



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE
MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE
LECHE DE LOS SECTORES: SANTO DOMINGO, TEJAR,
CALVARIO, MULINLIVI, EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL
PERIODO 2023”**

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

Autor:

Choloquina Choloquina Julio César

Tutor:

Arcos Álvarez Cristian Neptalí

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Choloquina Choloquina Julio César, con cédula de ciudadanía N° 0550511976, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SANTO DOMINGO, TEJAR, CALVARIO, MULINLIVI, EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023”**, siendo el Mvz. Cristian Neptalí Arcos Álvarez. Mg. Tutor del presente trabajo; y eximimos 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, 16 de agosto del 2024



Julio César Choloquina Choloquina

C.C: 0550511976

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 **CHOLOQUINGA CHOLOQUINGA JULIO CÉSAR**, identificado con cédula de ciudadanía 0550511976, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

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

Historial académico:

Fecha de inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Fecha de finalización: Abril 2024 - Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutora: MVZ. Cristian Neptalí Arcos Álvarez, Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SANTO DOMINGO, TEJAR, CALVARIO, MULINLIVI, EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana

la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

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

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

- a. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b. La publicación del trabajo de grado.
- c. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

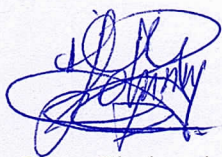
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 16 días del mes de agosto del 2024.



Julio César Choloquina Choloquina

EL CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SANTO DOMINGO, TEJAR, CALVARIO, MULINLIVI, EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023” de Choloquina Choloquina Julio César, 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 han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



MVZ. Cristian Neptali Arcos Álvarez, Mg.

DOCENTE TUTOR


CC: 1803675634

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACION

En calidad del Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Choloquina Choloquina Julio César, con el título del Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SANTO DOMINGO, TEJAR, CALVARIO, MULINLIVI, EN EL CANTÓN PUJILLÍ, EN EL PERIODO 2023”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 16 de agosto del 2024



MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.

CC: 0501942940

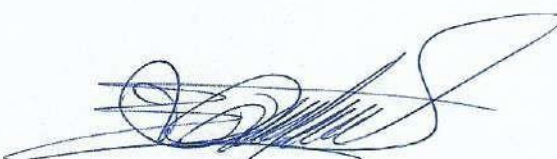
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

CC: 1722547278

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Dra. Nancy Margoth Cueva Salazar, Mg.

CC: 0501616353

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por a ver permitido seguir con salud y vida, por brindar esta magnífica experiencia de ser un estudiante y de formación como profesional, a mis padres quienes brindaron su apoyo incondicional tanto moral y económico, mis hermanos, mis sobrinos, tíos y mis primos, quienes me dieron esa motivación y esperanza de creer en mí mismo de seguir luchando día tras día en el trayecto académico, creer en mí mismo eso todo lo que me motiva a seguir luchando por un sueño propuesto desde la niñez. Agradezco a todos mis docentes de la UTC quienes me dieron sus apoyos con palabras de motivación y consejos, por brindarme sus conocimientos y las herramientas necesarias en mi formación. Quiero extender mi agradecimiento a mis colegas y compañeros estudiantes, por su colaboración y por crear un entorno académico de apoyo.

Julio César Choloquina Choloquina

DEDICATORIA

Esta investigación dedico a mi familia, por sus apoyos y alientos inquebrantables han sido mi base a lo largo de esta trayectoria. A mis padres Andrés Choloquina y Ermelinda Choloquina, por su amor infinito, sus sacrificios y su fe en mis sueños. Su apoyo ha sido mi mayor motivación. A mis hermanos, Andrés, Pedro, Olga, Rosa Jorge y Wilson, por estar siempre ahí para inspirarme y animarme. Su compañía y aliento han sido invaluable. A mis mentores y maestros, cuya guía y sabiduría han impactado profundamente mi crecimiento académico y personal.

Por último, a mis amigos, Karina Pilliza, Kevin Panchi, Erick Camacho y Cristian Castro, que han sido una fuente constante de alegría y apoyo.

Gracias a todos por ser parte integral de esta trayectoria.

Julio César Choloquina Choloquina

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SANTO DOMINGO, TEJAR, CALVARIO, MULINLIVI, EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023”

AUTOR:

Choloquina Choloquina Julio César

RESUMEN

En la parroquia La Victoria perteneciente al cantón Pujilí de la Provincia de Cotopaxi se ha determinado notablemente que la mayoría de los pequeños y medianos productores de la industria lechera tienen desconocimiento sobre el correcto manejo de los animales, en los aspectos tales como, correcta alimentación, nutrición, manejo adecuado de los animales y manejo de registros. Por lo cual se implementó el programa de mejoramiento genético sostenible con la finalidad de seleccionar a los mejores animales y mejorar la rentabilidad. Se trabajó con 4 barrios con 14 productores y 31 animales (30 hembras y 1 macho) y solamente 9 animales bovinos son productores de leche. La iniciativa comenzó con la recopilación de datos fenotípicos de (GDP) ganancia diaria de peso, (PL) producción de leche, (DL) densidad de la leche. También se aplicó calendarios sanitarios para garantizar la salud de los animales y optimizar su producción. El costo de producción promedio en la parroquia es de \$0,24, mientras que el precio de la venta por litro es de \$0,44, teniendo una rentabilidad \$0,20 por litro. Obteniendo en promedio ingreso mensual de \$104,20 en cada predio. Con respecto a los fenotipos se determinó, GDP en promedio de 472,67 gr/día, respecto a la respuesta a la selección el animal con mayor valor de cría fue Martina del barrio San Pedro con 734,98gr/día con precisión de 44%. El fenotipo de producción de leche a 305 días en promedio 5455,15 kg, con respecto a la respuesta a la selección con valor más alto de 7166,96 kg con precisión de 44% fue la vaca colombiana del barrio San Pedro. El fenotipo de densidad de la leche promedio es de 1,028 gr/ml, con respuesta a la selección con un mayor valor 1,027 gr/ml con precisión 49% es la vaca Blanquita del Barrio San Pedro. **Palabras claves:** Rentabilidad, fenotipos, producción, selección, genética.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM OF DAIRY CATTLE IN THE SECTORS: SANTO DOMINGO, TEJAR, CALVARIO, MULINLIVI, IN THE PUJILÍ CANTON, IN THE PERIOD 2023”

AUTHOR:

Choloquina Choloquina Julio César

ABSTRACT

In the La Victoria parish from the Pujilí canton, Cotopaxi Province, it has been notably determined that the majority of small and medium-sized producers in the dairy industry have lack of knowledge about the correct animals management, in aspects such as: a correct feeding, nutrition, adequate animals and logs management. Therefore, the sustainable genetic improvement program was implemented in order to select the best animals and improve the profit. This was worked with 4 neighborhoods, 14 producers and 31 animals (30 females and 1 male) and just 9 bovine animals are milk producers. The proposal began with the phenotypic data collection on (GDP) daily weight gain, (PL) milk production, (DL) milk density. Sanitary calendars were also applied to ensure the animals health and optimize their yield. The average production cost in the parish is \$0.24, while the sale price per liter is \$0.44, with a profitability of \$0.20 per liter. Obtaining an average monthly income of \$104.20 on each farm. Regarding to the phenotypes, it was determined, GDP on average of 472.67 gr/day, respect to the answer to the selection, the animal breeding with the highest value was Martina from the San Pedro neighborhood with 734.98 gr/day with a precision of 44%. The milk production phenotype to 305 days averaged 5455.15 kg, respect to the answer to the selection with a highest value of 7166.96 kg with a 44% precision was the Colombian cow from San Pedro neighborhood. The average milk density phenotype is 1.028 gr/ml, with the answer to the selection with a higher value 1.027 gr/ml with a precision of 49% is the Blanquita cow from the San Pedro neighborhood.

Keywords: Profitability, phenotypes, production, selection, genetic.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACION	vii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	viii
<i>DEDICATORIA</i>	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
1. JUSTIFICACIÓN.....	2
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Directos:.....	3
3.2. Indirectos:	3
3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	5
5.1. Objetivo general:.....	5
5.2. Objetivos específicos	5
5. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	6
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.	7
6.1. Generalidades del bovino de leche en el Ecuador	7
6.1.2. Historia de la producción lechera en el Ecuador.....	7
6.1.3. La producción lechera en el Ecuador.	7
6.1.4. La producción de leche en la provincia de Cotopaxi.	7
6.2. Tipos de ganado Bovino según su conformación física	8

6.3. Razas del ganado bovino lechero.....	8
6.3.1. Holstein	8
6.3.2. Jersey	8
6.4. Enfermedades más comunes en vacas lecheras	9
6.4.1. Enfermedades infecciosas	9
6.4.2. Enfermedades metabólicas	9
6.4.3. Enfermedades nutricionales	10
6.5. Adaptación del Ganado Bovino al Medio Ambiente.....	10
6.6. Sistemas de producción de ganado bovino lechero.	10
6.6.1. Ganadería extensiva o pastoreo.....	10
6.6.2. Ganadería familiar o traspatio	11
6.7. Alimentación de ganado bovino en sistemas.....	11
6.7.1. Estrictamente Pastoril.....	11
6.7.3. Pastoril con forrajes de corte	12
6.7.4. Pastoril con forrajes almacenados	12
6.8. Parámetros productivos.....	12
6.8.1. Ganancia diaria de peso.....	12
6.8.2. Densidad de leche.....	12
6.8.3. Volumen de la leche lactancia a 305 días	12
6.9. Características reproductivas	13
6.9.1. Características de la producción de la leche.....	13
6.9.2. Salud y longevidad.....	13
6.9.3. Rasgos de conformación.	14
6.9.4. Rasgos de adaptabilidad.	14
6.10. Factores que intervienen en la producción de la leche	14
6.10.1. Ambiente	14
6.10.2. Manejo.....	14

6.10.3. Alimentación y nutrición.....	15
6.10.4. Salud.....	15
6.10.5. Genética.....	15
6.11. Mejoramiento genético.	16
6.11.1. Programas de mejoramiento genético	16
6.11.2. Objetivos de mejoramiento genético.....	17
6.12. Parámetros genéticos	17
6.12.1. Heredabilidad	17
6.12.2. Selección genómica.....	18
6.12.3. Criterios de selección	19
6.12.4. Respuesta a la selección	19
6.12.5. Interacción genotipo ambiente	19
6.13. Índices de selección	20
6.13.1. Valor genético	20
6.13.2. Valor fenotípico.....	20
6.13.3. Valor genotípico.....	20
6.13.4. Valor económico	21
6.14. Costos de producción.....	21
7. VALIDACIÓN DE HIPOTESIS	21
8. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
9.1. Área de investigación.....	22
9.2. Población del estudio	22
9.3. Tipo de estudio.....	23
9.4. Método de investigación	23
9.5. Procedimiento a realizar el estudio.....	23
9.5.1. Desparasitación y Vitaminización.....	23
9.5.2. Alimentación	23

9.5.3. Sistemas de producción	24
9.6. Factores de estudio.....	24
9.6.1. Producción de leche	24
9.6.2. California Mastitis Test (CMT)	24
9.6.3. Ganancia diaria de peso.....	25
9.6.4. Densidad de la leche.....	25
9.6.5. Criterios de selección	25
9.6.6. Costos de producción	26
9.7. Análís de datos	26
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
10.1. Ganancia diaria de peso	27
10.1.1. Valor genético	29
10.1.2. Respuesta a la selección	30
10.2. Producción de leche	31
10.2.1 Valor genético	32
10.2.2 Respuesta a la selección	33
10.3. Densidad de la leche – calidad.....	33
10.3.1 Valor genético	34
10.3.2 Respuesta a la selección	35
10.4. Altura a la cruz.....	35
10.4.1. Valor genético	37
10.4.2. Respuesta a la selección	38
10.5. Costos de producción.....	39
11. IMPACTOS	41
11.1. Impacto social	41
11.2. Impacto económico	41
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41

12.1. Conclusiones	41
12.2. Recomendaciones	42
13. BIBLIOGRAFÍA	43
14. ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades realizadas en relación a los objetivos.	6
Tabla 2. Respuesta a la selección de Ganancia Diaria de Peso	30
Tabla 3. Respuesta a la Selección de producción de leche.	33
Tabla 4. Respuesta a la selección a la densidad de la leche.	35
Tabla 5. RS (Respuesta a la selección). Altura a la cruz	38
Tabla 6. Costos de producción por litro de leche.	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica.....	22
--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. F. (GDP) Fenotipo. Ganancia diaria de peso.....	27
Gráfico 2. F. (GDP) Fenotipo. Ganancia diaria de peso por categorías	28
Gráfico 3. EBV. GDP (Estimated Breeding Value o valor de cría en ganancia diaria de peso.)	29
Gráfico 4. EBV. GDP (Estimated Breeding Value o valor de cría en ganancia diaria de peso por categorías.)	29
Gráfico 5. (F.PL) Fenotipo. Producción de leche.....	31
Gráfico 6. (EBV) Estimated Breeding Value o valor de cría en producción de leche. ...	32
Gráfico 7. Fenotipo. Densidad de la leche.	33
Gráfico 8. (EBV) Estimated Breeding Value o valor de cría en densidad de la leche. ...	34
Gráfico 9. F(Fenotipo) Altura a la cruz	36
Gráfico 10. F(Fenotipo) por categorías. Altura a la cruz.....	37
Gráfico 11. (EBV) Estimated Breeding Value o valor de cría de altura a la cruz.....	37
Gráfico 12. (EBV) Estimated Breeding Value o valor de cría altura a la cruz por categorías	38
Gráfico 13: Gastos de producción de leche	40

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de los sectores: Santo Domingo, Tejar, Calvario, Mulinlivi, en el cantón Pujilí, en el periodo 2023.

Fecha de inicio: octubre 2023

Fecha de finalización: agosto 2024

Lugar de ejecución: Parroquia La Victoria - Cotopaxi

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recurso 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:

Tutor: Mvz. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.

Estudiante: Choloquina Choloquina Julio César.

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

1. JUSTIFICACIÓN

Entre los 299.000 productores de leche que hay en el Ecuador, el 80% son pequeñas explotaciones familiares, mientras que sólo el 20% son explotaciones medianas y grandes. Sólo el 4% de estos productores utilizan tecnología avanzada y alcanzan altos niveles de productividad(1).

En la región sierra, hay pocas oportunidades para la siembra de cultivos, por lo que la leche sigue siendo el único sustento para los productores(2).

Uno de los sectores importantes en la provincia de Cotopaxi es la industria láctea ya que es la principal fuente de ingreso económico en la ruralidad. Por lo tanto, la selección genética adecuada de los animales puede tener un gran impacto en la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del sector. La selección adecuada de los animales se puede lograr a través de la aplicación de índices de selección que permiten combinar información de varios rasgos para seleccionar los animales más óptimos para la reproducción en las diferentes zonas. Sin embargo, la eficacia y eficiencia de los índices de selección pueden variar según las condiciones del sistema de producción y la región geográfica en la que se apliquen. En consecuencia, es importante realizar un análisis del índice de selección en el programa de mejoramiento genético de vacas lecheras para evaluar su impacto en la productividad y salud del ganado en diferentes sistemas de producción. Los resultados de este análisis ayudarán a mejorar la eficacia y eficiencia del programa de mejoramiento genético, lo que puede contribuir a aumentar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de la industria lechera.

La baja rentabilidad que se enfrentan los pequeños productores se deriva a falta de conocimientos, por lo que el proyecto de mejoramiento genético sostenible de la provincia de Cotopaxi UTC gen EC brinda capacitaciones y asesorías. Ya que los pequeños productores dependen completamente del ganado para satisfacer las necesidades económicas de su familia, el apoyo de este proyecto mejorará la rentabilidad. Esto se puede lograr seleccionando reproductores de alto índice genético que sean compatibles con cada vaca.

También enfatiza la sostenibilidad al centrarse no solo en mejoras inmediatas en la productividad del ganado, sino también al considerar el impacto a largo plazo. Este enfoque garantiza que las mejoras genéticas sean rentables, económicamente viables y socialmente aceptables, contribuyendo a la sostenibilidad general de la producción lechera.

Una de las barreras críticas para mejorar el ganado lechero en la parroquia La Victoria es la falta de recopilación sistemática de datos. Sin registros precisos del rendimiento, la salud y la genética del ganado, es difícil tomar decisiones informadas sobre la cría y el manejo. El proyecto establecerá un sistema integral de gestión de datos, que será esencial para realizar un seguimiento del progreso y garantizar el éxito de los esfuerzos de mejora genética.

Además de las mejoras genéticas, el proyecto se centrará en mejorar las prácticas de gestión del hato. Esto incluye una mejor nutrición, atención veterinaria y manejo general del ganado, que son cruciales para maximizar los beneficios de las mejoras genéticas y garantizar la sostenibilidad de la producción lechera en la región.

Al mejorar la calidad genética del ganado lechero de manera sostenible, el proyecto contribuye a la modernización del sector ganadero y la mejora de los medios de vida rurales.

Los desafíos que enfrenta la parroquia La Victoria son similares a los de muchas comunidades rurales, particularmente en lugares afectadas por el cambio climático y la escasez de recursos. Las metodologías y los resultados de este proyecto podrían proporcionar información valiosa para otras regiones, contribuyendo a los esfuerzos globales para mejorar la producción lechera en entornos desafiantes.

2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos:

- Pequeños y medianos productores de bovinos de leche del cantón Pujilí, parroquia la Victoria y sus barrios que participaran en el programa de mejoramiento genético.

3.2. Indirectos:

- Ganaderos vinculados al proyecto de mejoramiento genético sostenible UTC gen EC.

3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la parroquia La Victoria perteneciente al cantón Pujilí, el principal problema que se destacan en la industria lechera son disminución significativa en los indicadores clave de desempeño, la densidad de la leche, la producción de leche y la ganancia diaria de peso. Esta tendencia es una amenaza grave a la sostenibilidad y rentabilidad en la zona. La baja densidad de la leche que se refiere a la concentración de sólidos lácteos como grasas y proteínas, no solo disminuye la calidad de la leche sino que también reduce su valor de mercado(3). La densidad de la leche es un factor crucial para determinar el precio que los productores pueden exigir por su producto,

y una disminución de esta métrica puede conducir a pérdidas económicas sustanciales. Este problema es crítico a nivel mundial, en particular en regiones como América Latina y Ecuador, donde la mala nutrición, la calidad del forraje y el estrés ambiental reducen la calidad de la leche y la rentabilidad. En zonas de gran altitud como Cotopaxi, problemas como el mal de altura y la escasez de forraje empeoran la situación(4). La baja producción de leche agrava aún más este problema, ya que afecta directamente el volumen de la producción disponible para la venta, lo que reduce los ingresos generales de los productores. Esta disminución de la productividad puede ser particularmente devastadora para los pequeños productores que dependen de las ventas de leche para su sustento.

La baja ganancia diaria de peso es otro indicador alarmante que apunta a deficiencias nutricionales y de salud subyacentes dentro del hato. Las vacas que no ganan suficiente peso diariamente probablemente tengan alguna patología, que pueden ser causados por factores tales como dietas inadecuadas o desequilibradas, falta de nutrientes esenciales o presencia de enfermedades y parásitos. Con el tiempo, estos problemas de salud pueden provocar una disminución a largo plazo de la productividad, ya que las vacas con bajo peso tienen menos probabilidades de concebir con éxito, tienen menor producción de leche y son más susceptibles a las enfermedades. Esto no solo afecta la rentabilidad, sino que también tiene implicaciones a largo plazo para la calidad genética y la resiliencia general del hato(5).

Otro de los problemas destacados es el manejo inadecuado de los animales, desconocimiento de llevar los registros, mala selección genética. A pesar que la selección genética de los animales es una práctica común en la producción lechera en países desarrollados. En el Ecuador no se realiza selección genética de los animales ya que no existen datos de fenotipos y genotipos necesarios para realizarlo. Por lo tanto, la eficacia y eficiencia de las producciones es sumamente baja(6).

La mayoría de los productores de la industria lechera no poseen registros variables productivas y económicas que nos permitan tomar decisiones e implantar planes de mejora para la sostenibilidad y rentabilidad de la industria(6). Por lo cual para realizar un programa de mejoramiento genético deben conllevar estratégicamente el manejo de registros con el fin de estimar índices de selección, cuya confiabilidad puede variar según las condiciones del sistema de producción y el ambiente en el que se apliquen.

En fin, se necesita realizar un análisis detallado del índice de selección utilizado el programa de mejoramiento genético de vacas lecheras, con el objetivo de evaluar su impacto en la productividad y salud del ganado en diferentes sistemas de producción. La identificación de limitaciones y oportunidades para mejorar el índice de selección permitirá a los productores mejorar la selección de animales para la reproducción, lo que puede contribuir a aumentar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de la industria lechera.

4. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general:

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

5.2. Objetivos específicos

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

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

Tabla 1. Actividades realizadas en relación a los objetivos.

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Evaluar el desempeño de las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección.	Recolección de datos fenotípicos con herramientas como cinta bovinométrica, termolactodensímetro y balanza electrónica. Uso del programa BLUP para estimar el valor de cría.	Ganancia diaria de peso promedio 472,67 gr/día. Producción de leche promedio 5455,15kg a 305 días de lactancia. Densidad de la leche promedio 1,026 gr/ml.	Base de datos Excel.
Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Identificar las principales fortalezas y debilidades del índice de selección	Análisis de los resultados de los datos obtenidos de las características seleccionadas en la parroquia para estimar EBV.	Fortaleza: EBV. Ganancia diaria de peso valor máximo 198,084 gr/día. EBV. Producción de la leche promedio valor máximo 443.68 kg. Debilidad: EBV. Densidad de la leche valor máximo 1,027 gr/ml.	Base datos Excel.
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Analizar el costo – beneficio del programa de mejoramiento genético en la parroquia	Recopilación de datos sobre los costos de producción que manejan los pequeños productores participantes en el programa.	En promedio el costo de litro de leche es de 0,24 ctv	Base de datos Excel.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

6.1. Generalidades del bovino de leche en el Ecuador

6.1.2. Historia de la producción lechera en el Ecuador

La ganadería en Ecuador tiene sus orígenes desde el siglo XVII, cuando los productores comenzaron a especializarse en la crianza de diversas especies animales para fines de carga y transporte. En esa época, la ganadería era tan rudimentaria como las prácticas agrícolas de la época y la calidad genética del ganado no era una preocupación importante. En 1990, Ecuador importó por primera vez ganado Holstein Friessian de los Estados Unidos, con el objetivo de evaluar su adaptabilidad para la producción lechera en las condiciones ambientales de la sierra ecuatoriana. Los avances más notables en la cría de ganado se produjeron posteriormente en la provincia de Cotopaxi(7).

6.1.3. La producción lechera en el Ecuador.

A escala mundial el tema de Sistemas de Producción Láctea (SPL) ha llamado la atención de diversas organizaciones, entre ellas la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO asocia este problema con la pobreza y se centra principalmente en cómo mejorar la subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo de desarrollo(8).

De la población total de 4,1 millones de bovinos, el 57% se dedica a la ganadería lechera, de la cuales se desarrolla mayor producción en la región interandina. El 43% restante se dedica a la producción de carne, principalmente en las zonas tropicales y subtropicales de la Costa y Amazonía. En cuanto a la producción láctea, la mayor proporción se origina en la región de la Sierra, aportando el 73% de la producción total de leche, seguida por el 19% de la Costa y el 8% de la Amazonía. En las zonas de gran altitud de la Sierra, existen opciones limitadas de siembra, lo que hace que la leche sea el único producto constante para la venta de los agricultores(1).

6.1.4. La producción de leche en la provincia de Cotopaxi.

La provincia de Cotopaxi se posesiona en el tercer lugar con una producción de más de 600000 litros diarios, la primera Pichincha y segunda de Azuay, siendo una de las provincias con mayor producción de leche en el país(9).

6.2. Tipos de ganado Bovino según su conformación física

Si tuviéramos que clasificar al ganado en dos grupos distintos, los clasificaríamos como aquellos ganados para la producción de carne y aquellos ganados para la producción de leche. El ganado vacuno de carne generalmente tiene una forma corporal rectangular con una superficie corporal más grande, lo que permite más espacio para la acumulación de carne. En cambio, el ganado lechero se caracteriza por una forma corporal triangular, musculatura mínima y ubres grandes(10).

6.3. Razas del ganado bovino lechero

6.3.1. Holstein

La raza Holstein es reconocida mundialmente por su excepcional producción de leche, gracias a décadas de crianza selectiva enfocada en lograr altos rendimientos de leche. Esto hace que las Holstein sean productoras de leche altamente eficientes, más adecuadas para climas fríos o templados. La producción de leche en las Holstein está influenciada por varios factores, incluidos el medio ambiente y la nutrición. En sistemas que utilizan dietas basadas en concentrados, las Holstein pueden producir un promedio de 10.000 a 12.000 litros de leche por período de lactancia (305 días). En contraste, cuando se alimentan con dietas basadas en forrajes, la producción de leche generalmente varía de 4.000 a 5.000 litros por lactancia. En regiones tropicales, como América Latina, los niveles de producción pueden variar. A pesar de estas variaciones, las Holstein siguen siendo la raza preferida para la producción lechera especializada y técnica debido a su alto potencial de producción de leche(11).

6.3.2. Jersey

La vaca Jersey se adapta rápidamente a diversos climas de nuestro, permitiendo un mayor número de ganado por hectárea. El peso de la Jersey suele oscilar entre 350 kg y 450 kg, los ganaderos en la actualidad han tendido recientemente a buscar animales de alrededor de 500 kg. La precocidad de la raza permite un apareamiento más temprano, lo que aumenta la rentabilidad económica. Las Jersey también tienen problemas mínimos de parto, a diferencia de otras razas lecheras que requieren una supervisión constante. Su alta fertilidad conduce a intervalos más cortos entre partos, su nobleza y su rusticidad hace que resista en cualquier clima y su mayor longevidad hacen económicamente ventajosas(12).

6.4. Enfermedades más comunes en vacas lecheras

6.4.1. Enfermedades infecciosas

6.4.1.1. Esterilidad de las vacas

La esterilidad en las vacas puede provocar diversos problemas, como la tasa de concepción realizada ya sea por monta natural o la inseminación artificial. Algunas vacas entran en celo, son servidas y aun así no consiguen quedar preñadas, mientras que otras presentan celos irregulares. Una de las principales causas de esterilidad son por enfermedades infecciosas lo que provoca aborto, el causante principal brucelosis, junto con la diarrea viral bovina (DVB) y las deficiencias nutricionales, entre otros factores(13).

6.4.1.2. Mastitis

La mastitis se caracteriza por la inflamación de la glándula mamaria, es la enfermedad más prevalente que afecta al ganado lechero en todo el mundo. Si bien el estrés y el trauma físico pueden contribuir a la inflamación de la glándula mamaria, la causa principal es la infección por bacterias patógenas y otros microorganismos, incluidos hongos y virus. La mastitis tiene el impacto económico más significativo en los hatos lecheros, ya que afecta la salud y el bienestar de las vacas, la producción de leche y la calidad y seguridad de la leche, todo lo cual influye en la rentabilidad de la granja. Los agentes infecciosos responsables de la mastitis incluyen *Streptococcus spp*, *Staphylococcus spp*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Corynebacterium spp*, *Mycobacterium spp* y *Pasteurella spp*. Estos patógenos se encuentran en diversos entornos, como la materia fecal, la cama y la piel(14).

6.4.2. Enfermedades metabólicas

6.4.2.1. Fiebre de leche

La hipocalcemia o fiebre de leche es un trastorno metabólico-nutricional que se caracteriza por una reducción de los niveles de calcio en sangre. Generalmente se presenta de 5 a 6 días después del parto y puede manifestarse en forma clínica o subclínica. Clínicamente, la hipocalcemia puede provocar síntomas como debilidad muscular, temblores y, en casos graves, parálisis. Subclínicamente, puede causar signos sutiles que pueden afectar la producción de leche y la salud general del animal. El manejo adecuado de la dieta de la vaca antes y después del parto, incluida la suplementación con calcio, es crucial para prevenir esta afección y garantizar el bienestar y la productividad(15).

La prevención de la hipocalcemia (bajos niveles de calcio en sangre) en el momento del parto es esencial a la hora de diseñar programas de transición para vacas con el fin de garantizar una

salud posparto óptima, eficiencia reproductiva y producción de leche. Los niveles adecuados de calcio son cruciales para la síntesis de calostro y leche, la función muscular y nerviosa y la respuesta inmunitaria. La hipocalcemia clínica se diagnostica fácilmente, lo que permite a los administradores de las vacas lecheras comprender e implementar los cambios necesarios en la alimentación y el manejo para prevenir casos futuros. Por el contrario, la hipocalcemia subclínica es difícil de diagnosticar y puede contribuir a una alta incidencia de trastornos metabólicos en los rebaños. Afecta potencialmente a más del 50% de las vacas lecheras, no presenta síntomas reconocibles y solo se puede diagnosticar mediante la recolección de muestras de sangre dentro de los primeros uno o dos días posparto y la medición de concentraciones de calcio en sangre por debajo de 8,5 mg/dl. Como todos los trastornos metabólicos, la prevención es vital y las estrategias como el uso de sales aniónicas y otras técnicas de manejo pueden ayudar a prevenir la hipocalcemia(16).

6.4.3. Enfermedades nutricionales

6.4.3.1. Condición corporal y eficiencia reproductiva

Uno de los principales desafíos que afectan actualmente a los parámetros económicos de los hatos lecheros son los índices de eficiencia reproductiva. Estos índices están influenciados por varios factores, siendo la nutrición el más importante. El equilibrio nutricional, en particular la relación energía-proteína, es crucial. Durante más de 25 años, los registros de condición corporal se han utilizado como una herramienta para evaluar y correlacionar con los parámetros reproductivos y productivos. Se consideran el método más simple, rentable y subjetivo para medir de manera cuantitativa estas relaciones(17).

6.5. Adaptación del Ganado Bovino al Medio Ambiente

El medio ambiente desempeña un papel crucial a la hora de determinar qué tipos de animales prosperarán. Los animales que están menos adaptados a su entorno probablemente tengan un rendimiento deficiente y, en última instancia, puedan ser desechados de la población. Este proceso de selección garantiza que solo los animales más adecuados a la zona se reproduzcan(18).

6.6. Sistemas de producción de ganado bovino lechero.

6.6.1. Ganadería extensiva o pastoreo

Este tipo de sistemas se emplea razas que están bien adaptadas a las condiciones ambientales del entorno, No requieren usar muchos insumos externos para el mantenimiento y alimentación. Se emplea con un enfoque de sostenibilidad. En esencia, la ganadería extensiva utiliza amplias

extensiones de tierra, aprovechando todos los recursos que se hayan en el medio, los animales tienen la libertad de pastorear en los pastos sin ninguna restricción(19).

6.6.2. Ganadería familiar o traspatio

Este sistema de producción principalmente depende de fuentes externas de alimentos derivadas de granos o concentrados, junto con subproductos industriales, restringiendo la movilización de los animales ya que no cuentan con una amplia extensión de tierra para el pastoreo por lo cual los productores optan en mantener a sogueo. La movilidad de los animales es muy limitada por ende el animal no estratifica el verdadero potencial productivo tanto en la ganancia diaria de peso y la producción de leche. Una característica notable es la alta dependencia de recursos externos, ya que los alimentos provienen de lugares externos, lo que resulta mayor gasto a los productores(20).

6.7. Alimentación de ganado bovino en sistemas.

6.7.1. Estrictamente Pastoril

En este sistema los animales dependen únicamente del pasto para su alimentación. Por lo general son en predios donde el propietario del pasto carece de interés o no reconoce el potencial de mejora. Estos sistemas pastoriles son muy frágiles ya que dependen principalmente de la explotación indiscriminada de los recursos naturales del suelo, lo que los hace insostenibles. Son transitoriamente viables dependiendo de la disponibilidad de área extensivas para la migración de animales y que permita que las áreas utilizadas permanezcan sin uso durante un período prolongado hasta su recuperación por lo general no sucede lo que resulta en una degradación permanente de la tierra. Estos sistemas se caracterizan por la extracción continua de nutrientes del suelo, lo que provoca erosión y una disminución gradual de la productividad con el tiempo(21).

6.7.2. Pastoril con suplementos

Cuando los bovinos tienen únicamente pasto como opción dietética este debe satisfacer sus necesidades de energía, proteínas, vitaminas y minerales necesarios tanto para el mantenimiento como para la producción. Sin embargo, en situaciones específicas donde se proporcionan suplementos durante el pastoreo, el consumo de forraje puede permanecer igual, aumentar o disminuir, influenciado por factores como la calidad y cantidad del forraje disponible, los atributos del suplemento, la forma en que se administra. se administra y el potencial productivo de los animales(22).

6.7.3. Pastoril con forrajes de corte

Estos sistemas de producción implican complementar los forrajes cortados adicional a la pastura. En ciertos casos el objetivo ha sido mejorar la cantidad e idealmente la calidad de la comida de los animales. Alternativamente el propósito puede ser alimentar a animales confinados temporalmente en un área específica por diversas razones. Por lo general el productor asigna un área específica para cultivar "pastos de corte", los cuales son cortados y transportados al área de alimentación(21).

6.7.4. Pastoril con forrajes almacenados

En este sistema el productor opta por cosechar el forraje total o parcialmente y almacenar de forma de silo, henolaje o heno para su posterior alimentación a su conveniencia a los animales. Funciona con el corte del forraje en la época óptima del año, evitando complicaciones por las fuertes lluvias invernales que dificultan la recolección diaria. Estos sistemas son óptimos cuando existe la necesidad de traer alimentos de lugares externas debido a la imposibilidad de producir una cantidad suficiente de forraje en el lugar o para quienes consideran más conveniente obtenerlo en otro lugar. El pasto se alimenta de forma de heno, ensilaje y/o silo(23).

6.8. Parámetros productivos

6.8.1. Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso sirve como medida que indica el peso parcial o final de los animales diariamente. Lo cual se obtiene dividiendo el crecimiento del animal durante un período específico por el tiempo que tardó en lograrlo. De manera similar, depende de un excedente de calorías, comúnmente conocido como la ingesta de calorías que superan las gastadas o requeridas por el cuerpo. Por lo tanto, un enfoque sinérgico que incluya una dieta equilibrada y ejercicio regular es imperativo para el desarrollo muscular(24).

6.8.2. Densidad de leche

La densidad se describe como el peso de un litro de leche expresado en kilogramos. Se ha determinado que la densidad de la leche cruda a 15°C está dentro del rango de 1030 a 1033 g/ml(25). “La densidad de la leche nos permite determinar si la leche que sale de las fincas se encuentra alterada con agua o con sustancias extrañas”(26).

6.8.3. Volumen de la leche lactancia a 305 días

El volumen de la leche producida por una vaca lechera a los 305 días de lactancia puede variar dependiendo de los factores denominado relación del ambiente y de la herencia los cuales

vendrían a ser la raza, la genética, las prácticas de manejo, la nutrición y la salud. Sin embargo, los productores de leche y los investigadores deben realizar un seguimiento de la producción durante los periodos de lactancia.(27)

En promedio, las vacas lecheras alcanzan su pico de producción de leche entre los 60 y 90 días de lactancia y luego disminuyen gradualmente. A los 305 días, la producción de leche puede haber disminuido desde su punto máximo, pero aún puede ser sustancial. En las razas lecheras de alta producción, como las Holstein, las vacas pueden producir aproximadamente 9.000 kilogramos o más por ciclo de lactancia, que normalmente dura alrededor de 305 días.(28)

6.9. Características reproductivas

La fertilidad es fundamental para mantener un rebaño productivo. Los criterios de selección incluyen intervalos de parto más cortos, tasas de concepción más altas y una edad temprana al primer parto. La selección genómica puede mejorar estas características al identificar marcadores asociados con la fertilidad. Esta característica es particularmente importante para las vaquillas primerizas. Afecta tanto la productividad futura de la vaca como la viabilidad del ternero. La selección para la facilidad de parto implica elegir toros cuya descendencia tenga menos probabilidades de dar lugar a partos difíciles(29)

6.9.1. Características de la producción de la leche.

La selección para un mayor rendimiento de leche es uno de los objetivos principales en la cría de ganado lechero. Implica la selección de animales con una genética superior para producir leche de calidad en grasa y proteína, mayor producción por ciclo de lactancia(30).

6.9.2. Salud y longevidad.

La resistencia a enfermedades como mastitis, cojera y trastornos metabólicos es cada vez más prioritaria. Los marcadores genéticos asociados con la inmunidad y las características de salud ahora se incorporan a los programas de cría(31).

La longevidad es una característica deseable ya que reduce los costos de reemplazo y aumenta la productividad a lo largo de la vida. Las vacas que viven más y siguen siendo productivas son más rentables a largo plazo(32).

Conteo de células somáticas (CCS) es un indicador de una mejor salud de la ubre y una menor incidencia de mastitis. La selección para un CCS bajo es común en los programas de cría para mejorar la salud del rebaño(33).

6.9.3. Rasgos de conformación.

Una conformación adecuada de la ubre está relacionada con una menor incidencia de mastitis y una mejor eficiencia del ordeño. Rasgos como la profundidad de la ubre, la colocación de los pezones y la inserción de la ubre son criterios de selección importantes(34).

Se tienen en cuenta rasgos como el tamaño corporal, la fuerza y la forma lechera (la angularidad y la apertura de las costillas). Una conformación adecuada contribuye a la funcionalidad general y la longevidad de la vaca(35).

6.9.4. Rasgos de adaptabilidad.

Los rasgos de adaptabilidad en el mejoramiento genético bovino se centran en la capacidad del ganado para prosperar en diversas condiciones ambientales, incluido el clima, la nutrición y las prácticas de manejo. A medida que el clima global cambia y los sistemas de producción varían, la selección de rasgos de adaptabilidad se está volviendo cada vez más importante para garantizar la sostenibilidad y la eficiencia de la producción de ganado en todo el mundo(36).

6.10. Factores que intervienen en la producción de la leche

6.10.1. Ambiente

Varios factores climáticos ambientales influyen profundamente en la productividad de la leche y reproductiva en las vacas, ya que los factores climáticos son diferente acorde a la ubicación geográfica del hato. Factores como la temperatura y el entorno general pueden imponer limitaciones a los procesos fisiológicos, ya que los animales deben someterse a mecanismos fisiológicos específicos para la regulación térmica, lo que potencialmente compromete su productividad. En consecuencia, las fluctuaciones de temperatura, radiación solar y horas de luz requieren mecanismos eficientes para adaptar la producción y disipación de calor, manteniendo así temperaturas corporales estables que conduzcan a un rendimiento óptimo(37).

6.10.2. Manejo

Garantizar un buen manejo y el bienestar animal es esencial para preservar la salud y su comportamiento natural del animal. Este enfoque reduce las lesiones, el estrés y la tasa de mortalidad. La relación entre el manejo de los animales y su comportamiento impacta significativamente en su producción y reproducción. La inseminación artificial puede aumentar la productividad del rebaño, pero requiere una atención cuidadosa al alojamiento de las vacas porque un mal manejo y el estrés pueden provocar mayores pérdidas embrionarias y errores en la detección del estro. La gestión lechera eficaz es fundamental en una explotación ganadera,

ya que las vacas estresadas son más susceptibles a las enfermedades y su producción láctea y reproductiva disminuyen, lo que provoca pérdidas económicas a los productores. Por lo tanto, para mejorar la rentabilidad del rebaño, es esencial implementara las buenas prácticas pecuarias(38).

6.10.3. Alimentación y nutrición

La alimentación desempeña un papel crucial en la producción de leche y se estima que la disponibilidad de pastos tenga un impacto positivo. Sin embargo, la relación entre la alimentación del ganado y la productividad es compleja. El manejo nutricional influye significativamente en la producción de leche. Una nutrición óptima no sólo mejora la producción de leche, sino que también respalda la salud y el éxito reproductivo de las vacas lecheras. Adaptar el alimento para satisfacer las necesidades nutricionales individuales en función de factores como el peso, el nivel de producción y la etapa de lactancia es esencial para formular raciones efectivas y equilibrar el forraje y los concentrados. Las condiciones de pastoreo moldean profundamente la curva de lactancia en las vacas lecheras, influenciadas por la calidad del pasto y el momento del parto, lo que resulta en patrones de lactancia variados que son difíciles de predecir(39).

6.10.4. Salud

La salud en el hato leche es muy importancia en donde los veterinarios han enfocado su mayor esfuerzo en mantener libre de patologías a los animales. Esto se ha logrado a través de programas de prevención de enfermedades mediante la vacunación del rebaño y la implementación de medidas para controlar y erradicar enfermedades. No obstante, todavía hay varias afecciones que afectan a las vacas lecheras, provocando dolor e incomodad, Las cojeras y las mastitis son algunas de las más comunes. Erradicando patologías en el hato se optimiza la producción de leche a niveles requeridos(40).

6.10.5. Genética

El factor genético es sumamente importante en el ámbito de la producción de leche, ya que sus progenitores comparte sus genes a sus progenies dándole un valor de cría como valor reproductivo, sin embargo la heredabilidad en sus progenies varían de acuerdo a distintos factores tales como el ambiente o manejo(41).

6.11. Mejoramiento genético.

El mejoramiento genético se originó desde la genética mendeliana descrita por Gregor Johann Mendel denominado padre de la genética. Impulsado por su gran interés en el tema, Mendel llevó a cabo un experimento que consistía el cruce de dos variedades de guisantes generando como resultado un conjunto de datos sustanciales que detalla los patrones consistentes en la transmisión de rasgos distintos en las plantas. Utilizando la información que recopiló, Mendel formuló sus famosas tres leyes mendelianas, que se han empleado en diversos estudios de cruzamiento en varias especies que perduran como principios fundamentales a lo largo de la historia(42).

El mejoramiento genético animal desempeña un papel fundamental en la producción animal moderna, ya que busca abordar las necesidades de promover alimentos de origen animal que satisfagan con las necesidades proteicas en una sociedad cada vez más exigente(43).

El empleo de iniciativas eficientes de selección y reproducción ha facilitado una mejora notable en los niveles de producción en la mayoría de las especies ganaderas, lo que ha permitido que los animales se adapten a diversas prácticas de explotación zootécnica(44).

El inicio de esta disciplina se remonta al siglo XVIII, cuando Robert Bakewell, un visionario agricultor y ganadero innovador, comenzó con programas para mejorar los animales utilizando métodos de selección. Logró resultados notables combinando estratégicamente los mejores ejemplares. Este enfoque resultó exitoso y se mantuvo en uso hasta el siglo XX(43).

A lo largo de los años, los genetistas han logrado avances significativos en el campo de los animales, siendo pioneros en diversos avances en técnicas de mejora genética, que finalmente culminaron en la secuenciación integral del genoma bovino. Esto implica el análisis exhaustivo del ADN bovino(45).

El mejoramiento genético conlleva cambios, y para que estos cambios sean realmente como mejoras, deben generar ventajas positivas tanto para los especialistas que participan en el proceso como para los propietarios de los animales. Además, estos cambios deben generar resultados favorables tanto en el corto como en el largo plazo, asegurando un desarrollo sostenible en el tiempo(43).

6.11.1. Programas de mejoramiento genético

El mejoramiento genético se conoce como un factor clave para promover la sostenibilidad agropecuaria a nivel mundial. Los programas de mejoramiento genético del ganado se centran

en seleccionar o introducir en los hatos a animales que exhiban una mayor productividad en función de sus características genéticas. Por ejemplo, en el ganado vacuno especializado, se pueden elegir animales con un mayor potencial para producir más tejido muscular al destete o un mejor marmoleo. De manera similar, en el ganado lechero, la selección puede centrarse en animales que puedan producir mayores cantidades de leche o proteínas. Estas mejoras no solo conducen a un aumento de los ingresos a través de un mayor volumen y calidad del producto, sino que también permiten una mayor producción con menos animales(46).

6.11.2. Objetivos de mejoramiento genético

El objetivo principal del mejoramiento genético debe estar claramente definido en los programas de mejoramiento genético, particularmente en el ganado lechero. Estos objetivos, que se centran en los rasgos genéticos o enfatizan el mérito total, pueden evolucionar con el tiempo debido a los cambios continuos impulsados por factores económicos, sociales y ambientales que influyen en la producción lechera. Además, los rasgos funcionales como la fertilidad, aplomos y la resistencia a las enfermedades, también son componentes claves de los índices de selección que se buscan mejorar, ya que desempeñan un papel crucial en la mejora del rendimiento económico general de la explotación ganadera(47).

6.12. Parámetros genéticos

6.12.1. Heredabilidad

La heredabilidad se refiere al porcentaje de la variación total entre animales para un rasgo específico que es atribuible a los genes heredados (el resto se debe a factores ambientales). Generalmente, a mayor heredabilidad de un rasgo, mayor es la precisión de la selección y mayor la posibilidad de obtener una mejora genética a través de la selección(48).

Es un factor importante en la determinación de los métodos más efectivos para el mejoramiento genético. Este valor puede oscilar entre 0 y 1, o expresarse en porcentaje del 0 al 100%. Se puede definir los siguientes rangos:

- Valores inferiores a 0,25 indican una baja heredabilidad, lo que implica una posibilidad reducida de mejora genética mediante la selección
- Valores entre 0,25 a 0,50 señala una heredabilidad moderada, sugiriendo una posibilidad intermedia de mejora genética a través de la selección.
- Valores superiores a 0,50 reflejan una alta heredabilidad, lo que indica una alta probabilidad de lograr mejoras genéticas por medio de la selección(49).

6.12.1.1. Heredabilidad para el rendimiento de leche.

Las estimaciones de heredabilidad para el rendimiento de leche generalmente varían entre 0,25 a 0,35, lo que indica una heredabilidad moderada. Esto significa que la selección genética puede mejorar eficazmente el rendimiento de leche, pero los factores ambientales como la nutrición y el manejo también juegan un papel importante(30).

6.12.1.2. Heredabilidad para la composición de la leche.

Los rasgos como el contenido de grasa y proteína tienen una heredabilidad ligeramente mayor, a menudo entre 0,3 y 0,5, lo que los hace más sensibles a la selección(50).

6.12.1.3. Heredabilidad para características reproductivas.

Las características de fertilidad, como la tasa de concepción y el intervalo entre partos, suelen tener una heredabilidad baja (alrededor de 0,05 a 0,15). Esta baja heredabilidad indica que los factores ambientales influyen significativamente en estas características, lo que hace que la mejora genética a través de la selección sea más desafiante(51).

La heredabilidad de la facilidad de parto es generalmente baja a moderada (0,1 a 0,2), y la selección para esta característica se centra tanto en la genética del ternero (para facilitar el parto) como en la madre (por su capacidad para parir)(51).

6.12.1.4. Heredabilidad para salud y longevidad.

Recuento de células somáticas (RCS), un indicador de resistencia a la mastitis, tiene una heredabilidad moderada (0,1 a 0,2). La selección para un RCS bajo puede mejorar la salud de la ubre con el tiempo(52).

La heredabilidad de la longevidad es baja, generalmente alrededor de 0,05 a 0,15, lo que refleja la influencia significativa de los factores ambientales y de manejo(52).

6.12.1.5. Heredabilidad para rasgos de conformación

Rasgos como la profundidad de la ubre y la ubicación de los pezones tienen una heredabilidad moderada a alta (0,2 a 0,5), lo que los hace sensibles a la selección(53).

Los rasgos relacionados con el tamaño y la estructura corporal también muestran una heredabilidad moderada, típicamente entre 0,2 y 0,4(53).

6.12.2. Selección genómica

La selección genómica es un método que permite elegir a mejores animales usando información detallada de su genoma, dejando de lado su linaje o antecedentes familiares. Esta técnica

innovadora brinda a genetistas y ganaderos la capacidad de identificar desde etapas tempranas del animal las características deseables, lo que contribuye a mejorar genéticamente la población. Mediante el análisis de marcadores moleculares específicos, se puede prever con mayor exactitud la calidad y el desempeño futuro de los animales. Esta práctica se ha vuelto esencial en los programas de mejoramiento genético, ya que mejora la selección y acelera el proceso genético, brindando una opción más eficiente y precisa que los métodos tradicionales basados en el pedigrí(54).

6.12.3. Criterios de selección

Los criterios de selección son todos los rasgos productivos medidos para calcular los Valores Genéticos Estimados (EBVs), que se combinan en un índice de selección o de mérito total. Este índice se utiliza para identificar los mejores animales dentro de un sistema de producción. Al considerar múltiples rasgos o variables productivas simultáneamente, el índice de selección permite el máximo progreso genético dentro de un marco temporal específico. Cada variable se incorpora al índice en función de su importancia económica y de los requisitos específicos de la industria o mercado donde operan los sistemas de producción(47).

Se realizan mediciones de los animales candidatos y sus progenies, se determina de acuerdo al coeficiente indexado. Esto se hace para optimizar la correlación entre el índice de selección y el objetivo reproductivo. Se pone énfasis en las características del objetivo reproductivo, que pueden variar de los utilizados para construir el índice de selección(26).

6.12.4. Respuesta a la selección

La respuesta a la selección busca optimizar la tasa de cambio genético, permitiendo identificar y seleccionar a los animales con los mejores valores genéticos para que sean utilizados como progenitores. Este concepto se basa en la diferencia entre el valor fenotípico promedio de los animales seleccionados como padres y la media de las generaciones anteriores antes de la selección. En otras palabras, la respuesta a la selección se determina por la diferencia entre los valores fenotípicos promedio de los descendientes seleccionados y la media de la progenie antes de ser seleccionada(55).

6.12.5. Interacción genotipo ambiente

El ganado bovino lechero expresa distintos niveles de eficiencia potencial genética dependiendo de la región de su desarrollo, este efecto conocido como interacción genotipo \times ambiente (IGA). Esta interacción puede influir en la eficacia de los programas de mejoramiento genético y debe

tenerse en cuenta al importar recursos genéticos de otros países o incluso de diferentes regiones dentro de un mismo país(56).

6.13. Índices de selección

Es una herramienta que condensa el mérito genético de un reproductor en un solo valor económico. Este valor refleja el impacto financiero que tendrá en el sistema el uso de un reproductor específico, ya que cada Valor Esperado de Progenie (EPD) se pondera según un coeficiente económico. Por ello, los índices de selección son la herramienta más eficaz para maximizar el retorno económico(57).

6.13.1. Valor genético

Valores genéticos o evaluación genética, permite identificar los animales más adecuados para criar la próxima generación. Este proceso utiliza el Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP) para garantizar que la selección se base en las estimaciones más precisas e imparciales(58).

6.13.2. Valor fenotípico

Conocido también como “mérito individual o performance” de un individuo en relación con una característica específica se refiere al valor observado al medir dicha característica en ese individuo. Este valor indica el desempeño del individuo en comparación con una población o con los medios de esa población. Todas las observaciones, incluidas medias, variaciones o covarianzas, deben basarse claramente en mediciones de los valores fenotípicos(59).

6.13.3. Valor genotípico

El valor genotípico es la constitución genética que posee un individuo, es decir, es la suma del efecto de sus genes sobre un rasgo o característica específica. Es el componente genético que contribuye al fenotipo, que es la expresión observable del rasgo(59).

El valor genotípico puede descomponerse en diferentes componentes:

$$G = A \pm D \pm I$$

A = Valor Aditivo, Reproductivo, de Cría o Mejorante.

D = Desviación por Dominancia.

I = Desviación por Interacción(59).

6.13.4. Valor económico

El valor económico del mejoramiento genético bovino refleja la diferencia prevista en el rendimiento y la rentabilidad de la descendencia de un animal en comparación con un grupo de referencia. Este valor considera factores como la producción de leche, la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimentaria a lo largo de la vida reproductiva de las progenies. Es esencial para guiar las decisiones de selección genética, ya que ayuda a identificar animales cuyas hijas será más rentable. Este análisis respalda el desarrollo de estrategias de mejoramiento que maximicen el retorno de la inversión y se centren en los rasgos que brindan los beneficios financieros a largo plazo más significativos(60).

6.14. Costos de producción

Los productores se basan en los costos de producción para evaluar el valor monetario de los recursos y servicios utilizados durante el proceso de producción de la leche. Esta información es esencial para comprender la rentabilidad del negocio e identificar posibles ganancias o pérdidas. Sirve como base fundamental para planificar, controlar y tomar decisiones oportunas.

7. VALIDACIÓN DE HIPOTESIS

Hipótesis nula

El análisis sobre los criterios de selección en el programa de mejoramiento genético de los barrios Santo Domingo, Tejar, Calvario y Mulinlivi no se utiliza para estimar el índice del mérito total y seleccionar a los mejores ejemplares.

Hipótesis alternativa

El análisis sobre los criterios de selección en el programa de mejoramiento genético de los barrios Santo Domingo, Tejar, Calvario y Mulinlivi si se utiliza para estimar el índice del mérito total y seleccionar a los mejores ejemplares.

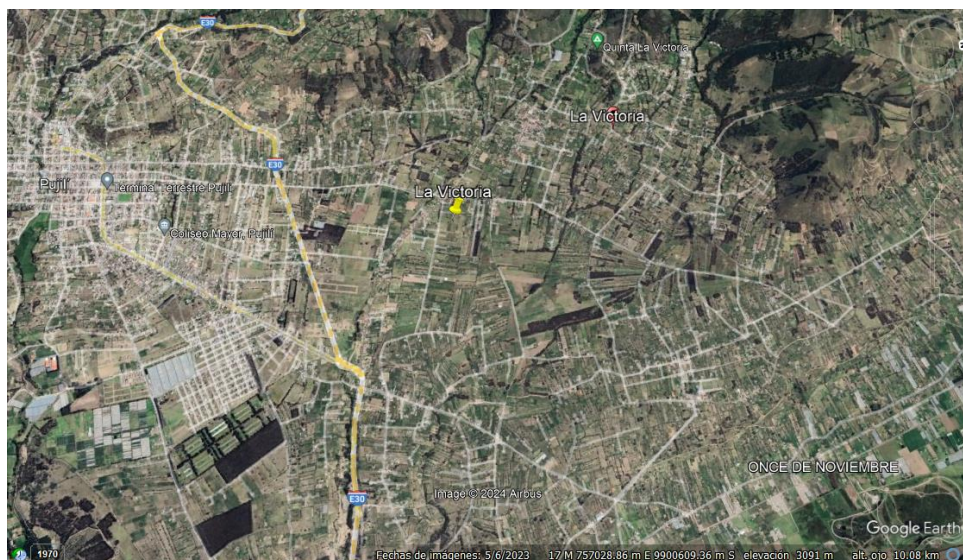
De acuerdo a los resultados obtenidos se valida la hipótesis alternativa, ya que si hubo respuesta a la selección, obteniendo resultados en la ganancia diaria de peso a la vaca con su nombre Martina con su valor de cría de 734,98gr/día, se seleccionó a la mejor vaca en producción de leche con un valor cría de 7166,96kg con su nombre Colombiana, en la densidad de leche se seleccionó a la vaca con su nombre Blanquita con valor de cría de 1,027 gr/ml.

8. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

9.1. Área de investigación

Esta investigación se realizó en La parroquia La Victoria en los barrios Santo Domingo, Calvario, El Tejar, Mulinlivi Norte, Mulinlivi Oriente y San Pedro, Situada a 6 kilómetros de Quizacumbe, punto de referencia de la carretera Latacunga-Pujilí, en la región centro-occidental de la provincia de Cotopaxi, su elevación oscila entre los 2900 y los 3300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con la parroquia Poaló del cantón Latacunga, al sur y oeste con la parroquia Matriz del cantón Pujilí, y al este con la parroquia 11 de Noviembre del cantón Latacunga. Con una superficie territorial de 21,6 km², constituye el 1,68% del área total del cantón Pujilí. Con un clima templado con temperaturas promedio que oscilan entre 7 y 15 grados centígrados(61).

Ilustración 1. Ubicación geográfica



Fuente: Google Earth

9.2. Población del estudio

Este estudio se realizó en los pequeños productores de la industria láctea de la parroquia La Victoria. Los datos se tomaron de los 6 barrios con 14 participantes sumándose al proyecto con un total de 31 animales de los cuales 30 hembras (Vacas, vaconas y terneras) y 1 macho(torete). La visita se llevó a cabo a cada uno de los propietarios en sus predios. Los resultados de esta investigación serán valiosos para las personas que participan activamente y contribuyen a los esfuerzos de recopilación de datos relacionados con su ganado.

9.3. Tipo de estudio

Este proyecto es de carácter investigativo descriptivo con el objetivo principal de la recopilación de datos. Se emplearon toma de datos mediante entrevistas a los productores para recopilar información sobre aspectos cualitativos y cuantitativos, el peso diario, la producción de leche, la densidad de la leche. Después de la recopilación de datos, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva y los hallazgos se presentaron sucintamente de manera descriptiva mediante tablas y gráficos.

9.4. Método de investigación

La investigación se realizó empleando una metodología de investigación descriptiva, donde se observaron sistemáticamente atributos específicos de la población bovina en relación con el cuidado de los bovinos. El estudio consiste en recopilar datos mediante un registro meticuloso para obtener información sobre las características productivas y reproductivas de los animales.

9.5. Procedimiento a realizar el estudio.

La presente investigación se realizó en la parroquia La Victoria del cantón Pujilí de la provincia de Cotopaxi. Esta investigación tuvo una duración de 5 meses, desde octubre de 2022 hasta marzo de 2023. Durante este período, se inició con la recopilación de datos de los animales y las visitas se realizaron entre 2 a 3 veces a la semana. El estudio abarcó el registro de datos de producción, reproducción y la salud, con el seguimiento mensual del control de enfermedades, ganancia diaria de peso, densidad de la leche, producción de la leche y evaluaciones de costos de producción.

9.5.1. Desparasitación y Vitaminización

Después de realizar la visita a cada uno de los productores en sus predios se realizó la desparasitación correspondiente a los animales, utilizando la dosis del fármaco (Febendazol) conocido por su nombre comercial (Fenacur), se destaca que se desparasitó a todos los animales excepto a las vacas que estuvieron en la etapa de gestación. Después de una semana de desparasitación se procedió a aplicar la vitaminas tanto liposolubles e hidrosolubles.

9.5.2. Alimentación

La alimentación de los animales está principalmente determinada por la gestión y las decisiones que cada propietario toma, lo cual depende en gran medida el espacio disponible para mantener a los animales. Generalmente, la dieta de estos animales consiste principalmente en alimentos balanceado y forrajes, incluso como componente adicional utilizan cabuya, cascara de papa y

plátanos verdes. Además, para mejorar el estado nutricional añaden suplementos como sales minerales y melaza.

9.5.3. Sistemas de producción

Cada categoría de producción, considerando factores como el volumen diario de leche, las necesidades nutricionales, el estado de salud, la edad, el intervalo entre partos, la ganancia de peso diario y la mortalidad, sirve como indicador del tipo de sistema de producción específico que está manejando. La descripción del sistema de producción incorpora los parámetros productivos, reproductivos y económicos de los animales, relativos a las características fenotípicas reportadas por los productores a la base de datos.

9.6. Factores de estudio.

Los factores de estudio a considerar para la investigación fueron los siguientes: la producción de leche 305 días, calidad de la leche y ganancia diaria de peso.

9.6.1. Producción de leche

Para determinar la producción de leche, resultó esencial el uso de una balanza. Se tuvo en cuenta la frecuencia de ordeño de los productores, diferenciando entre aquellos que ordeñaban una o dos veces al día. En los casos de dos ordeños diarios, se registró el peso de la leche en ambas ocasiones y se sumaron para obtener el total diario. Estas mediciones se realizaron en todos los predios participantes en el proyecto. Esto permitió calcular el promedio diario de producción de leche por animal.

9.6.2. California Mastitis Test (CMT)

Durante el proyecto de investigación, se llevó a cabo la prueba de mastitis en 9 vacas productoras de leche, utilizando el reactivo conocido como California Mastitis Test (CMT). Este proceso es crucial para examinar el estado fisiológico de cada uno de los cuatro pezones de la vaca, dado que la mastitis puede tener un impacto negativo en la producción de leche. Consiste en la recolección de una pequeña muestra de leche que se coloca en una paleta con cuatro pocillos, seguido inmediatamente del reactivo CMT, en una proporción equitativa de leche 50% y reactivo 50%. Se realiza movimientos circulares durante 2 o 3 minutos, se pueden detectar resultados que revelan la presencia o ausencia de mastitis. Las pruebas fueron realizadas en tres ocasiones distintas, aproximadamente cada 30 días, a lo largo del período de estudio, con el fin de supervisar la frecuencia de esta enfermedad. Esta estrategia no solo permite la detección temprana de la mastitis, sino que también facilita la implementación de

medidas preventivas para asegurar la salud del ganado y mantener la calidad de la producción lechera en la zona.

9.6.3. Ganancia diaria de peso

Para calcular la ganancia diaria de peso (GDP) de los animales, se empleó una cinta bovino métrica, que permite obtener medidas tanto en centímetros como en kilogramos. Esta cinta se coloca alrededor del tórax de cada animal para registrar su peso. Este procedimiento se realizó una vez al mes durante tres meses para determinar la ganancia diaria de peso. Se utilizó una fórmula específica para calcular la ganancia de peso, la cual se detalla a continuación:

$$\text{GDP} = (\text{Peso final} - \text{peso inicial}) / \text{Número de días}$$

Para obtener los datos correspondientes, comenzamos calculando los días transcurridos entre cada medición de peso y transformamos de kilogramos a gramo, para aquel utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{GDP1} = ((\text{Peso2} - \text{Peso1}) / \text{Número de días entre peso}) * 1000 \text{ gramos}$$

$$\text{GDP2} = ((\text{Peso3} - \text{peso2}) / \text{Número de días entre peso}) * 1000 \text{ gramos}$$

Por último, procedemos a calcular el promedio de ganancia diaria de peso de los tres meses.

$$\text{Promedio (GDP)} = (\text{GDP1} + \text{GDP2}) / 2$$

9.6.4. Densidad de la leche

Para determinar la densidad de la leche se utilizó un lactodensímetro, evaluando tanto su densidad como su temperatura. Para ello, se colocó la leche sin espuma en una probeta plástica de 1000ml y se realizaron las mediciones correspondientes. El valor de la densidad se estimó comparando con una tabla de corrección que indica la relación entre la temperatura de la leche en grados centígrados y la densidad registrada. El muestreo se realizó en tres ocasiones diferentes a lo largo del período de investigación. La recopilación de datos se llevó a cabo en varios predios participantes en el proyecto de mejoramiento genético, con el objetivo de evaluar la calidad de la leche producida por los animales en producción.

9.6.5. Criterios de selección

La determinación de los criterios de selección en la parroquia La Victoria se llevó a cabo mediante un análisis exhaustivo de los costos de producción y el sistema de producción que se maneja, evaluando parámetros claves para asegurar el éxito económico y productivo. Se

destacaron aspectos como la ganancia diaria de peso, la producción de leche en un período de 305 días, que ofrece una visión integral del rendimiento lechero anual, la densidad de la leche como un indicador de calidad, debido a su relación directa con el valor nutricional y comercial. El objetivo de integrar estos parámetros en el proceso de selección es optimizar la producción y la eficiencia económica, así como mejorar la calidad del producto final. Este enfoque permite a los productores ajustar sus prácticas de manejo y selección genética, alineándose con las necesidades del mercado para maximizar los beneficios económicos. Un análisis detallado de estos criterios asegura que las decisiones se basen en datos precisos y relevantes, promoviendo un desarrollo sostenible y competitivo del sector productivo.

9.6.6. Costos de producción

Se recolectó datos de 14 productores dedicados a la industria lechera. En este proceso, se registraron detalles como la cantidad de litros de leche producidos mensualmente, los gastos incurridos en la alimentación y salud animal, también incluyen otros gastos tales como mantenimiento de los pastos, los ingresos generados por la venta de terneros y el precio de venta de la leche. Esta información fue fundamental para calcular los costos y beneficios económicos de cada productor, proporcionando una visión clara del rendimiento financiero de sus operaciones. Además, el análisis de estos datos permite identificar oportunidades para optimizar la producción y mejorar la rentabilidad, ayudando a los productores a tomar mejores decisiones sobre sus prácticas ganaderas y estrategias comerciales. Este enfoque detallado no solo evalúa el estado actual de la producción lechera, sino que también sugiere posibles mejoras para el crecimiento sostenible de la industria.

9.7. Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico empleando el método BLUP para asociar los datos recolectados con la genética de los animales, utilizando el modelo animal que incorpora la variabilidad genética y ambiental para calcular el valor genético individual. Para llevar a cabo este análisis, se empleó software BLUP especializado en el manejo de datos de producción de leche, registrando los números de identificación de cada animal, las observaciones de litros de leche producidos, y la heredabilidad del rasgo. Los resultados del análisis permitieron obtener estimaciones numéricas del valor genético de cada animal para la producción de leche, reflejando así la contribución genética de cada uno. Este procedimiento también facilita la obtención de estimaciones precisas de los valores genéticos, considerando tanto la ganancia diaria de peso como la producción de leche, lo que posibilita una toma de decisiones más

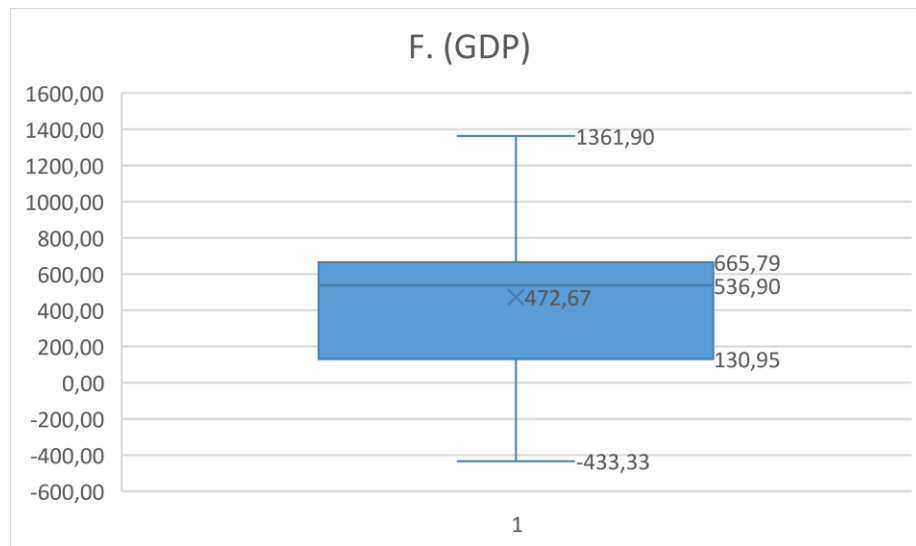
informada en el proceso de selección para el programa de mejoramiento genético de bovinos de leche en la parroquia La Victoria.

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso se calculó a 31 animales, 30 hembras entre (Vacas, vaconas, terneras y vientres) y 1 macho (torete), sin considerar la raza, que pertenecen a 14 propietarios de los barrios (Santo Domingo, Calvario, Tejar, Mulinlivi y San Pedro) pertenecientes a la parroquia La Victoria.

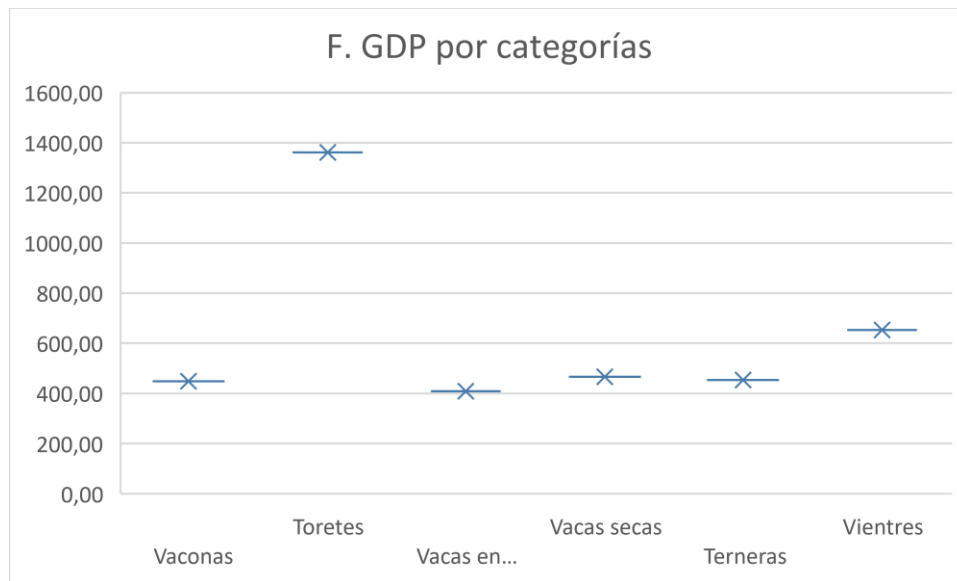
Gráfico 1. F. (GDP) Fenotipo. Ganancia diaria de peso.



Fuente: Datos obtenidos a partir de datos de leche de la parroquia La Victoria.

Según el análisis realizado, la población total presentó una ganancia diaria de peso promedio de 472,67 gr/día. De acuerdo a los datos obtenidos, la mayor ganancia diaria registrada fue de 1361,90 gr/día, mientras que la menor fue de -433,33 gr/día, con una media de la población total de 536,90 gr/día.

Gráfico 2.F. (GDP) Fenotipo. Ganancia diaria de peso por categorías

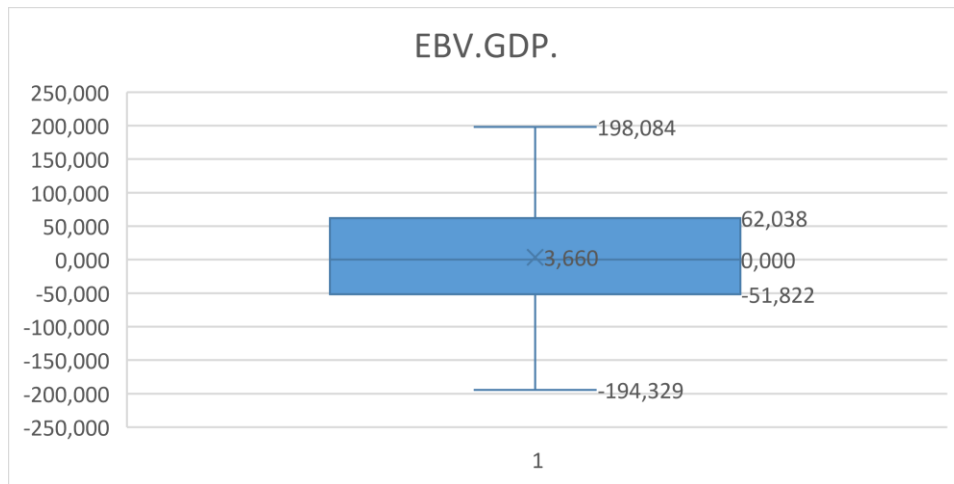


Fuente: Datos obtenidos a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

Según el (Gráfico 2) las categorías de los animales, las vacas en producción presentan un promedio de 409,35 gr/día, las vaconas un promedio de 448,70 gr/día, vacas secas un promedio de 466,39, terneras un promedio de 453,11 gr/día, vientres un promedio de 652,38 gr/día, torete un promedio de 1361,90 gr/día teniendo como resultado un mayor número de animales bajo la media según el (Gráfico 1). En comparación con las otras parroquias la ganancia diaria de peso en esta investigación supera a la parroquia Belisario Quevedo investigación realizada por Karla Morales que es de 164.32 gr/día(62) y también supera a la investigación realizada anteriormente por Jenifer Cuyo y Marcia Tipán en la misma parroquia que es de 223,68 gr/día(63). Según estudios realizados en Colombia entre animales *Bos Taurus* y *Bos Indicus* el promedio de la ganancia diaria de peso es de 1150gr/día(64). Los resultados dependen de diversos factores, tales como, la raza, ambiente, la alimentación y el valor genético de cada animal. También se toma constancia a las enfermedades que son uno de los factores más negativos que ponen en riesgo la pérdida de peso de los animales.

10.1.1. Valor genético

Gráfico 3. EBV. GDP (Estimated Breeding Value o valor de cría en ganancia diaria de peso.)



Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

El índice de heredabilidad utilizado para este rasgo en el modelo animal (BLUP) es de 0,35, el mismo valor utilizado en la investigaciones anteriores (65). Según los resultados obtenidos el valor de cría promedio para la parroquia La victoria es de 3,66 gr/día, también se pudo determinar al mejor animal con un valor de cría de 198,08gr/día con una precisión o accuracy de 44%, también se determinó al animal con menor valor de cría de -194,33 gr/día con un accuracy de 51 %.

Gráfico 4.EBV. GDP (Estimated Breeding Value o valor de cría en ganancia diaria de peso por categorías.)



Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

De acuerdo al (Gráfico 4) las categorías de EBV son, las vaconas presentan un promedio 5,97 gr/día, vacas secas un promedio de 16,41 gr/día, terneras un promedio de -1,17 gr/día, vientres un promedio de 15,04 gr/día, torete un promedio de 146,08 gr/día, vacas en producción presentan un promedio de 0,94 gr/días, según los análisis, la categoría con mayor valor de cría es el torete ya que posee una buena conversión alimenticia, llegando a obtener un mayor ganancia diaria de peso fenotípicamente. Después de todos los análisis realizados se tiende a denominar, si es que se selecciona para reproductor al animal con menor valor de cría, tendría un fracaso en la mejora genética.

10.1.2. Respuesta a la selección

Se refiere a la accesibilidad de identificar a los mejores animales como reproductores para la siguiente generación. Es importante señalar que es poco probable encontrar animales con potencial genético perfecto porque solo se estima. Para estimar esos valores se utiliza el valor genético (EBV) más la media del fenotipo de la población.

Tabla 2. Respuesta a la selección de Ganancia Diaria de Peso

RS GDP		
ID Animal	RS	Precisión
Martina	734,98gr/día	44%
Carlos	659,85gr/día	31%
Cachuda Jr	652,81gr/día	51%
Negra	642,44gr/día	51%
Julia	627,11gr/día	52%
Cachuda	597,59gr/día	51%

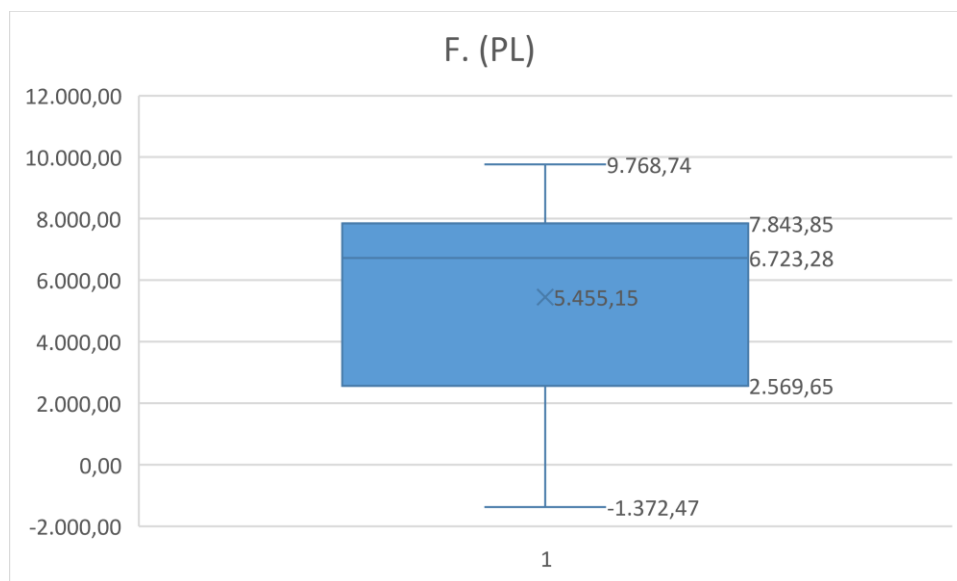
Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

Con respecto a la respuesta a la selección, se seleccionó a 6 animales con mayor valor de cría (EBV) de ganancia diaria de peso, Martina es una vaca del barrio San Pedro, pertenece a la propietaria María Orbea y es destacada como la mejor vaca de la parroquia con respecto a su valor de cría con 734,98 gr/día con una precisión de 44%. Carlos es un torete del barrio Mulinlivi Norte, su propietaria es Miriam Chiluisa, es también seleccionado como mejor animal

con su valor de cría 659,85gr/día con una precisión de 31%, este animal se puede utilizar como padre reproductor ya que posee un valor de cría aceptable según los análisis del (BLUP). Cachuda Jr es una vaca del barrio San Pedro, su propietaria es la señora Magdalena Mena, posee un valor de cría de 652,81gr/día y una precisión de 51 %, Negra es una vaca del barrio San Pedro, su propietaria es la señora Magdalena Mena, tiene un valor de cría de 642,44gr/día con una precisión de 51%. Julia es una vaca, su dueña es la misma señora Magdalena Mena, posee un valor de cría de 627,11gr/día y su precisión es de 52%. Cachuda es una vaca también de la señora Magdalena Mena posee un valor de cría 597,59gr/día gr y su precisión es de 51%. En promedio el valor de cría para este rasgo es de 634,05gr/día lo cual es muy aceptable. El propósito de la selección es a llegar a obtener a los animales que ganes 700 y/o 800 gramos al día(66), según los análisis, con el animal con un alto valor de cría 734,98gr, se estima que en 1 a 2 generación se llegará obtener el objetivo deseado para este rasgo.

10.2. Producción de leche

Gráfico 5. (F.PL) Fenotipo. Producción de leche.



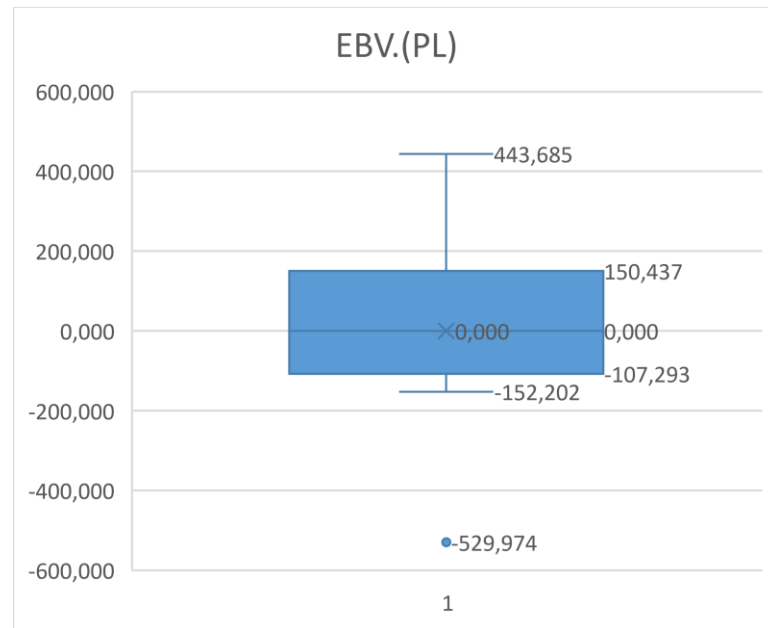
Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

Se analizó la producción de leche (PL) únicamente a los animales en producción que comprende de 9 hembras. Se utilizó una predicción de producción de leche a 305 días, obteniendo un promedio de 5.455,15 kg con una media de 6.723,28 kg y la producción más alta es de 9.768,74 kg y la producción más baja es de -1.372,47, según el gráfico (Gráfico 3) la mayoría de animales están bajo la media de producción de leche, esto nos da a complementar que aún hay factores que hacen que mantenga la producción baja en la zona. De acuerdo a la media de producción

actual en comparación con la investigación anterior realizada también en la parroquia La Victoria, obteniendo así 2165,569 kg de producción de leche a 305 días(63) se complementa que la producción a mejorado ya que en la temporada dura la investigación estuvo en invierno por tal razón supero la producción con respecto a la investigación anterior.

10.2.1 Valor genético

Gráfico 6. (EBV) *Estimated Breeding Value* o valor de cría en producción de leche.



Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

El índice de heredabilidad utilizada para este rasgo con estimación a 305 días de producción de leche fue de 0,26 valor utilizada también en las investigaciones anteriores (67). Utilizando el método BLUP para este análisis, el valor genético estimado (EBV) para la producción en la parroquia se llegó a obtener un valor de cría máximo de 443,68 kg con una confiabilidad de 44% y un mínimo de -529,97kg con una confiabilidad de 44%. Es fundamental reconocer que el nivel óptimo de EBV para la producción de leche depende del sistema de producción y del entorno en el que se crían las vacas. Un nivel elevado de EBV en la producción leche puede ser ventajoso cuando se proporciona a las vacas una buena nutrición o cuando los terneros se venden como animales mejores destetados. Sin embargo, determinados entornos pueden no ser propicios para mantener un nivel elevado de EBV(68).

10.2.2 Respuesta a la selección

Tabla 3. Respuesta a la Selección de producción de leche.

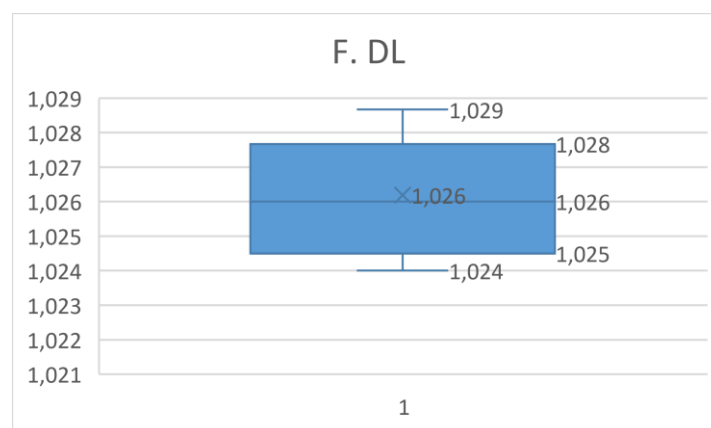
RS. (PL)		
ID. Vacas	EBV (PL)	Precisión
Colombiana	7166,96kg	44%
Cachuda	6961,77kg	44%
Martina	6785,66kg	36%
Marqueza	6723,28kg	0%
Colorada	6723,28kg	0%
Milagros	6723,28kg	0%
Negra	6660,90kg	36%
Blanquita	6571,08kg	44%
Julia	6193,31kg	44%

Fuente: Datos obtenidos a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

Con respecto a la respuesta a la selección se seleccionó a 3 animales con mayor valor de cría (EBV). Colombiana es una vaca del barrio San Pedro, su dueña es la señora Magdalena Mena, posee un valor de cría de 7166,96kg con una precisión de 44%. Cachuda es una vaca de la misma señora Magdalena Mena, posee un valor de cría de 6961,77 kg con una precisión 44%. Martina es una vaca del barrio San Pedro, su dueña es la señora María Orbe posee su valor de cría de 6785,66kg con una precisión de 36%

10.3. Densidad de la leche – calidad

Gráfico 7. Fenotipo. Densidad de la leche.



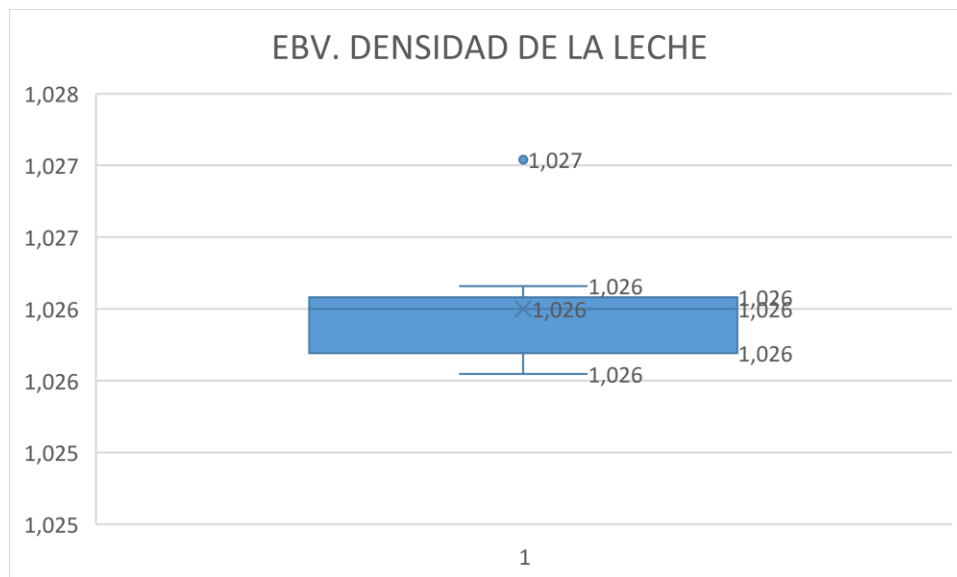
Fuente: Datos obtenidos a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

Los datos obtenidos de las 9 vacas indicaron un rango de valores de densidad de leche, con un máximo de 1,029 gr/ml, un promedio de 1,026 gr/ml y un mínimo de 1,024 gr/ml. Según los estudios realizados en las investigaciones anteriores en la misma parroquia se obtuvieron una densidad promedio de 1,017 gr/ml(63). En comparación con a la actual investigación se concreta que la densidad ha mejorado ya que las personas del proyecto tenían un énfasis sobre la correcta alimentación con pastos de buena calidad a los animales.

La densidad de la leche de las vacas de la parroquia La Victoria varía desde niveles muy bajos hasta óptimos, siendo pocos los animales que alcanzan esta densidad óptima. De acuerdo al “INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN” los estándares de calidad de densidad requeridos, según NTE INE 11, varían desde un mínimo de 1.028 a 1.029 gr/ml hasta un máximo de 1.032 a 1.033 g/ml, que puede variar dependiendo de la temperatura, ya sea 15°C o 20°C entre sí (69). En la parroquia la densidad promedio de la leche actualmente no alcanza a los estándares de calidad requeridos actualmente y se estima que con el valor máximo de la densidad que es de 1,029gr/ml se estima que la mayoría de las vacas mejoren a futuro, debido al valor genético de ciertas vacas.

10.3.1 Valor genético

Gráfico 8. (EBV) *Estimated Breeding Value* o valor de cría en densidad de la leche.



Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

El rango de heredabilidad para este rasgo fue de 0,32, valor utilizado también en las investigaciones anteriores (70). Según los datos del sistema BLUP (Tabla 6), el valor de cría

más alto es 1,027gr/ml, el valor más bajo 1,026 gr/ml, también se destaca un promedio de valor de cría para este rasgo es 1,026 gr/ml, la fiabilidad para estos datos oscila entre el 40% y el 49%, lo que indica una certeza limitada de que se transmita todo el valor genético a la descendencia. Sin embargo, existe potencial para aumentar la densidad de leche en producciones futuras.

10.3.2 Respuesta a la selección

Tabla 4. Respuesta a la selección a la densidad de la leche.

RS. DENSIDAD DE LA LECHE		
ID. VACA	EBV	Accuracy
Blanquita	1,027	49%
Martina	1,026	40%
Marqueza	1,026	0%
Colorada	1,026	0%
Milagros	1,026	0%
Colombiana	1,026	49%
Negra	1,026	40%
Julia	1,026	49%
Cachuda	1,026	49%

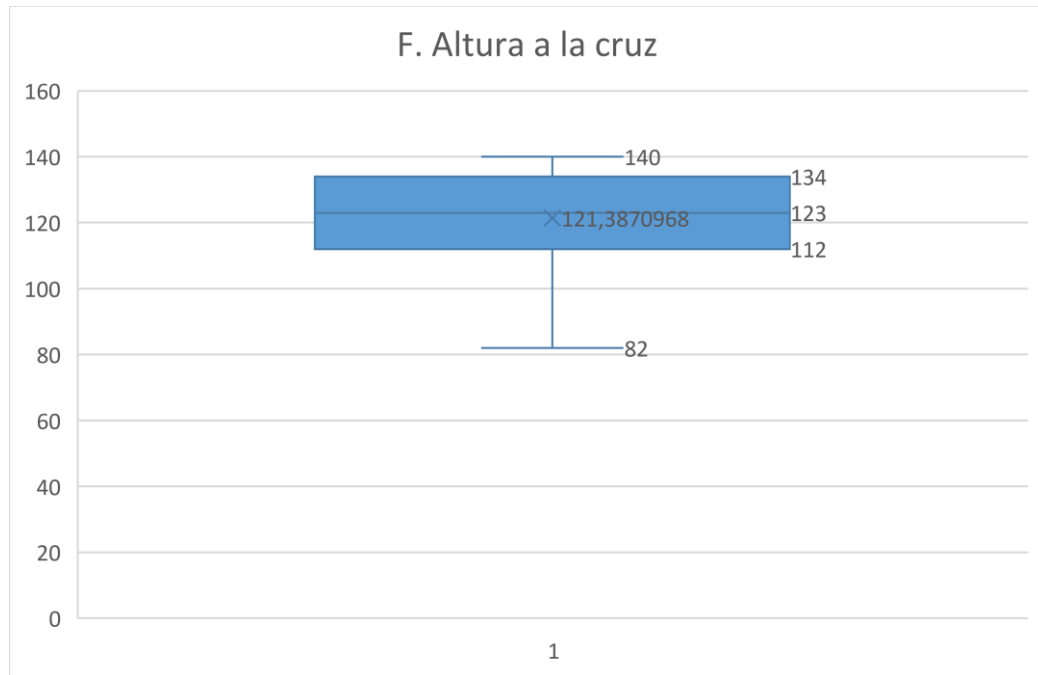
Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

En cuanto a la calidad de la leche, se seleccionó a la mejor vaca de nombre Blanquita del barrio San Pedro, su dueña es la señora Magdalena Mena, debido a que posee un fenotipo de densidad de 1,029 gr/ml, y el EBV es de 1,027 gr/ml, su precisión es de 49%. Esta densidad favorable se atribuye a una dieta rica en proteína de alta calidad. Considerando que la calidad de la leche promedio de la parroquia es de 1,026 gr/ml, la meta de mejoramiento genético en cuanto a densidad de la leche se estima lograrse en la primera generación.

10.4. Altura a la cruz

Para determinar la altura a la cruz, se tomó datos fenotípicos una sola vez en todo el periodo del proyecto, en los cuales aportaron 31 animales, 30 hembras entre vacas en producción, vacas secas, terneras, vientres y vaconas, 1 macho torete.

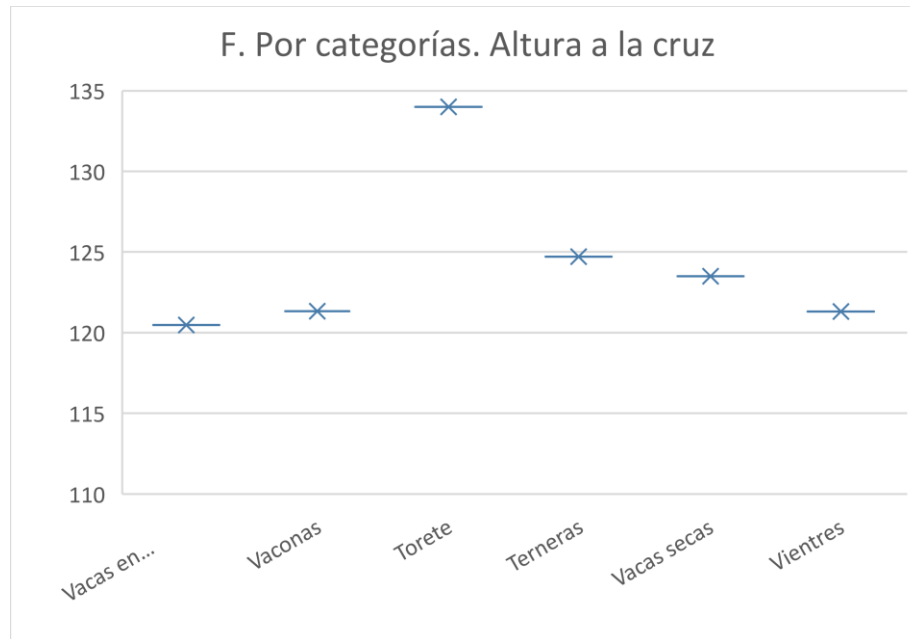
Gráfico 9. F(Fenotipo) Altura a la cruz



Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

Según el (Gráfico 9) se determina que, para este rasgo de toda la población, el valor promedio es de 121 cm a la cruz, el valor máximo es de 140 cm y el valor mínimo es de 82 cm y una media de 123 cm. Según CONtextogadero, determina que los animales en la producción lechera en promedio mide 140 cm, altura a la cruz(71). En comparación con esta investigación realizada se estima que la altura en esta zona es apropiada ya que en sí el proyecto tiene como objetivo a seleccionar a animales con menos altura y tamaño para reducir costo en la alimentación.

Gráfico 10.F(Fenotipo) por categorías. Altura a la cruz

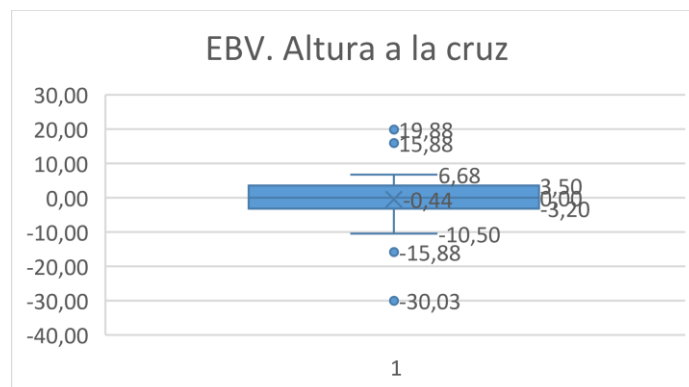


Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

De acuerdo al (Gráfico 10) los fenotipos de la altura a la cruz presentan un promedio en vacas en producción un valor de 120 cm, vaconas un promedio 121 cm, vacas secas un promedio de 124 cm, terneras un promedio de 125 cm, vientres un promedio de 121 cm, torete un promedio de 134 cm. Se determina que el animal con mayor altura es un torete.

10.4.1. Valor genético

Gráfico 11.(EBV)Estimated Breeding Value o valor de cría de altura a la cruz

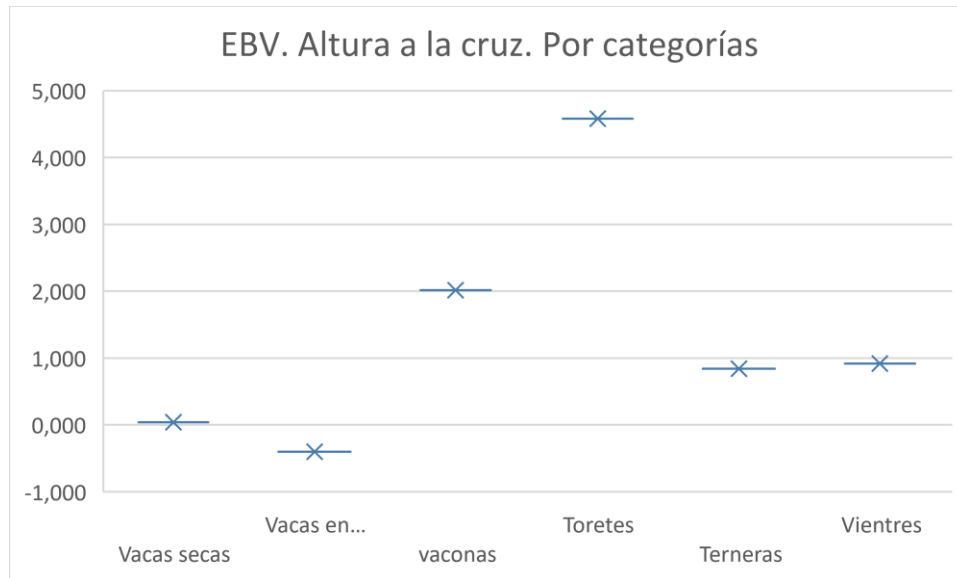


Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

En el (Gráfico 11) se observa el análisis BLUP del EBV de altura a la cruz de los animales muestreados durante la investigación. Utilizando una estimación de heredabilidad de 0,4, se

calcula que el EBV promedio es de 0,44 cm. En el gráfico también se observa un valor máximo de 19,88 cm con una precisión de 50% y un valor mínimo de -30,03 cm, con una fiabilidad de estas estimaciones del 45 %.

Gráfico 12. (EBV) *Estimated Breeding Value* o valor de cría altura a la cruz por categorías



Fuente: Datos obtenidos a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

De acuerdo al (Gráfico 12) las categorías de EBV son, las vaconas presentan un promedio 2,015 cm, vacas secas un promedio de 0,041 cm, terneras un promedio de 0,83 cm, vientres un promedio de 0,91 cm, torete un promedio de 4,58 cm, vacas en producción presentan un promedio de -0,40 cm. Según los análisis, la categoría con mayor valor de cría es el torete.

10.4.2. Respuesta a la selección

Tabla 5. RS (Respuesta a la selección). Altura a la cruz

RS. Altura a la cruz		
Nombre de los animales	EBV	Accuracy
Negríta	143 cm	50 %
Manchas	139 cm	30 %
Negríta	130 cm	60 %
Margarita	128 cm	60 %
Carlos	128 cm	40%

Fuente: Datos obtenidos a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

El análisis de la (Tabla 5) identifica a los animales con mayor desempeño, siendo el animal con mayor respuesta a la selección es una vacona de nombre Negrita es del barrio San Pedro, la propietaria es la señora Magdalena Mena posee un EBV de 143cm con una precisión de 50%, Manchas es una vacona propiedad del señor Efraín Álvarez del barrio el Calvario posee EBV de 139 cm con una precisión de 30 %. La vacona con su nombre Negrita es del barrio el Tejar su propietaria es la señora Rosa Albarracín posee EBV de 130 cm con una precisión de 60%. El animal con su nombre Margarita es una vacona del barrio San Pedro su propietario es el señor Manuel Martínez, posee EBV 128 cm con una precisión de 60%, El animal con su nombre Carlos es un torete del barrio Mulinli, su propietaria es la señora Miriam Chiluisa, posee EBV de 120 cm con una precisión de 40%.

10.5. Costos de producción

Esta investigación se realizó mediante la recopilación de datos específicos que contribuyeron a los resultados obtenidos, demostrando su precisión y verificando los problemas en el sitio de investigación que minimiza la rentabilidad económica de los pequeños productores de la parroquia La Victoria.

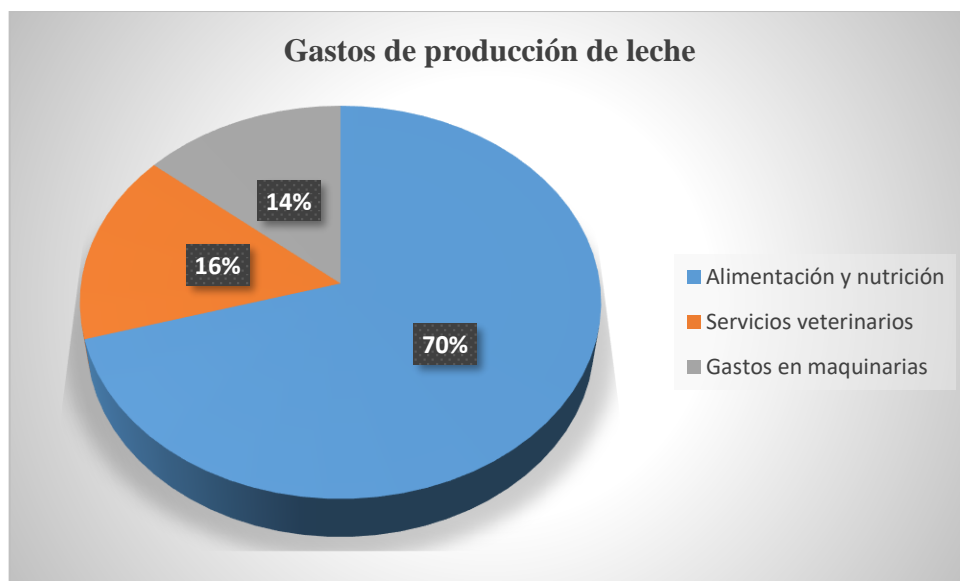
Tabla 6. Costos de producción por litro de leche.

Predios	Ltrs- mes	Precio de venta	Gastos de leche	Costos producción litro	de Ingresos por leche	Beneficios
Santiago	210	0,45	52	0,25	94,50	42,50
Sangoquiza						
Miriam Chiluisa	225	0,50	56	0,25	112,50	56,50
Magdalena Mena	1290	0,38	250	0,19	490,20	240,20
María Orbea	690	0,37	90	0,13	255,30	165,30
César Caisaguano	120	0,50	43,5	0,36	60,00	16,50
Total	2535	2,20	491,5	1,18	1012,50	521,00
Promedio mensual predio	507	0,44	98,3	0,24	202,50	104,20

Fuente: Datos obtenido a partir de hatos leches de la parroquia La Victoria.

La rentabilidad que existe en los productores está directamente influenciada por los costos de producción en relación costo-beneficio. En la parroquia La Victoria participaron en la investigación 31 bovinos, 30 hembras entre (vacas, vaconas y terneras), 1 macho (torete), independientemente de la raza. El estudio se centró en 5 propietarios ya que son las únicas personas con vacas en producción de leche. Según análisis realizados con los datos obtenidos (Tabla 5) en promedio el precio de la leche oscila a \$0,44 de, con un costo de producción de \$0,24, Tomando en cuenta la consideración del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) que el precio fijado a febrero del 2023, el precio de productor se sitúa en \$ 0.41 el litro de leche cruda(72). El análisis reveló que la parroquia logra rentabilidad en cuanto a los costos de producción. Sin embargo, los gastos de la parroquia, que suman \$98,30 porque gastan más de lo que generan mensualmente. La mayor parte de estos gastos se destinan a la alimentación del ganado, ya que los productores carecen de extensiones de tierra, lo que limita su capacidad de producir pastos para pastoreo. Esto representa los gastos altos en costos de alimentación. Adicionalmente, el beneficio generado es de \$104,20, lo cual es poco rentable porque estos ingresos no cubren el costo actual de la Canasta Familiar Básica (CFB) que es de \$ 764,71, equivalente a un salario básico en Ecuador(73). Como resultado, muchos productores deciden dejar la producción lechera y buscan otras fuentes de ingreso o a su vez urge la necesidad de migrar a otros países.

Gráfico 13: Gastos de producción de leche



Fuente: Datos obtenidos a partir de datos de leche de la parroquia La Victoria.

Según los datos observados en el (Gráfico 7) se determina que el 14% de los gastos son en maquinarias para la preparación del suelo, para sembrar pastos en los predios con extensiones de tierras, el 16% de gastos son en servicios veterinarios ya que al no poseer buena nutrición los animales tienden a enfermarse constantemente, el 70% de gastos son en la alimentación y nutrición, ya que al no existir suficiente pastos de buena calidad, los productores tienden a comprar productos externos para poder solventar la alimentación y así obtener la producción de leche.

11. IMPACTOS

11.1. Impacto social

El programa de mejoramiento genético ha cumplido un propósito de manejo de registros para todos los pequeños y medianos productores lecheros de la parroquia La Victoria, permitiéndoles mejoras en sus sistemas de producción en aspectos como manejo, nutrición, salud y bienestar animal. Este proyecto deja consigo una huella sostenible y sustentable en los predios ganaderos de la producción lechera.

11.2. Impacto económico

El proyecto de mejoramiento genético ha contribuido en la rentabilidad de los pequeños y medianos productores lácteos, ayudando en la selección de mejores animales de acuerdo a los fenotipos destacados, brindando conocimientos sobre el manejo de registros, todos estos aspectos dejan una rentabilidad económica a los productores participantes en el proyecto.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

En base a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la investigación se han llegado a las siguientes conclusiones:

El desempeño de las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección arroja los siguientes valores de datos fenotípicos promedio en la zona: Ganancia diaria de peso 472,67 gramos, producción de leche de 5.455,15 kg a 305 días y densidad de la leche de 1,026 gr/ml. El EBV para la ganancia de peso, con una heredabilidad de 0,35 tiene un valor máximo de 198,084 gr/día. Para la producción de leche a 305 días, con una heredabilidad de 0,26 tiene un valor máximo de 443,68 kg. Para la densidad de la leche, con una heredabilidad de 0,32 tiene un valor máximo de 1,027 gr/ml.

La principal fortaleza del programa de mejoramiento genético de la parroquia es la producción de leche a 305 días de lactancia. Aún en ausencia de lluvia y forrajes de calidad, la mayoría de los productores lograron satisfacer las necesidades nutricionales de los animales involucrados en el estudio. Como resultado, el valor fenotípico más alto es de 9768,74 kg con un Valor Genético Estimado (EBV) más alto 443,68k y una respuesta de selección más alto 7166,96kg.

Con respecto costo-beneficio del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia La Victoria indican poca rentabilidad ya que el costo de producción afecta negativamente la economía de los productores, generando un beneficio poco sostenible para los socios participantes. El costo promedio de producción de leche es de \$0,24 por litro, mientras que el precio promedio de venta es de \$0,44 por litro, teniendo una ganancia de \$0.20. Como resultado, los productores que participaron en el proyecto obtienen una utilidad mensual promedio de \$104,20.

12.2. Recomendaciones

Es recomendable implementar prácticas de manejo efectivas que incluyan alimentación, nutrición y cuidado de la salud, ya que los caracteres genéticos que son independientes del manejo serán transmitidos a las generaciones futuras. La expresión genética sirve como guía para determinar el mérito genético. Un manejo adecuado es crucial; de lo contrario, no se observará la expresión fenotípica y genotípica completa del ganado, lo que afectará los resultados de producción tanto en términos de cantidad como de calidad.

A causa de la baja heredabilidad de los caracteres evaluados, se recomienda mantener registros individuales completos de las vacas y de sus crías. Esta práctica ayudará a seleccionar y criar animales con caracteres deseables, mejorando así la confiabilidad en el mejoramiento genético.

Los productores deben llevar registros detallados de los costos de producción para identificar y abordar los aspectos más costosos del mantenimiento de los animales y estimar con mayor precisión el precio de la leche.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Elisabeta I. La producción de leche en Ecuador. Vet Digit. 2022;
2. Calva D. Estudio de factibilidad de un centro de acopio de leche de ganado vacuno en la comunidad LLallanag, parroquia Tixán [Internet]. 2022. Available from: http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10063/1/Calva_Dayana_ESTUDIO_DE_FACTIBILIDAD_DE_UN_CENTRO_DE_ACOPIO_DE_LECHE_DE_GANADO_VACUNO_EN_LA_COMUNIDAD_LLALLANAG_PARROQUIA_TIXÁN.pdf
3. Delos Reyes G, Molina B, Coca R. Calidad de la leche cruda. 2010; Available from: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELAL_ECHECRUDA.pdf
4. López IT, González Gabriel Peralta C CC, Carlos Arancibia OB, Guillermo Iturrieta FC, Caterina Juri EM, Luis Delgado Octavio Oltra H JM, et al. Caracterización De La Producción Y Calidad De Leche Procesada En Chile. 2022;
5. Experimental C, Huastecas L, Experimental C. Deficiencias nutricionales que afectan al reinicio de la ciclicidad posparto en bovinos doble propósito. Abanico Vet. 2022;12:1–21.
6. Ministerio de Inclusión Económica y Social. La Red de Lecheros de Cotopaxi se fortalece con material y equipos de primera [Internet]. Available from: <https://www.inclusion.gob.ec/la-red-de-lecheros-de-cotopaxi-se-fortalece-con-material-y-equipos-de-primera/>
7. Barsky O, Barril García A, Cosse G, Morandi J, Vinuesa H, (IICA) II de C para la A. El proceso de transformación de la producción lechera serrana y el aparato de generación - transferencia en Ecuador [Internet]. Available from: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18084>
8. Requelme N, Bonifaz N. Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. La Granja. 2012;15(1):55.
9. JUMBO B. Los ganaderos de leche de Cotopaxi ya tienen su laboratorio [Internet]. 2023. Available from: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ganaderos-leche-cotopaxi-tienen-laboratorio.html>

10. Ávila E. El ganado de carne tiene forma rectangular El ganado de leche tiene forma triangular. 2015;(1):1–10. Available from: https://www.jica.go.jp/project/bolivia/3065022E0/04/pdf/4-3-1_05.pdf
11. Cuéllar J. Razas bovinas especializadas en leche [Internet]. 2021. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-bovinas-especializadas-en-leche/#Holstein>
12. AACJersey. Razas bovinas Jersey. 2007;1–5. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_bovinas/73-jersey.pdf
13. Veterinario EM. Factores que afectan a la fertilidad del vacuno lechero. 2011;3–5.
14. Tang-Ploog J. Mastitis en ganado lechero: Etiología, tipos y tratamientos modernos. Agrovet Mark Anim Heal [Internet]. 2019;undefined-undefined. Available from: <https://www.agrovetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/mastitis-en-ganado-lechero-etilogia-tipos-y-tratamientos-modernos>
15. Arechiga C, Cortés Z, Hernández P, Lozano RR, López M, Macías U, et al. Hipocalcemia en la vaca lechera. Revisión. Rev Mex Ciencias Pecu. 2022;13(4):1025–54.
16. Amaral P. DM. Hipocalcemia Subclínica, o Fiebre de la Leche, en Vacas Lecheras – Porqué Tanto Escándalo? Univ Kentucky [Internet]. 2016;1–12. Available from: <https://n9.cl/udqa2>
17. López FJ. Relación Entre Condición Corporal Y Eficiencia Reproductiva En Vacas Holstein Relation Between Corporal. Fac ciencias Agropecu . 2006;4(1):77–87.
18. Bossman D. Selección para la adaptabilidad del ganado vacuno. 2006;1–2. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/28-adaptacion_congreso_norte.pdf
19. León-Rodríguez IC, Lituma-Zhunio NN, Veintimilla-Luna GE. Estudio situacional de la actividad ganadera en la parroquia Ayapamba, Cantón Atahualpa. Soc Tecnol. 2022;5(S2):443–57.
20. Gonzáles DOR. “Análisis de los sistemas de producción de ganado bovino de pequeños y medianos productores del cantón Salitre.” UNIVERSIDAD AGRARIA DEL

- ECUADOR; 2022.
21. Batallas C. Tecnología forrajera y sistemas de producción, utilización de los recursos forrajeros. 2015;
 22. Mauricio Miguel Estrada, Deilen Paff Sotelo Moreno, Román Enrique Maza Ortega JACT. Uso de suplementos para bovinos productores de carne en pastoreo en el trópico de México. 2021;
 23. Rebeca C. “Evaluación de un sistema de alimentación en la producción de leche en el cantón Pillaro.” Universidad Técnica de Cotopaxi; 2019.
 24. E.M GJ, R.J. AR, M.C. AG, L.C AG, Rodríguez ON. Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales. Rev Electrónica Vet. 2017;18(1):2–16.
 25. Calderón R A, Rodríguez R V, Vélez R S. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. Rev MVZ Córdoba. 2007;12(1):912–20.
 26. Granja Arboleda HA, Torres Naula JM. “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Toacaso.” 2023.
 27. Cerón M, Tonhati H, Costa C, Solarte C, Benavides O. Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano. Rev Col Cienc Pec [Internet]. 2003;16(1):26–32. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295026121004.pdf>
 28. Humberto T. MVZ. Producción de Leche y Biosíntesis. Sitio Argentino Prod Anim [Internet]. 2014;1–6. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/59-Produccion_Leche_y_Biosintesis.pdf
 29. O. González Recio MPC y RA. Parámetros genéticos de los caracteres de fertilidad en el vacuno de leche. 2003;504–6.
 30. Galvan PO. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. Cienc Vet [Internet]. 1991;5:67–88. Available from:

- <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
31. Yáñez JM, Martínez V. Factores genéticos que inciden en la resistencia a enfermedades infecciosas en salmónidos y su aplicación en programas de mejoramiento. *Arch Med Vet.* 2010;42(2):1–13.
 32. Murcia R L, Martínez G G. Factor affecting the useful life of dual-purpose cows. *RevMVZ Córdoba.* 2013;18(2):3459–66.
 33. Hernández J, Bedolla L. Importance of the somatic cells count in the quality of milk. *REDVET Rev Electrónica Vet [Internet].* 2008;9(9):1–34. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908/090904.pdf>
 34. Santander D, Herrera-cáceres W, Osuna AN. Valoración morfológica de la ubre y su relación con los rasgos morfométricos corporales de la cabra criolla Motilona de Norte Morphological assessment of the udder and its relationship with the. 2022;33(5):1–12.
 35. Id C hernández J, Id R lópez F, Id G ruiz A. Características de conformación asociadas a producción y composición de la leche de vacas Holstein. *Abanico Vet.* 2021;11:1–14.
 36. Arias RA, Mader TL, Escobar PC. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet.* 2008;40(1):7–22.
 37. Echeverri Zuluaga JJ, Restrepo LF. Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia - Colombia TT - Weather effects on production and milk quality in two municipalities of Antioquia-Colombia TT - Efeito meteorológico sobre a produção e qualida. *Rev Lasallista Investig [Internet].* 2009;6(1):50–7. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492009000100007&lang=pt
 38. OEA P. Manejo del ganado lechero [Internet]. 2016. Available from: <https://ganaderiasos.com/manejo-del-ganado-lechero/>
 39. Edward V de villa. Vacunos Bajo Pastoreo Semi-Intensivo. *Sist Revis en Investig Vet San Marcos [Internet].* 2013;1–11. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/225-Articulo_velez.pdf

40. Tadich N. Bienestar animal en bovinos lecheros. *Biomédica* [Internet]. 2011;24(sup1):293–300. Available from: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6052/NR30504.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
41. Uribe H, Mujica F. Genética y producción de leche. 2003;19–21. Available from: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6052/NR30504.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
42. Monforte. Genética mendeliana. 2022;
43. Calderón Quinaluisa NI, Ponce Monta CC. “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Mulaló.” 2023.
44. Vergan G O, Cerón M M, Hurtado L N, Arboleda Z E, Granada P J, Rúa B C. Estimación de la heredabilidad del intervalo de partos en bovinos cruzados. *Rev MVZ Cordoba*. 2008;13(1):1192–6.
45. Masgoret S, Calafé M. Mejoramiento genético: ¿por dónde empezar? *por*. 2013;7823–30.
46. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales A y P. Desarrollo para el mejoramiento genético del ganado bovino [Internet]. 2023. Available from: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/desarrollo-para-el-mejoramiento-genetico-del-ganado-bovino?idiom=es>
47. Carvajal A, De la Barra R, Uribe H. Objetivos de la Mejora Genética en Bovinos de Leche. *Inf INIA* [Internet]. 2012;88(December). Available from: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40685.pdf>
48. Principios de Reproducción y Selección Animal [Internet]. Available from: https://agrobite.com/info_tecnica/ganaderia/insem_artif/GA000008in.htm
49. Gonzales K. Que es la heredabilidad? [Internet]. 2018. Available from: https://zoovetesmpasion.com/ganaderia/mejoramiento-genetico/que-es-la-heredabilidad#Que_es_la_Heredabilidad_y_para_que_sirve_en_el_Mejoramiento_Genetico

50. Oldenbroek K, Waaij L Van Der, Breeding A. Cría y Mejoramiento Genético Animal. 2015;
51. Saraz GAO, Martínez JLL, Barajas FH, Rodríguez MOS, Blanquiceth JLG. Estimation of calving interval heritability in Romosinuano cattle using a generalized linear mixed model. *Cienc Tecnol Agropecu.* 2021;22(2).
52. Ríos-Utrera Á, Hernández-Hernández VD, Villagómez Amezcua-MAnjarréz E, Zárate-Martínez JP. Heredabilidad de características reproductivas de vacas Indubrasil. *Agron Mesoam.* 2013;24(2):293.
53. Fleming A, Doormaal B Van. Interpréter les épreuves pour les caractères de conformation linéaires. 2020; Available from: <https://lactanet.ca/interpreter-les-epreuves-pour-les-caracteres-de-conformation-lineaires/?print=enabled&id=20012>
54. Royo L. Selección genómica en ganado bovino. *El campo Astur* [Internet]. 2020;22. Available from: <http://www.serida.org/clipping/articulo2085.pdf>
55. Carabaño M. El desafío de la selección genética de animales tolerantes al estrés por calor. El caso del ganado bovino lechero. *Arch Latinoam Prod Anim* [Internet]. 2016;24(2):69–73. Available from: [file:///C:/Users/HP/Downloads/2524-Article Text-7249-1-10-20160915 \(2\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/2524-Article%20Text-7249-1-10-20160915%20(2).pdf)
56. Martínez-González JC, Hernández-Hernández N, Parra-Bracamonte GM, Cienfuegos-Rivas EG. Importancia de la interacción genotipo x ambiente en rasgos de producción en ganado lechero. *CienciaUAT* [Internet]. 2016;10(2):72. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v10n2/2007-7858-cuat-10-02-00072.pdf>
57. Ravagnolo O, Soares De Lima JM, Pravia MI, Lema M. Índices de selección: Economía y genética en perfecta sintonía. *Inia* [Internet]. 2019;59:21–5. Available from: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13949/1/Rev-INIA-59-Diciembre-2019-p-21-a-25.pdf>
58. Izurieta COL, Hurtado EA, Andrade JIM, Loor LEV, Montoya MJM. Estimation of predicted breeding value in crossbred dairy cattle in a herd in the highlands of Chimborazo, Ecuador. *Rev Investig Vet del Peru.* 2020;31(4):1–12.
59. Genghini R, Bonvillani A, Wittouck P, Echevarría A. Introducción Al Mejoramiento

- Animal. Sitio Argentino Prod Anim. 2002;3:1–26.
60. Román-Ponce SI, Ruiz-López FJ, Romano-Muñoz JL, Vásquez-Peláez CG, Vega-Murillo VE, Román-Ponce H. Genetic correlations among milk yield and growth traits in a multibreed population. *Rev Mex Ciencias Pecu* [Internet]. 2018;9(2):316–27. Available from: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4456/3842>
 61. Situación geográfica de la parroquia «la Victoria».
 62. Morales K. “Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Belisario Quevedo en la provincia de Cotopaxi.” Repositorio Utc. 2024.
 63. Tipan M, Cuyo J. “Estimación del índice de mérito genético total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí de la parroquia la Victoria” [Internet]. Repositorio Utc. Universidad Técnica de Cotopaxi; 2023. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10886>
 64. Cordova A. Ganancia diaria y peso al destete *Bos taurus*. *Dpto Med y Sanid* [Internet]. 2021;(1):1–4. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682005000100009#:~:text=La ganancia diaria de peso mostró un promedio de 1.15,de 0.820 a 1.85 Kg.
 65. Tapia G, Díaz M. Ganancia diaria de peso y evaluación del desarrollo del aparato reproductor en vaquillas comparando Nutriplex ® y Fós Reprodução ® como sales minerales. *Proy Espec Grad Present* como requisito parcial para optar al título Ing Agrónomos [Internet]. 2016;11. Available from: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5908/1/CPA-2016-T032.pdf>
 66. Ortiz J, García O, Morales G. Manejo de Bovinos productores de leche. *Man Del Particip* [Internet]. 2005;57. Available from: http://www.lactodata.info/docs/lib/man_bovino_prod_leche.pdf
 67. Montaldo H, Castillo H, López R. Genetic and phenotypic covariances for days open and lactation curve characteristics in Holstein cows from northern Mexico.

- 2009;40(55):343–56. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v40n4/v40n4a1.pdf>
68. Agriculture Business Research Institute. Understanding Milk EBVs. 2019;200. Available from: <https://breedplan.une.edu.au/understanding-ebvs/understanding-milk-ebvs/>
69. INEN. Leche cruda. Requisitos. Inst Ecuatoriano Norm INEN [Internet]. 2012;1–7. Available from: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_BL_NTE_INEN_9_Leche_cruda_Requisitos.pdf
70. Contero R. La calidad de la leche: un desafío en el Ecuador. La Granja [Internet]. 2008;7(1):25–8. Available from: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/7.2008.05>
71. CONtextogadero. ¿Ha considerado usted la altura de sus vacas a la hora de elegir las más productivas? [Internet]. 2021. Available from: <https://www.contextogadero.com/ganaderia-sostenible/ha-considerado-usted-la-altura-de-sus-vacas-la-hora-de-elegir-las-mas>
72. Corporación Financiera Nacional B.P. Ficha sectorial de leche y sus derivados. Minist Agric Ganad y Pesca [Internet]. 2023;26. Available from: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-Derivados.pdf>
73. INEC. Boletín Técnico N°01-2023-IPC. Intituto Nac Estadística y Censos [Internet]. 2023;1–16. Available from: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2023/enero/Boletín_técnico_01-2023-I