



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL
PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO
SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA
ELOY ALFARO”**

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

Autor:
Orquera Zurita Oliver Alexander

Tutor: Molina Cuasapaz Edie
Gabriel

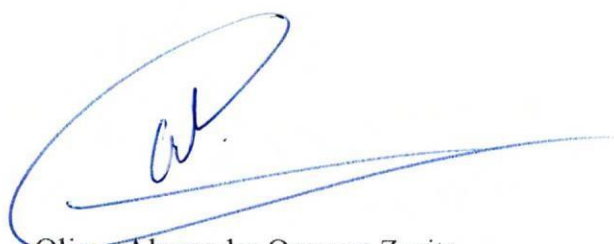
LATACUNGA – ECUADOR Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Orquera Zurita Oliver Alexander, con cédula de ciudadanía No. 1754508222, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO”**, siendo el Doctor Mg. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, 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, 22 de julio del 2025



Oliver Alexander Orquera Zurita

C.C: 1754508222

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 **ORQUERA ZURITA OLIVER ALEXANDER**, identificado con cédula de ciudadanía **1754508222** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2020 – Marzo 2021

Finalización de la carrera: Abril 2025 – Agosto 2025 Tutor:

MVZ. Molina Cuasapaz Edie Gabriel, Mg.

Tema: **“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORMAIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO”**

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

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

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

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

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- 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 **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

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

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

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

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

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

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


Oliver Alexander Orquera Zurita
EL 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:

“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO”, de Orquera Zurita Oliver Alexander, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa

Latacunga, 22 de julio del 2025



MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg.

C.C: 1722547278

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Orquera Zurita Oliver Alexander, con el título del Proyecto de Investigación: **“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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


Latacunga, 22 de julio del 2025



MVZ. Cristian Beltrán Romero, Mg.
C.C: 0501942940
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Alison Simancas Racines, Mg.
C.C: 0503001000
LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Cristian Arcos Neptali, Mg.
C.C: 1803675634
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, por ser mi pilar incondicional y brindarme su apoyo en cada paso de esta etapa universitaria. Gracias por su esfuerzo, paciencia y compromiso constante. A mis docentes, quienes no solo compartieron sus conocimientos, sino que también me inspiraron a superarme y a desarrollar una visión más amplia de mi profesión. Agradezco también a los compañeros que estuvieron presentes durante este camino, por su colaboración, amistad y por ser parte esencial en la elaboración de este trabajo. Este logro es también de ustedes. Quiero expresar mi profundo agradecimiento al MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz por su guía, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso. Su acompañamiento no solo fue clave en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi crecimiento académico y personal.

Y extendo mi agradecimiento a los habitantes de la parroquia Eloy Alfaro, personas amables y colaboradoras que hicieron posible esta investigación en el ámbito del mejoramiento genético.

Oliver Alexander Orquera Zurita

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por haberme dado la vida, la fortaleza y la sabiduría para superar cada desafío que se presentó en este camino. A mis padres, Olegario Orquera y Alexandra Zurita, por su incansable apoyo, sus sacrificios y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Gracias por ser mi base y mi impulso. A mi hermana, Giuliana Orquera, por su cariño, paciencia y por ser un apoyo constante en mi vida. A mi novia, Fanny Jacho, por caminar a mi lado con amor, comprensión y ánimo en los momentos más importantes. Y finalmente a mis amigos, quienes con su compañía, consejos y momentos compartidos hicieron más llevadero este camino. Gracias por estar presentes, por su apoyo sincero y por enriquecer mi vida tanto dentro como fuera del ámbito académico.

Oliver Alexander Orquera Zurita

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO”

Autor:
Orquera Zurita Oliver Alexander

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la zona occidental del cantón Latacunga, en la provincia de Cotopaxi, y tuvo como propósito fundamental evaluar la rentabilidad del índice de selección aplicado en el programa de mejoramiento genético sostenible de ganado bovino lechero. Este programa, denominado UTCgen, busca incrementar la productividad y sostenibilidad de pequeños y medianos ganaderos a través de la evaluación de parámetros genéticos, reproductivos y productivos. La investigación se llevó a cabo con 62 bovinos distribuidos en 9 hatos lecheros. Se aplicaron herramientas como el modelo BLUP para determinar valores genéticos en características clave: ganancia diaria de peso, densidad de leche, días abiertos y producción a los 305 días de lactancia. Los resultados evidencian deficiencias en la eficiencia productiva, con una ganancia de peso promedio de 85 g/día en vacas y 314 g/día en terneras, muy por debajo de estándares nacionales e internacionales. Asimismo, se identificaron pérdidas económicas significativas asociadas a largos periodos de días abiertos y bajo rendimiento lechero. El estudio incluyó simulaciones económicas que demostraron el impacto positivo del mejoramiento genético en la reducción de costos y aumento de ingresos. También se evidenció la influencia limitada de la genética en algunos rasgos como la densidad de leche, altamente afectados por el ambiente. A través de una selección genética enfocada en caracteres con mayor heredabilidad y peso económico, como la ganancia de peso y la producción de leche, se proyecta una mejora considerable en la rentabilidad de los sistemas lecheros locales. Este trabajo concluye que la implementación sistemática de un programa de mejoramiento genético, complementado con buenas prácticas de manejo, puede fortalecer significativamente la producción lechera de la parroquia y contribuir a su sostenibilidad económica y social.

Palabras clave: Mejoramiento genético, rentabilidad, ganancia de peso, leche en bovinos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “ESTIMATION OF THE TOTAL MERIT INDEX FROM THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY CATTLE AT THE ELOY ALFARO PARISH”

Author:
Orquera Zurita Oliver Alexander

ABSTRACT

This research was conducted at Latacunga canton in the western area, located in the Cotopaxi province, and aimed to evaluate the profitability of the selection index applied in the sustainable genetic improvement program for dairy cattle. This program, known as UTCgen, seeks to increase productivity and sustainability among small and medium-scale livestock farmers through the genetic evaluation, reproductive, and productive parameters. This study was carried out with 62 bovines distributed across 9 dairy herds. Tools such as the BLUP model were applied to determine genetic values for key traits: average daily weight gain, milk density, days open, and 305-day milk yield. The results revealed deficiencies in productive efficiency, with an average weight gain of 85 g/day in cows and 314 g/day in calves, significantly below national and international standards. Likewise, significant economic losses were identified due to prolonged open days and low milk yield. This study included economic simulations that demonstrated the positive genetic improvement impact on cost reduction and income increase. It also highlighted the limited influence of genetics on certain traits such as milk density, which is highly affected by environmental factors. Through genetic selection focused on traits with higher heritability and economic weight, such as weight gain and milk production, a considerable improvement in the profitability of local dairy systems is projected. This study concludes that the systematic implementation of a genetic improvement program, complemented by good management practices, can significantly strengthen dairy production at the parish and contribute to its economic and social sustainability.

Keywords: Genetic improvement, profitability, weight gain, dairy cattle.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Directos	3
3.2. Indirectos.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS	5
5.1. Objetivo General	5
5.2. Objetivos Específicos:.....	5
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
6.1. La Ganadería y Producción Lechera en el Ecuador	6
6.2. La Ganadería y Producción Lechera en la Provincia de Cotopaxi	7
6.3. Costos de Producción y Rentabilidad	7
6.4 Ganado Bovino en el Ecuador	8
6.5. Condición corporal	8

6.6. Nutrición	9
6.7. Pastos y forrajes en el Ecuador	9
6.8. Mejoramiento Genético.....	10
6.8.1. Heredabilidad o índice de herencia	10
6.8.2. Repetibilidad	11
6.8.3. Heredabilidad y correlaciones genéticas	11
6.8.4. Índice de selección.....	12
6.8.5. Respuesta a la selección	12
6.8.6. Pesos económicos	12
6.8.7. Eficiencia reproductiva	13
6.9 Producción Láctea	14
6.9.1. Calidad de leche	14
6.9.2. Producción de leche en 305 días	14
6.9.3. Densidad de la leche	14
6.9.4. Altura a la cruz	14
6.9.5. Ganancia de peso	15
7. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS	15
8. METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	16
8.1. Ubicación del proyecto	16
8.2. Situación Geográfica.....	16
8.3. Población de Estudio	17
8.4 Tipo de Estudio	17
8.5 Manejo del estudio.....	18
8.6 Valores económicos	18
8.7 Valor genético	19
8.8 Respuesta a la selección	19
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
9.1. Días Abiertos	20
9.2. Ganancia de peso diaria	21
9.3 Calidad de Leche	23
9.1.1. Producción de leche a los 305 días	24
9.4 PESOS ECONÓMICOS Y ESCENARIOS ECONÓMICOS	25
9.4.1 Peso Económico Ganancia de Peso	25
9.4.2 Densidad	28
9.4.3 Producción de leche a los 305 días	29
9.5 DERIVACIONES ECONÓMICAS	30

10. IMPACTO TÉCNICO, AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LECHE	31
10.1. Impacto Técnico	31
10.2. Impacto Ambiental	31
10.3. Impacto Social	32
10.4. Impacto Económico	32
11. CONCLUSIONES	32
12. RECOMENDACIONES	33
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
14. ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS xii

Tabla 1: Propietarios y animales del proyecto	16
Tabla 2: Mejores vacas en ganancia de peso diario	19
Tabla 3: Mejores terneras en ganancia de peso diario	20
Tabla 4: Mejores machos en ganancia de peso diario.....	21
Tabla 5: Mejores animales en densidad de leche	22
Tabla 6: Mejores animales en producción de leche a los 305 días	23
Tabla 7: Pesos económico en las terneras de la parroquia	24
Tabla 8: Simulación del peso económico con una ganancia de peso diaria mayor	25
Tabla 9: Pesos económicos de la GDP en vacas en producción	25
Tabla 10: Simulación del peso económico con una mayor ganancia de peso	26
Tabla 11: Peso económico de la producción a los 305 días.....	27
Tabla 12: Derivación económica del aumento del valor genético	28
Tabla 13: Derivaciones económicas de la parroquia	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1: Mapa satelital parroquia Eloy Alfaro	16
Gráfico 2: Días abiertos de las producciones lecheras del área occidental	20
Gráfico 3: Fenotipo densidad de Leche	23
Gráfico 4: Fenotipo de lactancia	24

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO.

Fecha de inicio: septiembre 2024 **Fecha de finalización:** julio 2025

Lugar de ejecución: Eloy Alfaro - Cotopaxi

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:

Estudiante: Oliver Alexander Orquera Zurita Tutor:

Edie Gabriel Molina Cuasapaz

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética.

Línea de investigación:

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

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Tanto en el Ecuador, como en la provincia de Cotopaxi la industria láctea representa una actividad económica estratégica ya que esta aporta aproximadamente el 1% a la economía nacional, medido en términos del PIB, de igual manera participa directamente en la generación de 270 mil empleos directos en el sector ganadero como agrícola y en el desarrollo económico de varios habitantes en el país (1), esto se debe a que en el país existen 300.000 productores de leche sin embargo el 80% de estos pertenecen a producciones pequeñas y granjas familiares, dejando así el 20% para los grandes productores (2). El sector lácteo en la provincia de Cotopaxi y en sus parroquias rurales tienen como prioridad la producción de leche y de sus derivados ya que con el desarrollo de distintas empresas se pueden generar oportunidades para la formación y creación de varias fuentes de empleos en el área de producción láctea ya que según el “Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) el sector lácteo es una fuente de ingresos para 1.2 millones de personas, llegando a representar el 4% del producto interno bruto (PIB) agroalimentario del país generando un gran impacto económico”. (3)

En el país en el año 2021 se produce aproximadamente 6.15 millones de litros de leche cruda al día con una población de 4.7 millones de cabezas de ganado vacuno, gracias a la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) realizada en el 2024 podemos conocer que existen 2.7 millones de hectáreas en pastos destinadas para la producción láctea (4), por este motivo se conoce que la producción es de menos de 4 litros de leche por hectárea al día en el país, lo cual es sumamente bajo en comparación con el país vecino Colombia donde se producen 69 litros de leche por hectárea al día (5), gracias a esta comparación se puede observar que la producción que existe en nuestro país afecta a la rentabilidad y sustentabilidad de los pequeños y grandes productores ocasionando que las personas que se dedican a esta labor busquen mejores opciones migrando a la ciudad. Por estos motivos la población de la provincia de Cotopaxi y de sus parroquias rurales como urbanas se ven sumamente afectados ya que es una de las 5 provincias más productoras de la región con más de 600 mil litros de leche al día. (6)

En el país la rentabilidad ganadera mayormente se basa en la venta y distribución de leche, por este motivo las provincias de Pichincha, Santo Domingo, Cotopaxi, Manabí y Carchi en el año 2023 la comercialización de este producto fue del 51.8%, sin embargo, a través del Reporte de Coyuntura del Sector Agropecuaria se declara que en la provincia existe deficiencia en la producción ganadera debido a la ausencia de programas de mejoramiento genético y por el pago mínimo que realizan los intermediarios a los productores por el litro de leche cruda que

en muchos de los casos es menor al costo establecido por el acuerdo interministerial entre los ministerios de producción y de agricultura en el 2025 donde se establece que es de 0.50\$. (7)

Por este motivo la parroquia Eloy Alfaro perteneciente al cantón Latacunga los sistemas de producción lechera se caracteriza por prácticas tradicionales, aunque no existan datos específicos la producción promedio es de 5 litros de leche por vaca al día, de igual forma dentro de la parroquia aproximadamente existen más de 100 familias que se dedican a la producción lechera por este dato se refleja la necesidad urgente de intervenir en aspectos clave como el manejo nutricional, la genética del hato, el control sanitario y el acceso a tecnologías apropiadas. Gracias a la falta de información técnica, la limitada asistencia veterinaria, y la poca adopción de buenas prácticas ganaderas agravan esta problemática, reduciendo la competitividad de los productores y afectando directamente sus ingresos y calidad de vida. Por este motivo el proyecto busca contribuir con el fortalecimiento de la producción mediante el análisis y aplicación de estrategias para mejorar los índices reproductivos y genéticos de los animales.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos:

- Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTCgen) del cantón Latacunga, pertenecientes a la parroquia Eloy Alfaro

3.2. Indirectos:

- Ganaderos productores de leche de bovinos del sector occidental.
- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la provincia de Cotopaxi, particularmente en el cantón Latacunga y su parroquia Eloy Alfaro, la producción lechera constituye una de las actividades con mayor impacto económico en las comunidades rurales, siendo desarrollada principalmente por pequeños y medianos productores. Para muchas de estas familias, la ganadería representa su única fuente de ingresos,

lo que convierte a esta actividad en un pilar fundamental de subsistencia y seguridad alimentaria local. Sin embargo, el sector lechero enfrenta una serie de limitaciones estructurales, ambientales y técnicas que condicionan su sostenibilidad y competitividad.

Uno de los principales desafíos es el bajo nivel de productividad por vaca, con promedios que oscilan entre los 4 y 6 litros de leche cruda por día (8), muy por debajo de los estándares nacionales e internacionales. Esta baja producción está directamente relacionada con factores como el manejo empírico de los sistemas, la escasa tecnificación, la baja calidad genética del hato, una alimentación deficiente y prácticas sanitarias limitadas.

A estas problemáticas estructurales se suman condiciones agroclimáticas adversas, propias de la parroquia entre las cuales destaca el prolongado periodo de sequía que afecta significativamente la disponibilidad de forraje durante buena parte del año. La escasez de lluvias reduce la capacidad de regeneración de los pastizales y deteriora la calidad nutricional de los mismos, lo que impacta directamente en el rendimiento productivo del ganado. En muchos casos, los productores deben recurrir a forrajes de baja calidad o a suplementación mínima, lo cual agrava aún más la situación productiva.

Además, el uso intensivo y continuo de los suelos, sin una adecuada rotación de cultivos ni prácticas de conservación, ha generado pérdida de fertilidad y una reducción gradual en el nivel de la calidad los pastos naturales y cultivados. Esto compromete no solo la cantidad de alimento disponible para el ganado, sino también su valor nutricional, lo que se traduce en un deterioro general del estado corporal de los animales y una reducción en los niveles de producción de leche.

Frente a este complejo escenario, muchos productores han optado por asociarse en cooperativas y grupos comunitarios, con el fin de acceder a capacitaciones, asistencia técnica y programas de fortalecimiento productivo. Entre las prioridades identificadas por los mismos actores del territorio, destaca la necesidad urgente de implementar programas de mejoramiento genético, ya que el potencial productivo de la ganadería local podría incrementarse significativamente si se combinan prácticas reproductivas adecuadas con mejoras en la alimentación y el manejo sanitario. (8)

No obstante, en el contexto ecuatoriano, el desarrollo de programas genéticos aún es limitado. La falta de registros fenotípicos y genotípicos, la escasa información técnica de generaciones anteriores, y la ausencia de políticas públicas específicas en esta área obstaculizan la selección

y multiplicación de animales con alto valor productivo. Esto impide que los productores cuenten con fundamentos técnicos adecuados para tomar decisiones acertadas respecto al cruce o selección de animales, lo que contribuye a mantener bajos niveles de productividad y eficiencia. (9)

Por tanto, el abordaje de esta problemática requiere una intervención integral que no solo contemple el componente genético, sino también la mejora de los sistemas de alimentación, la gestión sostenible de pasturas, el acceso a tecnologías reproductivas y la formación técnica continua. Este tipo de iniciativas contribuiría significativamente al desarrollo económico local, al fortalecimiento del tejido productivo y a la sostenibilidad ambiental del territorio.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General:

Analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Eloy Alfaro

5.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el valor genético de los fenotipos seleccionados dentro de cada parroquia.
- Estimar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa de mejoramiento genético de cada parroquia.
- Simular mediante escenarios económicos la respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1 La Ganadería y Producción Lechera en el Ecuador

La ganadería y la explotación lechera llega al Ecuador mucho antes de la época colonial existiendo ganado vacuno en todas las regiones del Ecuador sin importar su ubicación geográfica ya que se encontraban ya aclimatados a los diferentes pisos climáticos, sin embargo a principios del siglo XX comienza la formación de hatos lecheros primitivos esto es ocasionado por el aumento de los costos agropecuarios por lo cual las grandes haciendas comienzan a dividirse llegando así a hacer de varios propietarios. (10)

Esta actividad es sumamente importante en el Ecuador ya que su contribución económica nacional es del 13% en el sector agropecuario durante los años de 1985 a 2005 (11), sin embargo, esta actividad llegó a ubicarse en la segunda actividad más influyente en la economía del país detrás de las explotaciones petroleras ya que en el año 2008 el sector agropecuario se ubicó con el 10.7% del producto interno bruto PIB (12), al ser la ganadería una principal actividad económica el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) manifiesta que en el país existen 4.10 millones de cabezas de ganado vacuno en el año 2018, este número de animales se divide en la raza criolla y la raza mestiza, los cuales son destinados exclusivamente para la producción cárnica y otros criados con una finalidad de doble propósito. (13)

A pesar de que el Ecuador es un país dedicado a la producción lechera, el abastecimiento de esta suele ser ineficiente en comparación a los demás países, el Ecuador tiene una producción diaria de al menos 5,135.405 litros, la región Sierra concentra la mayor producción de leche, alcanzando el 76,25%, la producción láctea en el país es distribuida para la comercialización industrial y el consumo humano, sin embargo para la comercialización industrial el producto llega a tener un valor comercial de acuerdo al cumplimiento de los estándares de cada industria. (14)

Sin embargo, la producción pecuaria ha ido afectando considerablemente al medio ambiente causando pérdidas de suelo, riesgos de desertificación, aumento de emisiones de gases y contaminantes y ha causado la extensión de la frontera del ganado ocasionando así que la producción pecuaria siga siendo altamente insostenible. (15)

6.2 La Ganadería y Producción Lechera en la Provincia de Cotopaxi

A pesar de la cantidad de animales vacunos que existen en la región Sierra dentro del ranking nacional de cabezas de ganado bovino, Cotopaxi se encuentra en la quinta posición ya que existen aproximadamente 26 771.3 individuos según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (15), sin embargo varios cantones pertenecientes a la provincia se han pronunciado ya que a pesar de existir una actividad agrícola y ganadera alta dentro de esta no existe rentabilidad y sustentabilidad ya que las etapas de sequía y la falta de inversión en la mejora genética, afecta considerablemente a la producción. (16)

En la región Sierra existen 5 provincias principales las cuales son responsables de la producción, comercio e industrialización láctea considerablemente, siendo la provincia de Pichincha la principal productora con un 15.9% a nivel nacional, sin embargo a pesar de las haciendas ganaderas ancestrales que se ubican en la provincia de Cotopaxi esta es la tercera

provincia más productora con un 7% de la producción nacional (17), es decir que en la provincia de Cotopaxi se produce en promedio 400.000 litros de leche cruda al día la cual es destinada para la comercialización, sin embargo se estima que a partir del año 2010 existe una ineficiencia en la comercialización en un 15% debido a que se consideró el uso de registros sanitarios para la fabricación de productos a base de leche. (18)

6.3 Costos de Producción y Rentabilidad

Tanto en una actividad productiva pecuaria como empresarial, los costos de producción corresponden a los desembolsos realizados de manera directa para obtener un producto, los cuales varían según el tipo de materia prima utilizada, la mano de obra involucrada y los diferentes gastos asociados al proceso de fabricación, ya que los costos de producción son indicadores importantes los cuales nos ayudan a medir el desempeño organizacional gracias a esto podremos establecer acciones de mejora (19), para los sistemas de producción lechera se debe evaluar los límites de las producciones pecuarias y mantener los registros productivos y económicos ya que cada mes los costos pueden ir variando ya sea en las grandes producciones como con los pequeños productores, (20)

Los costos de producción influyen de manera significativa en los ingresos obtenidos por los productores de pequeña y mediana escala, ya que el precio del litro de leche varía mucho dependiendo de la calidad y de los centros de acopio a pesar de que el precio del litro de leche se encuentre estipulado en \$0.50 ctvs., este no es el precio a que todos los productores se les paga ya que en varios centros de acopio este varía entre \$0.36 a \$0.45 ctvs. (21). Podemos observar la rentabilidad a través de la comparación entre el costo de producción con el costo de la venta de un litro de leche, sin embargo, gracias a un estudio realizado en la parroquia Eloy Alfaro donde se puede observar que el costo de producción de un litro de leche es de más de \$1.00 podemos observar que no existe una rentabilidad para los productores ya que el costo es demasiado superior al precio de venta. (22)

6.4 Ganado Bovino en el Ecuador

El ganado bovino en el Ecuador es una de las actividades más realizadas en el sector pecuario ya que gracias a las distintas regiones geográficas que existen en el país permiten la crianza de ganado de carne y de leche predominando en el país ya que existen 4.31 millones de cabezas sabiendo así que esta actividad ha obtenido un crecimiento porcentual desde 1974 mayor al

158%, esta actividad pecuaria se concentra principalmente en la región litoral de tierras altas ya que su clima, pastizales e infraestructura es la más apropiada. (23)

Las explotaciones pecuarias de ganado vacuno son una de las actividades con mayor generación de empleo ya que se sabe que en el 2021 existían 176 dedicadas a la cría de ganado bovino generando así 1749 empleos, en el mismo año ganado bovino representó el 68% de todas las especies de producción del país (24), las producciones bovinas se especializan en la producción cárnica como lechera sin embargo la producción cárnica predomina principalmente en la provincia de guayas y la producción láctea predomina en la provincia de pichincha, gracias a esto podemos saber que la elaboración predominante es la lechera ya que en el país se generan 2.43 millones de litros de leche por año en comparación con la producción cárnica generando en el país 0.21 millones de toneladas de carne al año. (25)

6.5. Condición corporal

La evaluación de la condición corporal en vacas lecheras es fundamental para determinar su estado nutricional y de salud, lo cual impacta de manera directa en la productividad y el bienestar del rebaño. La CC refleja la cantidad del tejido graso y muscular en el cuerpo, siendo una guía útil para determinar el tipo y la cantidad de suplementación necesaria durante diferentes etapas como el postparto, la lactación y el periodo seco. Los bovinos que presentan un buen nivel nutricional movilizan sus reservas sin comprometer a la reproducción o salud en general, mientras que las vacas con baja CC requieren un incremento en la suplementación para prevenir una pérdida excesiva de peso y problemas metabólicos. (26)

Durante el periodo posparto, particularmente entre las 4 y 6 semanas, está representado como el punto de máxima pérdida de CC debido a que existe un balance energético negativo, lo que moviliza solo la energía suficiente para producir hasta 600 kg de leche, aunque estas pérdidas no suelen afectar en la producción de leche, la CC inadecuada incrementa el riesgo de problemas metabólicos, distocias y enfermedades, tanto en vacas excesivamente delgadas o con sobrepeso. Es fundamental que mantenga una CC de 2.5 a 3.5 durante la lactación y de 3.0 a 3.75 en el periodo seco, para garantizar una adecuada transición entre etapas y prevenir complicaciones. (27)

6.6. Nutrición

El manejo nutricional en el ganado bovino lechero se debe considerar la sincronización entre la fermentación de carbohidratos y la disponibilidad de nitrógeno en el rumen para maximizar la eficiencia en utilizar la energía y la proteína, si existe una descompensación entre estos nutrientes puede resultar en un aumento de las pérdidas nitrogenadas, tanto en forma de amoníaco ruminal como de urea sanguínea y urinaria. (28)

La genética y el manejo animal juegan un papel fundamental en la eficiencia energética como se ha evidenciado en estudios de ganados Angus existen variaciones tanto fenotípicas como genotípicas que son importantes en parámetros como el consumo voluntario y eficiencia de la conversión alimenticia lo que abre la posibilidad de implementar programas de selección genética enfocados en mejorar la eficiencia alimenticia y de esta forma reducir gases de efecto invernadero. (28)

6.7. Pastos y forrajes en el Ecuador

Los pastos y forrajes, fundamentales desde la domesticación animal, se originaron en la era Terciaria y han evolucionado junto al pastoreo. Su relevancia histórica que se refleja incluso en texto como la Biblia, que menciona su uso en la alimentación de ganado. Actualmente, los pastizales constituyen el 26% de la superficie total terrestre y el 70% de las tierras agrícolas. (29)

Este tipo de ecosistemas son esenciales para el sustento de más de 800 millones de personas, la alimentación animal, la biodiversidad y la conservación ambiental, aunque enfrentan presión por el cambio climático y el crecimiento poblacional. (30)

En nuestro país, los pastos representan el uso agrícola predominante, según los datos de la ESPAC, el 42% de la superficie agropecuaria corresponde a pastos cultivados y el 15,4% a naturales. Los principales tipos incluyen saboya, brachiaria y ryegrass. La reconversión de tierras hacia pastizales se ha intensificado debido al calentamiento global, la demanda demográfica, especialmente en la región interandina por lo que este cambio responde también a la estabilidad económica que ofrece la ganadería frente a la agricultura. (31)

El sector pecuario ecuatoriano, basado en pastizales, es clave para el desarrollo socioeconómico, proporcionando carne, leche y empleo, sin embargo, enfrenta retos como la ineficiente alimentación de bovinos, a pesar de las condiciones favorables del país para la producción de pastos todo el año. (32)

6.8. Mejoramiento Genético

La mejora genética es considerada un pilar clave en la producción moderna, es necesaria para atender el aumento constante en la demanda de proteínas animales debido a factores como el crecimiento poblacional y los cambios de hábitos en la vida diaria. Por ello, ha permitido que, mediante selección y cruzamiento, aumentar notablemente los niveles de producción en especies pecuarias y adaptarlas a sistemas sofisticados de explotación. (33)

6.8.1. Heredabilidad o índice de herencia

La variabilidad entre los animales representa una característica específica y constituye la base fundamental sobre la cual trabaja el criador. En el caso de un hato lechero, esta diversidad se origina tanto por las diferencias genéticas entre los individuos como por la influencia de factores ambientales. (34)

Para estimar la variabilidad genética se consideran distintas constantes, entre ellas la variación aditiva (VA), la variación por dominancia (VO) y la variación por epistasis (VE). Estos son componentes genéticos, y entre ellos, la variación aditiva representa la diferencia entre el valor genético aditivo de un individuo y el promedio poblacional, siendo este componente clave para el progreso genético mediante la selección. (34)

$$VF=VA+VD+VF+VM$$

La heredabilidad no es un valor absoluto, varía y depende de la estructura genética de una población además de las condiciones ambientales. (34)

6.8.2. Repetibilidad

La repetibilidad indica que una determinada característica puede evaluarse en múltiples ocasiones, lo que permite establecer una correlación entre los distintos registros productivos de una misma vaca. Gracias a esto, es posible utilizar dichas características para seleccionar los animales más adecuados dentro del hato, con el objetivo de mejorar la producción en el futuro. Además, si una característica presenta un alto nivel de repetibilidad, tomar decisiones de descarte basadas en el primer ciclo reproductivo puede resultar eficaz para optimizar el rendimiento en partos posteriores. (35)

6.8.3. Heredabilidad y correlaciones genéticas

La heredabilidad en un carácter animales se refiere a la proporción de la variación fenotípica que puede atribuirse a diferencias genéticas dentro de un grupo, por lo que este valor oscila entre 0 y 1, donde indica cuan fuerte es la influencia genética en comparación con el factor ambiental, por ello cuando tenemos una heredabilidad del 0,30 implica que el 30% de las diferencias observadas en un rasgo se deben a la genética y el 70% a los factores externos como nutrición, ambiente y manejo, también es considerado un concepto fundamental en la cría de machos porque una heredabilidad alta facilitará el progreso genético bajo una rigurosa selección. (36)

La correlación genética nos ayuda a evaluar la asociación que existe entre dos rasgos, con valores que van desde -1 a +1, en ejemplos se puede considerar una correlación positiva el peso al destete y el peso al año esto nos ayudará a mejorar uno que influye directamente en el otro. Mientras que una correlación negativa, como la que existe entre peso al nacer y la facilidad al parto, cuando se utiliza esta correlación es posible seleccionar animales que optimicen simultáneamente varias características, minimizando conflictos entre ellas. (37)

6.8.4. Índice de selección

Los índices de selección sintetizan el mérito genético de un reproductor en un único valor económico, que reflejan el impacto financiero esperado al usar ese animal, estos índices combinan las DEP de las características clave, ponderándolas según su relevancia económica y son ideales para maximizar los beneficios económicos del sistema productivo, para aplicar se necesita definir el sistema de producción y las características que son clave, calcular el valor económico de cada características mediante ecuaciones o modelos de simulación. También ajustar los valores considerando la variabilidad genética, las correlaciones entre características y su frecuencia de manifestación en el rodeo. (38)

6.8.5. Respuesta a la selección

La eficiencia en la selección del ganado depende factores cuya interacción determina el progreso genético, los productores deben establecer metas precisas, los productores deben establecer metas precisas y consistentes que respondan al mercado y se ajusten al sistema productivo, primero tenemos diferencial de selección mide cuanto superan los animales seleccionados al promedio del rodeo es mayor en machos debido a la menor cantidad requerida y el uso de inseminación artificial lo incrementa aún más, sin embargo el diferencial disminuye cuando se seleccionan muchos caracteres a la vez o en rodeos con altos promedios tras años de selección. (39)

6.8.6. Pesos económicos

Los pesos económicos en bovinos de producción láctea son valores que reflejan la importancia relativa en las diferentes características genéticas en función de su impacto económico dentro del sistema de producción, estas métricas son fundamentales para priorizar características durante los programas de selección genética lo que permite maximizar los ingresos y reducir costos en el manejo del ganado. (40)

Los pesos económicos guían la selección genética hacia un objetivo rentable, en sistemas lecheros intensivos, en estos sistemas tanto la producción de leche como la calidad de sus componentes son características clave debido a su influencia directa en los ingresos. Sin embargo, en sistemas semi-intensivos o extensivos, existen características como la longevidad y la resistencia a enfermedades que cobran mayor importancia, ya que reducen costos operativos asociados al reemplazo frecuente o tratamientos médicos. (41)

La producción de leche tiene un peso económico significativo en casi todos los sistemas de producción lecheros, aumentar la producción por vaca permite diluir costos fijos como la alimentación, las instalaciones y la mano de obra, incrementando la rentabilidad, sin embargo, este peso debe equilibrarse con características como la fertilidad y la salud, ya que animales de alta producción suelen estar más predispuestos a problemas metabólicos. (42)

La fertilidad y la longevidad están siendo características con pesos económicos crecientes, especialmente en sistemas de producción donde el reemplazo de vacas representa un costo significativo. Es decir, una vaca con buena fertilidad tiene más ciclos de lactancia y menos costos asociados a tratamientos de fertilidad, mientras que una mayor longevidad reduce la necesidad de adquirir animales de reemplazo, estabilizando la producción del rodeo. (43)

La resistencia a enfermedades reproductivas y metabólicas tiene un peso económico indirecto pero crucial ya que afectan tanto la producción como la calidad de la leche, además de generar gastos por tratamientos y pérdida de ingresos debido a la leche descartada sin contar que la utilización de fármacos afecta directamente a la leche y existe una pérdida ya que una vaca tratada son litros perdidos. (44)

Los pesos económicos se integran en índices de selección que resumen el mérito genético de un animal en un solo valor. Estos índices permiten al productor tomar decisiones informadas,

de esta manera selecciona a los animales que maximicen el retorno económico considerando todas las características simultáneamente. (45)

6.8.7. Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva es un indicador clave para la rentabilidad de los sistemas ganaderos, especialmente en la producción de leche, la eficiencia se mide por parámetros como la tasa de concepción, el intervalo entre partos, días abiertos, y tasa de servicios por concepción, con un adecuado desempeño reproductivo se asegura un flujo constante de lactancia, optimiza la productividad del rebaño y reduce los costos asociados a tratamientos y reemplazos. (46)

Factores como la nutrición, el manejo sanitario, el ambiente y la genética tienen una influencia significativa en la eficiencia reproductiva, una buena condición corporal, balanceada en términos de energía y proteína, es fundamental para la actividad ovárica regular y el éxito en la concepción, acompañado de un manejo eficiente durante el periparto es crucial para prevenir problemas metabólicos y reproductivos. (47)

6.9 Producción Láctea

6.9.1. Calidad de leche

La calidad de la leche se considera un indicador esencial para la industria láctea y se mide mediante parámetros como el contenido de grasa, proteínas, y la cantidad de células somáticas. A nivel mundial, países como Dinamarca y Nueva Zelanda lideran en estándares de calidad debido a sistemas avanzados de manejo y genética superior en su ganado. En nuestro país la calidad se enfrenta a algunos retos ya que las condiciones climáticas no son las óptimas, también la deficiencia en tema de pastos y forrajes de calidad. (48)

6.9.2. Producción de leche en 305 días

Este término significa el periodo estándar de lactancia, que va a variar ampliamente en otros países y nuestro país, en economías desarrolladas, las vacas lecheras pueden alcanzar producciones superiores a los 10,000 litros en este lapso gracias a las biotecnologías y las raciones balanceadas. En nuestro país las cifras llegan ser más modernas ya que tenemos sistemas semi intensivos, desafíos relacionados con la infraestructura rural. (49)

6.9.3. Densidad de la leche

La densidad de la leche, relacionada con la composición y el contenido de sólidos totales, es otro parámetro clave. En el contexto global, países europeos tienen estrictos estándares que garantizan productos de alta densidad, favoreciendo derivados lácteos de calidad mientras que, en Ecuador, aunque la densidad de la leche varía por región, se han implementado controles más rigurosos para evitar adulteraciones y mejorar el perfil nutricional. (50)

6.9.4. Altura a la cruz

Respecto a la altura a la cruz, las razas especializadas presentan diferencias significativas: las Holstein, por ejemplo, tienden a ser más altas, característica que contribuye a su capacidad de conversión alimenticia y producción de leche, en nuestro país estas razas se adaptan bien a ciertas zonas, aunque requieren mayores cuidados frente a condiciones adversas. (51)

6.9.5. Ganancia de peso

La ganancia de peso en ganado lechero es esencial para garantizar la reproducción y lactancia eficiente. Globalmente, los países con sistemas intensivos priorizan la alimentación de alta calidad para optimizar este parámetro, nuestro país, la ganancia de peso es un desafío, especialmente en sistemas de producción extensivos, donde el acceso a pastos de calidad puede ser limitado. Sin embargo, programas de capacitación para ganaderos y el uso de suplementos han mostrado avances notables en la productividad general del sector. Esto no solo mejora la producción de leche, sino que también asegura la sostenibilidad económica de los pequeños productores. (52)

7. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

H0: El índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Eloy Alfaro, no permite analizar la rentabilidad de los pequeños y medianos productores.

H1: El índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Eloy Alfaro, permite analizar la rentabilidad de los pequeños y medianos productores.

8. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

8.1 Ubicación del proyecto

El presente trabajo se realizó en la parroquia Eloy Alfaro perteneciente al cantón de Latacunga, correspondiente a la provincia de Cotopaxi.

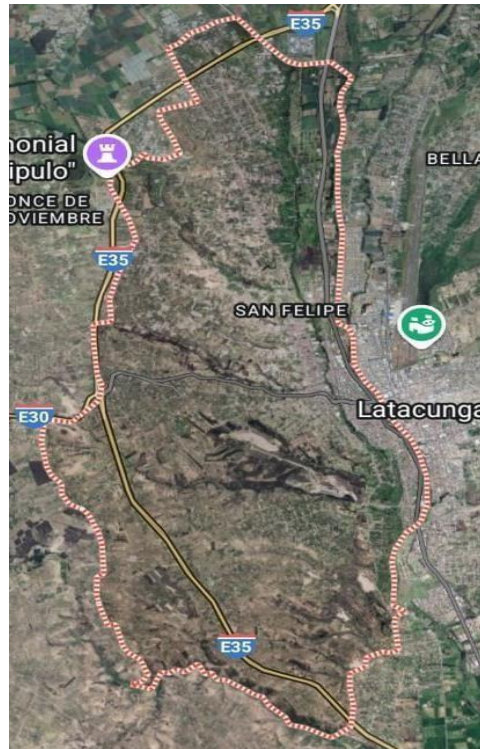


Gráfico 1: Mapa satelital parroquia Eloy Alfaro

Fuente: Google Maps (2025).

8.2 Situación Geográfica:

La parroquia se encuentra ubicado al noroccidente de la cabecera cantonal en la provincia de Cotopaxi, encontrándose a una altitud de 2914msnm.

Limitaciones geográficas de la parroquia:

- **Norte:** con la parroquia de Poaló y la cabecera cantonal de Latacunga
- **Sur:** con la cabecera cantonal de Latacunga
- **Este:** con la parroquia Juan Montalvo
- **Oeste:** no existe limitaciones específicas, pero se encuentra en el cantón Latacunga.

8.3 Población de Estudio

La parroquia urbana Eloy Alfaro cuenta con una población aproximada de 7.832 habitantes y se encuentra conformado por más de 10 sectores. Para el desarrollo de esta investigación se trabajó con 9 asociados al programa de mejora genética UTCgen, con un total poblacional de 62 cabezas de ganado vacuno donde 32 cabezas pertenecen a vacas en producción, el resto de la población que falta se encuentran divididos en toretes, terneros, terneras y vientres, gracias a estos animales se puede realizar el análisis de rentabilidad del indicador de selección utilizado en el plan de mejoramiento genético.

Tabla 1: *Propietarios y animales del proyecto*

ID	PROPIETARIO	Nº ANIMALES
1	CARLOS ESPIN	22
2	CARLOS PROAÑO	3
3	DANI CHICAIZA	3
4	EDWIN JACOME	2
5	HUMBERTO TANDALLA	3
6	IRENE REMACHE	9
7	MARISOL MERA	11
8	MARTHA MUSO	4
9	MIGUEL TIPANTUÑA	5
TOTAL		62

Fuente: *Datos obtenidos en los hatos de la parroquia Eloy Alfaro*

8.4 Tipo de Estudio

El tipo de estudio utilizado en este proyecto de investigación es de tipo observacional realizado a través de una investigación descriptiva ya que para este proyecto se realiza la recolección de los datos necesarios los cuales nos ayudan a observar si el índice de selección y los costos de producción de cada productor asociado al programa con principal objeto de elegir los animales superiores conforme a las variables determinadas en el estudio.

8.5 Manejo del estudio

El plan de investigación se realizó en parroquia urbana Eloy Alfaro del cantón Latacunga en el área occidental, en los cuales se continuo con el programa de mejora genética UTCgen establecido anteriormente esta investigación dio inicio en el mes de septiembre del año 2024 y

concluyendo en el mes de marzo del 2025 manteniéndose en un periodo aproximado de 6 meses. Donde se realizó la sistematización de datos y el desarrollo de distintas actividades en los hatos lecheros pertenecientes a los socios del programa.

En los sectores pertenecientes a la parroquia se realizaba visitas constantes donde se procedió a realizar la recolección y verificación de los datos, se cumplió con el calendario de vitaminización y desparasitación, de igual manera se realizó el pesaje de los animales con el fin de calcular la ganancia diaria de peso de cada ejemplar, se realizó un seguimiento de la producción y calidad de leche en los hatos ganaderos verificando su densidad de igual manera se continuo con el protocolo de inmunización hacia las enfermedades virales reproductivas del ganado, se realizó chequeos ginecológicos e inseminaciones artificiales con el principal objetivo de cuidar el bienestar de los animales y realizar mejoras en su genética. Por este motivo en los hatos ganaderos de los productores de la parroquia se busca brindar asesorías las cuales ayuden a mantener sus animales en perfectas condiciones buscando el bienestar animal y mejorar sus etapas reproductivas y productivas. Para mejorar y mantener la rentabilidad de los productores, se observa las prácticas de ordeño empleadas por los mismos, con la finalidad de observar que no existan alteraciones en su producto se realizó pruebas de mastitis a través de la prueba de California Mastitis Test (CMT).

8.6 Valores económicos

Para mejorar la rentabilidad y producción de las unidades productivas lecheras pertenecientes a la parroquia se seleccionó tres caracteres los cuales nos ayudaran a cumplir con el objetivo, los caracteres seleccionados son ganancia de peso diario (GDP), calidad de leche (DENSIDAD), días abiertos, altura a la cruz y si existe presencia de mastitis, estas variables fueron seleccionadas principalmente porque estas influyen de manera directa en la rentabilidad y producción, ya que si mejoramos estos caracteres podremos obtener ingresos más altos obteniendo mayor rentabilidad,

8.7 Valor genético

Al determinar las características que se buscan mejorar en la producción lechera se busca estimar el valor genético de las características para poder cumplir con este proceso, se realizó el pesaje de los animales por tres ocasiones con un intervalo de 30 días con la única finalidad de determinar la ganancia de peso diario de los animales los cuales fueron analizados mediante el modelo genético animal BLUP el cual ayuda a determinar el valor genético aditivo de cada animal gracias a que este considera a cada animal como una unidad individual obteniendo un

valor genético propio, de igual manera se realizó con la calidad de leche se midió por tres ocasiones la densidad de la leche para evaluar este parámetro se utilizó un lactodensímetro y una probeta donde se colocó una muestra de leche de cada animal para así determinar cuáles son los mejores animales los cuales nos ayudaran a mejorar los ingresos económicos a los productores.

8.8 Respuesta a la selección

Para la obtención de la respuesta a la selección se utiliza la siguiente formula:

$$R = \frac{h^2 + i + a}{IG}$$

Donde:

- h^2 es la heredabilidad
- i es la intensidad
- a es la precisión de la estima del valor genético obtenido en el BLUP ➤ IG es el intervalo generacional

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la parroquia Eloy Alfaro se llevó a cabo el análisis de 62 bovinos pertenecientes a 9 predios vinculados al programa de mejoramiento genético. La recolección de información se desarrolló durante un periodo aproximado de seis meses, iniciando en septiembre y concluyendo en febrero. Durante este tiempo, se recopilaron datos relacionados con los costos de producción, rendimiento ganadero y densidad animal. Posteriormente, esta información fue analizada y procesada utilizando el método estadístico BLUP, lo que permitió obtener los resultados que se presentan a continuación.

9.1 Días Abiertos

Los días abiertos en la producción lechera son importantes ya que estos influyen tanto en la producción de los animales como en la reproducción.

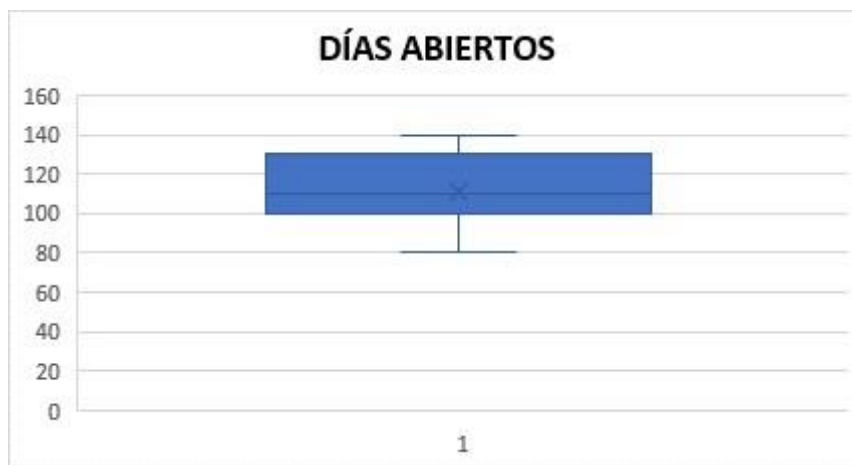


Gráfico 2: *Días abiertos de las producciones lecheras del área occidental.*

Para realizar el cálculo del período de días abiertos en la parroquia se analizaron 25 datos, gracias a esto podemos observar que aproximadamente los socios de la parroquia manejan en sus explotaciones lecheras un promedio de 111 días abiertos, sin embargo en comparación con el promedio adecuado mencionado por López M, el cual manifiesta que los días abiertos en promedio es de 90 días (53), lo cual asegura una lactancia constante podemos decir que en la parroquia tenemos un promedio de días abiertos mínimo el cual genera una pérdida económica de \$63 dólares por animal según nuestro costo de producción, sin embargo si se logra reducir el intervalo entre el parto y la última concepción se obtendrá mejor eficiencia reproductiva. Esta pérdida económica en los días abiertos en la parroquia se da por la mala calidad de los pastos, la deficiencia de minerales, vitaminas y por el manejo inadecuado del celo como es la detención tardía en los animales de igual manera esto ocurre al existir una fertilidad reducida ya que esta se ve afectada por la edad de los animales, por la alta producción lechera de los mismos y por las fallas técnicas en el momento de la inseminación.

9.2 Ganancia de peso diaria

Este carácter establecido en nuestro índice de selección proporciona una estimación precisa de la cantidad de gramos que llegan a ganar o perder diario los animales del sector, en la parroquia se cuenta con 62 animales sin embargo este dato se debe analizar por categorías por este motivo se ha realizado el análisis y discusión de los datos a través de escoger los mejores animales de cada categoría:

Tabla 2: *Mejores vacas en ganancia de peso diario.*

ID	PROPIETARIO	CATEGORIA	GDP PROM	EBV GDP	RS GDP	%
NEGRA P	CARLOS ESPIN	VACA	85	212	297	48%
LIONESA	CARLOS ESPIN	VACA	85	162	247	48%
SILVANA	CARLOS ESPIN	VACA	85	149	234	48%

De 32 vacas en producción obtenemos un rendimiento de ganancia de peso diaria estimado en 85 gramos, sin embargo, al momento de comparar datos podemos decir que esta ganancia es baja por este motivo tanto la producción, reproducción y rentabilidad se ven sumamente afectados, ya que Vargas. C. en el año (2008) menciona que en las producciones ganaderas las vacas en producción puras deben alcanzar una ganancia de peso diaria en promedio de 627 gr/día, de igual manera que al existir una amplia variedad de ganado mestizo estos pueden llegar a obtener una ganancia diaria promedio de hasta más de 700 gr/día (53). Por este motivo se ha escogido a los animales con mayor valor genético en este caso en la parroquia el animal que tiene este requisito es NEGRA P con un valor genético de 212 gr/día por lo cual es escogida como reproductora ya que cuenta con el 48% de confiabilidad para poder cumplir con el objetivo de obtener una ganancia de peso diaria de 600 gr/día ya que a partir de su tercera generación cumpliríamos con lo propuesto.

Tabla 3: *Mejores terneras en ganancia de peso diario.*

ID	PROPIETARIO	CATEGORIA	GDP PROM	EBV GDP	RS GDP	%
LOURDES	HUMBERTO TANDALLA	TERNERA	314	178	492	40%
JULIANA	IRENE REMACHE	TERNERA	314	149	463	46%
UTC	CARLOS ESPIN	TERNERA	314	99	413	48%

Del análisis de los datos de las 12 terneras asociadas al proyecto de mejora genética podemos observar que estas tienden a obtener una ganancia diaria de peso en promedio de 314 gr/día, se podría decir que este valor llega hacer un poco más optimista observando que la mayoría de estas se crían en extensiones de terreno mínimas, sin embargo se sigue observando que la ganancia de peso diaria sigue siendo deficiente, ya que en un estudio realizado por la “Revista Mexicana de Agronegocios” se manifiesta que en las explotaciones lecheras debe existir una ganancia diaria de peso en las terneras que oscile entre los 600 a 900 gr/día (54). Al igual que las vacas en producción se escogió a los animales que nos ayuden a mejorar esta características

uno de los animales con mayor valor genético es LOURDES con 178 gr/día, sin embargo podemos observar que entre las mejores terneras se encuentra una de las crías ya existentes del proyecto la cual presenta un valor genético de 99 gr/día, al escoger este animal como reproductora del proyecto podemos darnos cuenta que a partir de su tercera generación se obtendrá la ganancia diaria de peso sugerida.

Tabla 4: *Mejores machos en ganancia de peso diario*

ID	PROPIETARIO	CATEGORIA	GDP PROM	EBV GDP	RS GDP	%
CHAPULIN	MIGUEL TIPANTUÑA	MACHO	329	162	491	44%
OLGER	CARLOS PROAÑO	MACHO	329	151	480	40%
FERNILAND	IRENE REMACHE	MACHO	329	82	411	46%

En la parroquia Eloy Alfaro la crianza de los ejemplares machos en numerosos casos estos son criados con la finalidad de ser productores de carne, muy pocos de estos son destinados para reproductores ya que la mayoría de productores prefieren el uso de la inseminación artificial que la monta directa ya que así evitan el contagio y la propagación de enfermedades reproductivas ya que al existir su producción disminuiría y los costos aumentarían de manera considerable, se observa que existe una ganancia de peso en promedio de 329 gr/día siendo así estos los animales con mejor promedio del área estudiada, sin embargo se conoce que la ganancia diaria sugerida para estos es de 700 a 1310 gr/día ya que estos tienen a obtener una mayor masa muscular y una alta tasa de crecimiento, al realizar la comparación observamos que lo mencionado por Córdova A sobrepasa a nuestra ganancia diaria. (55)

9.3 Calidad de Leche

La calidad de leche se realizó mediante la medición de la densidad que presentaba en la leche de cada animal en producción de la parroquia, como se conoce uno de los principales objetivos de implementar el mejoramiento genético en los animales es mejorar tanto el volumen como las características de la leche son aspectos importantes; no obstante, es fundamental considerar que optimizar su calidad no solo se realiza a través de la genética ya que aquí afecta el factor ambiente ya que la calidad de leche depende demasiado de la dieta nutricional que se les proporcione.

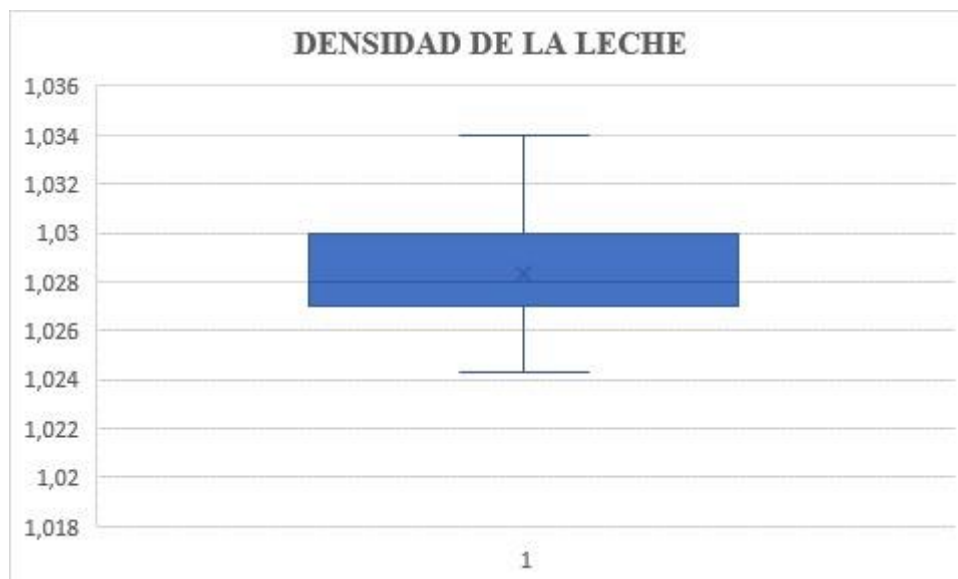


Gráfico 3: Fenotipo densidad de Leche

Como se sabe la densidad es uno de los factores por el cual precio de la leche se encuentra afectado, ya que aquí el precio depende mucho de la calidad de la leche y su relación a la densidad gracias a que esta indica la cantidad de sólidos presentes como la cantidad de grasa, proteínas y lactosa. Por este motivo se analizó y se observa que en la parroquia tenemos una media de densidad de 1.028 gr/ml, gracias a varios estudios realizados y a los parámetros que presentan las grandes industrias lácteas se sabe que la densidad va en un intervalo de 1.028 a 1.035 gr/ml de acuerdo Inga L (2017) (56). Por este motivo este carácter influye en la rentabilidad de los medianos y pequeños productores.

Tabla 5: Mejores animales en densidad de leche

ID	PROPIETARIO	PROM DENSIDAD	EBV DENSIDAD	RS DENSIDAD	%
NIÑA	MIGUEL TIPANTUÑA	28	0,181	28,181	43%
COLORADA 1	IRENE REMACHE	28	0,158	28,158	46%
MOCHA	MARISOL MERA	28	0,148	28,148	46%
CACHUDA	IRENE REMACHE	28	0,142	28,142	47%
REINA	MARISOL MERA	28	0,140	28,14	47%

Gracias al análisis realizado se puede identificar a los mejores animales en la presente características los cuales nos ayudaran a mejorar a través de las futuras generaciones, como se observa el valor genético de esta característica no varía demasiado esto se debe a que la heredabilidad de este parámetro es solo del 20% al 25%, por este motivo se puede utilizar a los

cinco animales como reproductores sin embargo estos a través de la genética nos ayudaran a obtener una densidad de 1.032 gr/ml a partir de las siguientes 10 generaciones, se recomienda para mejorar este parámetro brindar un mejor cuidado sanitario y alimenticio a los animales.

9.3.1 Producción de leche a los 305 días

Para determinar el rendimiento lechero a los 305 días de un animal también conocida como lactancia se lo realiza a través del número de días abiertos que presenta el animal y los litros que se encuentra produciendo en el momento de haber recogido los datos, por lo tanto, en el siguiente grafico se observa la producción que existe en la parroquia.

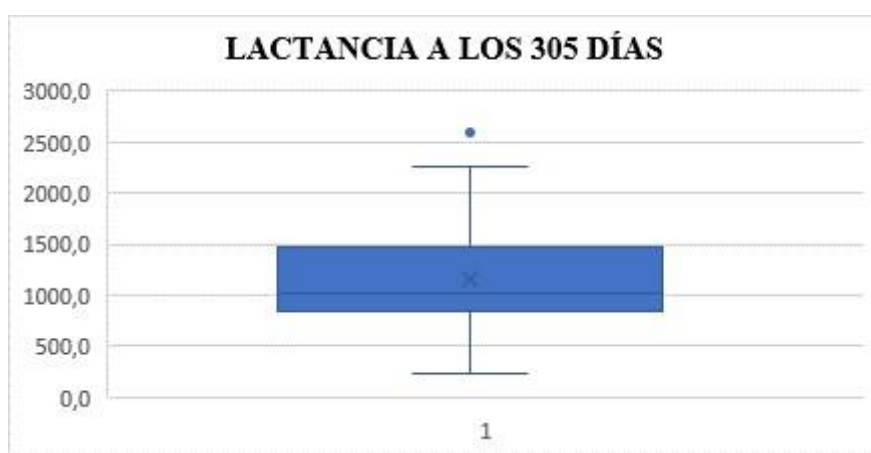


Gráfico 4: Fenotipo de lactancia

Al observar el grafico se observa los litros de leche que producen los animales por lactancia en la parroquia Eloy Alfaro, se observa que tenemos animales que producen valores más altos a la media que existe en el hato la cual es de 812.5 lt de leche, sin embargo, se toma en cuenta la existencia de valores demasiado alejados de la media los cuales llegan a no brindar un beneficio a los propietarios. Ya que el principal producto producción es la leche por lo cual se sabe que al existir mayor producción los ingresos van a ser más altos, gracias a una investigación realizada en la provincia vecina de Chimborazo donde Galván P, menciona que el promedio de producción a sus 305 días estimado de un hato lechero de vacas Holstein es de 3224.30 litros de leche aproximadamente. (60)

Tabla 6: Mejores animales en producción de leche a los 305 días

ID	PROPIETARIO	PROM LACTANCIA	EBV LACTANCIA	RS LACTANCIA	%
ROSA	CARLOS ESPIN	812,5	610,19	1422,69	54%

IRENE					
MOCHA	REMACHE	812,5	517,63	1330,13	51%
CACHUDA	MARISOL MERA	812,5	430,99	1243,49	52%
MOROCHA	CARLOS ESPIN	812,5	274,78	1087,28	54%
SALCEDEÑA	CARLOS ESPIN	812,5	194,8	1007,3	54%

Gracias a la base estadística y al análisis realizado podemos escoger a los animales que nos permitirán mejorar la producción de la parroquia a través de sus generaciones futuras, al escoger estos animales como reproductores se observa que el animal que aportara mayor valor genético a sus generaciones es Rosa ya que esta presenta un valor de mejora de +610.19 lt de leche por lactancia lo cual nos ayudara a obtener mayores ingresos económicos mejorando la rentabilidad de los productores.

9.4 PESOS ECONÓMICOS Y ESCENARIOS ECONÓMICOS

9.4.1 Peso Económico Ganancia de Peso

El peso económico en las explotaciones lecheras son demasiado importantes ya que estos inciden en el parámetro de selección aplicado en los programas de mejoramiento genético ya que estos brindan un valor económico a los rasgos productivos, en este contexto, el incremento diario de peso dentro del proceso productivo lechero es sumamente importante ya que esto ayuda al desempeño productivo de los animales ya que los pequeños productores depende de la eficiencia y rentabilidad de sus explotaciones lecheras, sin embargo este aspecto tiene mayor importancia al hablar de la cría de terneras de remplazo ya que al obtener un peso adecuado a temprana edad nos permite alcanzar el primer servicio de las mismas en menor tiempo aumentando la producción y reproducción de los animales.

Tabla 7: Pesos económico en las terneras de la parroquia

PESO ECONÓMICO GDP TERNERAS	
GDP ACTUAL	314 gr
PESO DESEADO ALCANZAR	320 kg
TIEMPO EN MESES A CUMPLIR	33 meses

COSTO MANTENCION DÍA	\$1,50
COSTO TOTAL HASTA ALCANZAR EL PESO	\$1.485

En la crianza y manejo de terneras según Jorgelina, F. (2016), recomienda que el peso adecuado para que una ternera entre a su primer servicio es a partir de los 320 kg con un promedio de edad que oscile entre los 15 a 17 meses (57), sin embargo con la ganancia de peso diaria actual que existe en la parroquia se puede observar que para cumplir con el peso objetivo nos demoraremos aproximadamente 33 meses, sin embargo la crianza genera gastos económicos los cuales afectan a la rentabilidad de los productores, gracias a Elizondo, J. (2015) dice que el valor de cría diario en una ternera es de \$1.50 (58), por lo que al esperar los 33 meses para el primer servicio tendríamos un peso económico de \$1485 dólares el cual sería demasiado alto afectando así a la rentabilidad y sostenibilidad de las producciones lecheras.

Tabla 8: *Simulación del peso económico con una ganancia de peso diaria mayor*

PESO ECONÓMICO GDP TERNERAS	
GDP MEJORADA	600 gr
PESO DESEADO ALCANZAR	320 kg
TIEMPO EN MESES A CUMPLIR	17 meses
COSTO MANTENCION DÍA	\$1,50
COSTO TOTAL HASTA ALCANZAR EL PESO	\$800

Al cumplir con el objetivo planteado a través del índice de selección genética de alcanzar un progreso en peso diaria de 600 gr/día, se observa que alcanzaríamos el peso adecuado para el primer servicio de los animales lecheros a sus 17 meses de edad, manteniendo el costo de cría al día de \$ 1.50, el peso económico que obtendríamos es de \$800 dólares hasta el primer servicio, comparando los dos pesos económicos podemos darnos cuenta que existe una disminución considerable de \$685 dólares lo que nos permitiría ser más rentables y sostenibles.

Tabla 9: *Pesos económicos de la GDP en vacas en producción*

PESO ECONÓMICO GDP VACAS	
GDP ACTUAL	85 gr/día
DÍAS ABIERTOS ACTUAL	111 días
COSTO MANTENCION DÍA	3,00\$
COSTO DE LOS 111 DÍAS ABIERTOS	\$333

Se sabe que uno de los factores con mayor influencia en la producción de leche es el intervalo de días desde el momento del parto hasta la concepción, por lo cual aquí se decidió dar un peso económico a los días que el animal se demora para la concepción, como se observa nos damos cuenta que con la ganancia de peso diaria de 85 gr/día, nuestros animales tienen un promedio de 111 días abiertos, según Basantes, E. en el año (2017) el costo de mantenimiento de una vaca al día oscila entre los \$ 3.00 a \$ 5.00 dólares/día ya que el costo de mantenimiento varía según distintos factores (59), por lo cual al tener un promedio de 111 días abiertos nos genera un peso económico de \$333 dólares.

Tabla 10: *Simulación del peso económico con una mayor ganancia de peso.*

PESO ECONÓMICO GDP VACAS	
GDP MEJORADA	297 gr/día
MEJORA DE GDP	212 gr/día
MEJORA DÍAS ABIERTOS	64 días
COSTO MANTENCION DÍA	\$3,00
COSTO DE LOS 64 DÍAS ABIERTOS	\$192

Al escoger el animal con mayor valor genético como reproductora sabemos que la ganancia diaria de sus generaciones sería de 297 gr/día, sin embargo, se conoce que un animal con mayor ganancia de peso disminuye los días abiertos debido a que su sistema reproductivo mejora a través de la alimentación, estos nos ayudaría a reducir sus días abiertos a \$64 días, por lo cual con el mismo costo de mantenimiento obtendremos un peso económico de \$192 dólares, al

comparar estos datos vemos que obtenemos una disminución de \$141 dólares, gracias a esto podremos aprovechar los picos productivos de los animales.

9.4.2 Densidad

En la densidad de leche no existe un peso económico considerable ya que este factor genéticamente tiene un porcentaje de transmisión mínimo viéndose este principalmente afectado por el factor ambiente, ya que la mejora de la calidad de leche depende de la nutrición adecuada que se le brinde al hato ganadero. Sin embargo, el costo del litro de leche en la parroquia Eloy Alfaro, al igual que en otras regiones del Ecuador, presenta un valor determinado según las condiciones del mercado local, por este motivo se plantó un escenario económico donde nuestra densidad se encuentre dentro de los parámetros de las grandes industrias lácteas. Actualmente, el valor de venta por litro de leche se sitúa en 0.36 centavos diarios. No obstante, si se logra incrementar la densidad de la leche a 1.032 gramos por día, el precio podría aumentar a 0.42 centavos. A pesar de esto, considerando que en la parroquia el costo de producción por litro diario es de 0.35 centavos, se concluye que la rentabilidad sigue siendo limitada, ya que los gastos de producción continúan siendo elevados.

9.4.3 Producción de leche a los 305 días

Como se sabe el peso económico representa gran parte del beneficio neto de las explotaciones lecheras ya que aquí se considera tanto los costos como los ingresos generados por nuestros animales ya que nos ayudan a evaluar la eficiencia y optimiza las decisiones de manejo que se plantean con la finalidad de mejorar esta característica, la producción es la característica más adecuada para los índices de selección genética.

Tabla 11: *Peso económico de la producción a los 305 días*

PESO ECONÓMICO PRODUCCIÓN A LOS 305 DÍAS	
PRODUCCIÓN PROMEDIO DEL HATO	812,5 lt
PRECIO DE VENTA 1lt DE LECHE	0,36 ctvs.
COSTOS DE PRODUCCIÓN 1lt DE LECHE	0,35 ctvs.
PESO ECONÓMICO	\$ 8.12

Para obtener el peso económico se tomó como referencia la media de producción láctea del hato, el cual fue de 812.5 litros. El precio de la tarifa aplicada por cada litro de leche en el mercado fue de \$0.36, mientras que el costo de producción por litro ascendió a \$0.35. A partir de estos valores, se procedió a calcular el peso económico de la lactancia, el resultado indica que, para el volumen promedio de producción registrado, se obtiene una utilidad neta de \$8.12 después de cubrir los costos de producción. Este valor representa el peso económico de la lactancia en el hato bajo las condiciones actuales de manejo y mercado.

Tabla 12: *Derivación económica del aumento del valor genético*

DERIVACIÓN ECONÓMICA DEL VALOR GENÉTICO	
PRODUCCIÓN AUMENTADA DEL HATO	1422.69 lt
PRECIO DE VENTA 1lt DE LECHE	0,36 ctvs.
COSTOS DE PRODUCCIÓN 1lt DE LECHE	0,35 ctvs.
DERIVACIÓN ECONÓMICA	\$ 13.23

En este caso, se consideró un incremento en la producción del hato de 1422.69 litros. El precio de venta por litro se mantiene en \$0.36, y el costo de producción por litro es de \$0.35. El resultado obtenido indica que el incremento de 1422.69 litros en la producción de leche generó una ganancia neta de \$13.23, una vez descontados los costos de producción. Este valor representa el beneficio económico directo que se obtendría al mejorar la productividad del hato en ese volumen. Comparando con el peso económico actual se observa que obtendríamos un aumento de \$5.11 dólares los cual ayudaría a mejorar la rentabilidad y sustentabilidad de las explotaciones lecheras de la parroquia Eloy Alfaro.

9.5 DERIVACIONES ECONÓMICAS

La región occidental del cantón cuenta con 7 productores lecheros incorporados al plan de mejora genética bovina, por lo cual al analizar los datos económicos se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 13: *Derivaciones económicas de la parroquia.*

PROPIETARIO	LITROS DÍA	LITROS MES	GASTOS MES	VENTA 1 L / LECHE
IRENE REMACHE	16	480	205	0,34

MIGUEL TIPANTUÑA	7	210	70	0,34
MARTHA MUSO	9	270	70	0,36
MARISOL MERA	20	600	280	0,38
EDWIN JACOME	5	150	100	0,38
CARLOS PROAÑO	7	210	110	0,34
CARLOS ESPIN	35	1050	196	0,4
TOTAL	99	2970	1031	0,36
COSTO PRODUCCIÓN 1 LT LECHE/DÍA				0,35

En el sector occidental del cantón Latacunga se producen 99 litros de leche al día, mensualmente se producen 2970 litros de leche, sin embargo, se observa que existe \$1031 dólares de gastos mensuales para la producción mensual de leche, que determina la producción de un litro de leche tiene un costo de 0.35 centavos, lo cual, al contrastarse con el valor de comercialización, refleja un margen económico reducido teniendo una diferencia de ingresos de 0.01 ctvs., por día determinando así que en zona estudiada no existe rentabilidad para los productores viéndose afectados por los pesos económicos establecidos.

10. IMPACTO TÉCNICO, AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LECHE

10.1 Impacto Técnico

La implementación del programa de mejora genética ha tenido un impacto técnico significativo en la gestión del ganado. A través de registros sistemáticos y precisos, se logra un monitoreo constante de parámetros clave como la producción y calidad de leche, la ganancia diaria de peso, y el seguimiento del ciclo reproductivo (partos y celos). Además, esta herramienta facilita la elaboración de historiales clínicos completos de cada animal, lo cual permite un manejo más eficiente de la salud del hato, anticipándose a enfermedades, mejorando la toma de decisiones veterinarias, y fortaleciendo la trazabilidad productiva. En conjunto, esto contribuye a una producción ganadera más organizada, controlada y tecnificada.

10.2 Impacto Ambiental

Uno de los beneficios más relevantes del programa es su aporte a la sostenibilidad ambiental. Al mejorar la genética del hato, se consigue una mayor eficiencia productiva por animal, lo cual permite reducir la cantidad total de individuos necesarios para alcanzar los mismos niveles de producción. Esta optimización implica una disminución de las emisiones de gases de efecto

invernadero, como el metano, vinculadas a la ganadería extensiva, pueden disminuir mediante prácticas más sostenibles, lo que ayuda a reducir el impacto ambiental de la producción pecuaria. A su vez, una ganadería más eficiente permite un menor consumo de recursos naturales como el agua, el suelo y los forrajes, promoviendo así la preservación de los ecosistemas.

10.3 Impacto Social

El programa *UTCgen* representa una oportunidad de transformación para los productores lecheros, especialmente en zonas rurales. Al brindar formación técnica actualizada y acompañamiento, permite que los ganaderos comprendan y apliquen conceptos de selección genética, identificando animales con mayor potencial productivo y reproductivo. Este empoderamiento del productor genera un cambio de mentalidad: se pasa de una ganadería empírica a una ganadería basada en datos y ciencia. Además, se fortalece el tejido social del sector agropecuario al fomentar la cooperación entre equipos, el intercambio de conocimientos y la mejora continua.

10.4 Impacto Económico

Desde una perspectiva económica, el progreso genético implica un incremento directo en las ganancias para los productores de pequeña y mediana escala. Al contar con animales más productivos y resistentes, se incrementa la producción de leche tanto en cantidad como en calidad, lo que abre puertas a mejores precios y mercados más exigentes. Asimismo, la reducción de enfermedades reproductivas y otros trastornos clínicos disminuye los gastos veterinarios y las pérdidas por animales improductivos. Este enfoque integral convierte la actividad ganadera en un negocio más competitivo, sostenible y capaz de generar ingresos estables a largo plazo.

11. CONCLUSIONES

- Al determinar los valores genéticos del índice de selección en la parroquia Eloy Alfaro se obtuvo que en el fenotipo ganancia de peso diario las vacas en producción lechera alcanzan un valor genético de 212 gr/día, las terneras de la parroquia obtuvieron un valor genético de 178 gr/ día, sin embargo los animales machos pertenecientes a la parroquia obtuvieron un valor genético de 162 gr/día En el fenotipo de ganancia diaria de peso, los animales con menor valor genético presentan un rendimiento inferior. En cuanto al fenotipo de densidad

de leche, se obtuvo un valor genético de 0.18 gr/ml, el cual está influenciado por la interacción entre el genotipo y el ambiente.

- El peso económico estimado del índice de selección ganancia diaria de peso en vacas de producción equivale a \$333 dólares, en lo que son terneras se estimó un peso económico de \$1485 dólares, por este motivo se observa que los pesos económicos en la parroquia Eloy Alfaro perjudican exponencialmente a la rentabilidad de las explotaciones lecheras.
- La respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético nos ayudó a obtener simulaciones económicas de nuestros fenotipos en la ganancia de peso diario de las vacas en producción con una respuesta de selección de 297 gr/día nos genera un valor económico de \$192 dólares, con una respuesta a la selección de 492 gr/día obtenido por las terneras genera un valor económico de \$800 dólares, sin embargo al obtener una respuesta de selección en nuestro fenotipo densidad 28.18 gr/ml se genera un valor económico de 0.01 ctvs., el cual no representa económicamente en las producciones lecheras.

12. RECOMENDACIONES

Basándose en los resultados de la evaluación genética realizada a los animales de la parroquia Eloy Alfaro, se sugiere orientar los esfuerzos del programa de mejoramiento genético hacia la selección de individuos con mayor valor genético en etapas tempranas del desarrollo, particularmente en terneras, ya que estas muestran un mayor retorno económico a mediano y largo plazo. Así mismo, es fundamental optimizar el manejo ambiental para reducir la influencia del genotipo-ambiente, especialmente en caracteres como la densidad de leche, que actualmente no representan un aporte económico significativo. Además, se sugiere establecer un sistema de seguimiento continuo de los valores genéticos y pesos económicos asociados a cada fenotipo, con el fin de ajustar las estrategias de selección en función de la rentabilidad real. La priorización de rasgos con impacto económico comprobado, como la ganancia diaria de peso, permitirá maximizar los beneficios productivos y fortalecer la sostenibilidad financiera de las unidades lecheras locales.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ecuador CIL. Industria láctea apoya desarrollo social y económico a escala nacional [Internet]. Centro de la Industria Láctea. Centro de la Industria Láctea; 2021 [citado el 4 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.cil-ecuador.org/post/industria-l%C3%A1ctea-apoya-desarrollo-social-y-econ%C3%B3mico-a-escala-nacional>

2. Ionita E. La Producción Lechera en el Ecuador [Internet]. Veterinariadigital.com. 2022 [citado el 01 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
3. Leche de 30 familias del Barrio Chiag, Cantón SigchosGuevara-Freire D, Montero-Recalde M, Valle L, Avilés-Esquivel D. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. Rev Investig Vet Perú [Internet]. 2019 [citado el 01 de mayo de 2025];30(1):247–55. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000100025
4. Corporación Financiera Nacional. Ficha sectorial: Leche y derivados. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichassectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-Derivados.pdf>. Accedido el 01 de mayo de 2025.
5. Researchgate.net. [citado el 01 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan-Carulla-372/publication/317017699_Sistemas_de_produccion_lechera_en_Colombia_Retos_y_oportunidades/links/591f4086a6fdcc4443ee17b4/Sistemas-de-produccionlechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades.pdf
6. Rivadeneira G. El precio de la leche cambia desde el domingo 1 de junio [Internet]. El Comercio. 2025 [citado el 4 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/precio-minimo-sustentacion-litro-leche-cruda-desde-junio/>
7. Chiluisa, Erika. (2019). La cadena productiva de la leche y la productividad en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO [Internet]. 2019 [citado el 01 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29383/1/T4464e.pdf>

8. Banco Central Del Ecuador Reporte De Coyuntura Sector Agropecuario N° 93. Octubre. 2022. [citado el 01 de mayo de 2025]. Disponible en: 29 <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202002.pdf>
9. Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y pesca M. El Sector Agropecuario Ecuatoriano [Internet]. Gob.ec. 2025 [citado el 1 de mayo de 2025]. Disponible en: <http://www2.competencias.gob.ec/wpcontent/uploads/2021/03/02->
10. El Ecuador EN. GENÉTICA Y GENÓMICA [Internet]. Gob.ec. 2020 [citado el 26 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5483/1/MSReGG-02.pdf>
11. Centro Industrial Lechero. La Historia de la Leche en el Ecuador [Internet]. Scribd. 2015 [citado el 27 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/411607375/Leche>
12. Ganadería Sostenible Ecuador - Pago Por Resultados REDD+ Ecuador [Internet]. Pago Por Resultados REDD+ Ecuador - Proyecto Pago por Resultados a Ecuador por Reducción de Deforestación 2014. Pago Por Resultados REDD+ Ecuador; 2024 [citado el 02 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.proamazonia.org/ppr/ganaderia-sostenible-ecuador/>
13. Medina Pinoargote GE, Pereda Mouso JJ, Curbelo Rodríguez LM. Producción de leche en Ecuador, su proyección a partir de escenarios con énfasis en la cuenca baja del Guayas. Rev Prod Anim [Internet]. 2024 [citado el 05 de mayo de 2025];36(1):38–56. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202024000100038
14. Colombia, A., Gómez, A.; & Bedoya Mejía, O. (2015). Revista Lasallista de Investigación. Revista Lasallista de Investigación, 2(1), 38–42. (citado el 05 de mayo del 2025) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>

15. **Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).** (2020). "Estadísticas Agropecuarias: Ganado Bovino". (INTERNET) (citado el 05 de mayo del 2025). Disponible en: www.mag.gob.ec
16. MAE ejecuta proyecto sobre manejo de ganadería sostenible – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [Internet]. Gob.ec. [citado el 05 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-ejecuta-proyecto-sobre-manejo-de-ganaderia-sostenible/>
17. Moscoso Córdova GV. Universidad Técnica de Ambato Universidad Técnica de Ambato. (Citado el 05 de mayo del 2025) Repositorio Institucional Universitaria Técnica Ambato. 2021;593(03):119
18. La Sierra ecuatoriana: cuna de la leche [Internet]. Más Leche Ecuador. 2019 [citado el 05 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.masleche.ec/post/la-sierra-ecuatoriana-cuna-de-la-leche>
19. Deysi Guevara-Freire 1 2MMRARLVDAE. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. (Citado el 05 de mayo del 2025) Scielo. 2019; 30(1)
20. Zhunaula A. Análisis de los costos de producción del litro de leche de vaca para la elaboración de quesos y quesillos de manera artesanal [Internet]. Edu.ec. 2013 [citado el 06 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/be2634b1-48cc-404f-84c1-f36ac39f2c84/content>
21. Agropecuaria CI. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO [Internet]. Edu.ec. [citado el 06 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1833/12/UPS-YT00100.pdf>
22. Primicias.ec. Primicias.ec. [Online]; 2022. (citado el 06 de mayo del 2025). Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productorescotopaxi-alerta-abigeato-bajosprecios-leche-ecuador/>.

23. Rojas AAS. Evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Eloy Alfaro [Internet]. Edu.ec. 2024 [citado el 06 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3e9b139b-53e1-4bcc-b6bd-7a71328d06dc/content>
24. Sector pecuario ecuatoriano: Una visión general completa de los tipos de ganado y la industria pecuaria en Ecuador [Internet]. VITAAM. 2023 [citado el 06 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://vitaam.ec/sector-pecuario-ecuatoriano-una-vision-general-completa-de-los-tipos-de-ganado-y-la-industria-pecuaria-en-ecuador/>
25. de Productos Y Servicios SDEA. CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE GANADO [Internet]. Fin.ec. [citado el 06 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Ganaderia.pdf>
26. Por F. Guía para la producción de ganado [Internet]. Ecobusiness.fund. [citado el 06 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user_upload/Sustainability_Academy/Recursos/Guia_para_la_produccion_de_ganado_de_leche_y_carne_con_resumen.pdf
27. Lopez FJ, editor. RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN VACAS HOLSTEIN. Vol. 4. Avances de Investigación Agropecuaria; 2006.
28. Mariscal C, Mariscal A, editores. Influencia de la condición corporal en la productividad de vacas lecheras [Internet]. Vol. 2. Revista Científica de Veterinaria y Zootecnia UNITEPC; 2022. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/366949056> Influencia de la condicion corporal en la productividad de vacas lecheras.

29. GD Mendoza-Martínez¹, FX Plata-Pérez¹, R Espinosa-Cervantes¹, A Lara-Bueno, editor. Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos [Internet]. Vol. 24. scielo; 2008. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400009
30. Bonifaz N, Gutiérrez F. PASTOS Y FORRAJES DEL ECUADOR. 2022.
31. Castro DP, Puetate IG, Reyes PPC, Cobeña JÁ, Mosquera SV, Celleri JN. Fortalecimiento de la Ganadería Ecuatoriana: Manejo Sostenible de Pastos, Forrajes y Sistemas Silvopastoriles para un Futuro Resiliente. LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades; 2025.
32. ESPAC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [Internet]. Ecuador en cifras. 2024. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf
33. Kenezovich AB. “ESTUDIO AMBISPECTIVO SOBRE LOS PASTOS COMÚNMENTE SEMBRADOS EN GANADERÍAS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS” [Internet]. UAE. 2023. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BENALCAZAR%20KENEZEVICH%20AMANDA%20MIA.pdf>
34. MAG, BID, OEA. MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO BOVINO EN EL ECUADOR. REPRESENTACIÓN, editor. 1977.
35. Galván PO, editor. MEJORAMIENTO GENETICO DEL GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE. CIENCIA VETERINARIA; 1991.
36. Guerra P, Arosemena M, editores. HEREDABILIDAD Y REPETIBILIDAD DE LA

PRODUCCIÓN DE LECHE E INTERVALO ENTRE PARTOS DE UN HATO HOLSTEIN. Vol. 11. CIENCIA AGROPECUARIA; 2000.

37. Anónimo, editor. HEREDABILIDAD Y CORRELACIONES GENÉTICAS. Vol. 78. Simmental; 2001.
38. Producción Animal AL, editor. Heredabilidad y tendencias genéticas para caracteres del crecimiento en bovinos criollos. Vol. 29. Centro de Investigación; 2021.
39. Ravagnolo O, de Lima JMS, Pravia MI, Lema M. ÍNDICES DE SELECCIÓN: economía y genética en perfecta sintonía. Animal P, editor. Revista INA; 2019.
40. Wattianux MA. Principios de selección [Internet]. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. 2000. Disponible en: <https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/invest/15selec.pdf>
41. Risco CA, Louis F. EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL GANADO LECHERO [Internet]. Produccion Animal. 2005. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/62-eficiencia_reproductiva.pdf
42. Gómez RG. Reproducción bovina [Internet]. Producción Animal. 2016. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/245-Reproduccion_bovina.pdf
43. Cerón M, Tonhati H, Costa C, Solarte C, Benavides O, editores. Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano [Internet]. Vol. 16. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias; 2003. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295026121004.pdf>
44. Zambrano L. Control de calidad en la densidad de la Leche [Internet]. FAO. 2017. Disponible en:

<https://agris.fao.org/search/en/providers/124698/records/669e7a8100eb85b7d72b8ea5>

45. Rodríguez M, Fernández G, Silveira C, Delgado JV. Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: I. Análisis Biométrico [Internet]. Redalyc. 2001. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49519015.pdf>
46. Ariasa RA, Maderb TL, Escobara PC. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche [Internet]. Scielo. 2008. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000100002&script=sci_arttext
47. Blasco A. Los pesos económicos en mejora genética. ITEA. 1995;59–79.
48. Ramón M, Legarra A, Pérez-Guzmán MD, Ugarte E. OBTENCIÓN DE PESOS ECONÓMICOS PARA SELECCIÓN POR RENTABILIDAD [Internet]. ACTEON. 1999. Disponible en: https://acteon.webs.upv.es/CONGRESOS/AIDA%202005/pesos_revision_3_ramon.pdf
49. Barba CO, Marcheco EC, Macas LC, Álvarez IC, Viera GG, editores. PESOS ECONÓMICOS PARA UN ÍNDICE DE SELECCIÓN DE LA RAZA HOLSTEIN FRIESIAN EN EL ECUADOR. Vol. 39. Scielo; 2023.
50. Fernández M, Alenda R, editores. Pesos económicos en vacuno de carne de la raza avileña negra. Vol. 20. ITEA; 1999.
51. de la Torre Cánovas R, Valdés JAB, Cánovas MC, de Oca. RVM. ANÁLISIS INTEGRAL DE LA RELACIÓN REPRODUCCIÓN-PRODUCCIÓN ECONOMÍA, EN REBAÑOS BOVINOS LECHEROS EN LAS CONDICIONES DE CAMAGÜEY. ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS [Internet]. CORE. 2003. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268092753.pdf>
52. Miguel L. IMPORTANCIA DE LOS DIAS ABIERTOS EN VACAS DE LECHE [Internet]. Covialsl.com. 2016 [citado el 30 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.covialsl.com/importancia-de-los-dias-abiertos-en-vacas-de-leche/>

53. Vargas C. Comparación de ganancias de peso en bovinos [Internet]. Redalyc.org. 2008 [citado el 30 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43711425007.pdf>
54. Revista Mexicana de Agronegocios RM. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerros de remplazo lactantes [Internet]. Redalyc.org. 2017 [citado el 30 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/141/14152127005.pdf?utm_source.com
55. Córdova A, Rodríguez A, Córdova M, Córdova C, Pérez J. GANANCIA DIARIA Y PESO AL DESTETE EN TERNEROS DE CRUCES Bos taurus CON Bos indicus EN TRÓPICO HÚMEDO [Internet]. Org.co. 2005 [citado el 30 de mayo de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682005000100009
56. Arango J, Echeverri JJ. Asociación del valor genético del toro con caracteres productivos en vacas lecheras en Colombia. Arch Zootec [Internet]. 2014 [citado el 30 de mayo de 2025];63(242):227–37. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922014000200001
57. Flores J, Aguilar D. AJUSTES PARA UN PRIMER SERVICIO DE LA VAQUILLA A LOS 15 MESES [Internet]. Com.ar. [citado el 1 de junio de 2025]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/185-Ajustes_primer_servicio.pdf
58. Elizondo-Salazar JA, Vargas-Ramírez AM. Determinación del costo de la crianza de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería comercial especializada. Nutr Anim Trop [Internet]. 2015 [citado el 1 de junio de 2025];9(2):1. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/20989>

59. Basantes Valverde, E. D., Huilcapi Peñafiel, S. I., Astudillo Condo, D. G., & Ochoa Ulloa, P. M. (2017). *Cálculo de costos de producción y precio de venta del litro de leche de vaca en el Ecuador*. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, noviembre 2017.
<https://hdl.handle.net/20.500.11763/ec17produccion-leche-ecuador.html>
60. Galván PO. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. 1991 [citado el 17 de junio de 2025];67–88. Disponible en:
<https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>