



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE  
MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE  
LECHE DE LA PARROQUIA PASTOCALLE DEL CANTÓN  
LATACUNGA”**

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

**AUTORA:**

Villarreal Ortiz Zayda Mercedes

**TUTOR:**

Beltrán Romero Cristian Fernando

**LATACUNGA – ECUADOR**

**FEBRERO 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Villarreal Ortiz Zayda Mercedes, con cédula de ciudadanía No. 1725922833, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA PASTOCALLE DEL CANTÓN LATACUNGA”**, siendo el Médico Veterinario Zootecnista Mg, Cristian Fernando Beltrán Romero, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 20 de febrero del 2024



Zayda Mercedes Villarreal Ortiz  
C.C: 1725922833  
**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 **VILLARREAL ORTIZ ZAYDA MERCEDES**, identificada con cédula de ciudadanía **1725922833** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

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

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2019 - Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA PASTOCALLE DEL CANTÓN LATACUNGA**”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 20 días del mes de febrero del 2024

Zayda Mercedes Villarreal Ortiz  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**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 LA PARROQUIA PASTOCALLE DEL CANTÓN LATACUNGA”**, de Villarreal Ortiz Zayda Mercedes, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 20 de febrero del 2024



MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero. Mg  
C.C: 0501942940  
**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Villarreal Ortiz Zayda Mercedes, con el título del Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA PASTOCALLE DEL CANTÓN LATACUNGA”**, 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, 20 de febrero del 2024



MVZ. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.  
CC: 1803675634  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



MVZ. Gabriel Edie Molina Cuasapaz, Mg.  
CC: 172254727-8  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Dr. Jorge Armas Cajas, Mg.  
CC: 0501556450  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Expreso mi profundo agradecimiento a Dios por darme la fortaleza y valentía necesaria para preservarme y no rendirme, permitiendo así alcanzar mis sueños; a mis padres que siempre han estado presentes con su inquebrantable apoyo y sabios consejos que han sido fundamentales para llegar tan lejos. Agradezco a todas las personas que han formado parte de todo este trayecto; familiares, compañeros y amigos, por ofrecerme su respaldo y afecto, ya que se han convertido en cada uno de los incentivos para recordarme que sin importar las adversidades o límites que la vida te presente el reto es jamás dejar de luchar por lo que se aspira. Gracias a ellos puedo decir que han sido el motor e inspiración de todos los días para nunca abandonar mis sueños y darles la alegría que un día les prometí. Agradezco a mis docentes de la carrera por compartir sus conocimientos en especial al doctor Gabriel por el apoyo incondicional, la paciencia y las enseñanzas durante la investigación de la tesis.*

**Villarreal Ortiz Zayda Mercedes**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de tesis a quienes han sido mis fuentes inagotables de apoyo y aliento a lo largo de esta travesía académica. A mis padres, cuyo amor y sacrificios han sido la fuerza motriz de mi perseverancia. Su constante respaldo ha iluminado mi camino y ha hecho posible la consecución de este logro. A mis profesores, por compartir su sabiduría y orientarme en la construcción de conocimiento. Cada lección aprendida ha sido invaluable para mi crecimiento intelectual. A aquellas personas que me han brindado su cariño, comprensión y ánimo durante los momentos desafiantes. Su presencia ha sido el soporte emocional que ha fortalecido mi determinación. Este trabajo está dedicado a todos aquellos que, de diversas maneras, han contribuido a mi formación académica y personal.*

**Villarreal Ortiz Zayda Mercedes**



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

**TÍTULO: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA PASTOCALLE DEL CANTÓN LATACUNGA”**

**Autora:**  
Villarreal Ortiz Zayda Mercedes

**RESUMEN**

En Ecuador, la provincia de Cotopaxi destaca en la industria láctea como uno de los sectores económicos más significativos. No obstante, los productores pequeños y medianos carecen de un registro detallado de costos, lo que afecta la precisión de los beneficios individuales. Esta situación obliga a los habitantes de la zona a buscar fuentes adicionales de ingresos económicos. De esta manera se llevó a cabo una investigación en la parroquia de Pastocalle, durante los meses de septiembre a noviembre del 2023. La investigación se centró en la colaboración con 10 productores dedicados a la producción lechera, donde se evaluó 96 bovinos, que incluyeron terneros, toros, vacas lactantes y vacas secas mantenidos con prácticas de manejo como sogueo y pastoreo. Los resultados económicos muestran un precio de venta de 0,43 centavos por litro, con un costo de producción de 0,28 centavos, generando un beneficio de 0,15 centavos. La ganancia diaria de peso demostró un promedio fenotípico de 367 g/día, mientras que el valor genético de los 10 animales seleccionados es de 86,45 gramos diarios. En relación a la producción lechera, se obtuvo un valor genético promedio de 3069.75 litros de leche por lactancia. Además, en términos de densidad, se registró un promedio de 1.026g/ml. Aunque la producción lechera destaca, se señalan áreas de mejora en ganancia de peso y densidad. Se sugiere implementar un programa de mejora genética y realizar un seguimiento para optimizar los resultados futuros.

**Palabras clave:** valor genético, selección, fenotipo.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY CATTLE IN THE PASTOCALLE PARISH OF LATACUNGA CANTON.”**

**Author:**  
Villarreal Ortiz Zayda Mercedes

**ABSTRACT**

In Ecuador, Cotopaxi province stands out in the dairy industry as one of the most significant economic sectors. However, small and medium-sized producers lack detailed cost records, affecting the accuracy of individual benefits. This situation forces residents to seek additional sources of income. Thus, a study was conducted in the Pastocalle parish from September to November 2023. The research collaborated with 10 dairy producers, evaluating 96 cattle, including calves, bulls, lactating cows, and dry cows managed through practices such as tethering and grazing. Economic results reveal a selling price of 0.43 cents per liter, with a production cost of 0.28 cents, yielding a profit of 0.15 cents. Daily weight gain demonstrated a phenotypic average of 367 g/day, while the genetic value of the 10 selected animals is 86.45 grams daily. Regarding milk production, an average genetic value of 3069.75 liters per lactation was obtained. Additionally, in terms of density, an average of 1.026 g/ml was recorded. Although milk production stands out, areas for improvement in weight gain and density are noted. Implementing a genetic improvement program is suggested, with ongoing monitoring to optimize future outcomes.

**Keywords:** genetic value, selection, phenotype.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iv
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	vii
<i>DEDICATORIA</i> .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. BENEFICIARIOS .....	4
3.1 Directos.....	4
3.2 Indirectos.....	4
4. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
5. OBJETIVOS .....	6
5.1 Objetivo general .....	6
5.2 Objetivos específicos .....	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
7.1 Industria Láctea en Ecuador.....	8
7.1.1 Producción de leche en la parroquia Pastocalle.....	9
7.1.2 Calidad de la leche .....	9
7.1.3 Densidad.....	10

7.2 Factores que influyen en la producción de la leche en la parroquia Pastocalle .....	10
7.2.1 Sistemas de Producción.....	10
7.2.1.1 Estabulado .....	10
7.2.1.2 Pastoreo .....	11
7.2.2 Manejo del ganado.....	11
7.2.3 Características del comportamiento del ganado bovino.....	12
7.2.4 Factores fisiológicos .....	12
7.2.5. Estado reproductivo .....	13
7.2.6. Nutrición y suplementación.....	13
7.2.7. Factores Ambientales .....	14
7.2.8. Buenas prácticas ganaderas .....	14
7.3 Métodos de comercialización láctea en Pastocalle .....	15
7.3.1 Sistemas de ordeño .....	15
7.3.2 Precio de la leche .....	16
7.3.3 Manejo sanitario .....	16
7.4 Mejora genética.....	17
7.4.1 Propósito de la mejora genética en bovinos de leche.....	17
7.4.2 Mérito genético de un animal .....	18
7.5 Índices de selección.....	18
7.5.1 Heredabilidad.....	19
7.5.2 Índice de cría .....	19
7.5.3 Índice de ciclo completo .....	20
7.5.4 Valor de Cría Estimado (Estimated Breeding Value - EBV) .....	20
7.5.5 Respuestas a la selección por el uso de índices .....	20
7.6 Valor económico .....	21
7.6.1 Producción y lactancia .....	21
7.6.2 Reproducción y días abiertos.....	22

7.6.3. Mérito total.....	22
8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS .....	23
9. METODOLOGÍA .....	23
9.1. Ubicación .....	23
9.2 Situación Geográfica .....	24
9.3. Tipo de estudio .....	24
9.4 Población de estudio.....	24
9.4.1 Actividades.....	24
9.5. Manejo de estudio .....	25
9.5.1 Coordenadas .....	25
9.5.2 Visita a los predios.....	25
9.5.3 Desparasitaciones y Vitaminización .....	26
9.5.4. Pesaje y altura del ganado .....	26
9.5.5 Densidad de la leche .....	26
9.5.6 Peso de leche .....	27
9.5.7 Prueba de California Mastitis Test (CMT).....	27
9.5.8 Costos de Producción.....	27
9.5.9 Chequeos Ginecológicos.....	28
9.5.10 Tratamientos .....	28
9.5.11 Vacunación.....	28
9.6 Presentación de datos.....	29
9.6.1 Promedio de ganancia de peso .....	29
9.6.2 Promedio altura .....	30
9.6.3 Promedio de lactancia .....	30
9.6.4 Promedio densidad de la leche .....	31
9.6.5 Promedio de días Abiertos .....	32
9.7 Presentación de costos de producción .....	32



9.7.1 Gastos de leche .....	32
9.7.2 Costos.....	33
9.7.3 Ingresos de leche.....	33
9.7.4 Beneficio .....	33
9.8 Análisis de datos en el sistema Best Linear Unlinear predictor (BLUP).....	33
9.8.1 Información genealógico progenitores.....	34
9.9 Valor de respuesta a la selección de Ganancia de peso, lactancia, densidad .....	34
9.9.1 Intensidad de selección .....	34
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	34
10.1 Estimación del valor genético mediante la evaluación fenotípica de caracteres elegidos .....	35
10.1.1 Ganancia diaria de peso.....	35
10.1.1.1 EBV de GDP .....	36
10.1.1.2 Fortalezas y debilidades para potenciar la GDP en los predios .....	37
10.1.1.3 Respuesta a la selección GDP.....	39
10.1.2 Producción de leche .....	39
10.1.2.1 Fortalezas y debilidades para potenciar producción de predios .....	41
10.1.2.2 Respuesta a la selección para producción de leche.....	43
10.1.3 Densidad de leche .....	44
10.1.3.1 Fortalezas y debilidades para potenciar la densidad de leche.....	45
10.1.3.2 Respuesta a la selección en densidad de leche .....	46
10.1.4 Selección de animales .....	47
10.2 Costo - Beneficio del programa de mejoramiento genético.....	48
10.2.1 Costos de producción .....	48
10.3 Rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.....	56
11. IMPACTOS DEL PROGRAMA GENÉTICO EN LA PARROQUIA PASTOCALLE	57
11.1. Impacto Ambiental .....	57

11.2. Impacto Social.....	57
11.3. Impacto Económico .....	57
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	58
13. CONCLUSIONES.....	62
14. RECOMENDACIONES.....	63
15. BIBLIOGRAFÍA.....	64
16. ANEXOS .....	76

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> <i>Mapa de la parroquia San Juan de Pastocalle</i> .....	23
<b>Gráfico 2.</b> <i>Ganancia diaria de peso</i> .....	35
<b>Gráfico 3.</b> <i>EBV Producción de leche</i> .....	40
<b>Gráfico 4.</b> <i>EBV Densidad de leche</i> .....	44
<b>Gráfico 5.</b> <i>Producción mensual de leche</i> .....	48
<b>Gráfico 6.</b> <i>Precio de venta de litro de leche</i> .....	49
<b>Gráfico 7.</b> <i>Gastos para la producción de leche</i> .....	50
<b>Gráfico 8.</b> <i>Gastos específicos</i> .....	51
<b>Gráfico 9.</b> <i>Ingreso por venta de leche</i> .....	53
<b>Gráfico 10.</b> <i>Beneficios por la venta de leche</i> .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>EVV Ganancia diaria de peso</i> .....	36
<b>Tabla 2.</b> <i>Resolución GDP</i> .....	38
<b>Tabla 3.</b> <i>Respuesta a la selección GDP</i> .....	39
<b>Tabla 4.</b> <i>Resolución Producción de leche</i> .....	42
<b>Tabla 5.</b> <i>Respuesta a la selección de Producción de leche</i> .....	43
<b>Tabla 6.</b> <i>Resolución densidad de leche</i> .....	45
<b>Tabla 7.</b> <i>Respuesta a la selección densidad de leche</i> .....	46
<b>Tabla 8.</b> <i>Selección de animales en base a su EBV</i> .....	47
<b>Tabla 9.</b> <i>Costos de producción por litro de leche</i> .....	52
<b>Tabla 10.</b> <i>Gasto de materiales electrónicos</i> .....	58
<b>Tabla 11.</b> <i>Gastos de materiales de oficina</i> .....	58
<b>Tabla 12.</b> <i>Gastos fijos</i> .....	58
<b>Tabla 13.</b> <i>Insumos, reactivos e instrumentos para el proyecto</i> .....	59
<b>Tabla 14.</b> <i>Costos de medicinas</i> .....	60
<b>Tabla 15.</b> <i>Horas de trabajo del proyecto</i> .....	61
<b>Tabla 16.</b> <i>Costos totales del proyecto</i> .....	61

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia de Pastocalle, en el cantón Latacunga.

**Fecha de inicio:** 07/09/2023

**Fecha de finalización:** 16/02/2024

**Lugar de ejecución:** San Juan de Pastocalle, Latacunga-Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

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

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** MVZ, Beltrán Romero Cristian Fernando. Mg (Anexo 2)

**Estudiante:** Villarreal Ortiz Zayda Mercedes (Anexo 3)

**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.



## 2. JUSTIFICACIÓN

La industria lechera desempeña un papel fundamental en la economía rural de la provincia de Cotopaxi. Se estima que alrededor del 80% de la producción láctea proviene de productores en granjas pequeñas y familiares, mientras que solo el 20% proviene de granjas medianas y grandes. De este último grupo, sólo un 4% ha implementado tecnología y exhibe niveles notables de productividad (1). De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la industria láctea del país genera alrededor de 1.400 millones de dólares anuales mediante la producción e industrialización de la leche, notando que el costo oficial del litro de leche para el productor se estima en 0,50 centavos (3). Por otra parte, según información del INEC la región sierra lidera la producción de leche, contribuyendo con un 76,79% del total, y dentro de esta región, la provincia de Cotopaxi se sitúa entre las principales productoras a nivel nacional, siguiendo a Chimborazo, Cañar y Pichincha (3).

Se debe considerar que la mayoría de la ganadería en Ecuador está compuesta por pequeños y medianos productores, quienes deben realizar inversiones en sus hatos ganaderos para mejorar aspectos como la alimentación. Además, se requieren tecnologías como el ordeño mecánico para cumplir con los estándares de calidad, lo que permite un manejo más tecnificado. Dado que los costos de producción a menudo superan las ganancias, muchos productores se ven obligados a buscar oportunidades en otras plazas comerciales. Esto ha llevado a que algunos emigren a las ciudades en busca de nuevas oportunidades laborales o busquen fuentes de ingresos alternativas.

La selección de los animales es una práctica común dentro del mejoramiento genético, ya que permite combinar información de varios rasgos para tomar decisiones más informadas sobre qué individuos deben reproducirse para obtener una descendencia con características deseadas. Estos índices pueden incluir datos como el rendimiento productivo, salud, longevidad, adaptabilidad a ciertas condiciones ambientales, entre otros. Por otro lado, se ha podido evidenciar que las eficiencias de los mismos pueden variar debido a los objetivos de producción, condiciones ambientales, preferencias del mercado y recursos disponibles. Por esta razón, el idóneo manejo de la selección genética de los animales mediante los índices permite considerar múltiples características relevantes para la producción, ayudan a identificar los animales que son más propensos a generar una descendencia rentable, logrando un gran impacto en el rendimiento y viabilidad del sector.

Se ha observado que en los hatos ganaderos de los barrios de Pastocalle existe una carencia en el manejo, sanidad y alimentación, así como en el manejo genético de los animales, donde se lleva a cabo únicamente la inseminación sin un objetivo claro de mejora genética. Por ende, el propósito de esta investigación es analizar el índice de selección del programa de mejoramiento genético de las vacas lecheras en la parroquia, adaptándolo a las necesidades de los productores locales. El objetivo final es obtener animales rentables con el fin de evaluar su impacto en la productividad y viabilidad reproductiva, haciendo más rentables las pequeñas producciones en la parroquia de Pastocalle y mejorando tanto la calidad como la cantidad de su producción.

El análisis del índice de selección permite combinar información de rasgos específicos para una correcta selección de los animales y los resume en un solo valor económico, el que representa el impacto económico que tendrá en el sistema el uso de un determinado reproductor y hembras, pues cada habilidad de transmisión predicha, está ponderado a un coeficiente económico. De manera que constituyen una herramienta valiosa de selección cuando el objetivo es maximizar el retorno económico, siendo parte clave en la economía dentro de la ruralidad de la provincia de Cotopaxi.

De modo que, los resultados derivados de este análisis contribuirán a incrementar la rentabilidad del programa de mejoramiento genético implementado en el sector. Por otra parte, aumentará la rentabilidad y sostenibilidad de los predios dedicados a la ganadería de la parroquia obteniendo beneficios a nivel económico como la paga justa y un sustento rentable sin grandes inversiones, a nivel social, donde los productores no se verán obligados a sustentar sus necesidades por medio de otros ingresos y de igual manera contribuirá a largo plazo a futuras generaciones permitiendo maximizar el retorno económico de los hatos en la parroquia. Esto, a su vez, ofrecerá la oportunidad de tomar decisiones informadas en cuanto al manejo y mejoramiento genético, aumentando así la eficiencia en la toma de decisiones en este ámbito.

### **3. BENEFICIARIOS**

#### **3.1 Directos:**

- Pobladores de la parroquia Pastocalle

#### **3.2 Indirectos:**

- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario

#### **4. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La ausencia de un programa de mejoramiento genético de bovinos en el Ecuador, tiene como consecuencia una selección de reproductores deficientes en el ambiente en el que se desarrollan, debido a la escasez de evaluaciones de los bovinos dentro de las condiciones ambientales del país. La mayoría de los productores de la parroquia no cuenta con conocimiento de cómo llevar un registro de su ganado, de la misma manera solo continua con las mismas prácticas ejecutadas años atrás, demostrando deficiencias significativas de las producciones y rentabilidad limitada.

A pesar de que Pastocalle cuenta con una población de 11,449 habitantes. En este entorno, la ganadería se desarrolla como una actividad regular entre los residentes que tienen entre 15 y 64 años de edad. En este rango de edad, se identifican 6,641 habitantes, de los cuales el 48% se dedica a la ganadería lechera. Por lo tanto, 3,188 personas se encuentran directamente involucradas en esta actividad, siendo la misma su principal fuente de ingresos, aproximadamente en el 2019 (65). Es crucial tener en cuenta que la legislación ecuatoriana ha establecido normativas para el pago de la leche basado en los puntos de calidad. De acuerdo con esto, los ganaderos que producen leche de alta calidad recibirán precios favorables, lo que, a su vez, generará un gran problema y pérdida a los productores que cuentan con deficiencia de conocimientos en cuanto a reproducción, producción, sanidad, nutrición y genética acarreado a una pérdida económica, descuidando todos los aspectos necesarios para tener una óptima producción lechera.

Por lo tanto, el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la provincia de Cotopaxi, incentiva a mantener un íntegro manejo de registros con el fin de estimar índices de selección adecuados mediante la correcta elección de caracteres que al minimizarlos aumentaron los beneficios e ingresos de los predios. Además, se debe tener en cuenta que ejercer un análisis de los índices de selección varía por la falta considerable de caracteres o las deficiencias que podrían presentar los animales seleccionados en su bienestar y salud. Por lo que esta investigación tendrá como objetivo analizar índices de selección que se adapten a las necesidades de los productores del sector, permitiéndoles mejorar la selección de animales para la reproducción, aportando significativamente en la sostenibilidad de la industria lechera del sector.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general:**

Analizar el índice de selección utilizado en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pastocalle, 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.



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

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Evaluar el desempeño de las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección, determinando su impacto en la producción láctea y eficiencia reproductiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actualización de datos</li> <li>-Pesaje de cada animal, mediciones de la leche, pruebas de mastitis y densidad de leche.</li> <li>-Selección de objetivos de mejora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Base de datos.</li> <li>-Media de ganancia diaria de peso vivo, producción de leche, lactancia, tamaño y densidad</li> <li>-Análisis estadístico y estimación del valor económico de cada una.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Base de datos Excel</li> <li>-Cinta Bovinométrica</li> <li>-Lactodensímetro</li> <li>-California Mastitis Test (CMT) y paleta</li> <li>-Regresión lineal</li> <li>-Técnicas de valoración económica</li> </ul>
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Identificar las principales fortalezas y debilidades del índice de selección, proponiendo posibles ajustes o mejoras para su aplicación futura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis del índice de selección</li> <li>-Calcular y ponderar las diferentes variables</li> <li>-Tablas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actualización de la base de datos</li> <li>-Análisis estadístico de coorelación</li> <li>-Propuestas de ajustes o mejoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Base de datos Excel</li> <li>-Tablas comparativas</li> <li>-BLUP</li> </ul>
<b>Objetivo 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Realizar un análisis de costo-beneficio del programa de mejoramiento genético, evaluando su rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actualización de datos de cada productor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Selección de reproductores</li> <li>-Promedio de costo-beneficio de cada predio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Resultados de información obtenida en cuanto a inversión y ganancia.</li> <li>-Base de datos Excel</li> </ul>

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 Industria Láctea en Ecuador**

En el Ecuador la ganadería cumple un rol importante en la economía del país, ya que representa el 4 % del PIB agroalimentario del país centrándose mayoritariamente en pequeños y medianos productores representando el 80 % y solo el 20 % a grandes productores (1). Es por ello que la industria láctea es la fuente de trabajo de alrededor de 1.3 millones de ecuatorianos, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el Ecuador se producen alrededor de 6.2 millones de litros diarios de leche cruda (2) siendo la región sierra la mayor productora de leche cruda con el 76,79 %, donde la Provincia de Cotopaxi es la cuarta provincia con mayor producción de leche.

En segundo lugar está la Costa con un 15.35 % y por último el oriente con un 7.86 % de aporte nacional (3). En el Ecuador existe una población de cabezas de ganado alrededor de 4.1 millones de bovinos, el cual representa el 57 % en producción de leche en zonas andinas del país, mientras que bovinos para producción de carne el 43% en zonas tropicales y subtropicales de la Costa y Amazonía (1)

Aproximadamente, alrededor de 3,5 millones de hectáreas están destinadas a la ganadería en Ecuador, con la sierra acaparando el 75%, seguida por la Costa con el 14% y la Amazonia con el 11%. A pesar de que la sierra es la región más productora de leche, se ha visto afectada por intermediarios, lo que ha llevado a una remuneración baja para los productores. La Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO) ha establecido centros de acopio para capacitar y facilitar la comercialización de la leche a un precio justo. Esto fue mencionado por Pablo Grijalva, presidente de AGSO, en el 2011 (4).

El segmento industrial de productos lácteos en Ecuador, basándose en información del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), genera anualmente alrededor de 1,400 millones de dólares por la venta de leche y productos derivados. El precio oficial por litro de leche se establece en 0.50 dólares (2). En la provincia de Cotopaxi, a pesar de producir alrededor de 700,000 litros diarios de leche, los productores no reciben un precio justo afectado la rentabilidad de la ganadería como fuente de ingreso familiar. Actualmente, en la Sierra, el costo de la materia prima para los ganaderos oscila entre 0,37 y 0,38 dólares, según Santiago Valenzuela, coordinador provincial de Fe por la Leche Cotopaxi, en el año 2023 (5).

### **7.1.1 Producción de leche en la parroquia Pastocalle**

La parroquia de Pastocalle enfrenta bajos niveles de producción de leche atribuidos a diversas causas, entre las que se incluyen condiciones ambientales desfavorables, falta de protocolos de bioseguridad, deficiencias en la nutrición y manejo de los animales, así como el sobrepastoreo de los terrenos. Los propietarios de ganado en esta zona típicamente tienen entre 2 y 10 cabezas de ganado, con una producción diaria de 5 a 8 litros por cabeza. La comercialización de la leche constituye la única fuente de ingresos para algunos productores, siendo utilizada para cubrir necesidades relacionadas con la educación de sus hijos, salud, alimentación, combustible, servicios básicos y el mantenimiento de los animales. Ante la falta de rentabilidad, muchos habitantes han optado por buscar un segundo empleo o emprender otros negocios para satisfacer sus necesidades básicas. Actualmente, el precio de la leche en la parroquia de Pastocalle es de 0.38 dólares, y la venta se realiza a intermediarios, quienes obtienen la mayor parte de las ganancias.

### **7.1.2 Calidad de la leche**

La leche constituye una fuente fundamental de alimentación para los seres humanos, integrándose a la dieta diaria en todo el mundo. Sin embargo, en algunos países, la disponibilidad de leche es insuficiente, lo que resulta en deficiencias nutricionales, especialmente entre los niños. La calidad está condicionada por diversos factores como el manejo, la alimentación, la sanidad, la genética, el transporte, la conservación y la manipulación. Para evaluar la calidad de la leche, se llevan a cabo pruebas que abarcan aspectos físicos y químicos. Las pruebas físicas incluyen la medición del peso de un litro de leche y la determinación de su densidad en estado crudo. En cuanto a las pruebas químicas, se enfocan en determinar el porcentaje de composición de la leche (6).

La proteína de la leche es de 3.5 % que contiene varios pesos moleculares que se dividen en caseína con un aporte del 80% y proteínas séricas con el 20%. (7) La caseína es la proteína más predominante ya que es la única proteína que sólo se encuentra en la leche y no en otros productos. Dentro de la caseína se encuentran tres grupos ( $\alpha$ ,  $\beta$  y Kappa caseína) (7) que cumplen diferente función en el organismo de igual forma la leche contiene albúmina y globulina. La albúmina, siendo la segunda proteína más prevalente en la leche, se caracteriza por su tendencia a desnaturalizarse con facilidad, a diferencia de la caseína que exhibe estabilidad en diversas condiciones. En contraste, las globulinas, con un mayor peso

molecular, tienden a unirse con facilidad en la sangre. No obstante, estas proteínas son especialmente susceptibles a cambios significativos, los cuales varían según el tratamiento aplicado a la leche completa. La síntesis de la grasa en la leche tiene lugar en las glándulas mamarias de las vacas, donde pequeñas partículas de grasa están rodeadas por una capa de fosfolípidos, impidiendo su aglutinación y facilitando su separación. La composición de la grasa puede experimentar variaciones debido a diversos factores, tales como radiación, exposición al oxígeno, acción enzimática, e incluso puede diferir según la raza del animal (7).

### **7.1.3 Densidad**

La densidad es un parámetro que señala la proporción entre la masa y el volumen de una sustancia. Este fenómeno se refleja en la densidad de la leche, la cual está vinculada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua (9). La densidad de la leche tiene un promedio de 1.028 gr/ml a 1.033 gr/ml (10). A través de este análisis de densidad, se puede verificar la eventual adulteración de la leche mediante la incorporación de agua. La herramienta utilizada para determinar la densidad en este caso es el lactodensímetro.

## **7.2 Factores que influyen en la producción de la leche en la parroquia Pastocalle**

### **7.2.1 Sistemas de Producción**

#### **7.2.1.1 Estabulado**

La estabulación es una práctica en el que consiste en alojar a los animales en un recinto tapado con la finalidad de protegerlos de climas extremadamente fríos o calientes, impedir la entrada de animales depredadores, facilitar el manejo de los animales y por ende mejorar las condiciones sanitarias y controlar el estado de salud. (11) La práctica de la estabulación se lleva a cabo exclusivamente por parte de los productores más grandes, ya que implica una inversión elevada que abarca la construcción de instalaciones, el costo de la mano de obra, la adquisición de maquinaria, la provisión de medicamentos y la compra de alimentos. En los sistemas intensivos, los animales permanecen estabulados durante toda su vida, siendo alimentados diariamente por el personal encargado. Sin embargo, existen sistemas de producción en los cuales los animales pastorean durante el día y son estabulados por la noche. Por ende, al considerar la estabulación o semiestabulación de los animales, es esencial tener en cuenta aspectos como el bienestar animal, el impacto ambiental, las condiciones sanitarias y la seguridad laboral.

### **7.2.1.2 Pastoreo**

El sistema de pastoreo significa básicamente el consumo directo del animal con el pasto, (12) en la parroquia de Pastocalle, se emplea este método de producción debido a su simplicidad y costo más bajo. Sin embargo, el desafío asociado a este enfoque es la sobrecarga animal, lo cual conlleva a la erosión del suelo. Existen diferentes tipos de pastoreo uno de ellos es el pastoreo alterno, algunos ganaderos emplean este método de pastoreo que implica dividir un potrero en dos secciones equiparables. La intención es permitir que los animales pasten en una sección mientras que la otra descansa, propiciando así el rebrote del pasto. De igual manera existe el pastoreo en franjas, implica delimitar una franja de terreno para los animales mediante cercas eléctricas, proporcionando suficiente alimento para el día (13).

El pastoreo en estaca implica atar a los animales con cuerdas a una estaca, moviéndolos según la voluntad del dueño. Sin embargo, este método puede resultar en una alimentación inadecuada si el dueño no dedica tiempo suficiente. Otro sistema relacionado a este sistema es el traspatio, predominante en la parroquia de Pastocalle, donde los animales se crían y manejan atados a una cuerda alrededor de las viviendas. Este enfoque es común entre pequeños productores con 1 a 3 cabezas de ganado con un máximo de 4 hectáreas y debido al limitado espacio, la falta de alimentación y recursos, no es rentable como fuente principal de ingresos para el sustento familiar (14).

El manejo de este sistema se considera como una tradición de años, (16) ya no es necesario tener infraestructuras tecnificadas es decir que la inversión de dinero es limitada en este sistema de traspatio. La alimentación a los animales lo hacen de forma tradicional es decir alimento propio de la zona y desperdicios caseros y el control de enfermedades es limitada de igual forma tanto en vacunaciones y desparasitaciones.

### **7.2.2 Manejo del ganado**

El manejo implica la interacción directa con los animales, ya sea para llevar a cabo el proceso de ordeño, proporcionar alimentación, tratar enfermedades, realizar el transporte, asistir en partos, entre otras actividades (17). Es decir, toda acción que el hombre tiene con los animales, para ello las personas deben estar capacitados para realizar cualquier tipo de acción que permita el confort y bienestar en los animales, evitando el menor estrés posible.



El personal a cargo del manejo del ganado debe tener una cierta habilidad ya que los animales tienen diferentes comportamientos acordes al manejo que se les dé. Por lo tanto, estas personas tienen que tener una actitud positiva, ser observadores, ágiles ante cualquier percance y reconocer el comportamiento de cada animal. Esto significa que los animales se comportarán acorde al sexo, edad, estado de salud y raza. (18)

El mal manejo en los animales provoca estrés en ellos y por ende se ve significativamente la baja producción de leche, reducen la ganancia diaria de peso y presentan problemas de fertilidad provocando pérdidas económicas significativas al productor ganadero. Es por eso que en el momento del manejo es importante evitar el menor estrés posible.

### **7.2.3 Características del comportamiento del ganado bovino**

Los animales por instinto tienden a permanecer en grupo (18). Por ello, cuando se separan, los animales expresan angustia y harán todo lo posible por volver a reunirse con el grupo. Estos animales son difíciles de manejar, ya que están propensos a asustarse con cualquier movimiento, y pueden tardar aproximadamente 30 minutos en calmarse. Los animales poseen una memoria notable, lo que significa que recordarán si han experimentado un manejo brusco, lo que dificultará su manipulación. Por lo tanto, resulta más sencillo trabajar con animales que han sido tratados con cuidado. Además, tienen un sentido del olfato desarrollado y pueden sentirse amenazados por olores desconocidos.

### **7.2.4 Factores fisiológicos**

Son aspectos vinculados al cuerpo o la biología del individuo, y suelen estar influenciados por una combinación de factores genéticos o estilo de vida, incluyen diversas características de rendimiento de la vaca, como la duración del período seco previo al parto, la duración del periodo desde el parto hasta la concepción, los días en lactancia, entre otros (29). Además, existen efectos influenciados por el manejo o nivel de producción, como el número de ordeños diarios, el sistema de alimentación, entre otros. Asimismo, se observan efectos vinculados al ciclo de vida del animal, como la edad y la cantidad de partos de la vaca (29).

El estado de lactancia es cuando la vaca produjo su primer día de leche hasta el momento del secado, lo ideal es tener 305 días (10 meses) y los 2 meses descanso y tener su cría cada año (19). Dentro de los tres primeros meses el pico de producción es alta y baja posterior a ella acompañada de la calidad de la leche, pero también influyen factores como la raza, estado

corporal, preñez y la alimentación. El estado lactancia es de 305 días, pero este parámetro no es alcanzado por algunos animales ya sea que sobrepasa los 305 o es menos cómo 240 a 270 días como en el caso de razas como simental, shorthorn y normando a comparación de la raza Holstein y Jersey que sí pueden alcanzar su lactancia en 305 días (19). Pero existe una persistencia de la lactancia es decir que sobrepasa los 305 días como; vacas preñadas antes de los 45 días posparto, vacas con alta producción lechera, mala alimentación, vacas acondicionadas con la cría.

#### **7.2.5. Estado reproductivo**

En la ganadería lechera durante los 305 días de lactancia ocurre varios eventos normales como inseminaciones, preñeces, partos, etc. y otros anormales como abortos, momificaciones, reabsorciones embrionarias, enfermedades etc. Cuando una vaca está preñada existe una dependencia con la baja producción de leche mientras la gestación avanza (20).

Durante el periodo de celo, las vacas suelen disminuir su productividad, ya que dejan de alimentarse y utilizan su energía montando a otras vacas o caminando de manera constante. Desde un punto de vista fisiológico, durante el celo, se observa un aumento en los niveles de estrógeno en la corriente sanguínea de la vaca, lo cual inhibe la producción de leche (20).

#### **7.2.6. Nutrición y suplementación**

Los requerimientos nutricionales en los bovinos cambian dependiendo la raza, sexo, edad, estado de salud y factores ambientales (22). El metabolismo correcto de los animales, es decir todas las reacciones químicas que suceden para la asimilación de todos los nutrientes que el animal ingiera para alimentarse, se convierte en energía el cual será utilizado para la mantención y producción de leche. Sin embargo, la energía también es utilizada en los músculos, hígado y glándulas mamarias, por lo tanto, si no se trata con una dieta equilibrada el animal utiliza su energía solo para el mantenimiento propio del animal.

Los diferentes tipos de dietas alteran a las bacterias ruminales y consecuentemente a la producción de ácidos grasos volátiles (23). Es decir, con un elevado contenido de fibra tienden a generar una mayor producción de ácidos grasos volátiles, especialmente ácido acético. En contraste, las dietas basadas únicamente en concentrados generan más ácido propiónico. Estos cambios en la dieta pueden afectar la composición de la leche. Los ácidos acético y butírico

están asociados con la grasa de la leche, mientras que los ácidos propiónicos se vinculan más con la producción de energía metabólica y no tienen una relación directa con la leche (23).

### **7.2.7. Factores Ambientales**

El pico más alto de productividad de un animal depende también de la adaptación al ambiente, es decir un animal en un ambiente tropical, frío o cálido no debe tener alto potencial productivo, sino también la adaptación a los diferentes tipos de ambientes en la zona (25). Las condiciones climáticas no afectan principalmente a la productividad lechera sino también a la ingestión de agua y alimentos, gasto energético, alteración homeostática, fallo reproductivo, etc. El clima es un factor predisponente al momento de criar animales ya que afecta directa o indirectamente a la producción y reproducción de los animales (25). Por lo tanto, es fundamental determinar el tipo de explotación deseada al seleccionar la raza de ganado apropiada y considerar el clima que prevalecerá en dicha explotación. Factores como temperatura, humedad, radiación solar, presión atmosférica, velocidad del viento y las precipitaciones afectan tanto fisiológica como nutricionalmente a los animales, ya que, en climas adversos, los pastos pueden no crecer de manera óptima para satisfacer las necesidades de los animales.

### **7.2.8. Buenas prácticas ganaderas**

La implementación de buenas prácticas en la producción de leche de ganado bovino es una herramienta crucial para abordar los desafíos actuales dentro de las producciones, lograr un sector pecuario más rentable, competitivo y sostenible mediante una gestión integral de los riesgos sanitarios (30). Se deben establecer pautas de calidad en la producción de leche de ganado bovino con el objetivo de asegurar la producción inocua de leche y productos lácteos. Esto se realiza para resguardar la salud pública mediante la implementación de medidas efectivas destinadas a reducir los riesgos asociados con la salud y el bienestar animal, la seguridad y calidad de la leche, así como el impacto ambiental. Estas prácticas se consideran fundamentales para el desarrollo sostenible del sector lácteo (30).

Brindar asesoramiento a los productores de pequeña y mediana escala que carecen de los conocimientos necesarios para expandir sus hatos y mejorar sus ingresos, ha sido fundamental para el rendimiento de las producciones, presentando principios fundamentales y conceptos esenciales para comprender el proceso natural de producción de leche (31). Asimismo, las

técnicas de crianza y protocolos de manejo sanitario durante el proceso de ordeño. La seguridad alimentaria de la leche se origina en la etapa de producción inicial, abarcando diversos elementos como la salud de los animales, el uso de medicamentos veterinarios, la alimentación, las prácticas de higiene durante el ordeño, así como el manejo, almacenamiento y preservación de la leche en la explotación ganadera (32).

### **7.3 Métodos de comercialización láctea en Pastocalle**

En la parroquia Pastocalle, se pueden identificar dos grupos principales de productores de leche. En primer lugar, están los productores rentistas, quienes no participan en procesos de mejora e innovación tecnológica. Estos adquieren terrenos mediante pagos mensuales anuales, dependiendo de la cantidad de metros cuadrados. Debido a que no son propietarios, les resulta difícil establecer un establo y utilizar equipos de ordeño mecánico.

Por otro lado, se encuentran los propietarios con terrenos propios. Solo una pequeña parte de ellos ha invertido en tecnología, estos productores suelen tener de 2 a 8 cabezas de ganado, con una producción diaria de 5 a 8 litros en mejores condiciones.

En esta zona, el único ingreso de estas familias proviene de la venta de la leche. Utilizan estos ingresos para cubrir gastos en educación, salud, alimentación, servicios básicos, insumos y medicamentos para el cuidado de sus animales. Sin embargo, la rentabilidad del sector ganadero en la parroquia Pastocalle ha disminuido, lo que obliga a los productores a buscar un segundo ingreso para sostener a sus familias

#### **7.3.1 Sistemas de ordeño**

En Pastocalle, la mayoría de los ordeños son de tipo tradicional, llevados a cabo en el mismo lugar donde se encuentran los animales. Este proceso se realiza en un entorno que incluye estiércol, barro y orina, y a menudo, con la presencia de otros animales como perros y gallinas.

Quienes realizan el ordeño no siguen prácticas sanitarias adecuadas, ya que no existe una buena desinfección ni lavado de manos ni de las ubres, utilizando los mismos utensilios para todas las vacas. Algunos propietarios incluso no llevan a cabo ninguna desinfección, lo que resulta en una contaminación de la leche y conduce a pérdidas económicas debido a la disminución en la producción y calidad del producto.

Un método apropiado para el ordeño manual implicaría la extracción de los primeros chorros, seguido de un lavado cuidadoso de pezones y ubres, y un secado inmediato con el objetivo de prevenir la contaminación de la leche.

### **7.3.2 Precio de la leche**

La comercialización de leche en Pastocalle se realiza a través de intermediarios, y el precio no está estandarizado, variando según la época del año. En la actualidad, el costo por litro de leche en Pastocalle es de 35 a 45 centavos dependiendo. Aunque no se ha logrado establecer un precio fijo en la venta de leche para los productores, los intermediarios, que obtienen la mayor parte de las ganancias, entregan el producto a las grandes empresas pasteurizadoras del país. Estos desafíos afectan principalmente a los pequeños y medianos productores, mientras que los grandes productores de leche, organizados en asociaciones, reciben un pago directo de aproximadamente 50 centavos por litro. Es importante destacar que la leche producida por estos grandes productores es de alta calidad debido a las prácticas de manejo implementadas.

En Ecuador, las grandes industrias lácteas enfrentan problemas con los distribuidores informales, ya que un 57% de la leche se comercializa de manera informal. Estos intermediarios operan sus empresas, sin someterse a ningún procesamiento y sin cumplir con los estándares de calidad y sanidad. Los productos lácteos derivados, representan un riesgo para el consumidor, ya que carecen de un registro sanitario (37).

### **7.3.3 Manejo sanitario**

Uno de los principales controles que se debe mantener y a sido deficiente en la parroquia Pastocalle ha sido el de mastitis, mostrando conocimiento ausente en los productores, sobre todo de la etapa subclínica, de la misma manera desconocen acerca de las pruebas CMT (California Mastitis Test), lo cual dificulta su comprensión sobre si dicha prueba puede determinar la presencia de mastitis en los animales. En Pastocalle, la falta de un protocolo de sellado post-ordeño expone a las vacas a un mayor riesgo de desarrollar esta enfermedad.

La mastitis es una enfermedad común que afecta al ganado bovino a nivel mundial, teniendo un impacto económico significativo en explotaciones ganaderas e industrias lácteas. Esta condición implica principalmente la inflamación de las glándulas mamarias, causando dolor, molestias y estrés en los animales, lo que resulta en una disminución en la producción de leche y afecta su calidad, influenciando el sabor, color y olor del producto final.

La prueba CMT (California Mastitis Test) constituye un método de diagnóstico rápido para la detección de mastitis subclínica. Este examen implica la adición de un reactivo a la leche, desencadenando la liberación de ADN de los leucocitos presentes en las glándulas mamarias de las vacas. Este proceso permite aproximarse al número de células somáticas en la leche, generando resultados categorizados que permiten interpretar el grado de mastitis. Los resultados se dividen en cinco categorías, abarcando desde la ausencia de mastitis, donde la leche permanece acuosa, hasta la solidificación de la leche con la introducción del reactivo (40).

#### **7.4 Mejora genética**

Es importante resaltar que la implementación de la selección artificial, basada en la producción individual, pruebas de progenie y el uso de la consanguinidad, fue un enfoque que condujo a la formación de nuevas razas de ganado. Roberto Backwell, un pionero inglés entre 1760 y 1795, desempeñó un papel crucial como precursor en el ámbito del mejoramiento animal (41). Respecto a la producción de leche, se alcanzó un progreso genético significativo basado en acontecimientos ocurridos en Dinamarca en 1885, donde se inició una asociación de hatos lecheros para monitorear la producción. Otro hito fue el redescubrimiento del trabajo de Mendel en 1900, el cual proporcionó un sólido fundamento para la genética, destacando que se requirieron varias décadas para explicar la herencia de las diversas características (41).

La información genética de cada ser se ubica en el núcleo de cada célula somática del ganado. En dichas células, se identifican 30 pares de cromosomas que albergan los genes, responsables de determinar la constitución genética o genotipo del individuo para cada característica específica. La manifestación observable o medible de estas características en el individuo se denomina fenotipo (41).

##### **7.4.1 Propósito de la mejora genética en bovinos de leche**

La optimización genética implica el aumento de la carga genética tanto a nivel individual como poblacional. Es esencial destacar que, como punto de partida, se debe enfatizar la relevancia de combinar tanto los factores genéticos como los ambientales, ya que estos se complementan entre sí para lograr resultados más eficaces. Una vez que el genotipo del individuo ha experimentado un incremento, este es heredado por su descendencia, y existe la posibilidad de que continúe transmitiendo de generación en generación (42).

En la categoría de ganado lechero, la mayoría de las características genéticas de relevancia económica son cuantitativas. Estas se distinguen por estar determinadas por múltiples pares de genes, y la expresión fenotípica de cada característica se ve significativamente influenciada por el entorno. La interacción de ambos factores contribuye a la configuración del fenotipo, abarcando aspectos tales como la producción y composición de la leche.

Para cualquier atributo cuantitativo, se propone el siguiente modelo: *Comportamiento individual (Fenotipo) = Capacidad Genética (Genotipo) + (Ambiente)*

#### **7.4.2 Mérito genético de un animal**

Los programas de mejoramiento genético inician definiendo el objetivo final del proceso, que, en el caso de bovinos de leche, suele ser mejorar la rentabilidad. El segundo paso implica identificar las características controladas genéticamente que ejercen influencia en la rentabilidad de la producción lechera. Este enfoque no se limita únicamente al volumen de producción y al contenido de sólidos, sino que también abarca otras cualidades como la longevidad del animal, su capacidad reproductiva, su rendimiento, la morfología de las ubres, entre otros. Estos factores se incorporan como parte de la función de mérito total, que constituye los objetivos a alcanzar (43).

#### **7.5 Índices de selección**

Los índices de selección se presentan como una herramienta que condensa el mérito genético de un reproductor en un único valor económico. Este valor refleja el impacto económico que tendría la utilización de dicho reproductor en el sistema, ya que cada Valor Predictivo de Cría (EPD, por sus siglas en inglés) se pondera mediante un coeficiente económico. Por consiguiente, los índices de selección se establecen como la herramienta más efectiva cuando el objetivo es maximizar el retorno económico (44).

Se calculan como la suma de los diferentes valores genéticos (EPD) de un animal específico, siendo ponderados por un coeficiente que considera el retorno económico que podría lograrse mediante la mejora de esa característica (44).

Características operativas como la fertilidad de las hembras, la resistencia a enfermedades y a las condiciones climáticas también se han integrado en índices de selección, ya que contribuyen a lograr el objetivo económico último en la explotación lechera. Esto implica

que, para cumplir con la meta establecida en un programa de mejora genética, es necesario incorporar más de una característica en la selección. La parte más desafiante radica en el uso de herramientas para combinar de manera eficiente las características seleccionadas, con el propósito de maximizar las posibilidades de alcanzar los objetivos del programa de mejora en el menor tiempo posible (45).

### **7.5.1 Heredabilidad**

La heredabilidad evalúa en qué medida, en promedio, las características de los padres se transmiten a su descendencia (46). Se representa mediante " $h^2$ " y su escala va de 0 a 1 (47).

Cuando la heredabilidad de un rasgo es más elevada, la exactitud de selección es mayor, lo que aumenta la probabilidad de lograr una ganancia genética mediante la selección. Por otro lado, una heredabilidad cercana a 0 sugiere que la ganancia genética está fuertemente influenciada por factores genéticos. Las heredabilidades se interpretan de la siguiente manera:

- Menos de 0,1 baja heredabilidad y baja posibilidad de ganancia genética (48).
- De 0,1 a 0,3 moderada heredabilidad y moderada posibilidad de ganancia genética (48).
- Más de 0,3 alta heredabilidad y alta posibilidad de ganancia genética (48).

La estimación de la heredabilidad de características en el ganado bovino se lleva a cabo a través de análisis genéticos y estudios de pedigrí, logrados mediante el registro detallado de todos los animales presentes en el hato ganadero. Sin embargo, este proceso puede presentar desafíos para la mayoría de los ganaderos ecuatorianos, especialmente para los productores de tamaño mediano y pequeño. Al conocer la heredabilidad de una característica de interés, el productor puede tomar decisiones informadas para la selección de futuros reproductores, logrando una producción más eficiente y rentable (46).

### **7.5.2 Índice de cría**

El Índice de Cría, introducido en 2012, se diseñó para su aplicación en sistemas de cría, donde los ingresos principales se derivan de la venta de terneros al destete y de vacas (gordas o destinadas a la invernada). Las características más destacadas incluyen aspectos reproductivos, el peso al destete, el peso al nacer y la habilidad lechera (44).



Indica la superioridad de un reproductor en relación con otro de índice inferior, dentro de un sistema de cría. Su beneficio económico se origina principalmente en el aumento de los kilos de terneros destetados. Este indicador resulta de mejoras tanto en el rendimiento de los terneros como en las tasas reproductivas superiores de las hijas que se integran al hato (44).

### **7.5.3 Índice de ciclo completo**

El Índice de Ciclo Completo evidencia la superioridad de un reproductor en relación con otro de índice inferior, dentro de un sistema de producción enfocado en la venta de novillos (ciclo completo). Su beneficio económico proviene principalmente de la venta de novillos, siendo de menor importancia relativa en el sistema el desempeño reproductivo y productivo de las hijas que se integran al rodeo (44).

### **7.5.4 Valor de Cría Estimado (Estimated Breeding Value - EBV)**

El valor de cría es una estimación del mérito genético de un animal, reflejando su capacidad para transmitir características específicas a su descendencia. Al seleccionar un animal, es crucial tener en cuenta que, aunque la genética desempeña un papel importante, factores como la alimentación, el manejo y la salud también son determinantes (49). Cada característica evaluada debe ir acompañada de un valor de precisión, influenciado por la heredabilidad del rasgo y la disponibilidad de datos sobre el animal y su parentesco. Cuanta más información se ingrese sobre el valor de cría, mayor será la precisión del resultado.

### **7.5.5 Respuestas a la selección por el uso de índices**

La selección a través del índice busca avanzar genéticamente en diversas características con la intensidad adecuada para cada una, permitiendo así alcanzar el objetivo general de maximizar los ingresos en una explotación (44).

La respuesta a la selección se podría describir como la variación en las mediciones de la población con respecto a los criterios predefinidos. En otras palabras, es la disparidad entre el valor promedio del fenotipo de los descendientes de los padres seleccionados y el promedio de las generaciones anteriores antes de la aplicación de la selección (50).

La meta consiste en optimizar esta respuesta a la selección, algo que sería factible si pudiéramos seleccionar de manera precisa a los animales con los mejores valores de cría para ser padres. Sin embargo, la dificultad principal radica en la incertidumbre respecto a los

valores de cría reales de los animales. Esto obliga a trabajar con valores que son estimaciones o predicciones, subrayando la importancia de comprender los factores que influyen en esta respuesta a la selección (50).

Los elementos que inciden en la respuesta a la selección guardan una relación directa con tres factores como son: la precisión o exactitud de selección, intensidad de selección y variación genética.

## **7.6 Valor económico**

### **7.6.1 Producción y lactancia**

Dado que, dentro de la industria láctea ecuatoriana, la presencia de pequeños, medianos y grandes productores conlleva funciones específicas distintas. Los pequeños productores, a pesar de abastecerse en parte a través del autoconsumo, buscan maximizar sus producciones para satisfacer sus necesidades básicas y deben integrarse a centros de acopio. Por otro lado, los medianos y grandes productores suministran sus productos a grandes empresas procesadoras (52).

El precio de la leche no solo está vinculado a su calidad e higiene, sino también a la cantidad producida. En situaciones de sobreproducción, los precios tienden a disminuir. Además, el contrabando de leche está regulado por diversas entidades, como el Ministerio de Agricultura (MAG), el Ministerio del Interior, el Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE), las Fuerzas Armadas y Agrocalidad, quienes llevan a cabo controles regulares (52).

Durante el periodo de lactancia se producen cambios fisiológicos en el animal con el fin de prepararlo para la secreción del calostro, el parto, la producción de leche posterior, así como cambios metabólicos y nutricionales. Estos factores son determinantes para el adecuado desempeño productivo y reproductivo en las lactancias futuras (53).

El período de lactancia tiene una duración aproximada de 305 días, dividido en etapas que incluyen el posparto, la lactancia inicial (2 meses), la lactancia media (del 3er al 6to mes) y la lactancia final (del 7mo al 10mo mes) (53). El rango ideal de producción por lactancia oscila entre aproximadamente 4000 a 5000 litros de leche cruda. No obstante, algunas producciones lácteas alcanzan niveles cercanos a los 7000 litros. Para lograr estas cifras más

elevadas, se requiere una mayor inversión en términos de costos de producción, manejo y nutrición del animal (54).

### **7.6.2 Reproducción y días abiertos**

Uno de los principales problemas que afecta a la rentabilidad de pequeños y medianos productores es la existencia de celos regulares y de la misma forma el tiempo que tardan cada una de estas en estar dispuestas. En la ganadería, donde se tiene un ciclo de producción de 305 días y un período de secado de aproximadamente 60 días, si una vaca no queda preñada, se ve afectada tanto en su productividad como en su capacidad reproductiva, generando pérdidas económicas para el productor (54).

Teniendo en cuenta que los días abiertos en las vacas lecheras se refieren al intervalo de días desde el parto hasta que la vaca queda preñada nuevamente y da a luz. Estos días tienen una importancia significativa, ya que influyen directamente en los productores y pueden afectar negativamente su situación económica si se extienden demasiado (56).

El periodo típico de días abiertos se sitúa alrededor de los 90 días. Este período incluye aproximadamente 30 días desde el parto hasta que la matriz de la vaca esté limpia y lista para iniciar los ciclos de ovulación, y otros 30 días para que entre en celo nuevamente con alta eficacia (56). Es crucial monitorear y controlar los celos de la vaca para evitar que estos días abiertos se prolonguen.

### **7.6.3. Mérito total**

Para iniciar un programa de mejora genética, es esencial establecer un objetivo que tenga como propósito mejorar la rentabilidad del hato ganadero. Esto requiere comprender el peso económico que influye en los objetivos de mejora genética y conocer las características genéticas de los animales. Al entender estas características genéticas y su peso económico, se puede estimar el mérito total de los animales que se seleccionarán. El objetivo final es obtener animales que sean económicamente más eficientes, basándose en la estimación de su mérito genético en lugar de en la selección fenotípica (58). Método de selección genética que se basa en la suma de los valores genéticos de los animales ponderados por su valor económico respectivo. Para implementar el índice de mérito total, es esencial conocer los valores genéticos asociados a cada característica de interés (59).

La estimación de estos valores genéticos para múltiples características puede realizarse mediante la técnica de BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), pero es necesario medir inicialmente a los animales en términos de características fenotípicas como la producción diaria de leche, la ganancia diaria de peso, la densidad de leche, entre otras.

En la parroquia de Pastocalle, se busca la selección de los mejores animales basándose en su valor genético y aprovechando la rusticidad y adaptabilidad al entorno. Las razas predominantes en la parroquia incluyen Holstein, Jersey y Mestizas. La raza Mestiza se encuentra en mayor proporción dado que destaca por su resistencia y capacidad para adaptarse a los diversos climas de la serranía ecuatoriana. Además, muestra eficiencia reproductiva, alta fertilidad, regularidad en celos, facilidad en el parto, capacidad maternal y una notable longevidad.

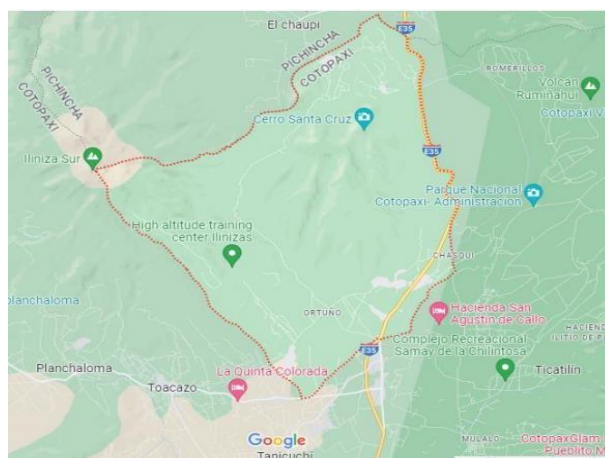
## 8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

**H1:** El análisis del índice de selección permite estimar el mérito genético de reproductores en base a los rasgos genotípicos y fenotípicos en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos en leche de la parroquia de Pastocalle.

## 9. METODOLOGÍA

### 9.1. Ubicación

**Gráfico 1.** Mapa de la parroquia San Juan de Pastocalle



**Fuente:** Google Maps

## **9.2 Situación Geográfica**

La parroquia San Juan de Pastocalle, se encuentra ubicada al noroccidente de la provincia de Cotopaxi. Los límites de la parroquia son: Al norte, limita con la provincia de Pichincha-Mejía-Chaupi y los nevados de los Ilinizas. Al sur, con la parroquia de San Lorenzo de Tanicuchí. Al este, con la parroquia de Mulaló y predios del Parque Nacional Cotopaxi. Al Oeste, con las parroquias San Lorenzo de Tanicuchí y Toacazo (28).

La parroquia cuenta una superficie total de 135 Km<sup>2</sup> (13.876,63 Ha.), se encuentra a una distancia de 25 km desde Latacunga hasta el centro parroquial, con una altura a la que se encuentra la parroquia es de 3.197 m.s.n.m, con un clima que oscila entre los 12 y 25° (28).

## **9.3. Tipo de estudio**

Para el presente proyecto se aplicará un estudio descriptivo observacional, ya que este nos permite detallar el fenómeno de estudio a través de una medición que en este caso viene a ser la producción lechera, ganancia de peso y la rentabilidad económica de las producciones sin manipular las variables de estudio.

## **9.4 Población de estudio**

El siguiente trabajo de investigación está dirigido a los pequeños y medianos productores de leche que forman parte del proyecto de mejoramiento genético en los distintos barrios de la parroquia de Pastocalle. Siendo la continuidad en cuarta fase del proyecto, por medio de las primeras visitas a los predios y actualizaciones de los datos se realizó un análisis del periodo anterior donde se registraban 11 productores de los cuales al no tener constancia en el proyecto dejaron de formar parte 2 productores, y se integró un productor adicional. Mostrando actualmente un total de 10 productores y un total de 96 cabezas de ganado con edad de 1 mes a 7 años los cuales siguen estando prestos a la colaboración con las actividades.

### **9.4.1 Actividades**

Desde el día 10 de septiembre 2023 hasta el día 15 de septiembre 2023 se trabajó en el barrio del Boliche con las primeras actualizaciones de valores como pesajes, desparasitaciones, vitaminización, análisis de leche. Se planificó realizar visitas de una semana por cada mes que se trabajó en la parroquia.

Los días del 8 al 10 de octubre se trabajó en los barrios de Quilchimiño centro, y el Progreso, realizando tomas de pesos, pruebas de leche y recolecta de información sobre los costos de producción. (**Anexo 9**)

El día 13 de octubre del 2023 se realizó una charla integradora del proyecto en el barrio El Boliche, donde hubo acogida del proyecto por medio de los productores pertenecientes y productores que deseaban formar parte, se procedió a dar conocimiento sobre los beneficios, ventajas productivas y genéticas que obtienen al formar parte del proyecto. (**Anexo 8**)

Posteriormente, desde el día 09 de noviembre 2023 al 20 de noviembre 2023 se visitó los Barrios El Progreso, Quilchimiño centro y la Vía al Páramo, ya así realizando la toma de los terceros datos de pesos y pruebas de la leche concluyendo así el 30 de noviembre 2023 con las actividades y actualizaciones de datos. (**Anexo 10**)

## **9.5. Manejo de estudio**

Este estudio se llevó a cabo en un intervalo de tiempo de 3 meses desde septiembre hasta noviembre del 2023, empezando con un recorrido por los hatos ganaderos de los productores por medio de la ubicación previamente obtenida del periodo anterior, visitando cada predio con el fin de actualizar y verificar los datos mediante las actividades propuestas.

### **9.5.1 Coordenadas**

Se empezaron las actividades en la parroquia San Juan de Pastocalle el día 10 de septiembre, confirmando con precisión las coordenadas de los predios proporcionados por los anteriores investigadores, Con la asistencia de aplicaciones como "Google Maps", estas coordenadas se actualizaron para reflejar ubicaciones precisas, facilitando así la localización de los predios que albergan el ganado vinculado al proyecto.

### **9.5.2 Visita a los predios**

Se llevó a cabo la primera visita a cada predio. Durante esta visita, se verificó y actualizó la información de cada propietario y de los animales que habían sido registrados previamente. Se socializó el proyecto, donde se logró obtener todos los datos de sus predios, el número de animales y se los clasificó por categorías: producción, secas, vaconas, terneros.

### **9.5.3 Desparasitaciones y Vitaminización**

Una de las primeras actividades que se llevó a cabo fue la desparasitación y vitaminización de todo el ganado de los predios pertenecientes al proyecto, con el objetivo de mejorar tanto la condición y la salud de los mismos. Se administró un desparasitante por vía oral a base de Febendazole con amplio espectro y sin retiro en leche. Para la vitaminización se utilizó un complejo multivitamínico del complejo B, sumado a la aplicación de vitaminas "A D3E" para la prevención y tratamiento de trastornos reproductivos.

La aplicación de dichos productos se realizó con la aprobación de los dueños, asegurando la erradicación de parásitos internos y la corrección de posibles carencias vitamínicas. Se excluyó la administración de estos productos en vacas gestantes y terneros menores de 2 meses de edad.

### **9.5.4. Pesaje y altura del ganado**

Se empleó una cinta bovinométrica de la marca "Coburn Dairy Cow" para llevar a cabo la toma de pesos de cada animal, ya que es una herramienta de fácil manipulación y nos ayuda a obtener de manera rápida el peso del ganado según categorías como leche o carne. Esta medida se realiza alrededor de la circunferencia torácica en dirección caudal al olécranon. De esta manera, se llevó a cabo los pesajes mensuales con el fin de determinar posibles aumentos o disminuciones del mismo.

De la misma manera con ayuda de una cinta métrica se midió de forma manual la altura en cm de la cruz de cada uno de los animales, para esta medida el ganado debe mantenerse sobre una superficie derecha o plana y la altura se medirá en la cruz, cuando no incline la cabeza hacia arriba o hacia abajo.

### **9.5.5 Densidad de la leche**

Este apartado se facilitó con la ayuda de un lactodensímetro de la marca "Collin" junto con un recipiente de plástico, de modo que en una superficie plana y nivelada se pueda posicionar el recipiente con una cantidad adecuada de leche, aproximadamente un litro. Posteriormente, procedemos a colocar el lactodensímetro realizando un giro suave en el interior del recipiente, permitiendo que flote, de modo que permanezca pocos segundos, en los cuales nos facilitará con la medida de la temperatura y densidad de la leche según su flotación.

Esta medida se tomó de todas las vacas que se encontraban en producción. Después de recopilar los datos, se procedió a realizar una conversión del valor obtenido mediante una tabla de conversión de los valores de densidad de la leche.

#### **9.5.6 Peso de leche**

Se empleó una balanza electrónica para cuantificar la cantidad de leche de cada vaca productora en kilogramos. La medición se efectuó durante las horas de ordeño, requiriendo previamente pesar el balde utilizado en el proceso para, al finalizar el ordeño, restar el peso del balde y así obtener el valor preciso de la leche producida por cada vaca.

#### **9.5.7 Prueba de California Mastitis Test (CMT)**

Una de las afecciones más comunes que impactan a las vacas lecheras es la mastitis, una enfermedad incide directamente en la calidad de la leche. Por esta razón, se consideró esencial llevar a cabo esta evaluación de manera mensual en las vacas productoras de la parroquia. Para llevar a cabo este examen, empleamos una paleta de plástico CMT que cuenta con cuatro compartimentos correspondientes a cada cuarto, además del reactivo "CMT", dentro del proceso se obtuvo una pequeña muestra de leche directamente de cada ubre en los compartimentos asignados, seguido de la adición de 1ml del reactivo. Se realizaron movimientos circulares durante unos minutos y dejando caer lentamente, de modo que se pueda evidenciar posibles alteraciones en la consistencia de la leche, conocidas como trazas, identificando resultados positivos o negativos.

#### **9.5.8 Costos de Producción**

Con el fin de calcular los costos y gastos de producción de los predios dentro del proyecto, se diseñó un cuestionario, el cual fue administrado mensualmente a cada productor durante los meses de septiembre, octubre y noviembre. Este cuestionario abarcaba preguntas como:

- ¿Cuántos litros producen diariamente?
- ¿Cuál es el precio de venta por litro de leche?
- ¿Qué tipo de alimentación proporcionan a sus animales?
- ¿Utiliza suplementos nutricionales como: sal mineral, melaza u otros alimentos?
- ¿Cuáles son los costos de arriendo?



- ¿Utilizan abono?
- ¿De qué herramientas hacen uso para el mantenimiento del suelo?
- ¿Aplica vacunas, tratamientos, vitaminas, desparasitante con frecuencia?

#### **9.5.9 Chequeos Ginecológicos**

Una de las actividades efectuadas en el proyecto de mejoramiento genético fue la implementación de controles ginecológicos. Para llevar a cabo esto, se realizó un recorrido por todos los predios asociadas al proyecto, donde se realizaron encuestas sobre los problemas reproductivos frecuentes en las vacas, teniendo en cuenta la insatisfacción de los productores por el tiempo de los días abiertos y de igual manera problemas para concebir.

Se planificó controles ginecológicos mensuales con la participación de tesoristas vinculados al proyecto y el docente a cargo. Durante estos controles, se identificaron patologías reproductivas, se realizó una evaluación anatómica del aparato reproductor y se llevó a cabo un diagnóstico para determinar la gestación de las vacas.

#### **9.5.10 Tratamientos**

Los tratamientos aplicados se ajustaron según los hallazgos patológicos identificados mediante el ecógrafo. Las afecciones y carencias encontradas en las vacas, las mismas abarcaban aspectos nutricionales, prácticas de manejo y control sanitario. Se observaron casos de ovarios acíclicos, infecciones uterinas post parto y retenciones placentarias.

Dependiendo de cada hallazgo se aplicó tratamientos como aplicación de hormonas con el fin de regular los ciclos estrales utilizando GnRH y prostaglandina. De igual manera se llevaron a cabo lavados intrauterinos mediante el uso de antibióticos para infecciones uterinas asociadas a retenciones placentarias y se brindó conocimiento sobre la importancia del suministro de minerales por medio de sales o de manera inyectable.

#### **9.5.11 Vacunación**

La inmunización de las vacas productoras fue una condición establecida por el proyecto para llevar a cabo las inseminaciones en colaboración con la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se planificó con los productores de cada predio, enfocándonos en vacas en producción y vacas cercanas al primer servicio. Se efectuó mediante la aplicación de la vacuna "Cattlemaster Gold FP 5 L5" con dosis de 5ml por vía subcutánea para cada animal.

Debido a que esta vacuna se aplica anualmente, se excluyeron a todas las vacas que ya habían recibido su inmunización en el periodo anterior, y se omitió la inmunización de terneras y toros debido a consideraciones económicas para los productores, con una revacunación después de 21 días de todas las vacas y vaconas que reciben la primovacunación.

## 9.6 Presentación de datos

La recopilación de datos de las visitas mensuales a los 10 predios dentro del proyecto se llevó a cabo durante los meses de septiembre a noviembre de 2023. Se recabaron datos relacionados con los costos de producción, pesos de los animales, producción de leche y la densidad. Los mismos que se cargaron en la base de datos de Excel para luego llevar a cabo los objetivos establecidos en la investigación.

### 9.6.1 Promedio de ganancia de peso

Con el objetivo de analizar la ganancia de peso y poder cuantificar los datos, mediante el uso de la cinta bovinométrica se logró obtener un seguimiento mensual de los pesos de los animales. Para calcular las ganancias de peso entre meses y luego obtener su promedio, se procedió a aplicar los siguientes cálculos:

En primer lugar, se obtuvo los días que transcurrieron entre el pesaje del mes de septiembre y octubre, obteniendo la ganancia de peso 1, por medio de la fórmula:  $=SIFECHA$  (*1era fecha de toma de peso; 2da fecha de toma de peso; "días"*), la misma que se planteó en la base de datos de Excel, del cual se adquirió los días de intervalo que existe entre el pesaje de los dos meses.

Después de obtener la cantidad de días entre dos registros de peso mediante una fórmula, podemos calcular la ganancia de peso en esos días. En Excel, utilizamos la fórmula "peso de septiembre - peso de octubre / días entre pesos \* 1000" para determinar la ganancia de peso entre estos dos meses, expresándola en gramos.

Posteriormente, se debe obtener los días entre los pesos del mes de octubre y noviembre obteniendo la ganancia de peso 2, para lo cual usamos la misma fórmula "*(Peso octubre-Peso noviembre / días entre pesos de octubre y noviembre) \*1000*" así obtenemos la ganancia de peso entre estos 2 meses.

Como paso final para calcular la ganancia de peso en los tres meses, es necesario realizar un promedio con las ganancias de peso obtenidas. Para ello, sumamos las dos ganancias obtenidas y dividimos el resultado por 2. De esta manera, obtenemos la ganancia de peso promedio a lo largo de los tres meses.

### **9.6.2 Promedio altura**

La alzada es un carácter fundamental cuando hablamos del tamaño y consumo del ganado, se muestra como una característica crucial para el manejo y producción. La altura a la cruz, no debe confundirse con el tamaño general del animal, se encuentra determinada por el largo de los huesos de los miembros y por los ángulos que forman sus articulaciones. Se tomó una medida mensual de todo el ganado y se realizó un promedio general de los tres meses en la base de datos de Excel.

### **9.6.3 Promedio de lactancia**

La lactancia es un indicador que evalúa la producción. Se consideraron todas las vacas registradas en producción en la base de datos de la parroquia para llevar a cabo este cálculo, se requiere como información esencial la fecha del último parto de las vacas en producción de todos los predios durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, en relación con la fecha de la primera medición.

Se llevó a cabo una encuesta a los propietarios para determinar la fecha del último parto. Es importante destacar que no todos los encuestados mantenían registros precisos, lo que resulta en la falta de fechas exactas en algunos casos.

Fórmula: =SIFECHA (Fecha del último parto; Fecha de la primera medición;"d")

Dónde: "d": hace que el valor obtenido sea expresado en días.

Mediante esta fórmula nos refleja como resultado los días de lactancia, este mismo dato se lo compara previamente en una matriz de Excel en la cual según los días de lactancia y la cantidad de leche que produce esa vaca nos refleja un aproximado de la cantidad de leche que producirá a los 305 días, este procedimiento se realizó una por una a todas las vacas productoras.

Se llevaron a cabo estos procedimientos durante los tres meses de estudio, en los cuales el intervalo entre las fechas de medición, la cantidad de leche y, por ende, los días de lactancia variaron. La razón detrás de realizar estos cálculos mensuales es obtener un promedio de cada productor. Para obtener el promedio de la leche en los 305 días utilizamos la fórmula:

$$\text{“leche 305 (1) + leche 305 (2) + leche 305 (3) / 3”}$$

Donde:

Leche 305 (1): refleja la cantidad de producción de leche de la vaca durante sus 305 días de lactancia en relación al último parto que tuvo y la medición de leche que se realizó en el mes de septiembre.

Leche 305 (2): muestra la cantidad de producción de leche de la vaca durante sus 305 días de lactancia en relación al último parto que tuvo y la medición de leche que se realizó en el mes de octubre.

Leche 305 (3): es la cantidad de producción de leche de la vaca durante sus 305 días de lactancia en relación al último parto que tuvo y la medición de leche que se realizó en el mes de noviembre.

Estos valores se suman y luego se dividen entre tres para calcular el promedio de la producción de leche de las vacas durante sus 305 días de lactancia en relación con su último parto. De esta manera, se obtiene una estimación de la producción que se puede esperar de las vacas.

#### **9.6.4 Promedio densidad de la leche**

Como se mencionó anteriormente, se llevaron a cabo análisis de la leche durante los meses de septiembre, octubre y noviembre. Durante estos análisis, se utilizó el lactodensímetro para recabar información en cada ocasión. Después de obtener los datos de los tres meses, procedimos a realizar la conversión necesaria, con ayuda de una tabla de conversión dado que el lactodensímetro proporciona valores de temperatura y densidad.

Los valores se incorporaron a la base de datos durante los tres meses. Posteriormente, se efectuó un cálculo promedio sumando dichos valores:

$$\frac{\text{“Lactodensímetro septiembre”} + \text{“Lactodensímetro octubre”} + \text{“Lactodensímetro noviembre”}}{3}$$

Donde:

- Lactodensímetro septiembre: son los valores de la densidad durante el mes de septiembre.
- Lactodensímetro octubre: son los valores de la densidad durante el mes de octubre.
- Lactodensímetro noviembre: son los valores de la densidad del mes de noviembre.

De esta manera, fue posible calcular el promedio de la densidad de la leche de cada vaca en periodo de producción.

### **9.6.5 Promedio de días Abiertos**

El intervalo entre partos, abarca desde el momento del parto hasta que la vaca queda nuevamente preñada, tiene un impacto significativo en el objetivo fundamental de la producción ganadera. Y es un dato importante para evidenciar el tiempo perdido o ausente, en el cual una vaca con condiciones apropiadas no superaría los 90 días. Para el cálculo de este carácter se tomó en cuenta la diferencia entre la fecha de último parto y la fecha de su nueva preñez. Obteniendo así la media de días abiertos de cada una de las vacas que forman parte del proyecto.

### **9.7 Presentación de costos de producción**

Utilizando la base de datos actualizada de los meses de septiembre a noviembre sobre los costos de producción, se generó una tabulación que incluye información de los productores, la cantidad diaria de producción de leche en litros, el precio de venta por litro de leche, así como los gastos fijos y variables mencionados anteriormente que los propietarios incurren mensualmente para el mantenimiento de sus hatos ganaderos.

#### **9.7.1 Gastos de leche**

Para calcular los desembolsos relacionados con la leche, se consideran los costos fijos y variables incurridos en el sustento de los animales durante los meses de septiembre a noviembre en cada hato ganadero mediante:

*Gastos de leche = sumatoria total de gastos de producción de leche septiembre-noviembre*

### **9.7.2 Costos**

El costo por litro de leche para cada propietario se determina según los gastos de producción y la cantidad de litros que generan mensualmente.

$$\text{Costo de producción} = \text{gastos leche} / \text{litros mes}$$

### **9.7.3 Ingresos de leche**

Representan el pago mensual que los propietarios reciben por la venta de cada litro de leche. Estos valores fluctuarán en función de la cantidad mensual de leche y el precio de venta establecido por cada productor. Obteniendo los ingresos de cada productor aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Ingresos de leche} = \text{Promedio de Litros mes} * \text{Promedio precio de venta del litro de leche}$$

### **9.7.4 Beneficio**

Hace referencia a la ganancia total por la venta por litro de leche mensual de los productores, es importante señalar que la ganancia no se limita solo a la comercialización de leche, sino que también abarca la venta de animales o de cualquier subproducto derivado de la explotación animal. Mediante la suma de los valores de ingresos de la leche y ingreso extra como la venta de animales, y se resta los gastos en la leche:

$$\text{Beneficio} = (\text{Ingreso de leche} + \text{ingreso extra}) - \text{gastos de leche}$$

## **9.8 Análisis de datos en el sistema Best Linear Unlinear predictor (BLUP)**

Este método posibilita la conexión y utilización integral de la información relacionada con los parientes genéticos de un animal, registrada para derivar una estimación de su valor genético, el cual será transmitido a las generaciones futuras. Fue mediante la implementación de este sistema que se lograron obtener los valores de cría para el aumento diario de peso, la producción de leche a los 305 días de lactancia y la densidad de la leche en la parroquia de Pastocalle.

### **9.8.1 Información genealógico progenitores**

Durante las primeras visitas a los predios, se recopilaron estos datos mediante preguntas sobre los registros de los progenitores de cada animal, obteniendo así la información sobre los padres y madres de los animales, con un total de 4 datos de padres y 30 datos de madres.

La relevancia de estos datos radica en que cuanto más información sobre los progenitores se disponga de los animales, mayor será la confiabilidad de los resultados proporcionados por el sistema BLUP en términos del valor genético y la respuesta a la selección de estos animales.

### **9.9 Valor de respuesta a la selección de Ganancia de peso, lactancia, densidad**

Después de procesar los datos mediante el BLUP, es necesario calcular un promedio de los valores asignados como fenotipo. De esta manera, obtendremos una media de este valor en función de la sección que estemos analizando.

#### **9.9.1 Intensidad de selección**

Una vez obtenida la media, es necesario agregarla al valor de cría de cada animal según el fenotipo que estemos evaluando:

$$\text{“media del fenotipo”} + \text{“estimated breeding value”} = \text{Respuesta a la selección}$$

Este proceso se debe realizar para cada animal en los apartados de ganancia de peso, producción de leche y densidad.

## **10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Se evaluaron 96 animales provenientes de 10 predios distintos ubicados en la parroquia de Pastocalle. Se emplearon los datos recopilados durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, que incluyen información sobre costos de producción, ganancia diaria de peso, producción de leche y densidad de la misma. Estos datos fueron sometidos a análisis a través del sistema BLUP.

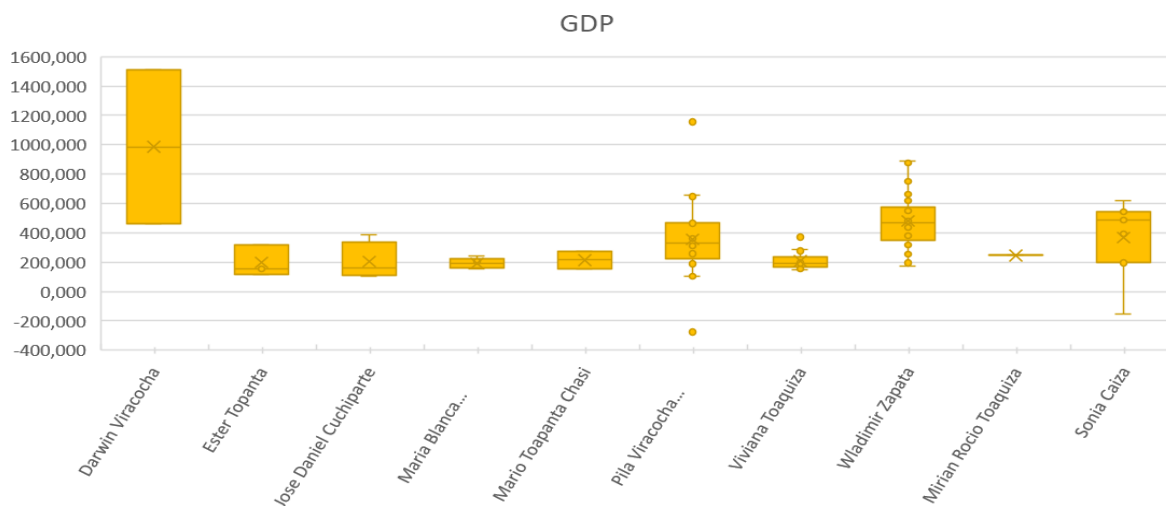
## 10.1 Estimación del valor genético mediante la evaluación fenotípica de caracteres elegidos

### 10.1.1 Ganancia diaria de peso

Según lo evidenciado en el gráfico 2, se aprecia un aumento de peso en la mayoría de los animales, con un promedio fenotípico de 367,06 gramos de ganancia diaria de peso entre los 96 animales que abarcan terneros, vaconas, vacas gestantes y vacas secas. La vaca que registró el mayor aumento de peso durante los meses de septiembre, octubre y noviembre alcanzó una ganancia diaria de 889,69 gramos. Este resultado se atribuye a la atención dedicada por parte del propietario, quien satisface adecuadamente las necesidades de alimentación y sanitarias de sus animales. Cabe destacar que no solo está vaca experimentó un aumento de peso, sino también las demás vacas pertenecientes al mismo dueño, aunque en proporciones menores.

No obstante, se observa una pérdida de peso en algunos animales. Este fenómeno se explica por el parto de algunas vacas, que condujo a un desequilibrio energético negativo y, como consecuencia, a problemas de salud. Además, otras vacas experimentaron una disminución de peso debido a las condiciones de verano, ausencia de lluvias y la escasez de alimento.

**Gráfico 2.** *Ganancia diaria de peso*



Eje Y: ganancia de peso en gr; Eje X: Propietarios

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)



El aumento de peso se encuentra estrechamente vinculado al desempeño de los animales, que depende de factores como una dieta equilibrada y el control sanitario, especialmente en términos de vitaminas y desparasitación. Estos aspectos desempeñan un papel crucial al proporcionar el aporte energético necesario para el mantenimiento y crecimiento, mejorando así el metabolismo y conduciendo a una GDP, según las investigaciones de Lorenzo P. y Hansen D (66). Sin embargo, en la parroquia Pastocalle, no es común llevar la administración regular de vitaminas y desparasitantes. Además, surge un inconveniente importante, ya que los animales deben recorrer más de 3 km, para acceder a alimento y agua en caminos empinados y rústicos, debido a que mantienen a sus animales aislados de sus viviendas.

#### 10.1.1.1 EBV de GDP

Se aplicó el sistema BLUP, considerando la totalidad de los 96 animales, entre terneros, vaconas, toros, vacas gestantes y secas, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, obteniendo un promedio de 0,74 gr/día. Se procedió a seleccionar los 10 mejores animales en Ganancia Diaria de Peso (GDP), los cuales aportarán de manera positiva en las futuras generaciones con una ganancia estimada de 86,45 gramos diarios. Cabe destacar que lo óptimo sería alcanzar los 600-700 gramos diarios (67).

**Tabla 1.** *EBV Ganancia diaria de peso*

Animal	EBV/GDP	Accuracy
60	166,12	0,49
24	119,62	0,52
36	115,06	0,33
26	97,88	0,49
6	71,67	0,52
49	66,68	0,46
12	62,74	0,51
82	61,45	0,53
59	58,47	0,50
3	44,83	0,32

*EBV = Estimated Breeding Value = Valor genético animal*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

Según se puede apreciar en la tabla 1, el valor más alto para la descendencia en términos de ganancia diaria es de 166,12 gr/día correspondiente al toro número 60 del propietario Segundo Pila mostrando una confiabilidad de 49% y 119,62 gr/día que corresponde a la vaca número 24, conocida como Grecia, propiedad de Wladimir Zapata, con una confiabilidad del 52%. Se estima que estos animales contribuirán con 86,45 gramos diarios a la ganancia diaria de peso en su próxima generación.

En contraste, el animal que experimenta la menor ganancia diaria de peso es de -143,25 gr/día, lo que significa que contribuiría negativamente a su descendencia. Este animal ha sido excluido del proceso de selección en GDP, ya que no aportaría beneficios a las próximas generaciones. Esta situación se debe a que la vaca es mantenida en traspatio, careciendo del suministro necesario de alimento y sin acceso adecuado al agua. Además, ha presentado problemas continuos en su reproducción.

La heredabilidad utilizada en esta estimación fue de 0.22, seleccionada con base en la investigación realizada por Rivera Alexis en 2022, en la parroquia de Aláquez, situada en la provincia de Cotopaxi, la elección se justifica por la similitud geográfica al encontrarse ambas ubicadas en la misma provincia (68). En contraste, Pastocalle presentó un resultado más bajo de 86,45 gramos diarios, en comparación con la meta de alcanzar los 600-700 gramos diarios (68). Se proyecta que este objetivo se logrará a lo largo de aproximadamente 4 generaciones mediante el control sanitario de enfermedades, control nutricional y energéticos de los animales.

#### **10.1.1.2 Fortalezas y debilidades para potenciar la GDP en los predios**

En la Tabla 2 se refleja que el predio más destacado en términos de ganancia diaria de peso son el 8 perteneciente al propietario Wladimir Zapata y el predio 10 perteneciente a la propietaria Sonia Caiza. Estos predios se distinguen por mantener registros exhaustivos en vacunación, desparasitación y vitaminización de todos sus animales, además de implementar un manejo sanitario apropiado y proporcionar una alimentación equilibrada.

**Tabla 2. Resolución GDP**

<b>Name</b>	<b>Herd</b>	<b>Solution</b>
<i>Wladimir Z</i>	8	377,60
<i>Sonia C</i>	10	340,48
<i>Esther T</i>	2	235,92
<i>Segundo P</i>	6	226,06
<i>Viviana T</i>	7	173,40
<i>María Blanca V</i>	4	155,17
<i>Mario T</i>	5	155,17
<i>José C</i>	3	114,07
<i>Darwin V</i>	1	85,63
<i>Mirian T</i>	9	0,47

*Solution = promedio de ganancia de peso gr/día*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

En contraste, el predio menos favorable es el número 9, propiedad de Mirian Toaquiza, este predio al contar con tan solo una vaca, resulta en una alimentación insuficiente. Además, la vaca debe recorrer diariamente aproximadamente 400 metros para obtener alimento. Se debe tener en cuenta que, para garantizar una ganadería rentable, es esencial que los productores concienticen la relevancia de efectuar controles sanitarios en los animales, proporcionar una alimentación y nutrición equilibrada, asegurar el acceso a agua, y mantener a los animales libres de enfermedades y estrés. Siguiendo estos principios, se pueden lograr grandes beneficios económicos, preservar la salud de los animales y mantener una producción estable.

### 10.1.1.3 Respuesta a la selección GDP

**Tabla 3.** *Respuesta a la selección GDP*

<b>Animal</b>	<b>EBV/GDP</b>	<b>Accuracy</b>	<b>RS GDP gr/día</b>
60	166,12	0,49	483,18
24	119,62	0,52	486,68
36	115,06	0,33	482,12
26	97,88	0,49	464,94
6	71,67	0,52	438,73
49	66,68	0,46	433,74
12	62,74	0,51	429,80
82	61,45	0,53	428,51
59	58,47	0,50	425,53
3	44,83	0,32	411,89

*EBV = Estimated Breeding Value = Valor genético animal*

*RS = Respuesta a la selección gr/día*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

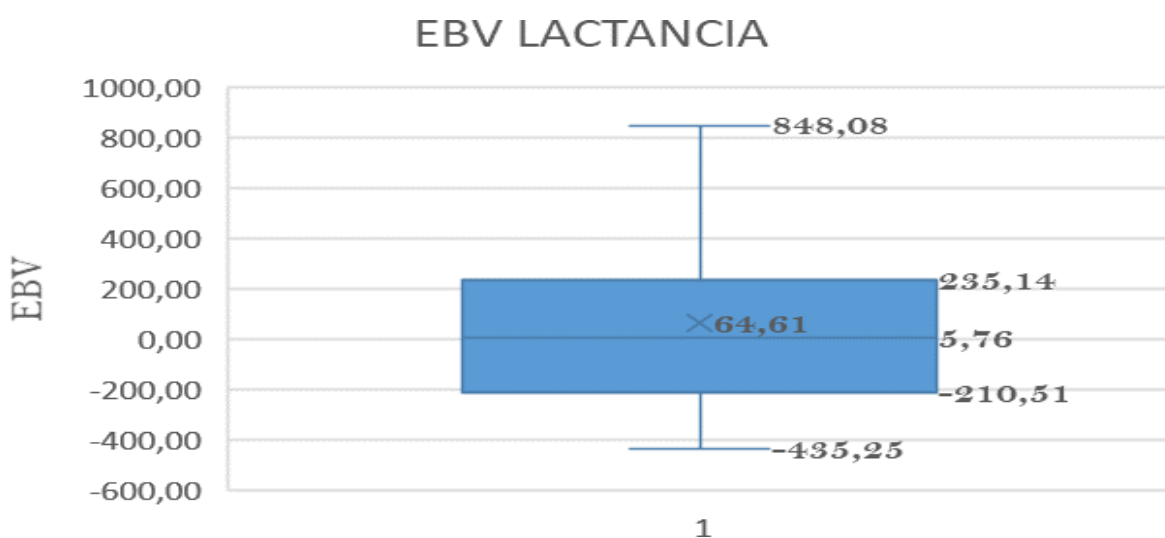
La ganancia diaria de peso promedio actual de los 96 animales es de 367,06 gramos por día. En la tabla 3 se presentan los 10 animales destacados de los 10 predios que fueron seleccionados como reproductores. El primer animal logrará una ganancia diaria de 483,180 gramos diarios, y se proyecta alcanzar la meta de 600-700 gramos diarios en las próximas 4 generaciones.

### 10.1.2 Producción de leche

En la evaluación de la producción de leche, se tomó en consideración una población de 96 animales, incluyendo a todos los que pertenecen a los propietarios participantes en el proyecto. De este total, 35 animales estaban en proceso de producción de leche. A lo largo de los meses estudiados, se identificaron casos de vacas en estado seco y otras que superaban los 305 días normales de producción. Por lo tanto, estas vacas no fueron incluidas en la estimación de datos para evitar distorsiones en los resultados.

En el Gráfico 3, se presenta una estimación del valor de cría de la producción de leche cantidades de litros que aumentarán o disminuirán para su futura generación. Se evidencia que el animal más destacado presenta un valor estimado de cría para la producción de leche de 848,08 litros/lactancia, cantidad de litros de aumentará para su futura generación con una confiabilidad del 51%. Dado este valor de cría y la confiabilidad asociada, se podría considerar a este animal para trabajos a largo plazo de biotecnología con el objetivo de replicar esta genética productora de leche. Este ejemplar, identificado como "Grecia", pertenece al productor Wladimir Zapata.

**Gráfico 3.** *EBV Producción de leche*



*Eje Y: litros/lactancia*

*EBV = Estimated Breeding Value = Valor genético animal*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

Por otro lado, se identifica el valor menos favorable de -435.12 lts/lactancia. Es importante destacar que este resultado no se debe a una genética deficiente en la vaca. La razón detrás de este valor extremadamente negativo radica en que la vaca estaba preñada, y los meses de octubre y noviembre fueron destinados al periodo de secado, por lo que no se registraron datos de producción en esos meses. Únicamente se obtuvo la medición en el mes de septiembre, antes del periodo de secado.

El coeficiente de heredabilidad aplicado es de 0.24. Este valor se seleccionó considerando la investigación de Rivera Alexis en el año 2022, realizada en la parroquia de Tanicuchí (68). Se optó por esta heredabilidad dado que ambos lugares se ubican en la misma provincia y presentan una cantidad casi equivalente de animales.

Con base en la información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la región Sierra se distingue por un rendimiento notable en la producción de leche, con un promedio de 8,04 litros por vaca al día. Este rendimiento se atribuye a la significativa presencia de ganado lechero en la región, así como a la existencia de pastos cultivados y naturales que contribuyen a su alimentación (69).

No obstante, múltiples elementos entran en juego en la producción de leche y, de alguna manera, influyen en su desarrollo. Estos factores incluyen la alimentación, el entorno, un eficiente proceso de ordeño, el estado de gestación y la raza (70). Considerando la información adquirida en relación con la parroquia, se puede constatar que existen deficiencias significativas en la alimentación entre la mayoría de los productores y los animales que destacan con mejores resultados lo hacen gracias al adecuado manejo de todos los factores mencionados por parte de sus propietarios.

#### **10.1.2.1 Fortalezas y debilidades para potenciar producción de predios**

Se puede apreciar en la Tabla 4, que el predio más destacado es el número 8, propiedad del señor Wladimir Zapata. Esto se debe a que el propietario realiza un manejo adecuado en la alimentación y control sanitario de sus animales. En contraste, los predios 10, 6 y 7 poseen más de 5 animales productores de leche, pero han enfrentado problemas reproductivos, largo periodo de días abiertos, no logran detectar los celos porque se presentan muy deficientes, afectando la producción.

**Tabla 4.** *Resolución Producción de leche*

<b>Name</b>	<b>Herd</b>	<b>Solution</b>
<i>Wladimir Z</i>	8	1854,40
<i>Sonia C</i>	10	1743,35
<i>Mario T</i>	5	1735,23
<i>María Blanca V</i>	4	1463,30
<i>Segundo P</i>	6	1257,74
<i>Viviana T</i>	7	877,10
<i>José C</i>	3	301,09
<i>Esther T</i>	2	0,00
<i>Darwin V</i>	1	0,00
<i>Mirian T</i>	9	0,00

*Solution = Promedio de litros/lactancia*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

Cuando se aborda la producción de leche, los productores deben considerar aspectos críticos, como las distintas razas, sus niveles de producción, así como el entorno y el terreno adecuado para el desarrollo del ganado. Además, un manejo eficaz de las técnicas ganaderas proporciona bienestar animal, permitiendo que el animal pueda expresar su valor productivo. Es importante tener en cuenta que cada raza posee características únicas. Por último, un manejo apropiado de los potreros, evitando la sobrecarga animal, es esencial (70). Simplemente al gestionar adecuadamente estos factores, se puede asegurar un aumento en la producción de los animales.

En otra perspectiva, algunos predios presentan un valor de 0, originado por la falta de información genealógica y la ausencia de producción de leche en los mismos. Esta situación se atribuye a que algunos animales son vaconas, están en período de secado, o solo poseen terneros.

### 10.1.2.2 Respuesta a la selección para producción de leche

En la Tabla 5, se presenta el valor de respuesta a la selección de los 10 mejores animales elegidos como reproductores. La proyección indica que su genética contribuirá a una producción de leche en el rango de 3606 a 3917 litros durante un periodo de lactancia de 305 días en la siguiente generación. Actualmente, los productores tienen una media de producción de 3069.75 litros.

**Tabla 5.** *Respuesta a la selección de Producción de leche*

<b>Predio</b>	<b>Animal</b>	<b>EBV</b>	<b>Accuracy</b>	<b>RS PROD LECHE lts/lactancia</b>
8	24	848,08	0,51	3918
7	20	766,41	0,49	3836
6	11	721,34	0,53	3791
10	96	691,77	0,45	3762
8	26	667,89	0,51	3738
4	44	618,22	0,44	3688
8	25	568,03	0,54	3638
10	97	538,21	0,45	3608
7	27	536,38	0,54	3606

*EBV = Estimated Breeding Value = Valor genético animal*

*RS = Respuesta a la selección lts/lactancia*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

La producción actual, que se sitúa en un rango de 4000 a 5000 litros por lactancia, debería ser objeto de mejora. Este rango se considera ideal, especialmente en producciones lecheras con sistemas especializados y adecuados manejos de leche (71). Este escenario se alinea con la realidad del predio 8, que destaca como el mejor en términos de manejo de potreros, cuidado animal y registro de sus animales.

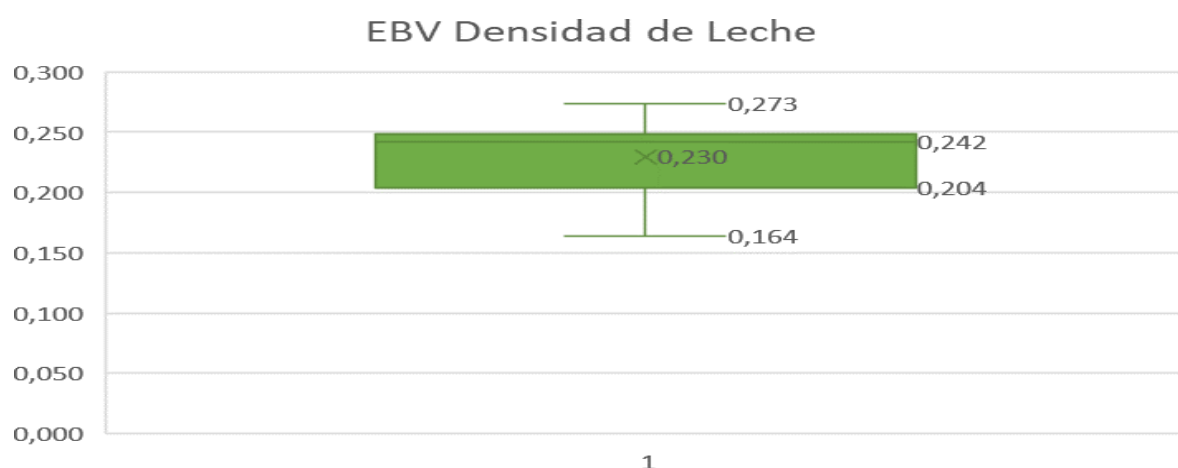


En contraste, los demás predios se sitúan en un nivel que no alcanza a ser clasificado como una lechería especializada, sino como producciones de tipo familiar, que generalmente presenta un rango de producción que oscila alrededor de los 2500 litros de leche (66). A partir de esta información, se puede concluir que actualmente en la parroquia nos ubicamos en el rango de producciones familiares. El objetivo planteado es avanzar hacia una lechería especializada con una producción que alcance los 5000 litros de leche por lactancia. En caso de elegir a estas vacas como reproductoras, la media de producción se incrementaría de manera significativa para cada productor. Este camino busca alcanzar el rango deseado en aproximadamente 4 generaciones.

### 10.1.3 Densidad de leche

Dentro del Gráfico 4, se presenta el valor de cría estimado de la densidad de leche de las vacas productoras, tras calcular el promedio de las mediciones tomadas en los meses de septiembre, octubre y noviembre, los mismo que se aplicaron al método BLUP. Los resultados revelan que el mejor animal tiene un valor de cría estimado de 0.027 g/ml, con una densidad promedio de 1.027 g/ml durante los tres meses medidos. Este ejemplar, denominado Galana, es propiedad del productor Wladimir Zapata. Es necesario continuar trabajando con esta vaca para seguir mejorando este aspecto, aspirando a elevar los valores a un rango de 1.028 g/ml a 1.033 g/ml.

**Gráfico 4.** *EBV Densidad de leche*



*EBV = Estimated Breeding Value = Valor genético animal g/ml*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

Por otro lado, la vaca con el peor valor muestra un registro de 0,16. Esta situación se origina porque dicha vaca estaba pasando un proceso patológico crónico de mastitis y solo se obtuvo poca información de parte del productor. La heredabilidad que se aplicó fue de 0.32, basándonos en la investigación de Rivera Alexis en 2022 en la parroquia de Tanicuchí, dado que esta ubicación está en la misma provincia (68). Es importante tener en cuenta que el valor de la densidad puede variar con respecto a la temperatura y la concentración los componentes en suspensión, especialmente los sólidos no grasos, ya que está vinculado con la mezcla de elementos como agua, grasa, lactosa, minerales y sólidos no grasos (72).

### 10.1.3.1 Fortalezas y debilidades para potenciar la densidad de leche

El predio más destacado en cuanto a densidad es el número 8, con un valor de 1,027 g/ml. Por lo tanto, es crucial continuar mejorando este aspecto en los demás predios para alcanzar valores de leche que se ubiquen en el rango mencionado anteriormente, entre 1.028 g/ml y 1.032 g/ml. Esto no solo mejorará la calidad del producto, sino que también beneficiará el valor monetario de la leche.

**Tabla 6.** Resolución densidad de leche

Name	Herd	Solution
<i>Wladimir Z</i>	8	1,027
<i>Sonia C</i>	10	1,026
<i>Segundo P</i>	6	1,025
<i>Mario T</i>	5	1,020
<i>María Blanca V</i>	4	1,020
<i>Viviana T</i>	7	1,018
<i>José C</i>	3	0,00
<i>Esther T</i>	2	0,00
<i>Darwin V</i>	1	0,00
<i>Mirian T</i>	9	0,00

*Solution = promedio densidad g/ml*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

En cambio, se evidencia que, en los predios menos destacados en cuanto a densidad, no se logra alcanzar los 1.020 g/ml. Por ello, se deberían considerar factores que inciden en la densidad de la leche, tales como la altitud y las razas de los animales. Estos aspectos deben ser considerados para futuras mejoras genéticas en dichos predios. Es crucial destacar que a una mayor calidad de leche le corresponde una retribución monetaria más elevada para el productor (73). Resulta imprudente generalizar acerca de una única variedad de leche, ya que la combinación de la raza y la ubicación geográfica del animal genera características divergentes. (73)

### 10.1.3.2 Respuesta a la selección en densidad de leche

La Tabla 7 señala el valor de respuesta a la selección de los 10 mejores animales al ser elegidos como reproductores para transmitir su genética a la próxima generación. La media del fenotipo se sitúa en 1.026 g/ml y, al sumar el valor de cría obtenido, observamos que el animal con mayor contribución alcanza los 1.054 g/ml en términos de densidad de la leche. Por otro lado, el animal menos destacado presenta una densidad de 1.051 g/ml.

**Tabla 7.** *Respuesta a la selección densidad de leche*

Pedio	Animal	EBV	Accuracy	RS DENSIDAD g/ml
8	26	0,0274	0,56	1,054
8	28	0,0273	0,56	1,053
8	24	0,0263	0,58	1,052
8	30	0,0269	0,58	1,053
8	7	0,0269	0,56	1,053
8	8	0,0259	0,50	1,052
10	34	0,0258	0,58	1,052
6	74	0,0244	0,60	1,051
10	97	0,0244	0,60	1,051

*EBV = Estimated Breeding Value = Valor genético animal*

*RS = Respuesta a la selección densidad de leche g/ml*

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

En la consideración de los animales, es esencial tener en cuenta factores como la alimentación, la temporada del año y la temperatura del entorno. Esto se debe a la diversidad de razas y ambientes presentes en los diferentes predios, donde la altitud también juega un papel relevante en la densidad de la leche (73). En cuanto a los factores fisiológicos, intervienen elementos previamente evaluados como el periodo de lactancia, enfermedades como la mastitis y la adecuada práctica del ordeño (73).

#### 10.1.4 Selección de animales

La elección de animales se fundamentó en los resultados obtenidos a través del BLUP en cada valor de cría de los caracteres de ganancia de peso, producción de leche y densidad, los que fueron clasificados de mayor a menor, y se seleccionaron los animales que cumplen con más de dos características de valor genético que pueden ser heredadas por su descendencia.

**Tabla 8.** Selección de animales en base a su EBV

<i>Propietario</i>	<i>Predio</i>	<i>Nº Animal</i>	<i>ID</i>	<i>GDP</i>	<i>Prod. Leche</i>	<i>Densidad</i>
Wladimir Z	8	24	Grecia	X (119,61 gr/día)	X (848,07 lts/lactancia)	X (1,026 g/ml)
Wladimir Z	8	26	Galana	X (97,88 gr/día)	X (667,89 lts/lactancia)	X (1,027 g/ml)
Wladimir Z	8	6	Nieves	X (71,66 gr/día)	X (230,68 lts/lactancia)	X (1,023 g/ml)
Segundo P	6	49	Miche	X (66,68 gr/día)	X (223,57 lts/lactancia)	-
Segundo P	6	12	Rosita	X (62,74 gr/día)	X (468,59 lts/lactancia)	-
Wladimir Z	8	32	Churona	X (43,22 gr/día)	X (222,14 lts/lactancia)	X (1,023 g/ml)

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

Como se apreció en la tabla 7, se han seleccionado 6 animales que, según los resultados, destacan en los caracteres relevantes. La vaca Grecia ha demostrado valores elevados en ganancia de peso, producción de leche y densidad, pertenece a la raza Montbeliarde, se tiene información conocida sobre su madre llamada Nieves, y se mantiene en el mismo predio. Debido a estos logros, se considera que es una candidata destacada para futuros trabajos de biotecnología con el objetivo de replicar su genética. Es relevante destacar que los animales siguen un sistema de pastoreo con rotación de potreros y se alimentan principalmente de brócoli y sal mineral.

De igual forma, notamos que las demás vacas cumplen únicamente con 2 atributos relevantes. En consecuencia, podemos seguir trabajando a largo plazo en estos animales para potenciar el rasgo que presentó valores bajos. Así, se conseguirá una mejora genética que incluya estas 3 características, facilitando la continuación del trabajo de perfeccionamiento genético en la parroquia.

## 10.2 Costo - Beneficio del programa de mejoramiento genético

### 10.2.1 Costos de producción

No todos los productores del proyecto poseen ganado lechero, ya que algunos solo tienen terneros y otros cuentan con una o dos vacas, ya que cuentan con ingresos adicionales. Sin embargo, aquellos propietarios cuyo único ingreso económico proviene de la ganadería son los que muestran una mayor producción de leche. Se puede evidenciar en el Gráfico 5 de la parroquia, donde son 7 productores vinculados al proyecto que generan un total de 13680 litros de leche al mes, con un promedio total mensual de 1954,28 litros.

**Gráfico 5.** Producción mensual de leche

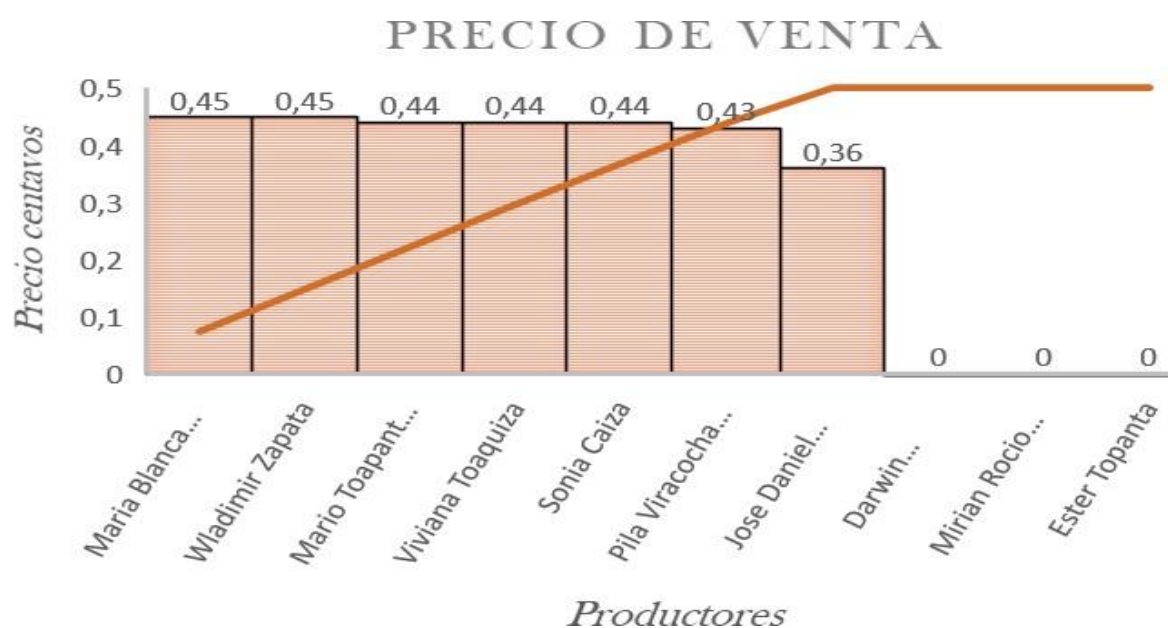


**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

En la actualidad, la producción diaria de leche en Ecuador aproximadamente es de 6,1 millones de litros (74), siendo la región sierra la principal productora de leche, con 7,89 litros por día por vaca (75). Sin embargo, las hectáreas, el manejo, condiciones ambientales y las tecnologías utilizadas en cada predio ganadero influyen significativamente en este rendimiento. En la parroquia de Pastocalle, por ejemplo, los productores cuentan con un promedio de 4 hectáreas y logran una producción de 8 litros por día por vaca, una cifra que ha venido mejorando en comparación a periodos anteriores del proyecto, dadas las condiciones del manejo, gasto energético necesario para la alimentación de los animales y la acogida recibida de parte de los productores al momento del manejo de sus animales. A pesar de ella esta producción es considerablemente inferior en comparación con otros países cercanos como Colombia, donde en áreas de mayor altitud se alcanzan los 30 litros diarios por vaca (76).

**Gráfico 6.** Precio de venta de litro de leche



**Fuente:** Directa

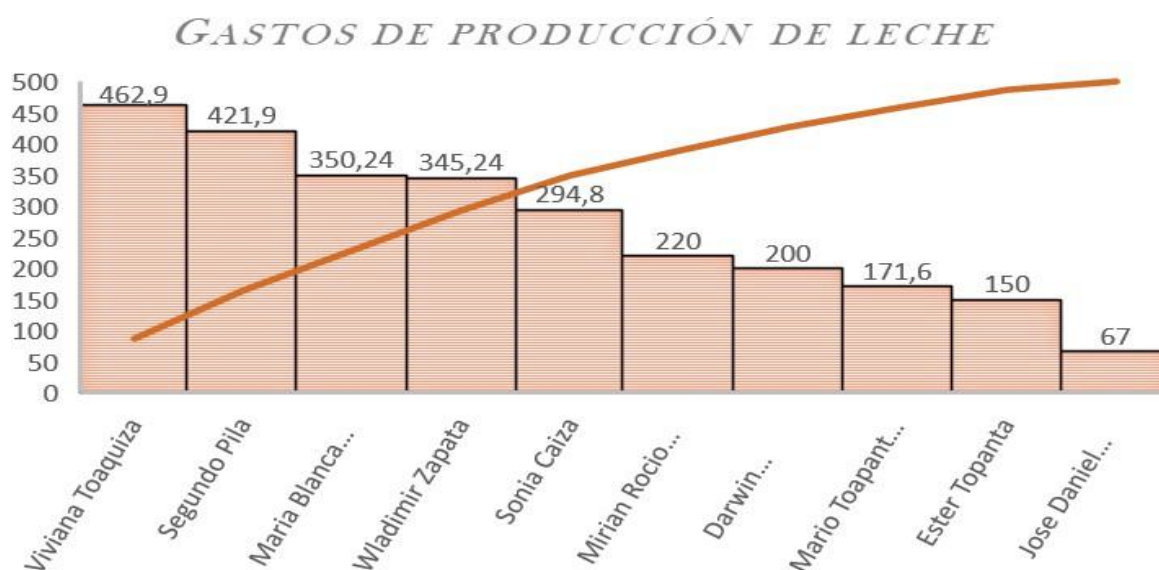
**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

La comercialización de la leche por parte de los productores vinculados al proyecto se lleva a cabo principalmente a través de intermediarios, sin un precio fijo establecido. En los meses de septiembre, octubre y noviembre, el promedio mensual de los 7 productores fue de 0,43 centavos por litro de leche, un promedio que en base a información anterior ha venido aumentando, dado a la exigencia creciente por parte de las empresas lecheras y al incremento

de intermediarios. En la parroquia un propietario en particular, que implementa un adecuado manejo sanitario y produce 5940 litros mensuales, logra obtener un precio de venta de 0,45 centavos por litro. En cambio, los otros 6 propietarios venden su leche a un precio de 43-44 centavos. Y existe un productor en particular que obtiene un precio de venta de 0,36 centavos, dado que, al mantener una única vaca en producción, vende la leche a vecinos a bajo costo.

En Pastocalle, al igual que en otras parroquias de Cotopaxi, el precio de venta de leche varía entre 42 y 44 centavos por litro, dependiendo de las empresas lácteas. No obstante, para los productores de menor escala, la situación implica vender su leche a intermediarios, quienes acaparan la mayor parte de las ganancias. Aunque el precio mínimo de la leche en Ecuador está cerca de los 50 centavos, los productores dicen estar recibiendo entre 32 y 45 centavos según El Diario El Comercio (77). Ecuador se muestra como el segundo país con mejor pago por litro de leche, solo superado por China, que paga 55 centavos, mientras que Nueva Zelanda, siendo el mayor productor de leche, tiene un precio de 39 centavos (78).

**Gráfico 7.** *Gastos para la producción de leche*



Eje Y: en dólares; Eje X: propietarios

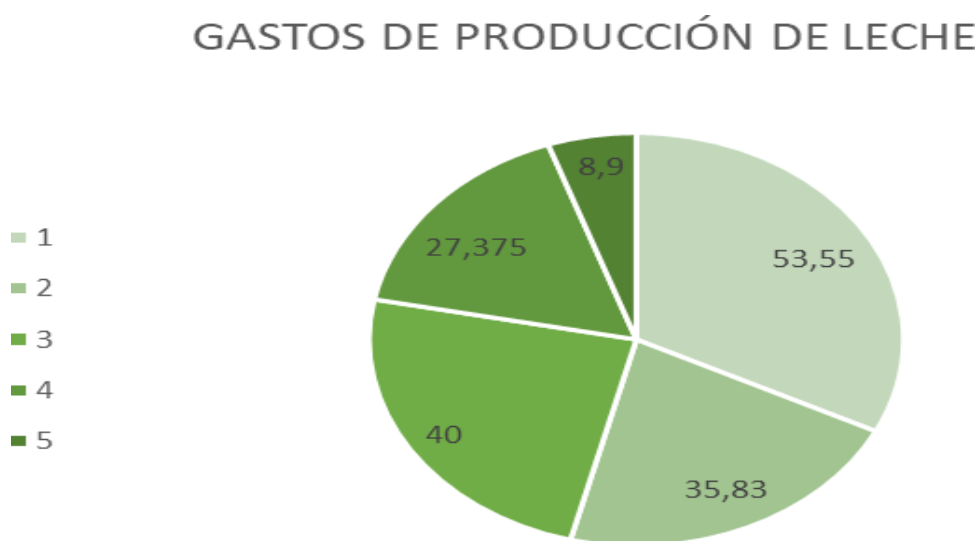
**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

En la parroquia de Pastocalle, se pudo evidenciar que la mayor parte de los gastos son destinados al cuidado de los animales en cada predio varían según las necesidades específicas,

abarcando aspectos como alimentación en mayor proporción, manejo de suelos y arriendo de pastos, servicios veterinarios e inseminaciones, servicios básicos, entre otros. Los principales desembolsos para los propietarios se enfocan en la alimentación, combustible y arriendo de terrenos. La alimentación mayoritariamente empleada es balanceada, con un costo que oscila entre los 22 y 30 dólares. Dado las distancias considerables de los terrenos donde se encuentran los animales, el combustible, necesario para trasladarse se convierte en un gasto diario para algunos, alcanzando aproximadamente 10 dólares al día. Respecto al manejo de los suelos y fertilización, es un gasto necesario que realizan las personas debido a las condiciones del suelo y deficiencias significativas que presenta su infertilidad, esto lo han venido desarrollando cada tres meses. Este proceso puede involucrar la compra de abono, cuyo costo ronda entre los 20 y 30 dólares por quintal y de igual manera el aumento de suplementos alimenticios para sus animales como rechazo, zanahoria, brócoli, afrecho, plátano, entre otros. En promedio, el gasto mensual total de los 10 propietarios del proyecto de mejoramiento genético asciende a 268,36 dólares.

**Gráfico 8.** *Gastos específicos*



1. alimentación, 2. sanidad, 3. genética, 4. manutención, 5. otros

**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

En Pastocalle se ha identificado que el mayor gasto para la producción se da en la alimentación de los animales, dado que las condiciones de los suelos de la parroquia son



deficientes los productores se han visto obligados a aumentar gastos en pastos, abonos y demás. Mostrando un gasto adicional en promedio de 53, 55 dólares al mes y de igual manera el manejo sanitario adecuado los ha llevado a aumentar los gastos en tratamientos que sobrepasan los 30 dólares mensuales por tratamiento por vaca, por la deficiencia de sanidad y control de enfermedades. Los gastos de producción presentan una relación inversa con la rentabilidad de la producción lechera. En Pastocalle, estos costos difieren según el sistema de producción de cada productor, y la falta de registro contable han impedido conocer con precisión el beneficio total mensual (79). Esta situación no es exclusiva de Pastocalle; una investigación realizada en la comunidad de Sivicusig en el cantón Sigchos señala que propietarios que no gestionan la actividad pecuaria como una empresa también carecen de registros de costos reales de producción, resultando en pérdidas incluso mayores a los beneficios (79). Dado esta situación se pretende seguir trabajando en el aprovechamiento y control de los gastos de los productores, para que sus beneficios se vean relevantes.

**Tabla 9.** *Costos de producción por litro de leche*

<b>Predio</b>	<b>Costos producción por litro</b>
Darwin Viracocha	0
Mirian Roció Toaquiza	0
Ester Toapanta	0
José Daniel Cuchiparte	0,25
María Blanca Viracocha Chicaiza	0,42
Mario Toapanta Chasi	0,57
Pila Viracocha Segundo Rodrigo	0,12
Viviana Toaquiza	0,23
Wladimir Zapata	0,06
Sonia Caiza	0,33
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,28</b>

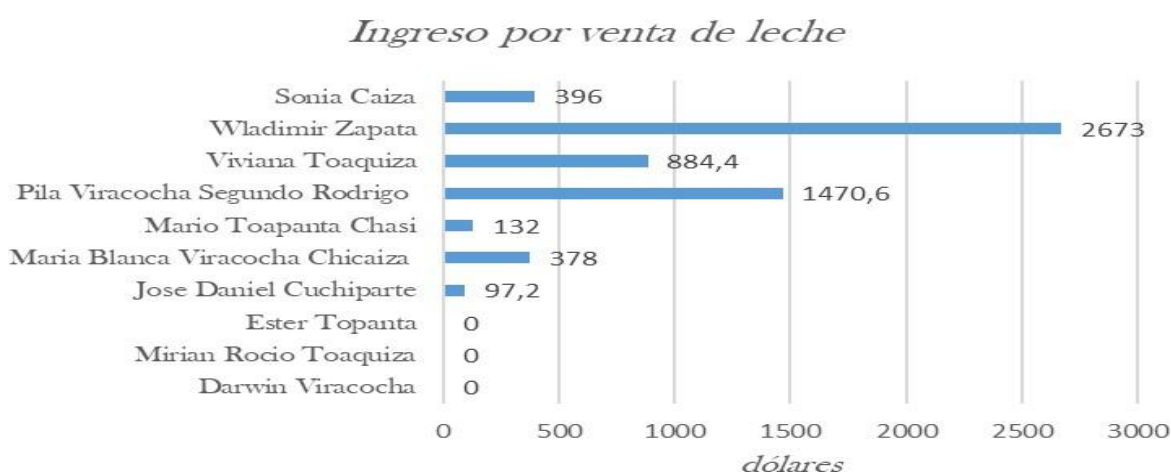
**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

El costo por litro de leche para los 10 productores del proyecto de mejoramiento genético es de 28 centavos, mientras que el precio mensual de venta en promedio es de 43 centavos, generando una diferencia de 0,15 centavos. Este precio tiene un impacto parcial en los ingresos. El mayor costo para producir un litro de leche es de 0,57 centavos, ya que en estos meses el productor presentó muchos problemas en cuanto a la falta de hierba y se mantuvo sólo con una vaca. Sin embargo, este costo disminuirá con el tiempo a medida que la vaca comience a producir. El menor costo para producir un litro de leche es de 0,06 centavos, ya que el propietario no incurre en gastos de transporte y fertilización, optando por el compostaje.

La información recopilada de una investigación en el Cantón Sigchos revela que el costo de producción del litro de leche, basado en los gastos, es de 0,21 centavos. Sin embargo, al tener en cuenta la contabilidad completa de los costos de producción, este costo se eleva a 0,43 centavos por litro de leche. Este resultado indica que los pequeños productores no perciben la actividad ganadera como un sustento familiar, ya que no llevan registros de costos y carecen de conocimiento sobre la rentabilidad (79). Por otro lado, el costo de producción en haciendas tecnificadas es de 0,44 centavos. Esto se debe a que aquí las vacas requieren una mayor proporción de alimentos, lo que eleva los costos de producción. Pastocalle, con un costo de producción de 0,28 centavos, no resulta rentable para los propietarios, quienes han buscado un segundo ingreso para el sustento familiar.

**Gráfico 9.** *Ingreso por venta de leche*

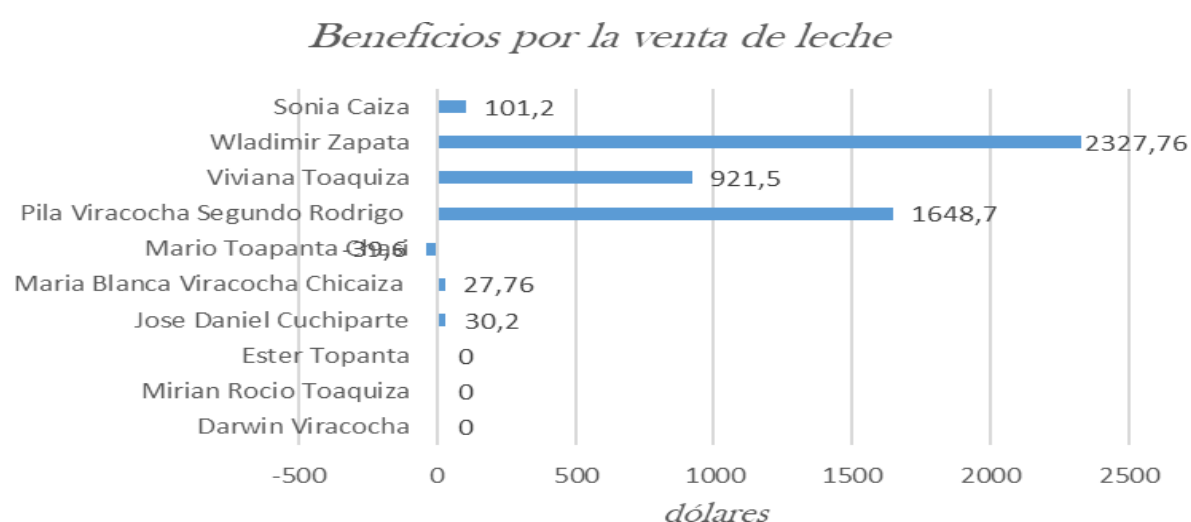


**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

Los ingresos provenientes de la comercialización de leche presentan variaciones entre los distintos predios, influenciados por factores como el manejo, el número de animales y los precios de venta. En el proyecto de mejoramiento genético, conformado por 7 propietarios, los ingresos mensuales alcanzan los 6031,20 dólares con un promedio mensual de 861,6 dólares, lo cual no se ha visto alterado significativamente en cifras a comparación de periodos anteriores. Entre los tres propietarios con mayores ingresos, estos poseen entre 5 y 8 hectáreas de terreno, lo que les permite mantener un mayor número de animales, siendo esta su principal fuente de ingresos económicos. En contraste, existen de igual manera tres propietarios sin ingresos ya que disponen únicamente de vacas y terneros careciendo así de cualquier entrada económica, a pesar de incurrir en gastos para el mantenimiento de sus animales.

**Gráfico 10.** *Beneficios por la venta de leche*



**Fuente:** Directa

**Elaborado por:** Villarreal Z (2024)

Los beneficios de los 10 predios dependen de factores como el costo de producción, los precios de venta, el número de animales y los manejos que tienen sobre los mismos. La ganancia total mensual en promedio de los 10 propietarios es de 485,75 dólares, lo que en comparación a periodos anteriores ha ido aumentando, esto se debe a que la mayor parte de productores han mejorado significativamente la parte de gastos y mantención de los animales. La gráfica 10 muestra que son 3 los productores que superan el salario de la canasta básica familiar de 450 dólares, ya que poseen una cantidad significativa de terreno que les permite mantener a sus vacas cercanas a sus hogares, evitando así gastos de combustible.

Por otro lado, los 7 propietarios que no alcanzan el salario básico de 450 dólares mantienen solo con vacas o terneros generando más gastos que ingresos. Tienen pocas hectáreas de terreno, que la mayor parte arrienda y una carga animal elevada, lo que afecta los gastos en alimentación, combustible y fertilizantes, volviendo no rentable la producción ganadera para estas personas. Para evaluar la rentabilidad de las ganaderías, es frecuente que muchos negocios no lleven registros detallados de los gastos mensuales, operando a ciegas sin conocer la verdadera situación financiera. Según un estudio realizado en el año 2014, Vilcacundo Margarita realizó una investigación en la hacienda Campo Verde en Ambato, la cual no mantenía registros previos. La investigación reveló un costo de producción de 0,37 centavos por litro de leche, con un precio de venta de 0,46 centavos, generando así un beneficio de 0,09 centavos, logrando cubrir los costos de la hacienda (80).

En contraste, en la parroquia Pastocalle, el costo promedio de la leche es de 0,28 centavos, mostrándose insuficiente para cubrir las necesidades de mantenimiento de los animales. Es importante destacar que el productor Wladimir Zapata, al llevar un adecuado registro y plan sanitario, logra un costo de producción de leche de 0,05 centavos, sin gastos innecesarios para tratamientos que pueden ser prevenidos con un buen manejo de los animales, de igual manera sin utilizar fertilizantes y optando por el compostaje en lugar de otros métodos.

Hay que considerar que, en distintas regiones del Ecuador, como en la sierra, la producción lechera sigue una estructura específica siendo las unidades productivas en promedio de 3 hectáreas. Se identifican tres niveles de producción que abarcan de 1-5 hectáreas, 7-20 y 20 - 120. Cabe destacar que el promedio de producción de leche en el primer nivel (1-5 hectáreas) es de 4,7 litros por vaca al día (81) En el 2019 se llevó a cabo una investigación significativa por Crespo Christian, Carrasco Lilian, etc. quienes realizaron un estudio para examinar las dinámicas socio-productivas de los pequeños y medianos productores en Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, donde se demostró que la producción lechera se enfoca especialmente en parcelas de tierra que varían entre 0,5 y 1 hectárea (81). Demostrando así que los integrantes del proyecto de mejora genética en la parroquia Pastocalle, al poseer más de una hectárea de terreno, se dedican más a la producción de leche al tener un mayor número de cabezas de ganado. En consecuencia, sus ingresos superan el límite de la canasta básica familiar de 450 dólares.

### 10.3 Rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo

Hay que tener en cuenta que todos estos beneficios se verán maximizados a largo plazo con respecto a la mejoría de cada uno de los caracteres que se han manifestado en el estudio con desventajas y baja rentabilidad. El ahorro económico que los productores obtendrán por medio de la mejor conversión, como es el caso de la ganancia en la producción, se considera que por cada litro de leche que se genera en la parroquia ganan 0,15 centavos lo que se multiplicaría por los 3000 litros por lactancia nos refleja un total de 450 dólares y por cada vaca y vacona que llegaría a parir en la parroquia que son 35 habría 15.750 dólares de beneficio a largo plazo. Por otro lado, tenemos la densidad de la leche en la parroquia se muestra un promedio de la densidad de 0,26 g/ml, se supone que, si esta densidad llega a las 0,32 g/ml, la ganancia sería significativamente de 0,50 centavos por litro. Al aumentar estos 0,06 g/ml, se obtendría una ganancia de 0,07 centavos por litro de leche dado que la paga en promedio actual es de 0,43 centavos y este dato al multiplicarlo a largo plazo, reflejaría un total de 8,400 dólares en promedio por mejorar la densidad, lo que se demostraría como un ingreso más para las pequeñas y medianas producciones lecheras pertenecientes al programa de mejoramiento genético de la parroquia de Pastocalle.

Se identifican los "días abiertos" como el intervalo desde el primer parto hasta la regresión de celo. Es crucial mejorar este aspecto, ya que se ha demostrado que su prolongación está asociada con desventajas en la producción de leche, así como con la aparición frecuente de problemas reproductivos. En la parroquia de Pastocalle nos ha reflejado un promedio de días abiertos de 116, lo que, en comparación con el rango normal de 90 días, muestra 26 días aproximado de retraso, por descuidos en las detecciones de celo. Considerando pérdida de 5 dólares diarios, al mejorar este carácter y mantener seguimiento reproductivo de las vacas en producción, los productores de la parroquia llegarán a mejorar la pérdida anual de 4,550 dólares, esta manera obteniendo un mejor beneficio y rentabilidad de sus hatos.

Algunos productores invierten en manejo genético a través de montas e inseminaciones, lo que genera gastos de 30 a 50 dólares. El programa de mejoramiento genético contribuye significativamente tanto económicamente como genéticamente al eliminar costos mensuales de 650 dólares asociados a inseminaciones y montas. Además, la participación de estudiantes en tratamientos y emergencias aporta ahorros al no requerir pago adicional, solo el costo de los insumos necesarios, lo que equivale a un ahorro de 6,25 dólares por hora de trabajo del personal involucrado.

## **11. IMPACTOS DEL PROGRAMA GENÉTICO EN LA PARROQUIA PASTOCALLE**

### **11.1. Impacto Ambiental**

En Pastocalle, la erosión del suelo emerge como un desafío ambiental, derivado en gran medida de la sobrecarga de animales en los predios locales. Esta problemática se ve agravada por la gestión inadecuada de los desechos animales, generando contaminación ambiental y contribuyendo a emisiones de CO<sub>2</sub> que afectan el equilibrio del calentamiento global. Además, la práctica de arrojar estos desechos en quebradas impacta negativamente en la salud de los animales y en la calidad del agua que consumen. Se observa un avance significativo de la frontera agrícola y ganadera hacia los páramos, este uso del suelo no solo afecta la biodiversidad y la ecología local, sino que también plantea interrogantes sobre la sostenibilidad a largo plazo de estas prácticas.

### **11.2. Impacto Social**

Los productores de pequeña y mediana escala constituyen el 80% de la industria ganadera en Ecuador. En la parroquia, la mayoría de los productores son personas mayores. Sin embargo, los jóvenes muestran poco interés en estas actividades, principalmente debido a la falta de registros detallados de costos y beneficios que les permitan percibir la ganadería como una fuente de ingresos rentable. En diversas situaciones, los ingresos insuficientes de los pequeños productores los llevan a abandonar las actividades agrícolas, optando por empleos urbanos con ingresos más estables o persiguiendo carreras universitarias no vinculadas a la agricultura. Si esta dinámica persiste, podría generarse la falta de personas en la región dedicadas a la agricultura y ganadería en el futuro, con posibles consecuencias para la seguridad alimentaria.

### **11.3. Impacto Económico**

A través de la colaboración activa de los productores en la parroquia de Pastocalle, al brindar su información de costos y gastos mensuales, se logró identificar a aquellos que obtenían producciones rentables y a quienes no estaban generando beneficios significativos. Esta iniciativa motivó a los productores a llevar un registro mensual detallado de sus costos e ingresos, ya que muchos no eran conscientes de las pérdidas de rentabilidad en sus producciones. Este enfoque busca proporcionar herramientas para que las personas administren de manera más eficiente sus ingresos, mejorando así su calidad de vida.

## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

**Tabla 10.** *Gasto de materiales electrónicos*

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo total</i>
1	Computadora	\$300	\$300
1	Celular	\$180	\$180
1	USB	\$6	\$6
1	Pesa electrónica	\$7	\$7
<b>TOTAL</b>			\$493

**Tabla 11.** *Gastos de materiales de oficina*

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo total</i>
2	Esferos	\$0,35	\$0,70
1	Cuaderno	\$1,80	\$1,80
1	Resma de papel	\$5	\$5
<b>TOTAL</b>			\$7,50

**Tabla 12.** *Gastos fijos*

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo total</i>
10 Semanas	70 días laborables	\$10 diarios	\$700
10 semanas	Peaje	\$2,00	\$140
<b>TOTAL</b>			\$840

**Tabla 13.** *Insumos, reactivos e instrumentos para el proyecto*

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo total</i>
1	Lactodensímetro	\$20	\$20
1	CMT 500 ml	\$10	\$10
1	Paleta CMT	\$3	\$3
1	Caja de jeringas 20 ml	\$8	\$8
1	Caja de jeringas 10 ml	\$8	\$8
1	Caja de jeringas 5 ml	\$8	\$8
1	Caja de agujas 18 x 1/2	\$4.50	\$4.50
1	Caja de agujas 18 x 1/4	\$4.50	\$4.50
1	Caja de agujas subcutáneas	\$5	\$5
1	Cinta Bovinométrica	\$8.50	\$8.50
20	Lactatos de Ringer	\$1.20	\$24
10	Venoclisis	\$0.30	\$3
20	Gasas	\$3.75	\$3.75
1	Caja de guantes de manejo	\$4	\$4
<b>TOTAL</b>			\$114,25



**Tabla 14.** *Costos de medicinas*

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo total</i>
4	Desparasitantes Fenbendazol 500 ml	\$20	\$80
4	Complejos B-plex	\$9.14	\$36,56
2	Minerales Fosfoflex 500 ml	\$40.12	\$80,24
1	Hormona Oxitocina Post-part 50 ml	\$7.10	\$7,10
2	Vacunas reproductivas CattleMaster	\$53,31	\$106,62
10	Soluciones BeDex	\$4,28	\$42,80
1	Antibiótico penicilinas 100ml	\$36,25	\$36,25
15	Antimastíticos	\$2,35	\$35,25
1	Antiinflamatorio Dexametasona 50 ml	\$25	\$25
2	Oxitetraciclina LA 20ml	\$5,20	\$10.40
3	BroncoMax	\$4,20	\$12.60
<b>TOTAL</b>			\$472,82

**Tabla 15.** *Horas de trabajo del proyecto*

<i>Promedio de la paga mensual</i>	<b>\$1000</b>
Precio de la hora de trabajo	\$6,25
Horas diarias	8 horas
Horas de trabajo en los 3 meses	400 horas
TOTAL PAGA DIARIA	\$50
PAGA SEMANAL	\$250

**Tabla 16.** *Costos totales del proyecto*

<i>Costos</i>	<i>Total</i>
Materiales Electrónicos	\$493
Materiales de oficina	\$7,50
Gastos Fijos	\$840
Insumos, reactivos e instrumentos	\$114,25
Medicinas	\$472,82
TOTAL	\$1,927.57

### 13. CONCLUSIONES

- En Pastocalle, se han evaluado características fenotípicas que impactan en la producción de leche y la eficiencia reproductiva de los animales, se ha examinado la ganancia diaria de peso (GDP) con promedio fenotípico de los 96 animales de 367 g/día, un valor que se considera bajo en comparación con el objetivo de alcanzar los 600 -700 gr/día a pesar de ello este carácter ha mejorado considerablemente. En cuestión de la producción de leche el promedio fue de 3069.75 lts/lactancia, por debajo del objetivo ideal de 5000 lts/lactancia y con respecto a la densidad de la leche, siendo el parámetro menos favorable obtuvo promedio de 1.026g/ml, frente al rango ideal de 1.028g/ml a 1.032g/ml. Dichos caracteres se ven influenciada negativamente por factores como la alimentación, gasto energético, presencia de patologías y falta de protocolos de sanidad. Se proyecta que se requerirán alrededor de 4 generaciones para alcanzar los objetivos, mediante la selección de las mejores vacas, contribuyendo así al progreso en generaciones futuras
- La evaluación genética del índice de selección revela un notable progreso en los caracteres seleccionados para el programa de mejoramiento genético en comparación con periodos anteriores. Sin embargo, dados los resultados se espera mejorar las deficiencias que aún existen dentro de cada predio. La valoración de la selección genética en 6 animales destaca mejoras notables, especialmente en la GDP, con un promedio de 76.96 gr/día, la producción de leche un promedio de 443.49 lts/lactancia. Es crucial resaltar que la densidad ejerce una fuerte influencia en la producción, con un promedio de 1,026 gr/ml. Aunque la producción lechera es un valor genético destacado, aspectos a mejorar incluyen la GDP y la densidad. Un seguimiento cercano de estos animales es fundamental para alcanzar mejores resultados en el futuro.
- A pesar de que el costo promedio de producción por litro de leche es de 0,28 centavos y el precio de venta es de 0,43 centavos, generando un beneficio de 0.15 centavos, solo tres productores logran obtener beneficios mensuales que cubren la canasta básica familiar. Para maximizar la rentabilidad y sostenibilidad del programa de mejoramiento genético, es crucial mejorar cada característica evaluada. Se estima que mejoras en la conversión de la producción de leche podrían generar un beneficio de 450 dólares por litro. Mejorar la densidad de la leche podría generar ingresos adicionales de 8,400 dólares. Reducir los días abiertos y gestionar eficientemente la reproducción podría reducir la pérdida anual de 4,550 dólares, mejorando la rentabilidad de los hatos ganaderos.

## 14. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los productores de la Pastocalle adopten protocolos de manejo de pastos dado que la fertilización y gastos en alimentación representan uno de los desembolsos más significativos. De igual manera es importante implementar protocolos de sanidad, evitando la presencia de afecciones patológicas y reproductivas que perjudican considerablemente la reproducción de los animales y rentabilidad de los hatos. Este enfoque contribuirá a mejorar la calidad nutricional, resultando en un aumento de la ganancia diaria de peso y una disminución en los costos adicionales asociados a la fertilización de pastos, lo que impactará positivamente en su situación económica.
- Se sugiere que todos los productores mantengan un seguimiento detallado de los costos de producción y registros genealógicos de sus animales. La recopilación de información más extensa sobre los animales aumenta la confiabilidad durante el proceso de selección de animales para las generaciones futuras.
- Considerando la selección de animales, aquellos elegidos se utilizarán como reproductores para las futuras generaciones, buscando así obtener animales rentables que se adapten a las variadas condiciones ambientales de Pastocalle.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

1. Ionita E. Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. 2022 [citado 7 diciembre 2023]. La producción de leche en Ecuador. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
2. CIL Ecuador. Centro de la Industria Láctea. 2023 [citado 17 de enero de 2023]. San Juan de Pastocalle. Disponible en: <https://www.cil-ecuador.org/post/revolucionando-la-industria-lactea-de-ecuador-un-enfoque-de-innovacion-y-el-progreso>
3. Crespo C, Aimacaña NRL. Dinámica de los pequeños productores de leche en la Sierra centro de Ecuador. Granja Rev Cienc Vida. 2029. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17787>
4. Grijalva Cobo, Juan Pablo. "La industria lechera en Ecuador: un modelo de desarrollo." (2011). Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8032/1/La%20industria%20lechera%20en%20ecuador%20un%20modelo%20de%20desarrollo.pdf>
5. Redacciones P, Productores de Cotopaxi, en alerta por abigeato y bajos precios de la leche. El periodismo comprometido. 2022. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productores-cotopaxi-alerta-abigeato-bajos-precios-leche-ecuador/>
6. Ocampo, Ricardo, et al. "Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia." *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA* 8.2 (2016): 177-186. Disponible en: <https://recia.edu.co/index.php/recia/article/view/185>
7. Agudelo Gómez, Divier Antonio, y Oswaldo Bedoya Mejía. "Composición nutricional de la leche de ganado vacuno." (2005). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>

8. Pérez, Noemí Fernández, et al. "Densidad láctea en dos rutas de recolección de leche destinada a la Planta Pasteurizadora Camagiüey." *Revista de Producción Animal* 26.3 (2014): 7-12. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268092311.pdf>
9. Ciro, A. Manual de manejo y análisis alimentario postcosecha de granos a nivel rural. Oficina Regional de la FAO América latina y el Caribe. Santiago de Chile: Iberoamérica. (1993) Disponible en:  
<http://alimentos6173.blogspot.com/2014/07/i-tema-obtencion-de-la-densidad-de-la.html>
10. Delgado-Callisaya Pedro Angel, Parisaca V., Quispe I., Delgado E. Jh., Aduviri M.. Evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) en la Comunidad Mazo Cruz del Departamento de La Paz-Bolivia. *J.Selva Andina Anim. Sci.* [Internet]. 2016 [citado 2024 Feb 08] ; 3( 1 ): 43-48. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2311-25812016000100004](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812016000100004)
11. Ceva, Salud animal. La estabulación en rumiantes como sistema de producción, 2023. Disponible en: <https://ruminants.ceva.pro/es/la-estabulacion-en-rumiantes-como-sistema-de-produccion>
12. González K, sistemas de pastoreo. - Infopastos. Producción ecológicamente sostenible. 2024. Disponible en:  
[https://infopastosyforrajes.com/sistemas-de-pastoreo/#Objetivos\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_pastoreo](https://infopastosyforrajes.com/sistemas-de-pastoreo/#Objetivos_de_los_sistemas_de_pastoreo)
13. Vega O, ¿Conoces los sistemas de pastoreo?. Somex – Caquetá. Noticias y revistas. 2022. Disponible en:  
<https://somex.com.co/conoces-los-sistemas-de-pastoreo-aqui-te-los-contamos/#:~:text=Una%20de%20las%20actividades%20m%C3%A1s,alimenten%20de%20pasto%20y%20plantas.>

14. Nava Hernández Gabriela, Aldasoro AC Maya Elda Miriam, Perezgrovas Garza Raúl, Vera Cortés Gabriela. Interacciones del ser humano con animales de traspatio: un estudio desde la Etnoveterinaria en Tabasco, México. Nova scientia [revista en la Internet]. 2018 [citado 2024 Feb 08] ; 10( 21 ): 258-309. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052018000200258](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052018000200258)
15. Alayón A. Ganadería de traspatio en la vida familiar. Revista cuatrimestral de divulgación de la ciencia. Ecofronteras. 2025. Disponible en: <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/1578>
16. Soriano R., Bonilla O., Arias L., Haro J., “Producción Animal de pequeña escala en el territorio de Santa Catarina Tayata: Sociedad, Medio ambiente y sustentabilidad a nivel comunidad” en Alternativas para el desarrollo sustentable de la ganadería, coordinado por Beatriz Cavallotti V. Universidad Autónoma de Chapingo. México, 2007 pp. 81 – 89.
17. Vergara M. Que es el manejo animal: cría y manutención del ganado. Disponible en: <https://www.miguelvergara.com/actualidad/blog/que-es-el-manejo-animal-cria-y-manutencion-del-ganado/>
18. Copyright Merck & Co., Manejo del ganado, principios básicos para reducir el estrés. Revista Club ganadero. 2022, Disponible en. <https://www.clubganadero.com/manejo-del-ganado/>
19. Urbina Rojas Nicolás Factores fisiológicos y ambientales que afectan la lactancia.. [Internet]. 1994. [citado: 2024, febrero] Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/31463>
20. Neira Sanchez, P, Zambrano Neira, D Actualidad en ginecología y obstetricia en bovinos. [Internet]. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad

- de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Villavicencio; 2020 [citado: 2024, febrero] 33 p. Disponible en:
- <https://repository.ucc.edu.co/items/2a1acf95-87d9-4a08-abbd-e42bae1417c4>
21. Osorio José Henry, Vinazco Jazmín, Pérez Jorge Enrique. COMPARACIÓN DE PERFIL LIPÍDICO POR SEXO Y EDAD EN BOVINOS. Biosalud [Internet]. 2012 June [cited 2024 Feb 08] ; 11( 1 ): 25-33. Disponible en:
- [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-95502012000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-95502012000100004&script=sci_arttext)
22. Mendoza-Martínez GD, Plata-Pérez FX, Espinosa-Cervantes R, Lara-Bueno A. Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. Universidad y ciencia [revista en la Internet]. 2008 [citado 2024 Feb 08] ; 24( 1 ): 75-87. Disponible en:
- [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792008000400009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400009)
23. Rúgeles, Clara. "Interrelaciones entre nutrición y fertilidad en bovinos." Revista MVZ Córdoba (2001): 24-30. Disponible en:
- <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/1062/1302>
24. Haro, José Mejía, and Ignacio Mejía Haro. "Nutrición proteica de bovinos productores de carne en pastoreo." *Acta Universitaria* 17.2 (2007): 45-54. Disponible en:
- <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/180/158>
25. Castillo-Badilla, Gloriana, et al. "Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras de Costa Rica." *Agronomía Mesoamericana* (2019): 209-227. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43757673014/html/>
26. Cordova A. Algunos factores del medio ambiente que determinan el comportamiento reproductivo bovino en los trópicos. Una revisión de Ganadería. 2027. Disponible en:
- <https://www.ganaderia.com/destacado/Algunos-factores-del-medioambiente-que->



[determinan-el-comportamiento-reproductivo-bovino-en-los-tr%C3%B3picos.-Una-revisi%C3%B3n](#)

27. ARIAS, RA; MADER, TL; ESCOBAR, PC. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch. med. Vet., Valdivia , v. 40, n. 1, p. 7-22, 2008 . Disponible en:  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2008000100002](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002)
28. GOBIERNO AUTÓNOMO PARROQUIAL RURAL SAN JUAN DE PASTOCALLE. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Pastocalle San Juan de Pastocalle. 2025. Disponible en:  
[https://pastocalle.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2020/08/PDYOT\\_PASTOCALLE\\_FINAL.pdf](https://pastocalle.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2020/08/PDYOT_PASTOCALLE_FINAL.pdf)
29. Cerón, Mario, et al. "Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano." *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 16.1 (2003): 26-32. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295026121004.pdf>
30. Díaz, Alejandra, and Oswaldo Segura Ruiz. "Guía de buenas prácticas en la producción de leche de ganado bovino." (2022). Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21022/BVE22098511e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. Morales López, Alisson Michelle. *Guía de buenas prácticas de producción en bovinos de leche*. BS thesis. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi,(UTC), 2023. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10924>
32. ICA, Sanidad agropecuaria e inocuidad en la producción primaria. Las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche. República de Colombia. 2011. Disponible en:

- [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2259/44962\\_60380.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2259/44962_60380.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
33. FAO, Manual I. Buenas prácticas de ordeño - Proyecto CCP. Infoagro interior Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ciudad de Guatemala. 2011. Disponible en: <https://www.fao.org/3/bo952s/bo952s.pdf>
34. AGROCALIDAD. Guía de buenas prácticas pecuarias de producción de leche - RESOLUCIÓN TÉCNICA N° 0217. Emitida el 23 de octubre de 2012. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/pecu3.pdf>
35. Castillo-Badilla, Gloriana, et al. "Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras de Costa Rica." *Agronomía Mesoamericana* (2019): 209-227. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n1/2215-3608-am-30-01-00209.pdf>
36. Bretschneider Gustavo, Salado Eloy, Cuatrin Alejandra y Arias Darío. INTA, EEA Rafaela (2300), Santa Fe. Disponible en: [file:///C:/Users/User/Downloads/20190416114654\\_47328\\_31.-%20ANEXO%2031%20%20-%20Inta\\_lactancia\\_pico\\_y\\_persistencia\\_febrero\\_2015.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/20190416114654_47328_31.-%20ANEXO%2031%20%20-%20Inta_lactancia_pico_y_persistencia_febrero_2015.pdf)
37. CIL Ecuador, En Ecuador, cerca del 46% de la producción de leche diaria se usa en la industria formal. Centro de la industria láctea del Ecuador. 2023. Disponible en: <https://www.cil-ecuador.org/post/en-ecuador-cerca-del-46-de-la-producci%C3%B3n-de-leche-diaria-se-usa-en-la-industria-formal>
38. González Salas, Raúl y Vega Falcón, Vladimir, Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche (Bovine Mastitis and Its Impact on Milk Quality) (November 1, 2017). Rev. Electrón. vet. 2017 Volumen 18 N° 11, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3554867>

39. Pinzón Trujillo, Andrey, Moreno Vásquez, Fausto Camilo, Rodríguez Martínez, Germán. (2009). Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, (17), 23-35. Retrieved January 30, 2024. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542009000100003&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542009000100003&lng=en&tlng=es).
40. Echeverri Zuluaga, José Julián, Manuel Guillermo Jaramillo, y Luis Fernando Restrepo Betancur. "Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia." *Revista Lasallista de investigación* 7.1 (2010): 49-57.
41. GALVAN, PEDRO OCHOA. "Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche." *Extraído el* 4 (1991). Disponible en: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
42. Pallete, Agustin E. "Mejoramiento del ganado vacuno de leche." *Folleto; N. 02*. Instituto Nacional de Investigación Agraria-INIA 1era. Edic. 1993, 2005. Disponible en: [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1042/1/Pallete-Mejoramiento del ganado vacuno de leche.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1042/1/Pallete-Mejoramiento%20del%20ganado%20vacuno%20de%20leche.pdf)
43. Rómulo Campos G, Vélez M, Hernandez E, entre otros. El mejoramiento genético y la producción de leche. La esencia de una realidad de producción animal. Mejoramiento y Utilización del Ganado Hartón del Valle y otros Recursos Genéticos del Suroccidente. 2023. Disponible en: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/50263/55111](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/50263/55111)
44. Soares de Lima M, Revagnolo O. ÍNDICES DE SELECCIÓN: economía y genética en perfecta sintonía. *Revista INIA*. 2019. Disponible en:

- <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13949/1/Rev-INIA-59-Diciembre-2019-p-21-a-25.pdf>
45. Ravagnolo O. ÍNDICES DE SELECCIÓN: economía y genética en perfecta sintonía. Revista INIA. 2019. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13949/1/Rev-INIA-59-Diciembre-2019-p-21-a-25.pdf>
46. González K. Que es la heredabilidad y su uso en mejoramiento [Internet]. Zootecnia y Veterinaria es mi pasión. 2018 [citado 20 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://zoovetespasion.com/ganaderia/mejoramiento-genetico/que-es-la-heredabilidad>
47. González R. Heredabilidad: Conceptos básicos - El blog de Genética [Internet]- Genotipia. 2023 [citado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://genotipia.com/heredabilidad/>
48. Agrobot. Ganadería. 2015 [citado 14 de enero de 2024]. Principios de Reproducción y Selección Animal. Disponible en: [https://agrobot.com/info\\_tecnica/ganaderia/insem\\_artif/GA000008in.htm](https://agrobot.com/info_tecnica/ganaderia/insem_artif/GA000008in.htm)
49. Contexto Ganadero. 2018 [citado 16 de enero de 2024]. ¿En que consiste en valor de cría estimado? Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/en-que-consiste-el-valor-de-cria-estimado>
50. Vitezica ZG, Cantet RJC. Efecto de la varianza genética aditiva generacional sobre las componentes de la respuesta a la selección en una población con generaciones superpuestas. Disponible en: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/facultadagronomia/1996viteziczg.pdf>

51. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Gobierno del Ecuador. 2019 [citado 20 de enero de 2024]. La producción de leche aporta al cambio de la matriz productiva - Ministerio de Agricultura y Ganadería. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/produccion-de-leche-aporta-al-cambio-de-la-matriz-productiva/>
52. Agrocalidad. Manual de prácticas lecheras [Internet]. Agrocalidad. 2020 [citado 1 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3055s/i3055s.pdf>
53. OEA. El periodo de transición de la vaca lechera: conceptos, mecanismos de adaptación metabólica y su importancia . Ganadería SOS. Disponible en: <https://www.consorciolchero.cl/wp-content/uploads/2021/10/2-periodo-de-transicion.pdf>
54. Cuéllar Sáenz JA. Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes, y Acuicultura. Fisiología de la Lactancia. 2012. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/fisiologia-de-la-lactancia-en-los-bovinos/>
55. Contexto Ganadero. Razones por las cuales las vacas no entran en celo. 2023. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/sistemas-silvopastoriles/razones-por-las-cuales-las-vacas-no-entran-en-celo>
56. López MA. Importancia de los días abiertos en vacas de leche. Correctores Vitamínicos Alhambra S.L [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.covialsl.com/importancia-de-los-dias-abiertos-en-vacas-de-leche/#:~:text=IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20DIAS%20ABIERTOS%20EN%20VACAS%20DE%20LECHE,-mayo%206th%2C%202016&text=Los%20d%C3%ADas%20abiertos%20en%20vacas,la%20rentabilidad%20de%20las%20explotaciones.>

57. Ramirez AC. Producción Bovina [Internet]. EUNED; 1984. Disponible en: <https://editorial.uned.ac.cr/book/U00756>
58. Gómez Gómez F. Objetivos del mejoramiento genético en ganaderías de leche. Rev ACOVEZ. 1986. Disponible en: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/28965/26362\\_12703.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/28965/26362_12703.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
59. Fernandez Martinez CE. Caracterización morfométrica e índices zoométricos de los grupos raciales bovinos existentes en los cantones orientales del Azuay. 2018. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25281/1/Tesis.pdf>
60. Zerón A. Biotipo Fenotipo y Genotipo 2 ¿Que biotipo tenemos? Rev Asoc Mex Periodontol. 2011. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/periodontologia/mp-2011/mp111g.pdf>
61. Ceva. Vaca Holstein: La raza lechera por excelencia [Internet]. 2022. Disponible en: <https://ruminants.ceva.pro/es/vaca-holstein#:~:text=La%20raza%20de%20vacuno%20lechero,de%20establecerse%20en%20cualquier%20clima.>
62. Agrobot. Historia de la raza Jersey [Internet]. 2017. Disponible en: [https://agrobot.com/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000005pr.htm](https://agrobot.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000005pr.htm)
63. Condo Plaza, L. A., Gutiérrez Reynoso, G. A. (2019). La morfometría y la producción lechera de vacas holstein mestizas en dos establos – Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3), 398-408. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.653>
64. Marizancén Silva MA. Artunduaga Pimentel L. Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. RIAA. 2017. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285365>

- 65.** Fernandez, Edgar Vinicio Pallango, et al. "Análisis de la Calidad de leche producida por ganaderos rurales en la parroquia Pastocalle Cotopaxi y su influencia en la economía del sector." *Ciencia digital* 3.2 (2019): 529-545. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/450>
- 66.** Lorenzo P, Hansen D, Virbac. Ganancia de peso en bovinos en pastoreo rotativo tratados con un compuesto mineral inyectable.
- 67.** Orozco M. El precio de la leche, otro frente para el Ministerio de Agricultura. [Internet]. Primicias. 2023. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/precio-leche-industria-productores-ministro-agricultura/>
- 68.** Zurita Rivera AH, Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia de Tanicuchi utilizando funciones de beneficio. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC); 2022.
- 69.** INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2021 [citado 20 enero 2024]. ECUADOR - Encuesta de superficie y producción Agropecuaria continua 2021 - Información General.
- 70.** Contexto Ganadero. ¿Conoce cuales son los factores que influyen en la producción de leche? [Internet]. 2021.
- 71.** Ochoa MAB. Zootecnia de bovinos productores de leche. 2019
- 72.** Inga Zambrano, L. F. *Control de calidad en la densidad de la leche*. Diss. Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11461>, 2017.
- 73.** Reyes G, Molina B, Coca R. Calidad de la leche cruda. 2010;10

74. CIL Ecuador. Centro de la Industria Láctea. 2023 [citado 17 de enero de 2023]. San Juan de Pastocalle. Disponible en:  
<https://www.cil-ecuador.org/post/revolucionando-la-industria-lactea-de-ecuador-un-enfoque-de-innovacion-y-el-progreso>
75. Riquelme N, Bonifaz N. Caracterización de sistemas de producción lechera en el Ecuador. La granja. 2012.
76. Andrade R, Manrique A F, Peters K. Características productivas y de gestión de fincas lecheras en Boyacá. Rev MVZ Córdoba. 2008.
77. EL COMERCIO. Ley establece nuevo precio mínimo de litro de leche cruda. Gobierno del Ecuador. 2022.
78. Orozco M. El precio de la leche, otro frente para el Ministerio de Agricultura. [Internet]. Primicias. 2023.
79. Polanco, Adolfo Cevallos, María Verónica Taipei Taipei, and Francisco Iván Caiza de la Cueva. "Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivic Using, cantón Sigchos, Ecuador." *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 5.4 (2021): 4474-4489. Disponible en:  
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/632>
80. Vilcacundo Banda, Margarita Elizabeth. *Los costos de producción y la fijación de precios en la hacienda Campo Verde*. BS thesis. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera de Contabilidad y Auditoría., 2014. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/20657>
81. Franco-Crespo, Christian, et al. "Dinámica de los pequeños productores de leche en la Sierra centro de Ecuador." *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida* 30.2 (2019): 103-120. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-85962019000200103&script=sci\\_arttex](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-85962019000200103&script=sci_arttex)



