



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN
DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO
SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN SAQUISILÍ”**

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

Autor:

Guanoluisa Aimacaña Luis Fabián

Tutor:

Arcos Álvarez Cristian Neptalí

LATACUNGA – ECUADOR

Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Guanoluisa Aimacaña Luis Fabian, con cédula de ciudadanía No. 0504287285, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN SAQUISILÍ”** siendo el MVZ. Cristian Neptalí Arcos Álvarez Mg. 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, 21 de julio del 2025



Luis Fabián Guanoluisa Aimacaña
C.C: 0504287285
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 **GUANOLUISA AIMACAÑA LUIS FABIÁN**, identificado con cédula de ciudadanía **0504287285**, 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 “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN SAQUISILÍ**”, 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 – Agosto 2025

Tutor: MVZ. Cristian Neptalí Arcos Álvarez Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN SAQUISILÍ**”

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.

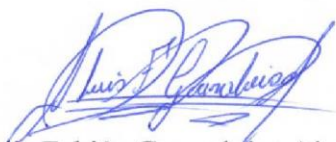
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

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 21 días del mes de julio del 2025.



Luis Fabián Guanoluísa Aimacaña

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 sobre el título:

“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN SAQUISILÍ”, de Guanoluisa Aimacaña Luis Fabián, 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, 21 de julio del 2025



MVZ. Cristian Neptali Arcos Álvarez, Mg.

C.C: 1803675634

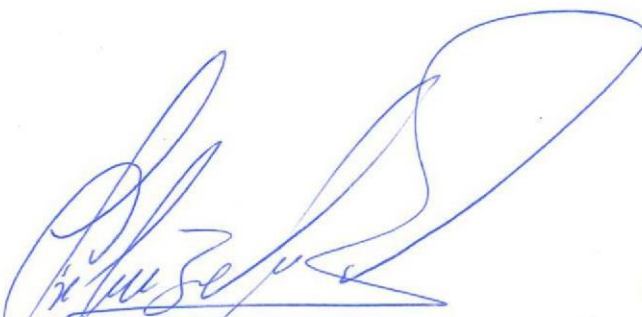
DOCENTE TUTOR

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: Guanoluisa Aimacaña Luis Fabián, con el título del Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE EN SAQUISILÍ”, 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, 21 de julio del 2025



MVZ. Cristian Beltrán Romero, Mg.

C.C: 0501942940

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Edie Molina Cuasapaz, Mtr.

C.C: 1722547278

LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

CC: 0503001000

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres: Luis Guanoluisa y María Aimacaña, por el apoyo incondicional que me han brindado durante toda esta época estudiantil, que sin el sacrificio de ellos no hubiese podido llegar a cumplir mis metas y objetivos. Un agradecimiento especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi exclusivamente a la Carrera de Medicina Veterinaria por haberme abierto las puertas de esta prestigiosa institución y ser parte de ella para formarme como profesional. Gracias también a todos aquellos familiares muy importantes en mi vida, que nunca desfallecieron en mi confianza para ver mis logros alcanzados.

Luis Fabián Guanoluisa Aimacaña

DEDICATORIA

A mis padres por su amor incondicional, su guía constante y por ser mi mayor fuente de inspiración. Gracias por su sacrificio, paciencia y apoyo en cada paso de este camino académico. Este logro también es suyo

A mi novia, gracias por ser mi luz en los días más difíciles de la universidad. Cada sonrisa tuya fue mi motivación, cada abrazo mi refugio. Esta etapa no hubiera sido igual sin tu apoyo incondicional y tu paciencia infinita. Dedicarte este logro es pequeño comparado con todo lo que me das. Eres mi mayor triunfo. Por siempre, Mireya

A mis profesores, por compartir no solo sus conocimientos, sino también su vocación, valores y ejemplo. Gracias por su dedicación y por motivarme a superarme día a día en mi formación profesional.

A mis compañeros, con quienes compartí aprendizajes, esfuerzos, retos y momentos inolvidables. Gracias por su amistad, colaboración y por hacer de este recorrido una experiencia enriquecedora y única.

Luis Fabián Guanoluisa Aimacaña

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

**TÍTULO: “ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL
PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE
LECHE EN SAQUISILÍ”.**

Autor:

Guanoluisa Aimacaña Luis Fabián

RESUMEN

El presente estudio analiza la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en Saquisilí parroquia (Chantilín), con el objetivo de elevar la eficiencia productiva y económica de los pequeños y medianos productores. La productividad baja en bovinos de leche perjudica la rentabilidad de los productores, causado por falta de información referente al valor genético de los animales. Generando bajos niveles de producción, altos costos de producción por; alimentación, sanidad y recursos limitados, sumado a una baja competitividad en el mercado. Para el análisis se incluyó recopilación de datos fenotípicos y genéticos de 75 bovinos, evaluando características como GDP, densidad de leche y lactancia a 305 días, mediante Excel y BLUP que es el mejor predictor lineal insesgado para obtener valores genéticos. Los resultados evidenciaron una alta variabilidad genética en los animales evaluados, identificando altos valores genéticos como la vaca Chyllona (EVB GDP: 162,50 g/día), Sofía (EVB lactancia: 304,99 L) y Flora (EBV densidad: 0,19 g/cm³). El costo promedio de litro de leche fue \$ 0,36, con un beneficio mensual de \$ 48,56 por productor. Se concluye que la selección genética basada en índices de selección enfocado en GDP, lactancia y densidad, repercute en el peso económico, permitiendo analizar la rentabilidad de los productores. El mejoramiento genético es fundamental, para elevar el potencial productivo y reproductivo, permitiendo fortalecer la rentabilidad y sostenibilidad de los productores de leche en la parroquia Chantilín, mejorando la competitividad de los pequeños y medianos productores.

Palabras clave: mejoramiento genético, índice de selección, fenotipo, blup, rentabilidad,

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

**THEME: “ANALYSIS OF THE PROFITABILITY OF THE SELECTION INDEX IN
THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY
CATTLE AT SAQUISILÍ”.**

Author:

ABSTRACT

This study analyzes the selection index profitability of the sustainable genetic improvement program for dairy cattle in Saquisilí Parish (Chantilín), with the aim of increasing the productive and economic efficiency of small and medium producers. Low productivity in dairy cattle negatively impacts producers' profitability, caused by a lack of information regarding the animals' genetic value. This results in low production levels, high costs for feed, health, and limited resources, along with reduced market competitiveness. For the analysis, data collection included phenotypic and genetic information from 75 cattle, evaluating characteristics such as daily milk production (GDP), milk yield, and lactation over 305 days, using Excel and BLUP, which is the best linear unbiased predictor for obtaining genetic values. The results revealed high genetic variability among the evaluated animals, identifying high genetic values such as the “Chillona” cow (EVB GDP: 162.50 g/day), “Sofía” (EVB lactation: 304.99 L), and “Flora” (EBV density: 0.19 g/cm³). The average cost per liter of milk was \$0.36, with a monthly benefit of \$48.56 per producer. It is concluded that genetic selection based on selection indices focused on GDP, lactation, and density impacts the economic value, enabling profitability analysis for producers. Genetic improvement is essential to enhance productive and reproductive potential, thereby strengthening the profitability and sustainability of dairy producers in Chantilín Parish and improving the competitiveness of small and medium-sized producers.

Keywords: genetic improvement, selection index, phenotype, BLUP, profitability.

ÍNDICE DE CONTENIDO

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 CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	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	3
5. OBJETIVOS:	4
5.1. Objetivo General:	4
5.2. Objetivos Específicos:	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. La ganadería en el Ecuador	6
7.2. Producción lechera y su importancia en el Ecuador	6
7.3. Ganado Bovino en el Ecuador	7
7.3.1. Limitaciones en los sistemas de pastoreo en Ecuador	7
7.4. La ganadería en el cantón Saquisilí	8
7.5. Mejoramiento genético	8
7.5.1. Valores Genéticos	9
7.5.2. Estimación del Valor Genético	9
7.5.3. Parámetros Genéticos	10
7.5.4. Pesos económicos	11
Índice de selección.....	12
7.5.6. Respuesta a la selección	13
7.6. Calidad de la Leche	14
7.7. Producción de leche a los 305 días	14
7.8. Mastitis en las producciones lecheras	14
7.9. Eficiencia reproductiva	15
7.10. Costos de producción y rentabilidad	15
8. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS	16
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	16
9.1. Ubicación del proyecto	16
Situación Geográfica	17
9.3. Población de Estudio.....	17
9.4. Tipo de Estudio	18
9.5. Manejo del Estudio	18
9.6. Valores Económicos	19
9.7. Valor Genético	19
9.8. Respuesta a la selección	20
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	20

10.1.	Estado Reproductivo	21	
10.1.1.	Días Abiertos	22	
10.2.	Ganancia diaria de peso en terneras y terneros	23	
10.3.	Ganancia diaria de peso en vaconas	25	
10.4.	Ganancia diaria de peso en vacas	26	
10.5.	Fenotipo de la ganancia diaria de peso (GDP) en las diferentes categorías	27	
10.6.	Valor estimado de cría (EBV) para ganancia de peso diario (GDP)	28	
10.7.	Fenotipo para lactancia a los 305 días	30	10.8.
	Proyección del valor de estima de cría para lactancia a los 305 días	31	10.9.
	Fenotipo para la densidad de la leche.....	33	
10.10.	Proyección del valor de estima de cría para la densidad de leche	34	
10.11.	Costos de producción de leche	35	
10.12.	Escenarios económicos	37	
11.	IMPACTO TÉCNICO, AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENETICO EN BOVINOS DE LECHE	38	
11.1.	Impacto Técnico	38	
11.2.	Impacto Social	39	
11.3.	Impacto Ambiental	39	
11.4.	Impacto Económico.....	39	
12.	CONCLUSIONES	39	
13.	RECOMENDACIONES	40	
14.	BIBLIOGRAFÍAS	42	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades y sistema de tareas	5
Tabla 2.	Propietarios y animales del proyecto	17
Tabla 3.	Mejores animales con EVB	29
Tabla 4.	Mejores animales respecto al EBV en 305 días de lactancia	32
Tabla 5.	Mejores animales con mayor EBV	34
Tabla 6.	Costo de producción de la parroquia de Chantilín	36
Tabla 7.	Simulación de escenarios económicos	37
Tabla 8.	Simulación de escenarios económicos	38
9.	Simulación de escenarios económicos	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS xi

Gráfico 1. Mapa satelital de la parroquia Chantilín	16
Gráfico 2. Porcentaje del estado reproductivo en la parroquia Chantilin	20
Gráfico 3. Días abiertos.....	21
Gráfico 4. Fenotipo de ganancia diaria de peso en terneras (GDP)	22
Gráfico 5. Fenotipo para ganancia diaria de peso en terneros.....	23
Gráfico 6. Fenotipo para ganancia diaria de peso en vaconas.....	24
Gráfico 7. Fenotipo ganancia diaria de peso en Vacas.....	25
Gráfico 8. Fenotipo de la ganancia diaria de peso (GDP) en las diferentes categorías. 26	
Gráfico 9. EBV para ganancia diaria de peso (GDP).....	27
Gráfico 10. Fenotipo para lactancia a los 305 días.....	29
Gráfico 11. Estimated Breeding Value para 305 días de lactancia	30
Gráfico 12. Fenotipo para densidad	32
Gráfico 13. Estimated Breeding Value para densidad.....	33

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Análisis de rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en Saquisilí.

Fecha de inicio: septiembre 2024

Fecha de finalización: febrero 2025

Lugar de ejecución: Cantón Saquisilí; parroquia Chantilín

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado:

Implementación del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi.

Equipo de Trabajo:

Estudiante: Luis Fabián Guanoluisa Aimacaña. (Anexo 1) **Tutor:**

Arcos Álvarez Cristian Neptalí, MVZ. Mg. (Anexo 2)

Área de Conocimiento: Agricultura.

64 veterinaria

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

El Ecuador produce 5 300 000 L/día, la región Sierra aportando el 77,6 % del total, la Costa aporta el 18,6 % y la Amazonía el 3,7 %. La media en producción por individuo en la Sierra bordea 7,9 L/día, mientras en la Costa 4,5 L/día, y 4,7 L/día en la Amazonía. A nivel nacional trabajan aproximadamente 298 000 a 299 000 productores en el sector lácteo, 80 % representa las pequeñas explotaciones familiares con menos de 10 vacas (1). A nivel Nacional el sector lácteo emplea directa o indirectamente a más de 1,2 millones de personas, y 270 000 de esas plazas son empleos directos, de los cuales un 60 % corresponden a pequeños y micro productores, pertenecientes a mujeres campesinas (2). En Cotopaxi, el sector agropecuario concentra aproximadamente el 61 % del empleo en zonas rurales, representando alrededor de 531 561 personas trabajando en actividades agrícolas y ganaderas (3).

En el año 2024, el número de ganado vacuno total fue 3436000 cabezas a nivel Nacional, lo que representa una disminución del 7,7 % respecto a 2023. Cotopaxi posee 190463 cabezas representando el 5,5% del total Nacional (4). El Ecuador tiene en promedio menos del 4 litro/hectárea7día, en comparación con nuestro país vecino Colombia el cual produce 69 litros de vaca por hectárea al día (5).

La rentabilidad ganadera del país es derivada de la venta de leche, en el año 2023 la comercialización de su producción fue del 51.8%, en las provincias de Pichincha, Santo Domingo, Cotopaxi, Manabí y Carchi (6). Se estableció \$0,5043ctvs., como precio mínimo por litro de leche cruda en el Ecuador, en Cotopaxi particularmente en zonas rurales los intermediarios pagan desde 0,28 – 35ctvs. Esto tiene un impacto negativo en la rentabilidad del pequeño como del mediano productor (7).

En el cantón Saquisilí, la producción de lácteos esta principalmente a cargo de pequeños y medianos productores. Por tal motivo, los productores se ven obligados a incorporarse a distintas asociaciones, con el objetivo de mejorar la cantidad como la calidad de la lecha producida. Para la mayoría de los productores, esta actividad justifica su único ingreso, por ende, es vital implementar programas de mejoramiento genético (8).

En este contexto, la producción de leche en Chantilín, representa la mayor actividad económica de subsistencia para pequeños y medianos productores. A pesar de enfrentar limitaciones como; bajos precios, altos costos de producción, adversidades climáticas y

manejo empírico. La actividad lechera permanece siendo viable y sostenible. Las condiciones agroecológicas del sector permiten el crecimiento de forrajes durante la mayor parte de año, lo que reduce costos por alimentación. Por medio de programas de mejoramiento genético, es posible aumentar la productividad individual y grupal, elevar estándares de calidad y composición de leche, disminuir días abiertos, optimizar la eficiencia alimenticia. Estas mejoras no requieren cambios drásticos de alimentación, pero sí una gestión genética y reproductiva más eficiente. Además, la leche con mayor calidad abre posibilidades de acceder a mercados diferenciados. Por tanto, mantener e innovar en esta actividad representa una estrategia sólida para mejorar la rentabilidad y el desarrollo económico de la parroquia Chantilín.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos

Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTCgen) del cantón Saquisilí, pertenecientes a la parroquia Chantilín

3.2. Indirectos

Ganaderos productores de leche de bovinos de la parroquia Chantilín ubicados en los barrios Chantilín Grande y San Francisco.

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

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En Cotopaxi, no se ha incorporado planes de desarrollo genético el cual se considere las condiciones climáticas y geográficas de la zona. Esto ha conllevado a minimizar la producción lechera, evitando expresar el potencial genético de los animales, dado que la selección se realiza sin un criterio técnico, que represente las necesidades de cada región (9). Los pequeños y medianos productores de leche, se enfrentan a distintas dificultades como la baja eficiencia productiva con un promedio de 5.5 l/vaca/día (10).

En la parroquia Chantilín, la actividad ganadera representa una fuente fundamental de sustento para las familias inmersos en la actividad ganadera. La baja productividad, el alto costo de producción se asocia a distintos factores como; el manejo tradicional (traspatio), falta de alimentación y recursos limitados. Situación que está directamente relacionada con la ausencia de un proyecto estructurado de mejoramiento genético. Esta

carencia limita significativamente el potencial productivo del hato, debido a que los productores no disponen de información genética confiable, ni de herramientas para seleccionar adecuadamente a los animales con mejores características productivas y reproductivas.

La ausencia de un plan de mejoramiento genético impide el progreso de la composición de sólidos y cantidad de leche producida, aumentando el costo de producción por unidad de producto y reduciendo la rentabilidad de las explotaciones. A esto se suma la falta de conocimiento técnico, escaso acceso a tecnologías reproductivas modernas (como la inseminación artificial con toros de alto valor genético). Esta situación genera una brecha competitiva entre los productores locales y aquellos que operan con sistemas más tecnificados, esto obstaculiza la sostenibilidad y el progreso de la actividad pecuaria en la parroquia.

Por esta razón, el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche (UTCgen), promueve la recolección sistemática de información fenotípica y genotípica. Este enfoque permite calcular índices de selección adaptables, cuya eficiencia varía según el sistema productivo y la zona, optimizando así la rentabilidad de la producción láctea.

5. OBJETIVOS:

5.1. Objetivo General:

Analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en el cantón Saquisilí en la parroquia Chantilín.

5.2. Objetivos Específicos:

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

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

Tabla 1. *Actividades y sistema de tareas*

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Determinar el valor genético de los fenotipos seleccionados dentro de cada parroquia	-Levantamiento de datos (Pesaje de cada animal, densidad de leche y lactancia). -Registro de información en las fichas de Excel.	-Registros de datos en Excel. Fichas	-Base de datos Excel. Cinta Bovinométrica. -Lactodensímetro. -Cinta métrica (Altura a la cruz).
Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Estimar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa de mejoramiento genético de cada parroquia.	-Tabulación de información recopilada -Sistematización de la información (método BLUP). -Selección del 5% de la población bovina en estudio. -Análisis de los bovinos seleccionados.	-Tabulación de datos estadísticos. -Análisis de la información.	-Análisis por el BLUP. - Técnicas de valoración económica. -Interpretación de los gráficos obtenidos según los datos.
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Simular mediante escenarios económicos la respuesta a la selección del	-Elaborar los escenarios económicos.	-Costos promedio.	-Análisis de costos.

programa mejoramiento genético.	de			
---------------------------------------	----	--	--	--

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. La ganadería en el Ecuador

La actividad ganadera en Ecuador tiene sus raíces históricas entre 1949 y 1954, cuando las grandes haciendas comenzaron la producción lanera y la cría de ganado ovino, marcando así los inicios de esta práctica pecuaria. En la actualidad, la ganadería constituye uno de los pilares fundamentales del sector agropecuario nacional, contribuyendo significativamente al desarrollo económico de los productores mediante iniciativas de producción sostenible. Esta actividad es crucial para la generación de derivados lácteos y cárnicos, que forman parte esencial de la dieta básica y garantizan la soberanía alimentaria del país (11).

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en 2018, el inventario ganadero nacional alcanzaba los 4.10 millones de bovinos. De este total, el 37% se concentraba en la región costera, con una distribución racial donde predominaba el ganado criollo (55%) seguido por el mestizo (43%), producto del cruzamiento de razas como Holstein Friesian y Brahman, entre otras. Es importante destacar que solo una mínima proporción correspondía a ejemplares de razas puras, destinadas a la producción láctea, cárnica o de doble propósito. (12).

7.2. Producción lechera y su importancia en el Ecuador

El sector lechero nacional cuenta con una superficie de 3.5 millones de hectáreas destinadas a esta actividad productiva, sin embargo, debemos saber que la región sierra es la que cuenta con mayor concentración, la producción lechera en el Ecuador llega a ser para muchos un negocio familiar siendo la leche el único producto estable de comercialización ya que estos reciben cada quincena su pago por la venta de la misma, gracias a esto los productores pueden tener una fuente de ingresos que les permite tener una vida digna (13).

El Ecuador registró un volumen de producción láctea diaria de 5.135.405 litros, la producción llega a ser ineficiente a comparación del Reino Unido el cual al ser el décimo productor lechero a nivel mundial el cual produce 1000 millones de leche al mes (14). De toda esta producción el 76.25% pertenece a la Sierra, 19.66% Costa y el Oriente produce

el 4.05%. La producción láctea se encuentra destinada al consumo industrial y humano gracias a esto se han asentado las industrias lecheras produciendo leche y sus derivados, sin embargo, la industria tiene varios estándares que se deben cumplir los cuales ayudan a dar un valor económico al producto (15).

7.3. Ganado Bovino en el Ecuador

Esta es una actividad agrícola ganadera sumamente primordial para la economía del país, gracias a las estadísticas tomadas por el gobierno y fuentes académicas, esta se ha ido manteniendo en constante crecimiento siendo la producción de carne y de leche la actividad más importante (16). De acuerdo el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en 2020, según estimaciones recientes, el hato bovino nacional supera los cuatro millones de ejemplares. (17).

En el país existe una alta producción de carne y de leche, gracias a la FAO en 2020 se pudo evidenciar que la producción láctea ha tenido un notable aumento en las provincias de Pichincha, Azuay y Cañar, sin embargo, en Chimborazo y la Amazonia se ha incrementado la producción cárnica, comercialmente la producción cárnica se abierto paso en el mercado exterior sin embargo la producción lechera se sigue manteniendo su mercado internamente (18).

7.3.1. Limitaciones en los sistemas de pastoreo en Ecuador

En el Ecuador los sistemas de pastoreo se ven afectados por distintos factores los cuales llegan a limitar la productividad ganadera como su sostenibilidad ambiental, estos son contribuidos por las variaciones geográficas y climáticas del país, de igual forma por su manejo inadecuado, las principales limitaciones en los sistemas de pastoreo son:

- La principal limitación para los sistemas de pastoreo es la degradación del suelo ya que al sobreexplotar los recursos y brindar un uso intensivo y no planificado de los pastos tiene como principal resultado la pérdida de fertilidad y la reducción de la calidad del pasto afectando así a la productividad de las tierras (19).
- El cambio climático es otra limitación en los sistemas de pastoreo ya que estos han cambiado las condiciones climáticas llegando a ocasionar alteraciones en los patrones de lluvia y temperaturas extremas (sequias y lluvias intensas), estas llegan a tener resultados negativos ya que reducen la cantidad de forraje causando escases de alimento (20).
- El principal problema de los ganaderos a baja escala es la falta de manejo técnico en sistemas de pastoreo ya que en las zonas rurales no se cuenta con capacitación

adecuada sobre el manejo de pastos lo que con lleva a obtener practicas ineficientes como es la sobreexplotación de los recursos (21).

7.4. La ganadería en el cantón Saquisilí

La actividad pecuaria constituye uno de los pilares fundamentales del sector agroproductivo del país al igual que en el cantón, ya que aquí se crían diferentes animales como vacas, caballos, ovejas y cuyes, sin embargo, las parroquias y barrios se dedican principalmente a la producción lechera, cárnica y de cuero, de igual manera se practica la ganadería de subsistencia ya que aquí los productores llegan a criar animales destinados para su consumo y comercialización. Los productores son de gran importancia en el cantón, ya que la leche producida por sus animales es destinada al consumo local y para la elaboración de sus derivados, de igual manera esta actividad ganadera se encuentra afectada por el manejo sostenible de los recursos naturales, la mejora genética de los animales y por las fluctuaciones que sufre el costo de litro de leche (22).

En Chantilín, principalmente los propietarios pastorean sus animales en el ejido, la cual es zona húmeda, sin embargo, las personas que tienen mayores ingresos brindan una suplementación alimenticia a través del rechazo de plátano, por este motivo el promedio de producción de estos animales es de 5 litros de leche/vaca/día. La producción al día aproximada es de 500 litros los cuales son destinadas a centros de acopios y alas grandes industrias lácteas ubicadas en el sector de Lasso y Tanicuchi (23).

7.5. Mejoramiento genético

Para mejorar significativamente las características productivas, reproductivas y salud de los animales en el ganado lechero la principal característica es la mejora genética, aquí se busca seleccionar animales que posean las características ideales los cuales nos ayuden a obtener descendencias superiores, en el país esta actividad se aplica con el único objetivo de mejorar la productividad cárnica y lechera de los animales (24). Para poder cumplir con este objetivo existen distintos métodos de mejora genética.

La selección tradicional de animales esta se da seleccionando a un animal que presente las características deseables para reproducirse como por ejemplo a los animales más productores o a los animales que mayor resistencia a enfermedades (25). Otra de las características más utilizadas en el Ecuador es el cruce de razas la cual llega hacer una estrategia muy eficiente ya que la cruce más vista es entre el ganado Cebú y entre las vacas Holstein lo que tiene como resultados obtenemos animales con la adaptabilidad climática del ganado Cebú y la alta producción del ganado Holstein (26).

La implementación del mejoramiento genético en las ganaderías productivas del país tiene varios beneficios ya que gracias a esto podemos aumentar la producción tanto láctea como cárnica, disminuir las pérdidas de animales por muerte ya que gracias a esto podemos reproducir los animales con mayor rusticidad al obtener todos estos beneficios mejoramos la rentabilidad de las explotaciones ganaderas ya que llegamos a producir más con menos recursos (27).

7.5.1. Valores Genéticos

Para obtener una mayor eficiencia y rentabilidad en las producciones lecheras, el pilar fundamental es la mejora genética, los valores genéticos son estimaciones que ayudan a seleccionar a los mejores animales para la reproducción, contenido de grasa, proteína, salud y fertilidad a través del mérito genético de un animal, por ejemplo el valor genético nos ayuda a predecir la capacidad que tienen los animales para transmitir genes asociados a mayor producción de leche, mejor composición, resistencia a enfermedades (mastitis, cojeras), intervalo entre partos, animales con mayor vida útil y fertilidad (28).

7.5.2. Estimación del Valor Genético

Uno de los procesos claves en la mejora animal es la estimación de sus valores genéticos los cuales nos ayudan a determinar el potencial de los caracteres transmisibles a su descendencia de un individuo (29). Para conocer las contribuciones genéticas del animal se puede calcular a través de la combinación de datos fenotípicos, genotípicos y registros genealógicos. Para esto se utiliza una herramienta matemática surgida en el año 1948 conocida como BLUP esta aplicación integra información de múltiples fuentes como es el fenotipo, registros genealógicos, efectos ambientales y de grupo estos nos ayudan a estimar su valor genético (30).

7.5.3. Parámetros Genéticos

En los programas de mejoramiento genético es de vital importancia utilizar parámetros genéticos ya que estos son utilizados como la principal herramienta de obtención de respuestas directas o correlacionadas de la selección, ya que existen varios caracteres que se pueden aplicar, sin embargo, en la producción lechera se inclina por; bienestar animal, vida productiva prolongada, cantidad de periodos de lactancia, precocidad reproductiva, constitución robusta, calidad de aplomos, distribución uniforme de la ubre y adaptabilidad al medio. Estos factores se establecen como criterios fundamentales para el mejoramiento del hato. (31).

Estos deben aportar principalmente con la rentabilidad de los productores lecheros. Los parámetros genéticos permiten comprender la heredabilidad, relación entre las distintas

características, y el impacto de la genética en el fenotipo de los individuos, estos son más utilizados en el mejoramiento genético de animales y plantas (32).

7.5.3.1. Heredabilidad

El índice de herencia o también conocida como heredabilidad es un factor el cual limita el mejoramiento de distintas características ya que, es la medida que existe entre la relación del rendimiento y valores genéticos que se presentan en una población, ya que si estos poseen características altamente heredables tienden a formar correlaciones entre sus valores genéticos y rendimiento de igual forma al tener rasgos poco heredables obtendríamos una correlación sumamente baja (33).

Para poder valorar la heredabilidad, se debe realizar procesamiento de datos cuantitativos tanto de los datos genealógicos como productivos, la heredabilidad en mejoramiento genético se expresa de 0 a 100% sin embargo lo más común es de 0 a 1, donde 0 quiere decirnos que su variación fenotípica se encuentra influida por los factores ambientales, donde 1 es el valor que muestra que su variación fenotípica se encuentra únicamente en los factores genéticos del animal (34).

7.5.3.2. Repetibilidad

La repetibilidad es aquella que nos ayuda a medir la consistencia de un fenotipo al rasgo de los tiempos o entre diferentes mediciones tomadas a un mismo individuo, gracias a esto podemos evaluar cuales son las características que se expresan repetidamente por ejemplo la producción de leche en varias lactancias o el peso en diferentes edades (35).

7.5.3.3. Fenotipo

Aquí se refiere a caracteres las cuales se puede medir u observar en un animal, este carácter es demasiado importante ya que este es la base para seleccionar individuos con las características requeridas para la mejora genética, sin embargo debemos tener en cuenta que en las características fenotípicas influye mucho el ambiente ya que esto puede llegar a menorar el valor económico a los animales ya que, si se identifica el fenotipo de los animales generan un impacto positivo en las tomas de decisiones para el manejo ganadero (36). Los caracteres físicos observables del ganado lechero es el peso, altura, producción de leche, carne y la fertilidad etc. (37).

7.5.3.4. Genotipo

El genotipo corresponde a la composición genética completa de un organismo vivo, representando los factores hereditarios no visibles que determinan sus características potenciales. (38). Estos genes se ubican en los cromosomas con el principal objetivo de

brindar características heredables y con una viabilidad genética dentro de una población, la elección de los mismo es de vital importancia ya que debemos escoger genes preferentes a la producción que deseamos con el principal objetivo de lograr avances en la calidad y producción de su descendencia (39).

7.5.4. Pesos económicos

Los pesos económicos son el aumento de los beneficios causada por la mejora de algún carácter genético o fenotipo, para poder calcular los pesos económicos se obtiene la entre los beneficios actuales y los beneficios que se aspiran al mejorar las características deseables siempre y cuando el costo de producción se mantenga (40). Gracias a esto los análisis económicos se centran en utilizar análisis de regresión o diferentes técnicas estadísticas para establecer la relación entre los distintos fenotipos como lo son; GDP, la producción y composición.

Las producciones lecheras en el Ecuador se inician sin una inversión económica alta ya que estos buscan ser potenciados por la generación de sus propios recursos, aquí los pequeños y medianos ganaderos, comienzan la crianza de animales en terrenos de 1 a 5 hectáreas cabe recalcar que las grandes producciones ya cuentan con espacios de terrenos que van entre las 20 a 120 hectáreas, los beneficios económicos que generan las haciendas depende mucho de la alimentación que brindan ya sea por pastoreo o suplementaciones alimenticias (balanceado, sales minerales, rechazo, entre otros.), manejo reproductivo ya sea, por inseminación artificial o monta y a través de los planes sanitarios. Gracias a esto podemos darnos cuenta que los índices de selección se van mejorando con el pasar del tiempo ya que se va disponiendo de nuevas tecnologías e información (41).

En un programa de mejora genética en las producciones lecheras se debe evaluar las circunstancias de las producciones actuales y a futuro, lo cual nos ayudara a determinar el tipo que mejor se adaptara a las condiciones del mercado en un futuro, en las vacas lecheras se toma en cuenta diferentes características como es la producción, longevidad, desarrollo, conversión alimenticia, conformación de ubre y la conformación del animal (41).

La característica con mayor peso económico en las producciones lecheras es la ganancia de peso diaria ya que aquí implica el incremento de peso de los mismos, especialmente ya que si tenemos una ganancia de peso diaria optima mejoraríamos la conversión alimenticia, la producción lechera y optimizamos la rentabilidad de las producciones ya

que mejoraríamos la ganancia de peso de las distintas categorías como son terneros, terneras, vaconas y vacas ya que gracias a esto obtendríamos mayor eficiencia reproductiva y una mayor producción de leche en las siguientes generaciones (42).

El peso económico de GDP, se encuentra influida por distintos factores como es la calidad del forraje y suplementación alimenticia, por la genética de los animales, el manejo reproductivo y sanitario aplicado en las producciones y su eficiencia alimenticia (43).

7.5.5. Índice de selección

Método estadístico que integra varios caracteres de interés en un solo valor numérico, facilitando así la identificación de individuos con un mérito genético superior de manera integral. Esta herramienta fue planteada por Hazel en 1943 como una solución a las limitaciones de la selección por un solo rasgo, permitiendo la mejora simultánea de múltiples características sin comprometer el progreso genético en ninguna de ellas. Para construir el índice, se asignan pesos específicos a cada carácter, considerando factores como su importancia económica, su heredabilidad y las correlaciones genéticas existentes entre ellos. De esta manera, se promueve una selección equilibrada que favorece el avance genético global, siendo especialmente útil en contextos donde los objetivos productivos son múltiples y diversos (44).

En la práctica, el índice de selección es una herramienta fundamental en programas de mejoramiento animal o vegetal. En especies como el ganado bovino de leche, se elaboran índices que agrupan parámetros como producción láctea, calidad del producto, longevidad, salud reproductiva y resistencia a enfermedades, lo cual permite seleccionar animales con un rendimiento general más alto. De igual forma, en cultivos agrícolas como el arroz, el maíz o el trigo, los índices consideran el rendimiento, la tolerancia a factores ambientales adversos y la calidad nutricional. Además, el desarrollo de la genómica ha potenciado el uso de índices genéticos más precisos, al incorporar predicciones genómicas, lo que incrementa la exactitud en la selección e incrementa el progreso genético en cada generación (44).

Sin embargo, para que un índice de selección sea confiable y funcional, es indispensable contar con información precisa y actualizada sobre los caracteres involucrados, así como establecer con rigor científico los valores económicos que reflejan los objetivos del sistema de producción. Una estimación errónea de estos componentes podría conducir a resultados no deseados en el mejoramiento genético. Por ello, se recomienda la revisión periódica de los índices para adaptarlos a las condiciones cambiantes del entorno

productivo y del mercado. A pesar de estas consideraciones, el índice de selección sigue siendo una estrategia fundamental en genética aplicada, ya que permite seleccionar de forma más eficiente a los mejores individuos para la reproducción, promoviendo avances sostenidos y equilibrados en la mejora genética de las poblaciones animales y vegetales (44).

7.5.6. Respuesta a la selección

Es el valor de reproducción (EVB) de una población esta cambia de un individuo a otro para un personaje determinado, de igual forma esta mide la efectividad de las elecciones como es la tasa de cambio genético en la población BV debido a la selección, como resultados de la selección genética y la estimación de la heredabilidad en la respuesta de un rasgo particular a la selección es importante que las características seleccionadas sean mensurables, lo que permite determinar su impacto en las siguientes generaciones (45).

En la respuesta a la selección existen varias características que debemos tener en cuenta como lo son:

- Estar genéticamente relacionadas con el objetivo
- Tener una variabilidad genética necesaria para permitir la selección
- Ser heredables es decir que puedan ser transmitidas a sus generaciones
- Ser fáciles y baratas de medir ya que debe poderse considerar un mayor número de animales para la selección (46).

7.6. Calidad de la Leche

En las producciones lecheras uno de los caracteres fundamentales es la calidad de leche ya que esta varía mucho afectando su precio en los distintos mercados, para obtener una producción de calidad se debe contar con las condiciones adecuadas, no deben contener residuos ni sedimentos, tener una conservación adecuada, no debe ser inspirada, ni color, ni olor, debe ser transportada correctamente, deben contar con una composición y acides normal, al realizar todos estos pasos correctamente podremos realizar productos derivados de la leche cruda de buena calidad, lo cual ayudara a aumentar su precio en el mercado (47).

Una de las características más importantes es la densidad y su valor nutricional, para considerar de calidad, ya que, a través de esto podemos darnos cuenta si el producto fue alterado, para poder saber la densidad de la leche utilizamos el lactodensímetro, el valor promedio de densidad varía entre 1.028 y 1.033 g/ml (48). Otra de las características es su peso estos varían entre 1.027 y 1.035 gr (49).

7.7. Producción de leche a los 305 días

En las producciones lecheras se desarrolla una curva de lactación, la cual es llevada a cabo a través de 305 días, sin embargo, esta curva de lactancia alcanza su pico productivo a partir de los 90 días, esto nos ayuda a comprender el rendimiento de la madre facilitándonos así su selección a futuro según esta característica (50).

7.8. Mastitis en las producciones lecheras

Esta es una enfermedad muy común y costosa tanto en las grandes producciones como en las pequeñas producciones, esta enfermedad afecta a la glándula mamaria de los animales esta se puede originar por diferentes causas como bacterianas, fúngicas, víricas o por las condiciones de manejo generando una inflamación en la glándula disminuyendo la calidad de la leche y generando pérdidas económicas (51). Esta enfermedad puede caracterizarse en mastitis clínica y subclínica, en donde la mastitis clínica es más fácil de detectar ya que, aquí presentan síntomas como; inflamación y enrojecimiento, a diferencia la subclínica la podemos evidenciar mediante un recuento de las células somáticas en la leche (52).

7.9. Eficiencia reproductiva

Este parámetro permite seleccionar animales eficientes, en las producciones lecheras las vacas son consideradas por una concepción de cría al año, para considerar el estado reproductivo de un hato se toma en cuenta; intervalos entre partos, días abiertos, tasa de concepción, detección de cele eficiente, fertilidad, entre otros (53).

Los días abiertos es la cantidad de días que pasan entre el parto, hasta el día en que se queda gestante (54). La fertilidad se refiere a la capacidad del óvulo para ser fecundado y desarrollarse hasta el parto. Una fertilidad alta incrementa la tasa de preñez en los animales, lo que indica que reciben una alimentación adecuada, buen manejo y bienestar en el hato productivo (55).

Los problemas reproductivos más frecuentes encontrados en hatos lecheros es la infertilidad, estos problemas son causados muchas de las veces por factores patológicos o aspectos genéticos, estos problemas tienen como consecuencia grandes pérdidas económicas y pérdidas directas ya que al presentar estas patologías como resultado podemos presentar perdidas animales ya sea de la cría y obtendremos una falta de producción (56).

7.10. Costos de producción y rentabilidad

Son todos los gastos que se dan en producir un litro de leche estos, gastos deben ser cubiertos ya sean por una persona, varias o una empresa, los costos de producción en las ganaderías suelen variar ya sea por factores como la alimentación, tratamientos médicos y compra de insumos ya sea para mantener la condición corporal del animal, suplementación o cuidado de los mismos (57).

El costo del litro de leche en la actualidad varía mucho dependiendo de la calidad del producto y su comercialización, en los centros de acopio el precio del litro de leche va entre 0.36\$ a 0.45\$ por litro de leche, sin embargo, el precio del litro de la leche al salir de las grandes industrias lácteas varía entre \$0.90 a \$1.00 por el litro de leche (58). Gracias a este suceso nos permite saber lo injusto que es la industria con los productores ya que a estos se les paga a menos de la mitad por la materia prima siendo precios sumamente bajos esto se da por las políticas públicas en las cuales se decretó que el litro de leche en el Ecuador sea de \$0.42, por este y varios motivos los grandes, medianos y pequeños productores no tienen una rentabilidad representativa ya que, en distintos casos los costos son mayores (59).

8. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

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

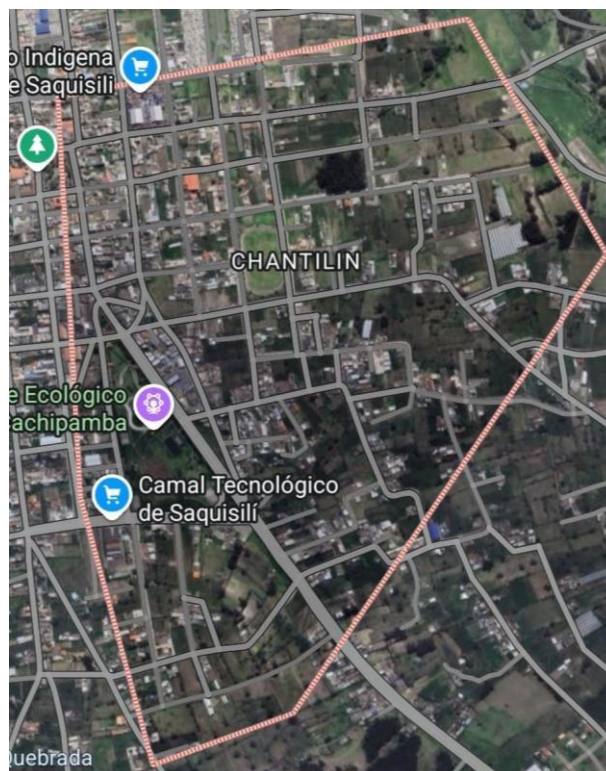
H1: El índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Chantilín, permite analizar la rentabilidad de los pequeños y medianos productores.

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Ubicación del proyecto

El presente proyecto de investigación se realizó en la parroquia Chantilín, perteneciente al cantón Saquisilí ubicado en la provincia de Cotopaxi

Gráfico 1. Mapa satelital de la parroquia Chantilín



Fuente: *Google Maps*

9.2. Situación Geográfica

La parroquia Chantilín se encuentra ubicada a un kilómetro y medio al este del cantón Saquisilí, a 13 kilómetros y medio de la ciudad de Latacunga, está a 2800 msnm, cuenta con una temperatura media que oscila entre 14°C a 18°C.

La parroquia se encuentra limitada:

Norte: con la vía Saquisilí-Guaytacama

Sur: Rio Pumacunchi

Este: Rio Pumacunchi

Oeste: con la vía Saquisilí que conduce a Latacunga

9.3. Población de Estudio

La parroquia de Chantilín cuenta con 1200 habitantes y se encuentra conformada por 5 barrios, y se trabajó en 2 barrios, la investigación cuenta con 16 productores asociados al programa de mejora genética y con 75 cabezas de ganado, las cuales 18 fueron vacas en producción, el resto se divide entre vacas secas, vientres, novillas, terneros y toretes, estos animales nos ayudaron a analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejora genética (UTCgen).

Tabla 2. *Propietarios y animales del proyecto*

ID PROPIETARIO	SECTOR	NUMERO DE ANIMALES
1	Mónica Toapanta Chantilín Grande	4
2	Darwin Mendoza Chantilín Grande	4
3	Mercedes Santos Chantilín Grande	1
4	Blanca Aguaisa Chantilín Grande	3
5	América Sivinta San Francisco	9
6	María Flor San Francisco	4
7	María Guanoluisa San Francisco	7
8	Fanny Pallares San Francisco	10
9	José Iza San Francisco	16
10	María Mendoza San Francisco	1
11	Blanca Maigua San Francisco	3
12	Lucila Cajas San Francisco	4
13	Carolina Yugcha San Francisco	3
14	María Yugcha San Francisco	2
15	Inez Analuisa San Francisco	1
16	Mirian Llumiquinga San Francisco	3
TOTAL		75

Fuente: *Datos obtenidos en los hatos de la parroquia Chantilín*

9.4. Tipo de Estudio

Tipo de estudio Observacional – Investigación Descriptiva

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio descriptivo observacional, ya que para lograr este proyecto se realizó la colecta de los datos necesarios de acuerdo a los animales de cada productor, de igual manera se colectó los datos para obtener el costo de producción de cada productor de la parroquia, con el único objetivo de poder seleccionar a los mejores animales de acuerdo a cada una de las variables establecidas.

9.5. Manejo del Estudio

El proyecto de investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi, en el cantón Saquisilí, en la parroquia Chantilín en los barrios Chantilín Grande y San Francisco, brindando así la continuidad del programa de mejoramiento genético UTCgen, esta investigación se

mantuvo aproximadamente 5 meses, ya que se inició en el mes de septiembre del 2024 y se concluyó en el mes de febrero del 2025, realizando la sistematización de los datos y el desarrollo de diferentes actividades en los hatos ganaderos de los productores asociados al programa.

- Verificación de datos
- Desparasitación y vitaminización
- Pesaje de los animales
- Control de calidad de leche (densidad y lactancia)
- Vacunación y revacunación contra enfermedades virales reproductivas
- Chequeos ginecológicos
- Inseminaciones
- Pruebas de mastitis

En la parroquia de Chantilín se realizaban visitas constantes a los productores asociados al programa de mejora genética, en estos días se procedió a realizar la desparasitaciones y vitaminizaciones de los animales cumpliendo así su calendario sanitario, para esta actividad se utilizó febendazol al 10 %, sin embargo, al presentarse en los animales de los productores una infestación de garrapatas se procedió a brindar su respectivo tratamiento para el cual se aplicó ivermectina al 3% y se realizó un baño tópico con Singap. De igual manera se aplicó vitamina AD3, para promover el crecimiento de animales jóvenes, mejorar la conversión alimenticia y aumentar el índice de fertilidad en los animales.

También se vacunó 5 animales y se realizó la revacunación de 2 animales, previniendo así las distintas enfermedades virales como la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea viral bovina (DVB), parainfluenza3, y leptospira. De igual manera mientras se iba visitando cada hato productivo observamos que existían fallos reproductivos para lo cual se procedió a realizar chequeos ginecológicos los cuales nos ayudaron a diagnosticar las causas de los mismos. En la parroquia en este periodo, se realizaron aproximadamente 10 chequeos ginecológicos, de igual manera después de preparar los animales y asegurarnos de que el animal se encuentre en perfectas condiciones para el servicio, se procedió a realizar la inseminación artificial a los animales que se les observaba en celo, la inseminación se realizaba en un intervalo de 8 a 10 horas post observado el celo, se practicaron 5 inseminaciones en el sector.

Al observar las prácticas de ordeño aplicadas en el sector se procedió a realizar pruebas de mastitis a través de la prueba de California Mastitis Test (CMT), al colocar en cada cuarto de la paleta una pequeña porción de leche post despunte de los pezones, añadimos

el reactivo en cada una de las muestras procedemos homogenizar la mezcla y obtener el resultado final, se realizó 18 pruebas de mastitis de las cuales se obtuvo 2 casos positivos de mastitis subclínica.

9.6. Valores Económicos

En la parroquia de Chantilín del cantón Saquisilí, se seleccionaron tres caracteres para mejorar la producción de leche y brindar rentabilidad a los productores, los caracteres seleccionados fueron: la ganancia diaria de peso (GDP), densidad de la leche (DL) y lactancia, ya que estos caracteres tienen como objetivo aumentar los beneficios de los productores a través de mejorar la producción y calidad de leche, obteniendo ingresos más altos permitiendo obtener rentabilidad.

9.7. Valor Genético

Con el único fin de calcular el valor genético de las características deseadas en los animales se procedió a recolectar 3 datos sobre el peso de los animales, lactancia y calidad de leche (densidad) estos datos fueron tomados con un intervalo de 30 días durante 3 meses, los cuales fueron registrados en una base de datos de Excel para después ser analizados mediante el BLUP lo cual nos ayuda a determinar el valor genético de cada fenotipo.

Para la recolección de la ganancia de peso diario utilizamos una cinta bovino métrica la cual era colocada en parte posterior de los miembros anteriores a la altura de la cruz de los animales, para evaluar el carácter de calidad de leche (densidad) de los animales se utilizó un lactodensímetro y una probeta en donde se colocó la leche de cada vaca sin espuma para así medir los parámetros antes mencionados.

9.8. Respuesta a la selección

La respuesta a la selección para cada carácter se realiza a través de la siguiente fórmula:

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

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

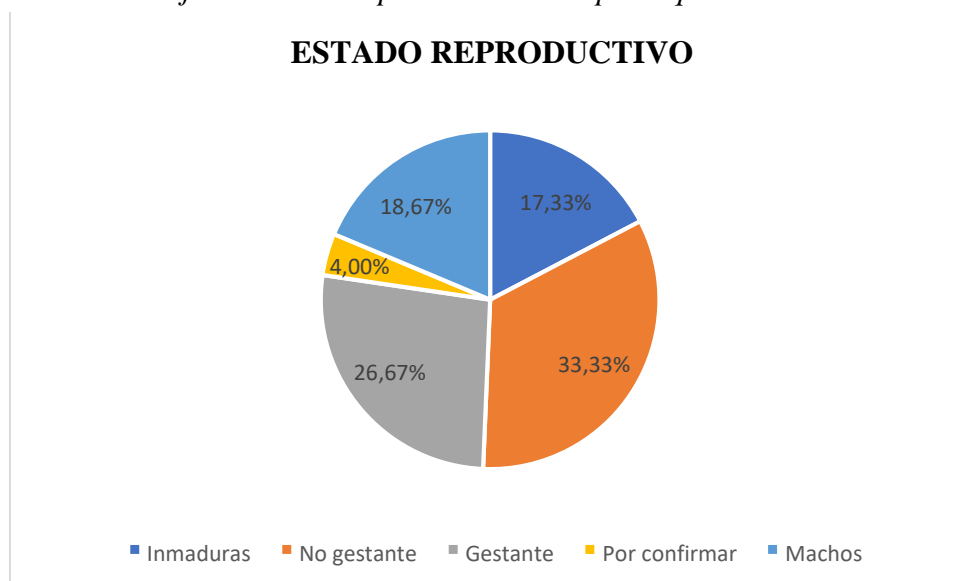
La diferencia del valor genético entre los animales seleccionados con la población media ayuda a representar la mejora genética esperada en la población en relación al carácter seleccionado.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la parroquia de Chantilín se evaluaron 75 animales pertenecientes a 16 productores, el número de animales analizados varió según el fenotipo considerado. Para el parámetro de ganancia diaria de peso (GDP), se recopilaron y analizaron datos de los 75 animales. En cambio, los análisis relacionados con densidad y producción láctea se realizaron únicamente en 18 vacas en periodo de lactancia, la recolección de información se llevó a cabo entre los meses de octubre noviembre y diciembre, y posteriormente los datos fueron procesados utilizando el método BLUP.

10.1. Estado Reproductivo

Gráfico 2. Porcentaje del estado reproductivo en la parroquia Chantilín



Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

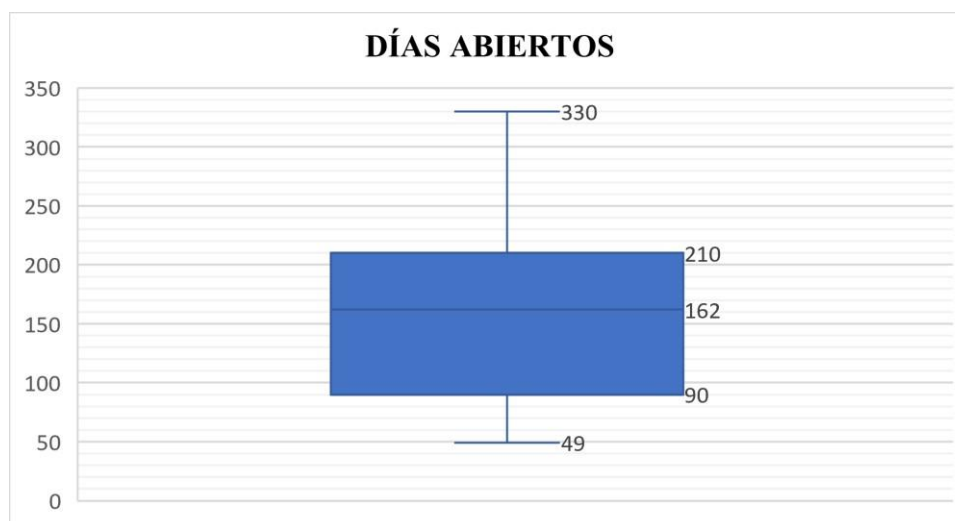
La gráfica 2 se evidencia la distribución del estado reproductivo de 75 bovinos pertenecientes al programa UTCgen de la parroquia Chantilín. Dónde el 17,33% (13 terneras) no llegan a la edad ni peso óptimo, para alcanzar la madurez sexual. El 33,33% (25 vaconas-vacas) se encuentran no gestantes por distintos factores. Dentro de la parroquia los propietarios no mantienen un manejo sanitario óptimo como; calendario de vacunación contra enfermedades reproductivas, vitaminización y desparasitación, lo que aumenta el porcentaje de no gestantes (60). Además, otro factor importante que se evidencia en la parroquia es la alimentación ineficiente, basada en forrajes de baja calidad nutricional como; Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), cabuya (*Furcraea cabuya*) y hoja

de maíz seca. Estos alimentos al aportar bajos niveles de energía, proteína y minerales esenciales, no satisfacen los requerimientos nutricionales del ganado bovino, afectando la condición corporal, la función reproductiva y la salud general. Esta deficiencia nutricional incrementa el porcentaje de animales no gestantes (61). Además, Donna M. et al. (2024) corrobora lo descrito mencionando que el desempeño reproductivo se ve influenciado por factores como la genética, la fisiología asociada al manejo reproductivo, el bienestar general del animal y su alimentación (62). En etapa de gestación el 26,67% y el 4% por confirmar preñez. Finalmente, con 14 machos que representa el 18,67% entre toretes y terneros.

10.1.1. Días Abiertos

En las producciones lecheras los días abiertos llegan a ser importantes, ya que estos influyen de manera considerable en la rentabilidad de los productores, ya que las vacas productoras de leche necesitan parir regularmente para mantener su producción lechera, un intervalo de días abiertos óptimo es de 90 días ya que gracias a esto podemos asegurar una lactancia constante y maximiza la producción del animal (63).

Gráfico 3. *Días abiertos*



Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

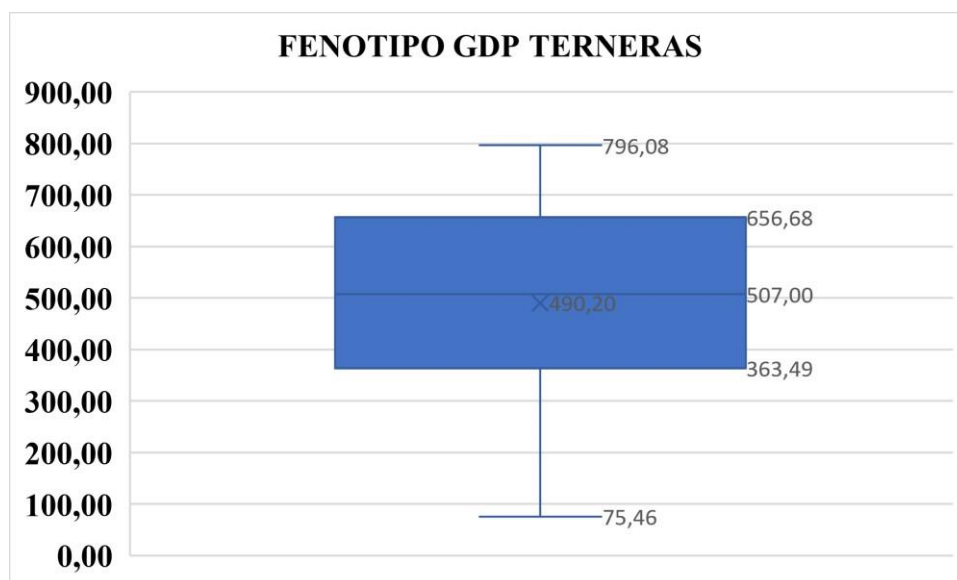
En base al gráfico 3 se evidencia que el promedio de días abiertos es de 162, superando el rango ideal establecido. Según López-Gatius (2003), menciona que el intervalo ideal debe estar entre el rango 85 y 110 días (64). Existen distintos factores que afectan este parámetro como; enfermedades reproductivas, mala detección del celo, estrés térmico y toros con baja fertilidad, prolongan el intervalo entre parto y concepción. La alimentación también afecta este parámetro, debido a la ubicación cercana de la parroquia a Provefrut, falta de forrajes y bajo precio los productores compran brócoli, para alimentar a los

animales. El brócoli posee compuestos goitrógenos (glucosinolatos), que al ser consumido y metabolizados inhiben la absorción de yodo por la glándula tiroidea. La deficiencia de yodo puede generar hipotiroidismo, que afectando la producción de hormonas tiroideas T3 y T4 involucrado en el metabolismo y funcionamiento reproductivo como de desarrollo. En bovinos esta alteración hormonal puede provocar infertilidad, anestro, retardo en el desarrollo sexual y reducción en la tasa de concepción, afectando la eficiencia reproductiva del hato (65). Para mejorar este parámetro suministrar sales minerales balanceadas que contengan yodato de calcio o yoduro de potasio, además, suministrar menor cantidad de brócoli, realizar una alimentación más variada y tener registros de la presentación de celos.

10.2. Ganancia diaria de peso en terneras y terneros

Según estudios realizados los terneros y terneras pueden obtener ganancias de peso diarias en un rango de 700 a 1300 gr/día (66). Es importante mencionar que no podemos comparar a las terneras y a los terneros ya que los machos tienden por fisiología a tener una ganancia de peso más rápida ya que estos están destinados a ganar mayor masa muscular y una tasa de crecimiento más alta.

Gráfico 4. Fenotipo de ganancia diaria de peso en terneras (GDP)



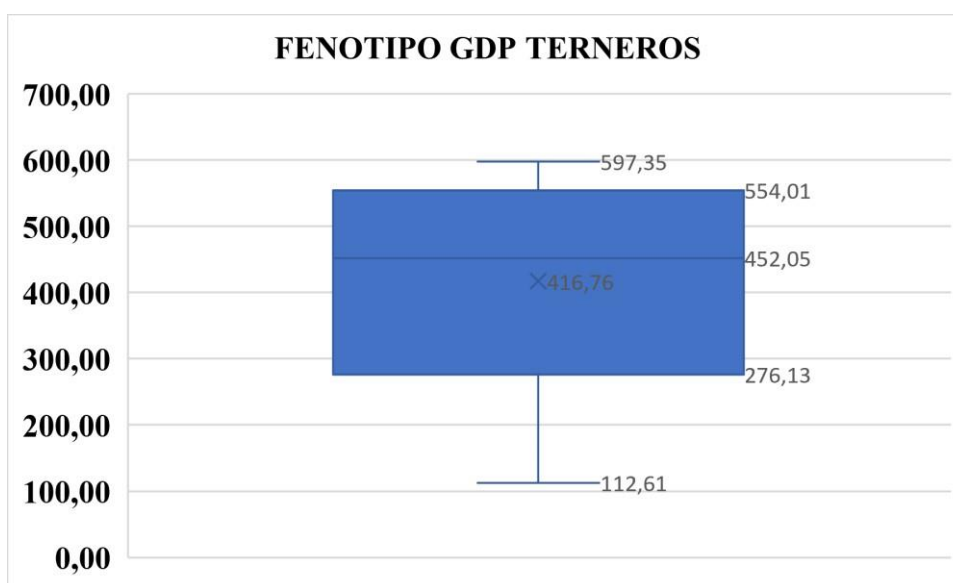
Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

Según Martínez et al. (2012), las ganancias de peso en sistemas de pastoreo pueden variar ampliamente entre 400 y 600 g/día dependiendo del aporte nutricional, manejo y condiciones ambientales (67). Se evaluaron 13 terneras pertenecientes a productores asociados al programa de mejora genética de la parroquia, registrando una ganancia diaria

de peso con un promedio de 490,20 g/día. Uno de los problemas de los productores es el área reducida que poseen, para el pastoreo de los animales, dónde se estima 6 animales por hectárea, esto sumando que la mayor parte del área destinado al pastoreo pertenece al ejido comunitario, el cual posee en su gran mayoría Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y totora. Esto sumado a las sequías pueden afectar de manera significativa el desempeño productivo de bovinos jóvenes, reduciendo su eficiencia de conversión, sin embargo, un monitoreo constante puede mitigar estas consecuencias (68).

Por otra parte, Pérez-Hernández et al. (2015) concuerda con lo descrito que la estabilidad del crecimiento en bovinos jóvenes está altamente influenciada por la adaptación al ambiente, adecuada selección genética y la alimentación, aspectos que podrían estar siendo fortalecidos gracias al programa de mejora genética implementado (69).

Gráfico 5. Fenotipo para ganancia diaria de peso en terneros



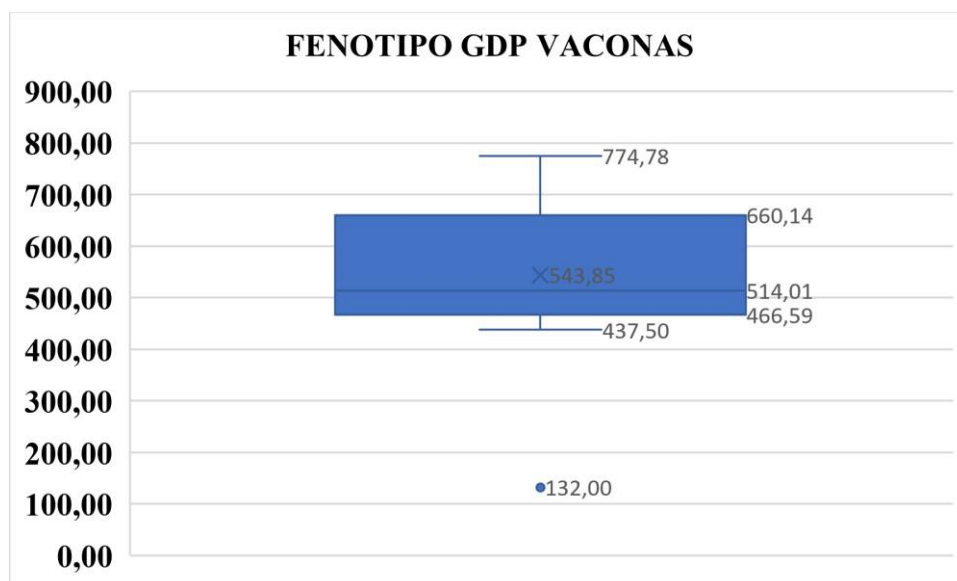
Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

Se evaluó 9 terneros, con una ganancia diaria de peso promedio de 416,76 g/día, en comparación con las terneras existe una disminución en la GDP que es (490,20 g/día), que previamente ya fue analizada. Esta diferencia puede atribuirse principalmente al manejo, cuidado y alimentación de terneros, los productores desde el momento en que nacen los terneros suministran apenas 2 litros/día, dividido en dos tomas. Lo recomendado es mínimo 4 litros/día, esto afecta negativamente en la GDP, por ende, retarda el desarrollo de los terneros en las etapas tempranas de vida (70). De igual manera Sánchez T, et al. (2016), recalca esta información mencionando que en programas de mejoramiento genético las hembras reciben mejor atención tanto, sanitaria como

alimentación, debido a su valor reproductivo dentro de los programas de mejoramiento genético (71).

10.3. Ganancia diaria de peso en vaconas

Gráfico 6. Fenotipo para ganancia diaria de peso en vaconas



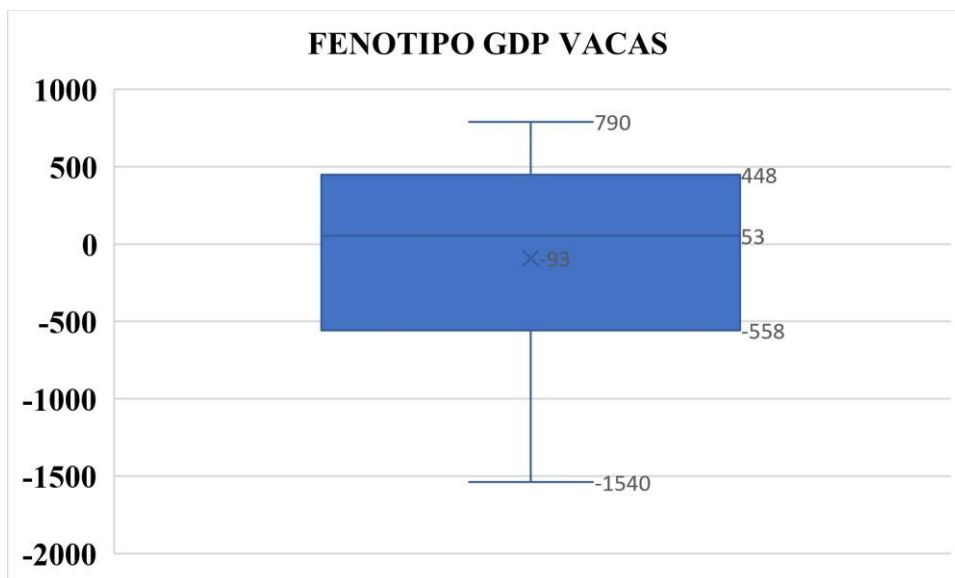
Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

En la parroquia de Chantilín, las vaconas presentaron una ganancia diaria de peso promedio de 543,85 g/día, valor que, si bien se aproxima a los rangos recomendados, es considerado ligeramente bajo para esta categoría animal. Esta situación está relacionada con la parte sanitaria, puesto que los productores no cuentan con un área adecuada para el pastoreo. El pastoreo lo realizan en el ejido comunitario ubicado a riberas del río pumancuchi, un particular es la existencia de garrapatas, puesto que los animales pastoreados en esta área presentaron garrapatas (*Rhipicephalus microplus*). Este ectoparásito reduce la GDP, causa anemia, estrés y disminución de consumo de alimento. Además, transmite hemoparásitos como *Babesia* y *Anaplasma*, lo que retrasa la pubertad y degrada el desarrollo reproductivo, comprometiendo la eficiencia del hato (72).

Para mejorar esta situación se debe establecer calendarios de desparasitación cada 3 o 4 meses, evitando la infestación por este ectoparásito. Permitiendo mejor la salud en general de los animales, por ende, mejor GDPS. Para alcanzar lo descrito por Juárez-Lagunes et al. (2013), donde las vaconas deben mantener ganancias superiores a 600 g/día para alcanzar un crecimiento adecuado, que les permita llegar a su primer servicio entre los 15 y 18 meses de edad, lo cual mejora su eficiencia reproductiva y productiva a largo plazo (72).

10.4. Ganancia diaria de peso en vacas

Gráfico 7. Fenotipo ganancia diaria de peso en vacas



Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

Como se muestra en el gráfico 7, la ganancia diaria de peso en vacas tiene como promedio -93 g/día, lo que indica que los animales evaluados están perdiendo peso, una señal clara de desequilibrio en el sistema de producción. Aunque algunos individuos alcanzan ganancias superiores a 500 g/día, estos datos son opacados por la presencia de animales que pierden menos de 1000 g/día, generando una alta variación dentro del grupo.

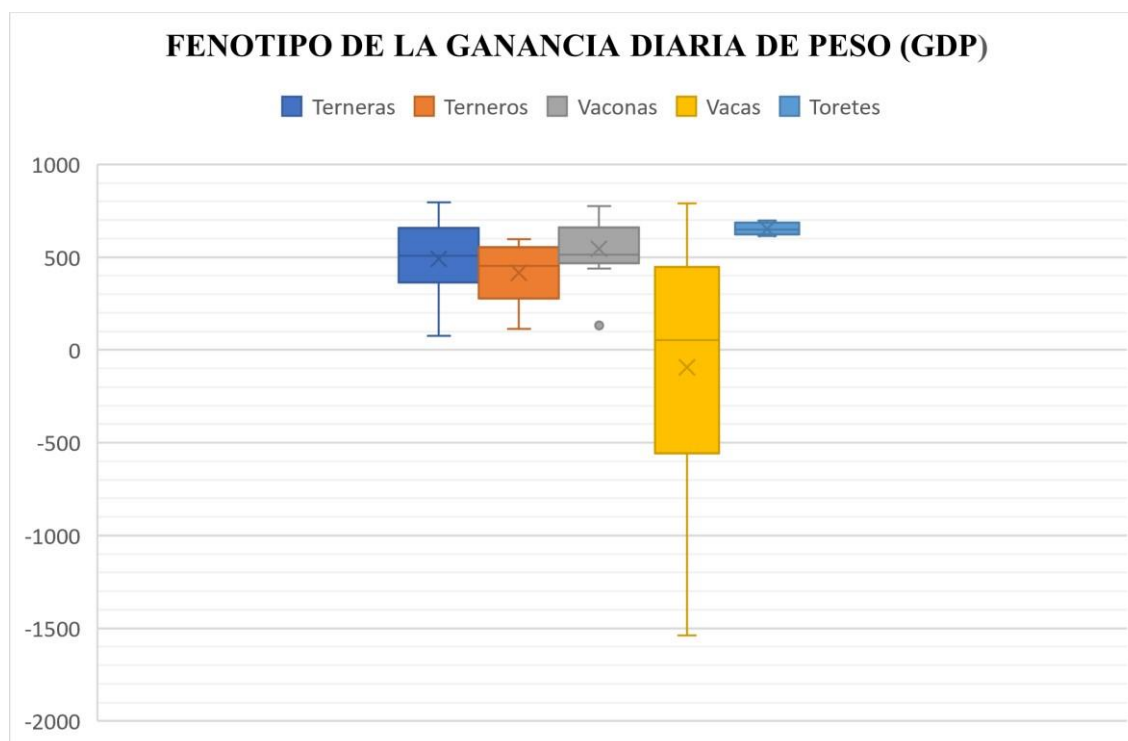
Este resultado se debe, a que las vacas en periodo de lactación tienen altos requerimientos energéticos y nutricionales, la alimentación administrada es; Kikuyo, hoja de maíz seca, cabuyo, brócoli, rechazo etc, son alimentos de bajo porcentaje nutricional, al no cubrir con la demanda energética y nutricional las vacas utilizan reservas corporales, provocando una reducción de peso elevado (74).

De igual manera la carga animal por hectárea estimado de la parroquia es 6 animales/hectárea, sumado una escasa mezcla forrajera y la presencia de ectoparásitos repercute directamente en la salud en general del animal, por ende, la pérdida de peso en bovinos, afectando de manera directa la productividad y rentabilidad de los productores de Chantilín (75).

10.5. Fenotipo de la ganancia diaria de peso (GDP) en las diferentes categorías

Esta característica nos ayuda a determinar la cantidad de gramos que gana o pierde un animal cabe recalcar que para estimar el valor genético de los animales se trabajó con una población de 75 animales divididos en las siguientes categorías: vacas, vaconas, terneros, ternaras y toretes.

Gráfico 8. Fenotipo de la ganancia diaria de peso (GDP) en las diferentes categorías



Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

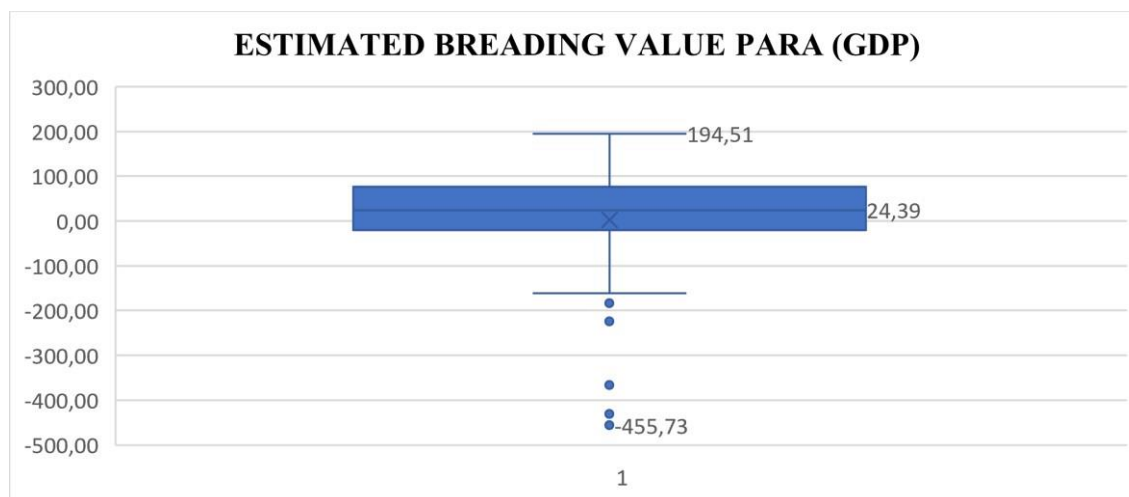
El análisis del gráfico 8 representa el fenotipo, el cual muestra una variabilidad marcada entre categorías. En la categoría de vacas, el mayor fenotipo lo tiene Canela 790.32, gr mientras que el menor lo tiene Blanca -1539.87 gr. Esto indica una gran variabilidad fenotípica dentro de esta categoría, lo que sugiere que factores ambientales pueden estar influyendo significativamente en la expresión fenotípica. En la categoría de vaconas, Marcia 774.78 gr tiene el fenotipo más alto, mientras que Muñecasa 132.00 gr tiene el más bajo, lo que sugiere que, a diferencia de las vacas, la variabilidad en las vaconas es menor. En la categoría de terneras, Zaida 796.08 gr lidera en fenotipo, mientras que Sol 75.46 gr es la de menor desarrollo fenotípico, lo que resalta diferencias significativas entre animales jóvenes. En la categoría de terneros, Julian 597.35 gr es el mejor fenotípicamente, mientras que Martin 112.61 gr tiene el menor fenotipo y en la categoría de toretes Negro 697.58 gr es fenotípicamente mejor individuo, por lo contrario, Dibu 614.06 gr, tiene menor fenotipo, en esta categoría no existe una variabilidad tan marcada como en las otras categorías, debido a que esta categoría los productores destinan a

producción de carne. Cabe mencionar que dado la variabilidad en las categorías refuerza la importancia de no seleccionar solo por fenotipo.

Gracias a los registros y datos obtenidos sobre los animales de la parroquia de Chantilín el promedio de fenotipo en ganancia diaria de peso entre las 5 categorías es 254,26 gr/día, debido a la sobrecarga de animales por hectárea, sumado a la escasa o nula mezcla forrajera que existe, incluso la presencia de garrapatas, estos factores influyen negativamente en la GDP reduciendo la productividad de los productores (68). Además, en los últimos meses la sequía se ha tomado el protagonismo, afectando los pastos por falta de la lluvia, ocasionando que la mayoría de productores adquieran suplementos alimenticios lo cual lleva a aumentar su costo de producción disminuyendo su rentabilidad y sustentabilidad.

10.6. Valor estimado de cría (EBV) para ganancia de peso diario (GDP)

Gráfico 9. EBV para ganancia diaria de peso (GDP)



Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

El análisis del gráfico 8 basada en EBV muestra una que la categoría de toretes, Domingo 194,51 gr tiene el mayor EBV, lo que confirma que es la mejor opción genética, mientras que la vaca negrita con -455,73 gr se señala como el peor EBV, lo que la hace un animal no recomendable para selección genética. Así mismo en toretes, Robot con 148,75 gr tiene un mejor EBV. En vaconas, Marcia 147,74 gr tiene el mejor EBV, sugiere ser la mejor opción en esta categoría para la selección genética y su posterior reproducción. En terneros, Toño 127,90 gr posee el mejor EBV. Esto demuestra que la selección por EBV y fenotipo pueden ser divergentes, puesto que un buen fenotipo no es indicativo para un potencial genético.

Tabla 3. Mejores animales con EVB

ID ANIMAL	CATEGORIA	PHENOTYPE	EVB	ACCURACY	RS (GDP)
Domingo	Torete	672,81	194,51	0,40	448,77
Chillona	Vaca	448,73	162,50	0,41	416,76
Robot	Torete	631,34	148,75	0,46	403,01
Marcia	Vacona	774,78	147,74	0,48	402,00
Toño	Ternero	536,87	127,90	0,42	382,16

Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

El aumento de peso en toretes y vacas está estrechamente vinculado con su desarrollo físico. Se ha identificado que los factores principales que lo afectan son: una genética inadecuada, una alimentación insuficiente, la presencia de enfermedades y parásitos, las prácticas de manejo y el estado fisiológico del animal. Como lo corrobora Iraria et al (2021). El aumento adecuado de peso no depende únicamente de una buena alimentación, sino también de factores como el manejo sanitario y las condiciones ambientales, que garantizan el bienestar del animal. (76). De igual forma Vasquez et al (2019). Menciona el ritmo de crecimiento durante los primeros meses de vida está estrechamente vinculado al tipo de alimentación utilizada y a la capacidad que se desarrolla desde temprana edad para digerir el complejo lignocelulósico presente en los pastos y forrajes de la dieta. Un manejo adecuado de estos factores en animales en crecimiento permitirá incorporar a las hembras bovinas al ciclo reproductivo a una edad más temprana, con un desarrollo corporal óptimo en términos de peso, tamaño y conformación. Esto facilitará alcanzar el objetivo de lograr un ternero por vaca al año y al mismo tiempo, prolongar la vida productiva de la hembra (77).

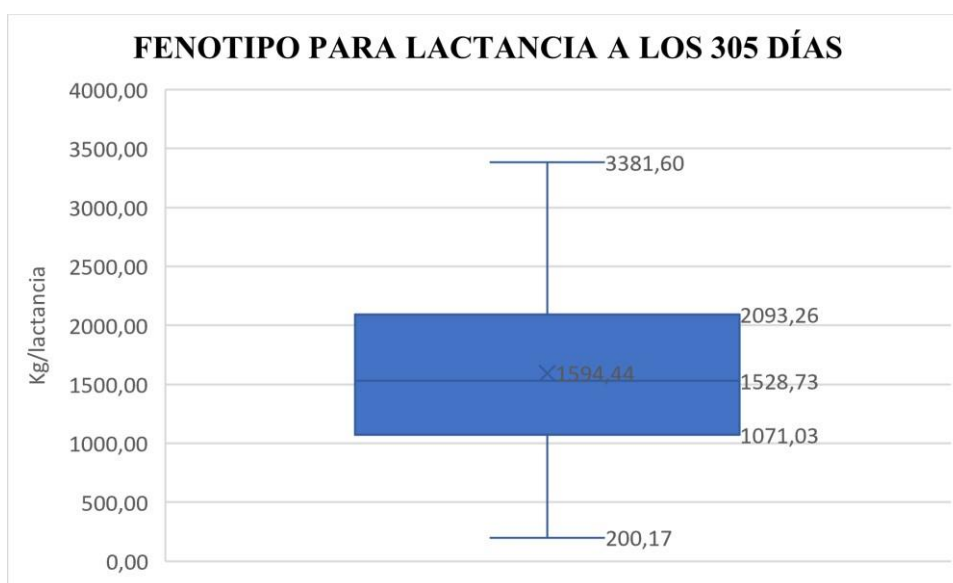
Por otra parte, Hidalgo G. y Vera J. (2020), menciona que la llegada a la pubertad no está definida por un peso específico, sino por un conjunto de condiciones fisiológicas asociadas a un determinado peso corporal. En el caso de vaquillonas mestizas, se recomienda que el primer servicio ocurra al alcanzar un peso ideal de 340 kg. Por otro lado, investigaciones realizadas en EE. UU. con vaquillonas Holstein mostraron que la edad promedio ideal para el primer parto fue de 26.6 meses, lo que indica que el primer servicio se realizó alrededor de los 17.6 meses de edad. (78).

Por ende, al observar estos datos se puede evidenciar que no es rentable, dado que la GDP ideal bordea 700 a 900 g/día (79). Esto permite tener un impacto positivo y tener mayor rentabilidad dentro de las producciones lecheras.

10.7. Fenotipo para lactancia a los 305 días

La producción de leche ajustada para 305 días o mejor conocida como lactancia, es un aspecto vital, puesto que ayuda a evaluar la producción, eficiencia y rentabilidad de los hatos productores de leche, por tal motivo en la parroquia Chantilín se trabajó con una población de 18 vacas productoras de leche, por medio de registros y los cálculos correspondientes se obtuvo el fenotipo para lactancia a los 305 días, dando como resultado una producción promedio de 1594,44 litros por lactancia en la parroquia.

Gráfico 10. Fenotipo para lactancia a los 305 días



Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

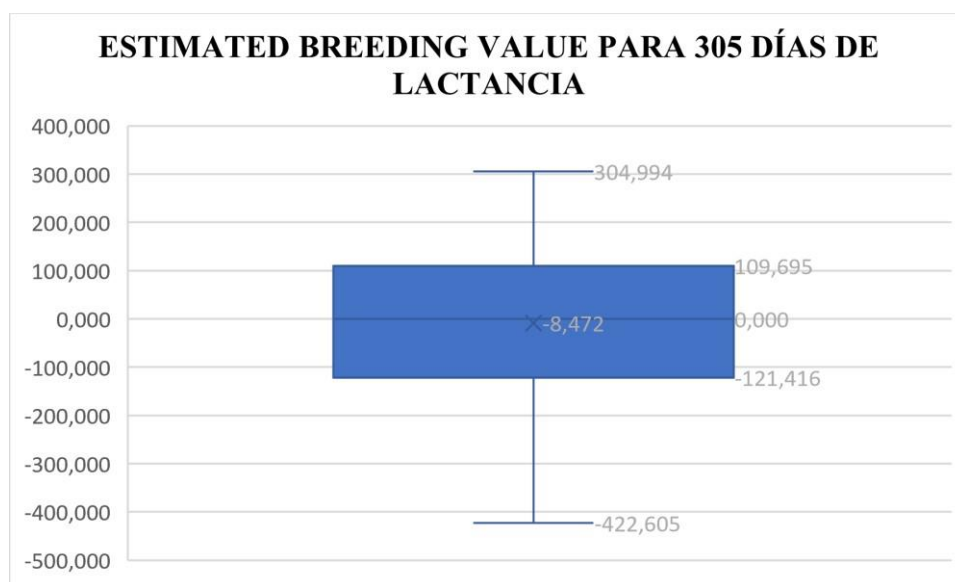
Al observar el gráfico 10 se puede evidenciar que la mejor vaca fenotípicamente para lactancia a los 305 días es la vaca de nombre Sofía con 3381,60 kg/lactancia. Esto sugiere que en base al fenotipo es la mejor opción genéticamente para la producción lechera. Por lo contrario, la vaca de nombre Esperanza con 200,17 kg/lactancia es la peor opción genéticamente. Por otra parte, se observa que la parroquia de Chantilín tiene una producción en promedio de 1594,39 litros ajustado a 305 días, este valor está por debajo del estudio realizado en Riobamba en 88 animales raza Holstein mestizas donde se obtuvo como resultado un promedio de 3224,30 litros/lactancia (80).

La mejor vaca fenotípicamente es Sofía con 3381,60 kg/lactancia ajustado em 305 días perteneciente a la señora América Sivinta, un aspecto relevante es que la propietaria posee 2800 metros de forraje propio. Este forraje está compuesto por ryegrass, alfalfa, llantén y mínima parte de kikuyo, por lo que ofrece un equilibrio nutricional ideal para sus vacas en producción de leche. El ryegrass proporciona alta digestibilidad y aporte energético

constante, la alfalfa aporta proteína de calidad, el llantén mejora la palatabilidad, minerales y fibra digestible, y el kikuyo contribuye volumen estructural. En conjunto, esta mezcla facilita alta producción de leche, salud ruminal y eficiencia productiva. (81). Por otra parte, la vaca Esperanza con 200,17 kg/lactancia perteneciente a la señora Carolina Yugcha no posee un forraje propio, realizando el pastoreo en el ejido comunitario justificando la baja producción. Por ello, la producción de una mezcla forraje contribuye a una producción eficiente.

10.8. Proyección del valor de estima de cría para lactancia a los 305 días

Gráfico 11. *Estimated Breeding Value para 305 días de lactancia*



Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

El gráfico 11, muestra la distribución de los valores de cría estimados para la producción de leche a 305 días, con un rango que oscila aproximadamente entre 304,99 litros /lactancia de Sofía, mostrando que es el animal con el más alto valor, tanto fenotípico como genotípico (EVB), sugiriendo la mejor opción para su reproducción. Por otra parte, con -422,60 litros /lactancia de Lucia, lo que evidencia la variabilidad en el potencial genético dentro de la población evaluada y siendo evidente para descarte.

La incorporación de valores fenotípicos y genéticos en programas de mejoramiento genético en bovino es esencial obteniendo mejores resultados en Chantilín. Los rasgos observables (fenotipos) permiten evaluar el desempeño real en producción, mientras que los valores genéticos estiman el potencial hereditario (EBV). Su integración conjunta mejora la selección, aumenta la precisión, acelera el progreso genético y favorece la sostenibilidad del hatu (80).

Por otra parte, Alban et al. (2024) agrega que la variabilidad de la producción lechera está dada por rendimiento reproductivo, ya que un intervalo más largo entre partos y concepción provoca una subida en los días hasta que la vaca puede ser ordeñada, las variaciones entre razas, la paridad, los días en leche, los trastornos metabólicos posparto, el manejo del ordeño y la nutrición (82).

Tabla 4. *Mejores animales respecto al EBV en 305 días de lactancia*

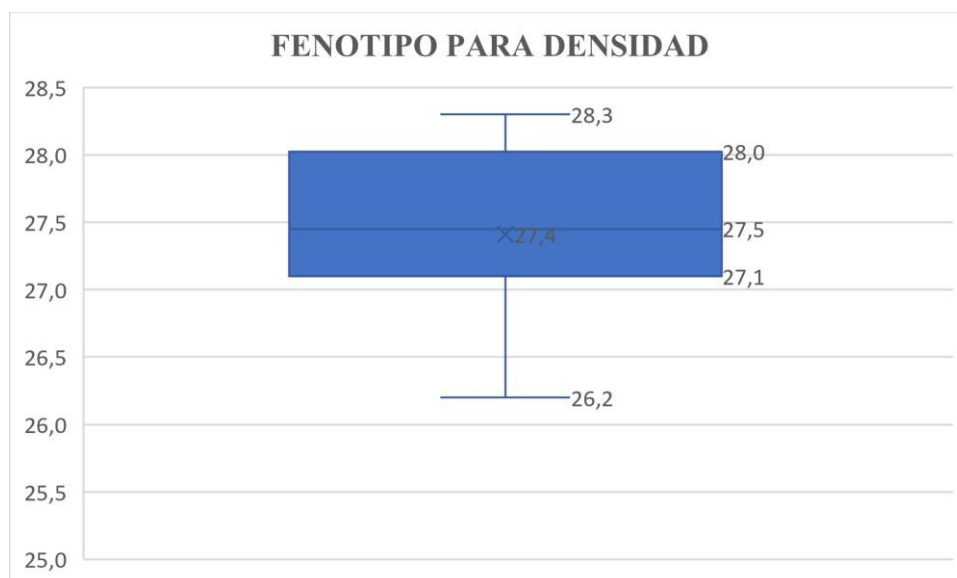
ID	PROPIETARIO	PHENOTYPE	EBV (LACTANCIA)	ACCURACY	RS (LACTANCIA)
Sofia	América Sivinta	3381,60	304,99	0,40	1899,43
Eli	José iza	3026,13	246,12	0,44	1840,56
Lucia	José iza	2644,01	150,59	0,44	1745,03
Olvido	María Guanoluisa	1782,00	135,52	0,40	1729,96
Fernanda	Fany Pallares	2004,17	101,09	0,35	1695,53

Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

En el análisis de la tabla 5, se evaluaron 18 vacas y fueron seleccionadas cinco que son de mayor EBV, para la producción de leche ajustada a 305 días. Según los datos se observa que Sofía presenta la mayor producción en función del fenotipo con 3381,60 litros /lactancia y el EBV más alto de 304,99 litros /lactancia, lo que sugiere un alto potencial genético para la producción lechera. Además, se evidencia que Olvido es inferior fenotípicamente con 1782,00 litros /lactancia, a comparación de Fernanda con el fenotipo de 2004,17, litros /lactancia, pero por el contrario Olvido posee un mayor valor estimado de cría (EBV) con 135,52, litros /lactancia, en comparación con Fernanda que su valor estimado de cría es inferior con 101,09, litros /lactancia. Esto sugiere que existe una variabilidad de valores, tanto en fenotipo como genotipo y que la selección en programas de mejoramiento genético no solo debe ir en función de genotipo si no también en el genotipo, para tener mejor respuesta a la selección y tener un mayor potencial lechero en los animales.

10.9. Fenotipo para la densidad de la leche

De los principales caracteres más importantes que se desean transmitir en los bovinos es su producción y calidad la leche, este carácter tiene una heredabilidad sumamente baja ya que su porcentaje de transmisibilidad es 25%, aquí influye mucho el factor ambiental, nutricional, producción y reproductivo (83).

Gráfico 12. *Fenotipo para densidad*

Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

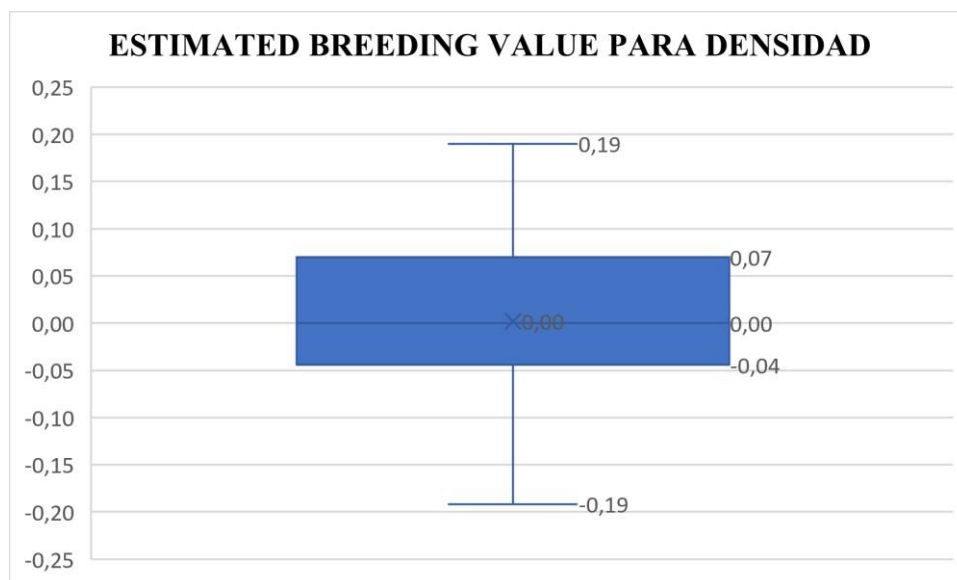
En base al gráfico 12, se muestra que la mejor vaca es Esperanza perteneciente a la señora Carolina Yugcha la cual tiene una densidad de 28,3 g/ml, esto sugiere que es la mejor opción para la selección genética. Por otro lado, la vaca Llumiquinga perteneciente a la señora María Guanoluisa con una densidad de 26,2 g/ml es la más baja dentro de los animales evaluados, por ende, no es opción para ser seleccionada dentro del programa de mejoramiento genético. Además, Se constata que la media para fenotipo de densidad de la leche es 27,4 g/ml. La media obtenida esta ligeramente por debajo de los parámetros normales los cuales van de 28 a 32 g/ml (84).

La densidad de la leche en los productores de Chantilín se mantiene relativamente estable incluso cuando la alimentación es deficiente, puesto que la vaca moviliza reservas corporales, para conservar la proporción de sólidos totales (proteína, lactosa, minerales) frente al contenido de agua. Esto protege la calidad composicional, aunque la producción total caiga, justificando el promedio obtenido (85).

De igual manera otro factor, que permite mantener la densidad por los rangos casi normales en Chantilín es la raza de animales que se maneja (Criolla, Jersey, Holstein y F1), cada raza contiene una composición láctea característica acorde a la raza, con respecto a grasa, proteína, lactosa y minerales (86).

10.10. Proyección del valor de estima de cría para la densidad de leche

Gráfico 13. *Estimated Breeding Value para densidad*



Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

En el gráfico 12, se observa que el valor más alto es de 0,19, el cual corresponde a la vaca Flora, propiedad del señor José Iza. Este resultado indica que Flora tiene el mejor potencial genético en cuanto al rasgo de densidad entre los animales evaluados. Por otro lado, el valor más bajo registrado en el gráfico es de -0,19, correspondiente a la vaca Llumiquinga, perteneciente a la señora María Guanoluisa. Este valor indica que dicha vaca tiene el menor potencial genético para densidad dentro del grupo analizado.

Tabla 5. *Mejores animales con mayor EBV*

ID	PROPIETARIO	PHENOTYPE	EBV (DENSIDAD)	ACCURACY	RS (DENSIDAD)
Flora	José Iza	27,3	0,19	0,19	27,60
Fernanda	Fany Pallares	27,7	0,16	0,16	27,57
	María Guanoluisa				
Olvido		27,7	0,13	0,13	27,54
Jersey	América Sivinta	28,2	0, ¹	0,10	27,52

¹ .11. Costos de producción de leche

La parroquia de Chantilín cuenta con 16 productores en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos UTCgen, sin embargo, no todos tienen animales en

María

Salcedeña	Guanoluisa	27,2	0,06	0,06	27,47
-----------	------------	------	------	------	-------

Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

En la tabla 8, se observa a los cinco mejores animales con el mayor valor de cría estimado (EBV), la vaca de nombre Flora perteneciente al sr José Iza lidera la tabla con un (EVB) de 0,19 g/ml, seguido de la vaca Fernanda perteneciente a la señora Fany Pallares con un (EVB) de 0,19 g/ml, lo que muestra que poseen el mayor mérito genético. Además, en función del accuracy tanto las vacas Flora y Fernanda poseen valores más elevados (0,19 -0,16) respectivamente, lo que indica mayor confiabilidad en las estimaciones. Sin embargo, se evidencia también que el fenotipo no es determinante para la selección, puesto que Jersey tiene el fenotipo más alto (28,2) dentro de la población evaluada, sin embargo, su (EVB) 0,10 es menor en comparación con el (EVB) de la vaca Flora que es mayor (0,19), lo que demuestra una vez más que para la selección genética es más importante el accuracy ya que es factor esencial, puesto que mide la confiabilidad del (EBV) de los animales, un valor más alto indica que el EBV es más estable y menos propenso a cambios.

Tabla 6. *Costo de producción de la parroquia de Chantilín*

<i>PROPIETARIO</i>	<i>VENTA 1 LT</i>	<i>LITROS DIA</i>	<i>LITROS MES</i>	<i>GASTOS MES</i>	<i>COSTO 1 LT</i>	<i>INGRESO LECHE</i>	<i>BENEFICIO</i>
Darwin Mendoza	0,37	20	600	301	0,50	222,00	-79,00
América Sivinta	0,36	42	1260	101	0,08	453,60	352,60
María Flor	0,37	4	120	70	0,58	44,40	-25,60
María Guanoluisa	0,36	22	660	110,5	0,17	237,60	127,10
Fany Pallares	0,36	16	480	131	0,27	172,80	41,80
José Iza	0,34	22	660	150	0,23	224,40	74,40

producción de leche por distintos factores. Tener conocimiento del costo de producir un litro de leche es vital para asegurar la rentabilidad de los pequeños, medianos y grandes productores de leche. Permite implantar precios de venta idóneos, evitar pérdidas y tomar decisiones informadas más ya no de forma empírica sobre inversión, producción y manejo de recursos, Además, permite que los productores de la parroquia identifiquen áreas donde se pueden evitar gastos y mejorar la eficiencia. Es decir, conocer este costo garantiza una gestión más eficiente y sostenible de la actividad lechera dentro de la parroquia Chantilín, protegiendo la viabilidad económica del productor a corto y largo plazo (87).

Blanca Maigua	0,38	6	180	72	0,40	68,40	-3,60
Carolina Yugcha	0,38	6	180	135	0,75	68,40	-66,60
Mirian							
Llumiqiga	0,38	6	180	<u>52,5</u>	0,29	68,40	15,90
TOTAL	3,30	144	4320	1123,00	3,27	1560	437
PROMEDIO	0,37	16	480	124,78	0,36	173,33	48,56

Fuente: Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín

El análisis de costo de producción de la tabla 7, es un factor determinante en la producción lechera. Los datos recopilados evidencian una variabilidad entre los beneficios y costos de producción en cada productor, permitiendo analizar y mejorar las áreas que se puede mejorar con respecto a la gestión económica de los pequeños y medianos productores. Según Fernández et al. (2020) menciona que la optimización de la alimentación y el manejo sanitario son factores claves para maximizar la producción lechera y reducir los costos operativos (88).

En el estudio, los gastos mensuales más elevados son por compra de alimento (plátano, balanceado, sales minerales, brócoli, hoja de maíz, avena, etc.), sanidad (desparasitación, vitaminas, vacuna, etc.), arriendo de potreros y manejo inadecuado de los animales. Todos estos factores elevan el precio de producir un litro de leche (89).

En el estudio, el productor con mayor rentabilidad es América Sivinta, con un beneficio de \$352,60, mientras que otros productores, como Darwin Mendoza y Carolina Yugcha, presentaron pérdidas de hasta \$79,00 y \$66,00, respectivamente. Por ello, el resultado obtenido resalta la necesidad de optimizar los costos operativos, para mejorar en la eficiencia productiva (90).

A partir del análisis realizado, se estimó que el peso económico del índice de selección refleja un impacto directo en la rentabilidad del sistema productivo. El carácter con mayor peso económico fue la ganancia diaria de peso (GDP), ya que su mejora genética permitió proyectar un aumento del precio del litro de leche desde \$0,37 a \$0,60 en un escenario de tres generaciones. Esto demuestra que la selección de animales con alto mérito genético en GDP tiene un efecto económico real y significativo, validando el índice de selección como una herramienta útil para mejorar la rentabilidad de los productores de la parroquia Chantilín.

10.12. Escenarios económicos

Tabla 7. Simulación de escenarios económicos

MEDIA FENOTIPO	PRECIO VENTA 1 LT/LECHE	DEEBV (GDP)	RS (GDP) 3 GENERACIONES	VALOR ESTIMADO
254,26	0,37	194,51	837,79	0,60

Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

Con una media de fenotipo GDP de 0,254kg, las terneras llegan al primer parto con una edad de 3.28 años, lo cual evidencia la pérdida de una lactancia por ternera, puesto que lo ideal es llegar al primer parto con dos años. Por ende, afecta la productividad del hato.

$$300\text{kg}/0,254\text{ kg} = 1181\text{ días} / 360\text{días} = 3.28\text{ años}$$

Se estima alcanzar una media para GDP de 0,508kg, para llegar al primer parto con una edad de 2,07 años, obteniendo una lactancia más, reduciendo los costos por alimentación, ya que, el mayor % de gasto es por alimentación.

$$380\text{kg}/0,508\text{ kg} = 748\text{ días} / 360\text{ días} = 2.07\text{ años}$$

El benéfico por lactancia/305 días, con media fenotipo 1500 litros/lactancia, tomando como referencia a la señora América Sivinta, el costo de producción por litro de leche es \$0,08 ctvs., el precio de venta por litro es \$0,36 ctvs., la diferencia \$0,28 ctvs.,

Benéfico: 1500 litros/lactancia * 28 centavos = 420 dólares (Individuo).

Multiplicado por las terneras y vaconas del proyecto 29 animales * 420 dólares = 12,180 dólares, este valor económico es significativo en los productores asociados al proyecto UTCgen, permitiendo reducir costos y aumentar los beneficios.

Tabla 8. *Simulación de escenarios económicos*

MEDIA FENOTIPO	PRECIO VENTA 1 LT/LECHE	DE EBV (L)	RS (L) 9 GENERACIONES	VALOR ESTIMADO
1594,39	0,37	304,99	2744,31	0,63

Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

El precio de venta de un litro de leche cruda con una lactancia de 305 días promedio de 1594.39 litros de leche de los productores de la parroquia de Chantilín es de \$0.37, sin embargo, al nosotros buscar la rentabilidad con una lactancia de 4845.68 litros podemos

llegar a obtener un valor estimado por la venta de 1 litro de leche cruda de \$0.63, sin embargo, esto lograríamos alcanzar en las siguientes 9 generaciones.

Tabla 9. *Simulación de escenarios económicos*

MEDIA FENOTIPO	PRECIO DE VENTA 1 LT/LECHE	EBV (DENSIDAD)	RS (DENSIDAD) 10 GENERACIONES	VALOR ESTIMADO
27,4	0,37	0,19	27,7	0,41

Fuente: *Datos obtenidos de los hatos lecheros de la parroquia Chantilín*

El precio de venta de un litro de leche cruda con una densidad del 27,4 g/ml de los productores de la parroquia de Chantilín es de \$0.37, sin embargo, al nosotros buscar la rentabilidad con una densidad mayor a 27 g/ml podemos llegar a obtener un valor estimado por la venta de 1 litro de leche cruda de \$0.41, sin embargo, esto lograríamos alcanzar en las siguientes 10 generaciones cabe recalcar que al ser un parámetro con un mínimo de heredabilidad podemos alcanzar y sobrepasar antes de llegar a las generaciones mencionadas.

11. IMPACTO TÉCNICO, AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL

PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENETICO EN BOVINOS DE LECHE

11.1. Impacto Técnico

Esta actividad se ve reflejada en la optimización de los registros productivos y reproductivos del ganado, ya que estos permiten evaluar aspectos como la producción y calidad de la leche, la ganancia de peso diario, así como la planificación de partos y ciclos de celo. Además, facilitan el mantenimiento de un historial clínico detallado de cada animal, registrando todas las enfermedades o condiciones médicas que haya presentado a lo largo de su vida.

11.2. Impacto Social

El programa de mejora genética UTCgen capacita a los productores lecheros con información actualizada, permitiéndoles enfocarse en el mejoramiento genético mediante la selección de parámetros clave para maximizar el valor genético en aspectos productivos y reproductivos del ganado.

11.3. Impacto Ambiental

Reducir el número de animales de producción para disminuir el nocivo efecto invernadero el cual afecta directamente en la degradación del medio ambiente, esto se logra a través de la obtención de animales con características productivas mayores a las anteriores.

11.4. Impacto Económico

Se busca brindar mayor rentabilidad a los pequeños y medianos productores convirtiendo en un negocio productivo el cual genere ingresos al invertir en costos de producción. Mejorando la calidad de leche, aumentando su producción y disminuyendo sus patologías reproductivas.

12. CONCLUSIONES

La evaluación del valor genético de los fenotipos seleccionados en la parroquia Chantilín, permitió identificar animales con características productivas y reproductivas superiores. Los resultados evidenciaron que existe variaciones genéticas significativas entre los individuos evaluados, lo que demuestra un potencial alto, para la selección y conservación de recursos genéticos adaptados a las condiciones de Chantilín. Esta información es fundamental en los programas de mejoramiento genético sostenibles, para aumentar la productividad, sin comprometer la adaptabilidad de los animales.

El análisis del mejoramiento genético de vacas lecheras, basado en la evaluación fenotípica y la estimación del valor de cría (EBV), demuestra su efectividad como herramienta para aumentar la productividad y rentabilidad en la parroquia, puesto que tiene un alto impacto económico en la rentabilidad y en las producciones lecheras de la parroquia. Mediante este estudio, la vaca Sofía sobresale con una producción de 3381,60 lt/lactancia (FENOTIPO), y un EBV de 304,99 lt/lactancia, mostrando un alto potencial genético para transmitir características superiores a su descendencia. El análisis permitió estimar los pesos económicos de los fenotipos considerados en el programa, destacando que el carácter con mayor impacto económico fue la ganancia diaria de peso. Esta característica mostró un potencial de incremento en el precio por litro de leche de hasta \$0,60 superando considerablemente el valor actual, lo que demuestra que su mejora es prioritaria en los planes de selección genética sostenibles.

A partir del análisis de los diferentes escenarios económicos simulados para los hatos lecheros de la parroquia de Chantilín, se evidencia que es posible mejorar significativamente la rentabilidad de la producción de leche a través de la selección genética y la mejora de parámetros productivos clave como la ganancia diaria de peso

(GDP), la producción láctea por lactancia (L) y la densidad de la leche. Al incrementar la ganancia diaria de peso de 254,26 g/día a más de 508 g/día y 800 g/día en un horizonte de tres generaciones. Se ganará una lactancia por animal con una representación de \$420 demostrando un alto impacto económico con una mejora genética relativamente rápida, Puesto que la alimentación es el mayor costo dentro de la producción lechera de la parroquia.

13. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener y fortalecer el registro de datos fenotípicos como el peso, producción de leche y densidad, así como aplicar herramientas de análisis genético como BLUP de forma continua. Esto permitirá identificar oportunamente a los animales con mejor valor genético y así optimizar las decisiones de selección y reproducción. Además, se sugiere capacitar a los productores en la interpretación básica de estos datos para fomentar su participación activa en el proceso de mejora genética.

Es importante que los productores y técnicos encargados del mejoramiento genético consideren los pesos económicos al momento de establecer sus criterios de selección. Priorizar caracteres con mayor impacto económico, como la ganancia de peso diaria, puede mejorar significativamente los ingresos a futuro. Por ello, se recomienda actualizar periódicamente los pesos económicos para que se mantengan alineados con las condiciones del mercado y con las necesidades del sistema productivo local.

Se recomienda utilizar los escenarios económicos como una herramienta estratégica de planificación para la toma de decisiones reproductivas. Simulaciones como las realizadas en este estudio deben ser aplicadas de forma periódica para evaluar el impacto económico de los planes de mejora genética y orientar los esfuerzos hacia aquellos rasgos que ofrecen mayor retorno. Además, sería conveniente replicar estas simulaciones en otros sectores productivos para validar su efectividad en distintos contextos.

14. BIBLIOGRAFÍAS

1. Flores AA. La producción de leche en el Ecuador [Internet]. EÑENGI. EÑENGI SASBIC; 2023 [citado el 18 de julio de 2025]. Disponible en:
https://enengiedublog.com/la-produccion-de-leche-en-elecuador/?utm_source=chatgpt.com
2. Ecuador CIL. Industria láctea apoya el desarrollo social y económico a escala nacional [Internet]. Centro de la Industria Láctea. Centro de la Industria Láctea; 2021 [citado el 18 de julio de 2025]. Disponible en:
https://www.cilecuador.org/post/industria-l%C3%A1ctea-apoya-desarrollo-social-yecon%C3%B3mico-a-escala-nacional?utm_source=chatgpt.com
3. Productores de Cotopaxi, en alerta por abigeato y bajos precios de la leche [Internet]. Elproductor.com. 2022 [citado el 18 de julio de 2025]. Disponible en:
https://elproductor.com/2022/05/productores-de-cotopaxi-en-alerta-por-abigeatoy-bajos-precios-de-la-leche/?utm_source=chatgpt.com

4. Técnico B. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) [Internet]. Gob.ec. [citado el 19 de julio de 2025]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2024/Boletin_tecnico_ESPAC_2024.pdf?utm_source=chatgpt.com
5. Researchgate.net. [citado el 12 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan-Carulla-372/publication/317017699_Sistemas_de_produccion_lechera_en_Colombia_Retos_y_oportunidades/links/591f4086a6fdcc4443ee17b4/Sistemas-deproduccionlechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades.pdf
6. Revista Gestión. Sector lácteo en Ecuador: una mirada a los desafíos y oportunidades [Internet]. Revistagestion.ec. 2024 [citado el 12 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://revistagestion.ec/analisis-economia-yfinanzas/sector-lacteo-en-ecuador-unamirada-los-desafios-y-oportunidades/>
7. La Hora R. Precio bajo de la leche preocupa a pequeños productores [Internet]. Com.ec. [citado el 19 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/archivo/Precio-bajo-de-la-leche-preocupa-a-pequenos-productores-20180403-0127.html>
8. MAGAP. El sector agropecuario ecuatoriano: análisis histórico y prospectiva a 2025 [Internet]. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2015. 482 p. Disponible en: <http://www2.competencias.gob.ec/wpcontent/uploads/2021/03/02-06PPP2015POLITICA02-1.pdf>
9. Guevara-Freire D, Montero-Recalde M, Valle L, Avilés-Esquivel D. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. Rev Investigag Vet Perú [Internet]. 2019 [citado el 9 de julio de 2025];30(1):247–55. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000100025
10. Chicaisa L, Espinoza S. Selección de reproductores en base a los caracteres de importancia económica en la producción de leche de bovinos acorde al objetivo de mejora genética en la parroquia de Tanicuchí [Internet]. Edu.ec. [citado el 9 de julio de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10597>
11. INEC. Unidad Contacto: Encuesta Superf y Prod Agropecu Contin 2019 [Internet]. 2020;5. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Boletin_Tecnico_ESPAC_2019.pdf

12. Moscoso Córdova GV. Universidad Técnica de Ambato Universidad Técnica de Ambato. Repos Inst la Univ Técnica Ambato. 2021;593(03):119.
13. Agudelo Gómez DA, Bedoya Mejía O. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Rev. Lasallista Investig [Internet]. 2005;2(1):38–42. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
14. Varela Moreiras G. Milk as a driver for a healthy population. Nutr Hosp [Internet]. 2018 [citado el 18 de diciembre de 2024];35(Spec 6):49–53. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112018001200012
15. Rodrigo GRD. Repositorio.utc.edu.ec. [Online].; 2020. Acceso 18 de diciembre de 2024. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7041>.
16. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2020). "Estadísticas Agropecuarias: Ganado Bovino". (INTERNET) citado el 18 de diciembre del 2024. Disponible en: www.mag.gob.ec
17. El Caribe ENALY. PANORAMA DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL [Internet]. Fao.org. [citado el 18 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a7ce7e85-5486-45ab8272-2113163dbc1f/content>
18. FAO. (2021). "Ecuador: Producción y comercialización de carne bovina". (INTERNET) citado el 18 de diciembre de 2024. Disponible en: www.fao.org
19. De este recurso PC y. ARS la C. Degradación del suelo en el Ecuador [Internet]. Ird.fr. [citado el 18 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/26531.pdf
20. El clima y su influencia en la producción de pastos [Internet]. Redalyc.org. 2017 [citado el 18 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420007.pdf>
21. Zambrano, F., & Salazar, M. (2018). "La Capacitación y el Manejo de Pastos en Zonas Rurales de Ecuador: Desafíos y Oportunidades". Revista Latinoamericana de Ciencia Animal, 45(3), 34-40.
22. Trabajo de Titulación Presentado en Conformidad a Los Requisitos Para Obtener el TD. Diagnóstico e identificación de las principales potencialidades turísticas del Cantón Saquisilí en la Provincia de Cotopaxi [Internet]. Edu.ec. [citado el 18 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10112/1/UDLA-EC-TTT2011-10.pdf>

23. Chantilín GP. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial [Internet]. Gob.ec. 2020 [citado el 18 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://chantilin.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/03/PDYOT-GADPCHANTILIN.pdf>
24. Galván PO. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. 1991 [citado el 19 de diciembre de 2024];67–88. Disponible en: <https://fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
25. Bautista, E., & López, A. (2018). "Impacto de la Selección Genética en la Productividad de Ganado Lechero en Ecuador". (citado el 19 de diciembre del 2024). Disponible en: *Revista de Agroindustria y Producción Animal*, 11(1), 23-32.
26. German M. Mejoramiento genético y su importancia en la producción bovina tropical [Internet]. Sidalc.net. [citado el 12 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-bac-20.500.12324-31506/Description>
27. FAO (2014). "Mejoramiento Genético y Sostenibilidad en la Ganadería". (citado el 20 de diciembre del 2024): Disponible en: *FAO Documentos Técnicos*, 142, 30-40
28. Hayes BJ, Bowman PJ, Chamberlain AJ, Goddard ME. : Selección genómica en ganado lechero: Avances y desafíos. *J Dairy Sci* [Internet]. 2009;92(2):433–43. (citado el 20 de diciembre del 2024). Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030209703479>
29. Larrea Izurieta CO, Hurtado EA, Macías Andrade JI, Vera Loor LE, More Montoya MJ. Estimación del valor genético predicho en bovinos lecheros mestizos en un hato en la sierra alta de Chimborazo, Ecuador. *Rev Investig Vet Peru* [Internet]. 2020 [citado el 20 de diciembre de 2024];31(4):e17519. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000400040
30. Gutiérrez JP. Iniciación a la valoración genética animal [Internet]. 2010. 357 p. Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/8d1fdea5-0f8f-40cd8626dfb069f69fa8>
31. Hernández A, Ponce de León R, García SM, García R, Mora M, Gutiérrez M, et al. Parámetros genéticos en rasgos de la producción lechera y la longevidad de vacas Mambí de Cuba. *Arch Zootec* [Internet]. 2011 [citado el 20 de diciembre de 2024];60(231):513–20. Disponible en:

- https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-05922011000300040
32. Oldenbroek K, van der Waaij L. Cría y mejoramiento genético animal. 2015; Disponible en: [https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/4843/4/Cria_y Mejoramiento Genético Animal 1° parte modif.pdf](https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/4843/4/Cria_y_Mejoramiento_Genético_Animal_1°_parte_modif.pdf)
 33. 06-heredabilidad_y_correlaciones_geneticas.pdf [Internet]. [citado 20 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/06heredabilidad_y_correlaciones_geneticas.pdf
 34. Universidad Nacional de Río Negro. Cría y Mejoramiento Genético Animal [Internet]. Edu.ar. [citado el 26 de junio de 2025]. Disponible en: <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/4843/4/Cria%20y%20Mejoramiento%20Ge%20n%C3%A9tico%20Animal%201%C2%B0%20parte%20modif.pdf>.
 35. Carrera S, Odalis C, Rizo A, Vázquez R, Guevara V. Repetibilidad en rasgos productivos y reproductivo en una lechería de búfalas (*Bubalus bubalis*) en Ciego de Ávila Cuba. *Revista de Producción Animal*. 2019; 31(1): p. 24-28
 36. Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. (2015). *Introducción al análisis genético*. W.H. Freeman. (citado el 20 de diciembre del 2024). Disponible en: http://lgb.rc.unesp.br/biomol/literatura/Griffiths_8th.pdf
 37. Lawlor T, de Investigación D. TOTAL PERFORMANCE INDEX (TPI) ÍNDICE DE RENDIMIENTO TOTAL Mayo 2007 [Internet]. Holsteinusa.com. [citado el 20 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.holsteinusa.com/pdf/ss_TPI%20_May%2007_Sp.pdf
 38. Galvan PO. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. *Cienc Vet* [Internet]. 1991;5:67-88. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
 39. Roldan M, Adib O, Molina M, Bianchi M, Gomez M, Maldonado E. *Mejoramiento Animal*. [Online]; 2011. Acceso 20 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/541981648/MA-Mejoramiento-Animal>
 40. Blasco A. LOS PESOS ECONÓMICOS EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL [Internet]. Upv.es. [citado el 2 de enero de 2025]. Disponible en: <http://www.dcam.upv.es/dcia/ablasco/Articles/ITEA/ITEA%20Pesos%20Economicos.pdf>
 41. Vista de PESOS ECONÓMICOS PARA UN ÍNDICE DE SELECCIÓN DE LA

- RAZA HOLSTEIN FRIESIAN EN EL ECUADOR [Internet]. Udec.cl. [citado el 2 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/9983/10347>
42. Economic values [Internet]. Dairynz.co.nz. [citado el 2 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.dairynz.co.nz/animal/breeding-decisions/economicvalues/>
43. Ríos-Uceda, R. & González-Ronquillo, M. (2010). Manejo y nutrición en sistemas de producción de leche. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*
44. Peña A. Los costos de producción en la actividad ganadera [Internet]. Edu.ec. 2016 [citado el 03 de enero de 2025]. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/1300>
45. Ravagnolo O, de Lima JMS, Pravia MI, Lema M. ÍNDICES DE SELECCIÓN: economía y genética en perfecta sintonía [Internet]. Inia.uy. [citado el 20 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13949/1/Rev-INIA-59-Diciembre2019-p-21-a-25.pdf>
46. Campaña X, Aguilar P. Estudio de Mercado [Internet]. 2021 [citado el 20 de diciembre de 2024]. Disponible en:
http://file:///C:/Users/HP/Downloads/estudio_de_mercado_sector_lacteo_SCPMI_GTINAC002-2019.pdf
47. Aguilar et al [internet] OBJETIVOS DE SELECCION Y PROGRESO GENETICO [citado el 20 de diciembre de 2024]. Disponible en:
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9811/1/SAD392p60-68.pdf>
48. Salazar J. Análisis de adulterantes en la leche cruda. Tesis
49. Gómez Agudelo DA, Mejía Bedoya O. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Rev Lasallista Investig* [Internet]. 2005;2(1):38-42. Disponible en: 60 <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
50. Ochoa, P. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche [Internet]. Vol. 5, *Ciencia Veterinaria*. 1991 [citado el 20 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
51. Cerón M, Tonhati H, Costa C, Solarte C, Benavides O. Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano. 28 de febrero de 2003;16(1):26- 32.

- 52.** Bedolla C. Etiología de la mastitis bovina [Internet]. Com.ar. 2017 [citado el 20 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/128-Etiologia.pdf
- 53.** Ploog AJT. Mastitis en Ganado Lechero: Etiología, Tipos y Tratamientos Modernos [Internet]. Agrovvetmarket.com. [citado el 20 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.agrovvetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdfdownload/mastitis-en-ganado-lechero-etilogia-tipos-y-tratamientos-modernos>
- 54.** Montalvo S. LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL GANADO [Internet]. Com.ec. [citado el 03 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/116-laeficienciareproductiva-del-ganado>
- 55.** Mariscal-Aguayo, Valentina, Pacheco-Cervantes, Adriana, Estrella-Quintero, Heriberto, Huerta-Bravo, Maximino, Rangel-Santos, Raymundo, & NúñezDomínguez, Rafael. Indicadores reproductivos de vacas lecheras en agroempresas con diferente nivel tecnológico en Los Altos de Jalisco. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(3), 493-507. [Internet]. 2016 [citado el 03 de enero de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000300493&lng=es&tlng=es.
- 56.** Meléndez, Pedro, & Bartolomé, Julián. Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(4), 407- 417. [Internet]. 2017 [citado el 03 de enero de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4160>.
- 57.** RumiNews. Diagnóstico de problemas reproductivos en el ganado vacuno [Internet]. rumiantes.com. 2020. Disponible en: <https://rumiantes.com/diagnostico-de-problemasreproductivos-en-elganadovacuno/>
- 58.** Di Marco ON, de Posgrado Actualización en Invernada 2004 Curso, de la U. N. La Pampa y C. M. V. de La Pampa. Módulo I. FCV. FISIOLOGÍA DEL CRECIMIENTO DE VACUNOS [Internet]. Com.ar. [citado el 3 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/16-fisiologia_del_crecimiento.pdf

59. Primicias.ec. Primicias.ec. [Online]; 2022. Acceso 15 de Diciembre de 2023. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productorescotopaxialerta-abigeato-bajosprecios-leche-ecuador/>
60. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG). Manual de Buenas Prácticas Ganaderas para Producción de Leche Bovina. Quito: MAG; 2021. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/manual-de-buenas-practicaganaderas/>
61. Núñez-Torres OP, Rodríguez-Barros MA. Subproductos agrícolas, una alternativa en la alimentación de rumiantes ante el cambio climático. *Journal of the Selva Andina Animal Science*. 2019;6(1):
62. Donna M, Phillips A. ¿La nutrición afecta el rendimiento reproductivo? [Internet]. Uky.edu. [citado el 10 de junio de 2025]. Disponible en: <https://afs.ca.uky.edu/content/does-nutrition-impact-reproductive-performance>
63. Candiotti IAF, Xxi 2013 Producir, As. B, de Desarrollo Tecnológico C del P, Cor. CS. MONITOREO DEL CRECIMIENTO DE VAQUILLONAS DE TAMBO [Internet]. Com.ar. [citado el 03 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/210-monitoreo_vaquillonas.pdf
64. López-Gatius F. ¿Está disminuyendo la fertilidad en el ganado lechero? Un estudio retrospectivo en el noreste de España. *Theriogenology*. 2003;60(1):89-99.
65. Osorio JH, Correa D. Alteraciones de los niveles de hormonas tiroideas y su influencia en la salud y producción de pequeños rumiantes. *Biosalud*. 2013;12(1):39-48.
66. Galván PO. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. 1991 [citado el 28 de enero de 2025];67-88. Disponible en: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
67. Martínez G, Candelas A, Sánchez F. Ganancia de peso en bovinos de carne bajo diferentes sistemas de alimentación. *Rev Mex Cienc Pecu*. 2012;3(1):45-53.
68. López C, Ramírez RG, Aguilera-Soto JI, Arellano-Vera W, Rodríguez H, Rubio MS. Efectos del estrés climático sobre el comportamiento productivo en bovinos. *Téc Pecu Méx*. 2010;48(2):147-158

69. Hernández P, Magaña-Monforte JG, Segura-Correa JC. Crecimiento y desempeño productivo en terneras bajo selección genética. *Rev Cub Cienc Agríc.* 2015;49(2):213-221.
70. Estrada L, Magaña-Monforte JG, Segura-Correa JC. Evaluación del crecimiento en bovinos machos en sistemas tradicionales de Yucatán. *Téc Pecu Méx.* 2019;57(1):45–53. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/5099/4566>
71. Sánchez T, Hernández-Mendo O, Becerril-Pérez CM, Guerrero-Legarreta I. Factores que afectan la ganancia de peso en bovinos en sistemas de producción rural. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2016;7(3):401–414. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v7n3/2007-1124-rmcp-7-03-401.pdf>
72. González Puetate I, Valle Mieles E, Culcay Troncoso I. Impacto de las garrapatas y hemoparásitos en la salud productiva de los bovinos. *Rev LATAM Cienc Soc Hum.* 2025;V(6):3190–205. doi:10.56712/latam.v5i6.3235
73. Juárez-Lagunes F, Díaz-Rojas JL, Galindo-García J, Corro-Mendoza M. Estrategias alimenticias para mejorar la ganancia de peso en vaquillas de reemplazo. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2013;4(4):439-452. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v4n4/v4n4a9.pdf>
74. López-Carlos MA, Ramírez RG, Aguilera-Soto JI, Rodríguez H, Rubio MS. Efecto del estado de salud y condición corporal en la eficiencia productiva de bovinos. *Téc Pecu Méx.* 2010;48(2):147–158. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1695/1603>
75. Correa-Castro MJ, Ramírez-Bribiesca JE, Téllez-Pérez NA, Huerta-Leidenz N. Efecto de la deficiencia nutricional en el comportamiento productivo de bovinos. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2015;6(2):185–195. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v6n2/2007-1124-rmcp-6-02-185.pdf>
76. Iraira S, Canto F. “Programa de bienestar animal para el sector lechero de Chile” [Internet]. *Consortiolechero.cl*. [citado el 20 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2021/04/1-Crianza-deterneros-en-lecheria.pdf>
77. Vasquez Á, Rivero E, Benítez M. Comportamiento del crecimiento-desarrollo de terneras Siboney de Cuba, alimentadas con raciones integrales hasta destete

- [Internet]. Redalyc.org. 2019 [citado el 19 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869112001/html/>
- 78.** Hidalgo G, Vera J. Edad al primer servicio y al parto sobre producción láctea en primera lactancia en vaquillonas lecheras [Internet]. Org.co. 2020 [citado el 19 de junio de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972019000200065
- 79.** Hayes CJ, McAloon CG, Kelly ET, Carty CI, Ryan EG, Mee JF. El efecto de la tasa de crecimiento de las novillas lecheras antes de la cría en el rendimiento de leche de la primera lactancia en rebaños con partos de primavera basados en pasturas [Internet]. Sciencedirect.com. 2021 [citado el 21 de diciembre de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.animal.2020.100169>
- 80.** Durán L, Casas JF, Valderrama H. El mejoramiento genético y la producción de leche en razas lecheras colombianas. *Acta Agronómica*. 2018;67(2):15–22.
- 81.** Yáñez Calderón DA. Respuesta a la fertilización de un ryegrass (diploide y tetraploide), trébol blanco y llantén en vacas lecheras en Cotopaxi, Ecuador [tesis]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2020. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6709>
- 82.** Alban L, Espencer J. Los efectos de la raza, el número de lactancias y la cojera en el comportamiento, la producción y la reproducción de las vacas lecheras lactantes en el centro de Texas [Internet]. Mdpi.com. 2024 [citado el 03 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-933X/4/3/23>
- 83.** Galván PO. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. 1991 [citado el 03 de enero de 2025];67–88. Disponible en: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
- 84.** Tarazona AM, Ceballos MC, Naranjo JF, Cuartas CA. Factores que afectan el consumo y la selectividad del forraje en ruminantes. Vol. 25, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2012.
- 85.** Emery RS. Relación entre la nutrición y la composición de la leche en vacas lecheras: efectos sobre proteína y grasa. Factores que afectan la composición de la leche de las vacas lecheras - Biblioteca NCBI.
- 86.** Arriaga-Jordán CM, et al. Efecto de la raza en la composición de la leche y su rendimiento quesero. *Técnica Pecuaria en México*. 2019;57(2):127–36.
- 87.** Valverde EDB, Peñafiel SIH, Condominio DGA, Ulloa PMO. Cálculo de costos de producción y precio de venta del litro de leche [Internet]. Eumed.net. [citado el

- 05 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/produccion-leche-ecuador.html>
- 88.** Fernández MA, Bulla DM, Díaz AM, Pulido MO, Fernández MA, Bulla DM, et al. Seroprevalencia y factores de riesgo del virus de parainfluenza 3 (VPI-3) en bovinos de Colombia. *Revista veterinaria* [Internet]. 2020 [citado 30 de enero de 2025];31(2):155-9. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S166968402020000200155&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- 89.** Polanco AC, Taipe MVT, de la Cueva FIC. Vista de Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivicusig, cantón Sigchos, Ecuador [Internet]. *Ciencialatina.org*. [citado el 05 de enero de 2025]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/632/836>
- 90.** Hunt A. 11 estrategias comprobadas para reducir los costos de alimentación y aumentar la eficiencia de su explotación lechera [Internet]. *El Toro | La información sobre productos lácteos que desea saber cuándo la necesita. El Bullvine* El Bullvine; 2024 [citado el 11 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.thebullvine.com/es/de-enfermedades-hep%C3%A1ticas/11estrategias-comprobadas-para-reducir-los-costos-de-alimentaci%C3%B3n-yaumentar-la-eficiencia-de-su-explotaci%C3%B3n-lechera/>

