias-mayor-produccion-lechen60834. 2024.

4. Pacheco B. “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-la Matriz” [Tesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2023.

5. Quiroz G. En Ecuador, la crisis del pasto afecta la producción de leche de pequeños ganaderos. https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/en-ecuador-la-crisis-delpasto-afecto-la-produccion-de-leche-de-pequenos-ganaderos/. 2024.

6. CONtexto ganadero. La ganadería ecuatoriana enfenta los mismos desafíos de Colombia: crisis lechera y abigeato. https://www.contextoganadero.com/internacional/la-ganaderia-ecuatoriana-enfrentadesafios-parecidos-a-colombia-:-crisis-lechera-y-abigeato. 2024.

7. lagaceta.lat. PRODUCCIÓN LECHERA SE HA REDUCIDO EN 50% POR FALTA DE ALIMENTOS. https://lagaceta.com.ec/produccion-lechera-en-cotopaxi-se-hareducido-en-un-50-por-falta-de-alimentos/. 2024.

8. Inga G, Pérez S. Evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche del cantón Pujilí [Thesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2024.

9. Villareal Z. Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pastocalle del cantón Latacunga. [Thesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2024.

10. Vizcarra R, Tapia D, Rodrigo M. LA LECHE DEL ECUADOR - Historia de la lechería ecuatoriana. Quito; 2015 Dec.

11. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Ecuador; 2023 Apr.

12. Elisabeta Ionita. La producción de leche en Ecuador. https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/. 2022.

13. PRIMICIAS. Sector lácteo en Ecuador: una mirada a los desafios y oportunidades. https://revistagestion.primicias.ec/analisis-economia-y-finanzas/sector-lacteo-enecuador-una-mirada-los-desafios-y-oportunidades/. 2024.

14. Vásconez L. 5,6 millones de litro de leche se producen cada día en Ecuador. https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/56-millones-de-litros-de-leche-seproducen-cada-dia-en-ecuador/. 2024.

15. Tipan J. Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de los sectores: San Isidro y Cochaloma en el Cantón Pujilí, en el periodo 2023 [Thesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2024.

16. Lozada L, Tucumbi R. Derivación de Valores Económicos de la Producción de Leche de Bovinos en el Cantón Pujilí Utilizando Funciones de Beneficio. [Thesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2022.

17. Gonzalez K. Raza Bovina Holstein. https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/razasbovina/raza-bovina-holstein. 2024.

18. VITAAM. Las Principales Razas de Ganado Vacuno en las Regiones de Ecuador. https://vitaam.ec/las-principales-razas-de-ganado-vacuno-en-las-regiones-de-ecuador/. 2024.

19. ACTUALIDAD GANADERA. Raza bovina Brown Swiss y su aporte a la ganadería peruana. https://actualidadganadera.com/caracteristicas-de-la-raza-brown-swiss-y-suaporte-a-la-ganaderia-peruana/. 2023.

20. Cáceres D. Vaca pardo suizo. https://healthfarmvet.com/razas-vacas/vaca-pardo-suizobrown-swiss/. 2023.

21. AsoJersey. Raza jersey. https://www.asojersey.com/la-raza-jersey/. 2025.

22. CONtexto ganadero. Factores que elevan la productividad del ganado jersey. https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/factores-que-elevan-laproductividad-del-ganado-jersey. 2023.

23. Dow K. La ganadería de carne en Ecuador. Quito; 1975 Sep.

24. AGROblogger. Mejoramiento genético en bovinos: técnicas y beneficios para el sector. https://blog.agrocampo.com.co/mejoramiento-genetico-en-bovinos/. 2025.

25. Serrano J. Mejoramiento genético animal: ¿Qué es y cuáles son sus beneficios? https://dateando.com/juan-fernando-serrano-ponce-mejoramiento-geneticoanimal/reportero-dateando/. 2024.

26. Centro Universitario de Navarra. Qué es el genotipo. https://www.cun.es/diccionariomedico/terminos/genotipo.

27. Salcedo M. Genotipo. https://concepto.de/genotipo/. 2025.

28. Silveira M. Principios básicos para la utilización de los fenotipos en genética molecular. Quevedo; 2024 Jan.

29. Raffino E editorial. Fenotipo. https://concepto.de/fenotipo/. 2024.

30. Massey J, Vogt D. Heritability and Its Use in Animal Breeding. https://extension.missouri.edu/publications/g2910. 2018.

31. Cassell B. Using Heritability for Genetic Improvement. https://www.thecattlesite.com/articles/699/using-heritability-for-genetic-improvement. 2001.

32. Waittaux M. PRINCIPIOS DE SELECCIÓN. https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/invest/15selec.pdf. 2020. p. 1–2.

33. Zhang Y, Cheng Y, Jiang W, Ye Y, Lu Q, Zhao H. Comparison of methods for estimating genetic correlation between complex traits using GWAS summary statistics. Brief Bioinform. 2021;22(5):1.

34. CONtextoganadero. La importancia del valor genético de la cría y criterios para mantenerlo. https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importanciadel-valor-genetico-de-la-cria-y-criterios-para-mantenerlo. 2023.

35. Fernandes A. Cómo se calcula y por qué necesitamos saber el valor genético de nuestras vacas. https://issuu.com/comercialasocebu.com/docs/revista_asocebu_julio_2023_issu/s/29515459. 2023.

36. Ravangnolo O, Soares J, Pravia M. ÍNDICES DE SELECCIÓN: economía y genética en perfecta sintonía. Uruguay; 2019 Dec.

37. Zeng J. Best Linear Unbiased Prediction (BLUP). Australia; 2023 Jun.

38. Strandén I, Aamand G, Mäntysaari E. Single-step genomic BLUP with genetic groups and automatic adjustment for allele coding. Genetics Selection Evolution. 2022;54(28):3–5.

39. Tibaun J. Aplicación del método BLUP a la evaluación y selección de reproductores porcinos . https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/4.pdf. 13AD. p. 7–9.

40. Valega O. Seleccion y mejoramiento genético. https://apiculture.com/fr/?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=27&id=1178&Itemid=1000000000000. 2023. p. 1–3.

41. AGROblogger. Parámetros reproductivos y productivos en bovinos. https://blog.agrocampo.com.co/parametros-reproductivos-y-productivos-en-bovinos/.
2024.

42. Haile Gidamo G. Genomic Selection: A Faster Strategy for Plant Breeding. In: Case Studies of Breeding Strategies in Major Plant Species. IntechOpen; 2023. p. 1–4. doi: 10.5772/intechopen.105398

43. Boudry P, Allal F, Aslam ML, Bargelloni L, Bean TP, Brard-Fudulea S, et al. Current status and potential of genomic selection to improve selective breeding in the main aquaculture species of International Council for the Exploration of the Sea (ICES) member countries. Aquac Rep. 2021;20:6–10. doi: 10.1016/j.aqrep.2021.100700

44. Morales D, Pérez B, Chávez M, Botero Raúl. Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical.
https://www.engormix.com/ganaderia/administracion-ganaderia-carne/parametrosproductivos-reproductivos-importancia_a33110/. 2016.

45. Cuéllar Jerson. Medición e importancia de los parámetros de calidad en la leche.
https://www.veterinariadigital.com/articulos/medicion-e-importancia-de-losparametros-de-calidad-en-la-leche/. 2002.

46. Urbina I. Principales pruebas de calidad de leche, factores que la afectan y como corregirlos. https://www.ganaderia.com/destacado/principales-pruebas-de-calidad-deleche-factores-que-la-afectan-y-como-corregirlos. 2022.

47. LACTEOS FRANZ. Densidad de la leche. https://lacteosfranz.org/densidad-de-laleche/. 2021.

48. Contero R, Rquelme N, Cachipuendo C, Acurio D. CALIDAD DE LA LECHE CRUDA Y SITEMA DE PAGO POR CALIDAD EN ECUADOR. SCIELO. 2021;33(1).

49. CONtextoganadero. Aprenda a calcular la ganancia diaria de peso en bovinos.
https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/aprenda-calcular-laganancia-diaria-de-peso-en-bovinos. 2016.

50. Pérez L. Consideraciones sobre el rendimiento en canal del ganado de engorda.
https://www.ganaderia.com/destacado/consideraciones-sobre-el-rendimiento-en-canaldel-ganado-de-engorda. 2025.

51. MENDOZAGANADERIA. Condición Corporal. https://www.mendoza.gov.ar/ganaderia/2021/04/27/condicion-corporal/. 2021.

52. INTAGRI. Paámetros Preproductivos del Ganado Bovino. https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/parametros-reproductivos-del-ganadobovino. 2018.

53. Sanchéz A. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de Mexico [Doctorado en Ciencias Agropecuarias]. Mexico: Universidad de Veracruzana; 2010.

54. Engormix. Ganadería más rentable. https://www.engormix.com/MA-ganaderiacarne/eventos/ganaderia-mas-rentable-t2949.htm. 2017.

55. García Á. La rentabilidad del sector lácteo: las claves del éxito. https://dellait.com/es/larentabilidad-del-sector-lacteo-las-claves-del-exito-dellait/. 2025.

56. Ayala N. Mejoramiento genético del ganado vacuno lechero en Latinoamérica: innovaciones y beneficios para la industria láctea. https://es.edairynews.com/mejoramiento-genetico-ganado-vacuno-lechero/. 2024.

57. Pacheco B. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-la Matriz [Tesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2023.

58. Méndez I, Ortega J. Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en los sectores 20 de diciembre, La Merced y Cruzpamba, cantón Pujilí en el periodo 2023- 2024. [Tesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2024.

59. Alarcon W. Calidad de la leche cruda en recepción. Colombia; 2019 Mar.

60. Ishler V. Dairy Sense: Cómo mantener el tamaño adecuado de los lácteos. https://extension.psu.edu/dairy-sense-keeping-the-dairy-right-sized#:~:text=Regardless%20of%20the%20dairy's%20herd,and%20heifers%20in%20the%20herd. 2020.

61. Carmoma G, Arroyo G. Cómo medir la Eficiencia Reproductiva de su Hato Lechero. https://www.engormix.com/lecheria/manejo-reproductivo-vacas-lecheras/como-medireficiencia-reproductiva_a26622/. 2006.

62. Jiménez A. Índices reproductivos más usados en explotaciones de vacas de leche, utilidad y limitaciones. https://vacapinta.com/media/files/fichero/vacapinta001_castellano_lr-134-138.pdf. 2018.

63. González F. Índices Reproductivos, Cálculos e Interpretación. Venezuela; 2006 Dec. Available from: www.viateca.com.

64. Gutiérrez J, Palomares G, Hérnandez E, Leyva J, Díaz E, Herrera E. Frecuencia de enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México. Scielo. 2021;10(e114).

65. Carranza P, Jaguaco A. "Incidencia de patologías reproductivas en vacas lecheras en las parroquias nororientales del cantón Latacunga" [Tesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2024.

66. Panchal J, Patel A, Patel S, Goswami D. Understanding mastitis: Microbiome, control strategies, and prevalence – A comprehensive review. ScienceDirect. 2024;187:106533. doi: 10.1016/j.micpath.2023.106533

67. Hurtado DC, Cucunub LG. Prevalencia de mastitis y caracterización productiva en pequeños productores de Simijaca y Tenjo (Cundinamarca), Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA. 2023;15(2). doi: 10.24188/recia.v15.n2.2023.980

68. Zapiola M. TEMPERAMENTO, MOLDEAR LO HEREDADO. Revista Brangus, Bs As. 2007;29:1–2.

69. Rego F, Méijome JL. Nuevos índices a tener en cuenta para la selección de toros en las ganaderías. https://vacapinta.com/media/files/fichero/vp021_especialxenetica_indices_castelan_web.pdf. 2021. p. 4.

70. VIKINGGENETICS. Tener vacas fáciles de ordeñar y manejar. https://www.vikinggenetics.com/es/ntm-unlocked/23-velocidad-de-ordeno-ytemperamento. 2024.

71. Kamprasert N, Duijvesteijn N, Van der Werf JHJ. Estimación de parámetros genéticos para el peso corporal y medidas corporales en ganado Brahman. animal. 2019;13(8):1576–82. doi: 10.1017/S1751731118003348

72. Bezdíček J, Nesvadbová A, Makarevich A, Kubovičová E. Relación entre la condición corporal animal y la reproducción: los aspectos biotecnológicos. Arch Anim Breed. 2020;63(1):203–9. doi: 10.5194/aab-63-203-2020

73. MacNeil MD, Berry DP, Clark SA, Crowley JJ, Scholtz MM. Evaluación del peso corporal parcial para predecir el peso corporal y la ganancia diaria promedio en ganado vacuno en crecimiento . Transl Anim Sci. 2021;5(3). doi: 10.1093/tas/txab126

74. Hyde RM, Green MJ, Hudson C, Down PM. Factores asociados a la ganancia diaria de peso en terneros predestetados en granjas lecheras. Prev Vet Med. 2021;190:105320. doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105320

75. Peirera G. Cálculo de la ganancia diaria promedio de un ternero o novilla lechera. EEUU; 2022.

76. Freetly HC, Kuehn LA, Thallman RM, Snelling WM. Heredabilidad y correlaciones genéticas de la ingesta de alimento, la ganancia de peso corporal, la ganancia residual y la ingesta residual de alimento de ganado vacuno como novillas y vacas. J Anim Sci. 2020;98(1). doi: 10.1093/jas/skz394

77. Angusaustralia. Understanding EBV Accuracy. https://www.angusaustralia.com.au/content/uploads/2020/08/Understanding_EBV_Accuracy_TACE.pdf. 2019.

78. KIMDGROUP. Factores que afectan el aumento de peso del ganado vacuno. https://kimd.org/factors-affecting-beef-cattle-weight-gain/. 2025.

79. Kong L, Li J, Li R, Zhao X, Ma Y, Sun S, et al. Estimation of 305-day milk yield from test-day records of Chinese Holstein cattle. J Appl Anim Res. 2018;46(1):791–7. doi: 10.1080/09712119.2017.1403918

80. Pallete P. A, García S. M, Cespedes E. P, Rodríguez S. Z. PRODUCTIVIDAD LECHERA EN VACAS HOLSTEIN DE LA CUENCA DE LIMA – PERÚ. Anales Científicos. 2023;84(1):68–83. doi: 10.21704/ac.v84i1.1857

81. Schultz ME, Capellari A, Sánchez S. Análisis de la edad al primer parto en el desempeño productivo y reproductivo en la primera lactancia de vacas Holstein en un sistema intensivo de Argentina. Revista Veterinaria. 2023;34(2):48–54. doi: 10.30972/vet.3427043

82. RCVS Knowledge. Edad al primer parto en vacas lecheras: ¿cuáles son los meses óptimos para maximizar la productividad? https://www.veterinarypractice.com/article/age-at-first-calving. 2022.

83. Inga L. Control de calidad en la densidad de la leche [Tesis]. Machala: Universidad Técnica de Machala; 2017.

84. Lopez B. Cómo mejorar la calidad de la leche de vaca. https://www.mundodeportivo.com/uncomo/animales/articulo/como-mejorar-lacalidad-de-la-leche-de-vaca-25138.html. 2017.

85. Laporte J. Introducción al Costo de Producción y sus Usos. EEUU; 2022 Aug.

86. Cevallos A, Taipe M, Cazia Francisco. Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivicusig, cantón Sigchos, Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2021;5(4):4474–89. doi: 10.37811/cl_rcm.v5i4.632

87. De Batista M, Pesce G, Piñeiro V. ESTUDIO DE CORRELACIÓN Y FORMA FUNCIONAL DEL COSTO DE ALIMENTACIÓN EN GANADERÍA. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. 2017;10(2):291. doi: 10.17765/21769168.2017v10n2p291-319