



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE EN BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULALILLO”

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

Autor:

Sigcha Tutin Jonathan Rolando

Tutora:

Simancas Racines Alison Cristina

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Sigcha Tutin Jonathan Rolando, con cédula de ciudadanía No. 0503985582, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE EN BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULALILLO”, siendo la doctora Mg. Alison Cristiana Simancas Racines, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 12 de agosto del 2024



Jonathan Rolando Sigcha Tutin
C.C: 0503985582
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 **SIGCHA TUTIN JONATAHAN ROLANDO**, identificado con cédula de ciudadanía **0503985582** 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 DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE EN BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULALILLO**”, el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutora: MVZ. Alison Simancas Racines, Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE EN BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULALILLO**”

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.

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 16 días del mes de agosto del 2024.



Jonathan Rolando Sigcha Tutin

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE EN BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULALILLO”, de Sigcha Tutin Jonathan Rolando, 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, 16 de agosto del 2024



MVZ. ALISON CRISTINA SIMANCAS RACINES, Mg.
DOCENTE TUTORA

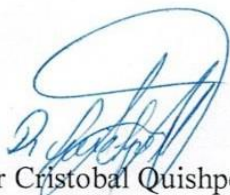
CC: 0503001000

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: Sigcha Tutin Jonathan Rolando con el título de Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE EN BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULALILLO”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

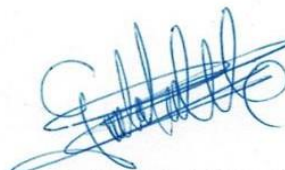
Latacunga, 16 de agosto del 2024



Dr. Xavier Cristobal Quishpe Mendoza,
Mg.

C.C: 0501880132

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Edie Gabriel Molina
Cuasapaz, Mg.

C.C: 1722547278

LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.

C.C: 1803675634

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis. Su apoyo y orientación han sido fundamentales a lo largo de este proceso. De igual manera agradezco profundamente a mi tutora y a los miembros del comité de tesis, por sus comentarios constructivos y su tiempo dedicado a revisar mi investigación. No puedo dejar de mencionar a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo y motivación. A mis padres por su amor incondicional, comprensión y por creer siempre en mí.

Jonathan Rolando Sigcha Tutin

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con profundo agradecimiento y cariño a: Mi familia, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza. A mis padres, por su sacrificio, confianza y por siempre estar a mi lado en cada paso de este camino. A todos aquellos que han creído en mí y me han motivado a seguir adelante, especialmente en los momentos más desafiantes. Este trabajo es un testimonio del apoyo y dedicación de cada uno de usted. Gracias por ser una parte esencial en la realización de este sueño.

Jonathan Rolando Sigcha Tutin

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

MEDICINA VETERINARIA

TÍTULO: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE EN BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULALILLO”

Autor:

Sigcha Tutin Jonathan Rolando

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de analizar el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Mulalillo, así también evaluar el desempeño de las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección, determinando su impacto en la producción de leche y la eficiencia reproductiva de los animales seleccionados. Para ello se realizó la recolección de datos de cada individuo registrado en el proyecto, datos que corresponden a los caracteres a evaluar (ganancia diaria de peso, producción de leche, densidad, y altura a la cruz); con esta información se obtuvo el valor genético (EBV) y la respuesta a la selección (RS) de cada uno de los individuos, obteniendo de este modo a los mejores individuos para el carácter ganancia diaria de peso correspondiente a las siguientes categorías, vacas como Blanca quien alcanzó 39,91 gr/día para su EBV y 113,61 gr/día para su RS, terneras como Victoria quien consiguió 41,47gr/día para su EBV y 115,76 gr/día para su RS y terneros como Lucho quien obtuvo 37,84 gr/día para su EBV y 112,14 gr/día para su RS. Como segundo objetivo, identificar las principales fortalezas y debilidades del índice de selección utilizando el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Mulalillo, proponiendo posibles ajustes o mejoras para su aplicación futuras, con los resultados obtenidos tras el análisis estadístico de la información y la base de datos, se determina que la principal fortaleza de la parroquia le corresponde al carácter altura a la cruz debido a que presentó un valor positivo de respuesta a la selección, (vacas: 113,84 cm/a la cruz, terneros: 105,58 cm/a la cruz, terneras: 108,59), siendo así que los caracteres, ganancia de peso, (vacas: 67,92 gr/día, terneros: 81,01 gr/día, terneras: 80,70 gr/día) producción de leche (579,82 kg/lactancia) y densidad de leche (1,02 gr/ml), se categorizan como las principales debilidades de la parroquia, los valores obtenidos no son los adecuados en comparación al valor ideal. Como último objetivo, realizar un análisis de costo beneficio del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche, para el cumplimiento de éste se realizó una recolección de datos de los costos de producción de todas las explotaciones ganaderas registradas en el proyecto, obteniendo así una base de datos con los costos de producción y litros de leche que genera mensualmente cada explotación, con esta información se obtuvo el costo de producción promedio de toda la parroquia Mulalillo, siendo este de \$ 0,09 por litro de leche.

Palabras clave: Índice de selección, mejoramiento genético, valor genético, respuesta a la selección, Mulalillo.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM OF DAIRY CATTLE OF THE MULALILLO PARISH”

Author:

Sigcha Tutin Jonathan Rolando

ABSTRACT

The present research was carried out with the objective of analyzing the selection index of the sustainable genetic improvement program for dairy cattle of the Mulalillo parish, as well as to evaluate the performance of the selected and weighted characteristics in the selection index, determining its impact on milk production and reproductive efficiency of the selected animals. For this purpose, a data collection of each individual registered in the project was carried out, data that correspond to the characters to be evaluated (daily weight gain, milk production, density, and height at the withers). With this information the genetic value (EBV) and the response to selection (RS) of each individual was obtained, thus obtaining the best individuals for the daily weight gain trait corresponding to the following categories; Cows: White 39.91 g/day; 113.61 g/day. Heifers: Victoria 41.47 g/day; 115.76 g/day. Calves: Lucho 37.84 g/day; 112.14 g/day. As a second objective, to identify the main strengths and weaknesses of the selection index using the sustainable genetic improvement program for dairy cattle of the Mulalillo parish, proposing possible adjustments or improvements for its future application, with the results obtained after the statistical analysis of the information and the database, it was determined that the main strength of the parish corresponds to the height at the withers character because it presented a positive value of response to the selection, (cows: 113.84 cm at the withers, 113.84 cm at the withers, 113.84 cm at the withers, 113.84 cm at the withers, 113.84 cm at the withers, 113.84 cm at the withers): 113.84 cm/a withers, calves: 105.58 cm/a withers, heifers: 108.59), being so that the characters, weight gain, (cows: 67.92 gr/day, calves: 81.01 gr/day, heifers: 80.70 gr/day) milk production (579.82 kg/lactation) and milk density (1.02 gr/ml), are categorized as the main weaknesses of the parish, the values obtained are not adequate compared to the ideal value. The last objective was to carry out a cost-benefit analysis of the sustainable genetic improvement program for dairy cattle. To achieve this objective, data was collected on the production costs of all the cattle farms registered in the project, thus obtaining a database with the production costs and liters of milk generated monthly by each farm, with this information the average production cost of the entire Mulalillo parish was obtained, which was \$0.09 for liter of milk.

Keywords: Selection index, genetic improvement, genetic value, response to selection, Mulalillo.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
RESUMEN	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1 Directos	3
3.2 Indirectos.....	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.1 Objetivo general.....	4
5.2 Objetivos específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN LA RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA	6
7.1 Leche en Ecuador.....	6
7.2 Principales razas lecheras en el Ecuador.....	6
7.3 Factor climático en la producción lechera.....	7
7.4 Producción de leche en Cotopaxi.....	7
7.5 Factores nutricionales en la producción lechera.....	7
7.5.1 Energía	8
7.5.2 Vitaminas	8
7.5.3 Minerales	8
7.5.4 Proteína.....	8
7.5.5 Fibra.....	8
7.5.6 Agua.....	9
8. Mejoramiento genético	9
8.1 Parámetros genéticos.....	9
8.1.1 Heredabilidad.....	10

8.1.2	Genotipo y fenotipo	10
8.1.3	Repetibilidad	10
8.2	Correlaciones genéticas	11
8.3	Valor genético y respuesta a la selección	11
8.4	Índices de selección	11
8.5	Ganancia diaria peso	12
8.6	Carácter de mayor importancia dentro del programa de mejoramiento genético en la parroquia Mulalillo	12
8.7	Producción de leche	13
8.8	Calidad de leche	13
8.9	Altura a la cruz	13
8.10	Registros	14
8.11	Costos de producción	14
8.12	Método BLUP	14
9.	VALIDACION DE HIPÓTESIS	15
10.	METODOLOGÍA	15
10.1	Lugar de estudio	15
10.2	Ubicación geográfica de la parroquia Mulalillo	16
10.3	Tipo de estudio	16
10.4	Población de estudio	16
10.5	Valor Económico	16
10.6	Costos de producción	17
10.7	Valor genético	17
10.8	Ganancia diaria de peso	17
10.9	Calidad de la leche	17
10.10	Mastitis	17
10.11	Producción de leche	17
10.12	Altura a la cruz	17
10.13	Análisis de datos	18
10.14	Estimación del valor de cría	18
10.15	Fórmula para el cálculo de BLUP	18
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19

11.1	Valor genético para ganancia diaria de peso	20
11.2	Respuesta a la selección de ganancia diaria de peso	21
11.3	Valor genético de producción de leche.....	25
11.4	Respuesta a la selección de producción de leche.....	27
11.5	Valor genético de densidad de leche.....	28
11.6	Respuesta a la selección de densidad de leche.....	29
11.7	Valor genético de altura a la cruz	30
11.8	Respuesta a la selección de altura a la cruz.....	31
12.	Principales fortalezas y debilidades	36
12.1	Fortalezas	36
12.2	Debilidades.....	37
13.	Costos de producción.....	37
13.1	Costos de producción más elevado	39
14.	IMPACTOS	40
14.1	IMPACTO SOCIAL.....	40
14.2	IMPACTO ECONÓMICO	40
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
16.	BIBLIOGRAFÍA	42
17.	ANEXOS	47

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Ubicación geográfica de la parroquia Mulalillo.....	16
-----------------------	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Valor genético (EBV) para el carácter ganancia diaria de peso(GDP).....	20
Figura 2.	Respuesta a la selección (RS) para el carácter ganancia diaria de peso (GDP)	21
Figura 3.	Respuesta a la selección (RS) para el carácter ganancia diaria de peso (GDP) en vacas	23
Figura 4.	Respuesta a la selección (RS) para el carácter ganancia diaria peso (GDP) en terneras	24
Figura 5.	Respuesta a la selección (RS) para el carácter ganancia diaria de peso (GDP) en terneros.....	25

Figura 6. Valor genético (EBV) para el caracter producción de leche	26
Figura 7. Respuesta a la selección (RS) para el carácter producción de leche	27
Figura 8. Valor genético (EBV) de densidad de leche	28
Figura 9. Respuesta a la selección (RS) para el caracter densidad de leche	29
Figura 10. Valor genético (EBV) del caracter altura a la cruz	30
Figura 11. Respuesta a la selección (RS) para el caracter altura a la cruz	31
Figura 12. Respuesta a la selección (RS) para el carácter altura a la cruz en vacas	32
Figura 13. Respuesta a la selección (RS) para el carácter altura a la cruz en terneras	33
Figura 14. Respuesta a la selección (RS) para el carácter altura a la cruz en terneros	34
Figura 15. Costos de producción parroquia Mulalillo	38
Figura 16. Costo más elevado de producción	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mejores individuos carácter GDP categoría vacas	35
Tabla 2. Mejores individuos caracter GDP categoría terneras	35
Tabla 3. Mejores individuos caracter GDP categoría terneros	36

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

Análisis del Índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible en bovinos de leche de la parroquia Mulalillo.

Fecha de inicio: marzo 2024

Fecha de finalización: agosto 2024

Lugar de ejecución: Parroquia Mulalillo, provincia de Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Facultad de ciencia Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado:

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

Equipo de Trabajo:

Tutor: MVZ. Alison Simancas Racines, Mg.

Estudiante: Sigcha Tutin Jonathan Rolando

Área de Conocimiento:

Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Líneas de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sublíneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La producción de leche en el Ecuador es una de las industrias lácteas más representativas con 6,15 millones de leche cruda, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Esta actividad lechera constituye una fuente de ingresos, para cerca de 1,2 millones de individuos que dependen de esta comercialización y producción de leche, en este caso aproximadamente el 80% de esta producción se concentra en pequeños y medianos productores (1), quienes se ven afectados en cuanto a los estándares de calidad y certificaciones que demanda la industria láctea, lo cual afecta a la producción debido a la baja calidad de leche producida en las diferentes parroquias de Cotopaxi, por ello se ha visto necesario implementar por medio del programa de mejoramiento genético un plan en el cual los productores puedan manejar de mejor manera sus hatos ganaderos, obteniendo así una mayor rentabilidad en precio y calidad.

La presente investigación se realizará con el fin de establecer caracteres superiores tanto genotípicos como fenotípicos de los individuos en estudio, para así determinar su valor de cría y respuesta a la selección con el objetivo de mejorar sus futuras descendencias de aquellos reproductores que serán candidatos óptimos para la reproducción, con estimaciones superiores.

En la parroquia de Mulalillo, la ganadería bovina es una actividad fundamental para los pequeños productores, quienes enfrentan desafíos significativos para mantener una producción eficiente y sostenible. El proyecto de mejoramiento genético en bovinos surge como una solución estratégica para optimizar la calidad de la ganadería local, el cual tiene como objetivo abordar estos problemas mediante la selección de individuos que exhiban con caracteres deseados esto permitirá elegir a los animales con los mejores resultados, contribuyendo a la producción y mejoramiento genético, lo que resulta en ejemplares rentables para los productores de esta parroquia.

La ejecución de este proyecto incluye una investigación exhaustiva para seleccionar individuos con caracteres genéticos óptimos. Esto permitirá a los productores no solo mejorar su eficiencia localmente, sino también elevar la competitividad del país en el mercado global. Se prevé que, con la optimización de los rasgos genéticos seleccionados, los productores experimenten un aumento significativo en la producción y generando un retorno de inversión positivo, todo aquello es una iniciativa esencial para elevar la calidad y sostenibilidad de la ganadería local.

El efecto potencial es que los productores comiencen a adoptar prácticas de gestión de costos de producción que les permita evaluar su rentabilidad. Además, llevar un registro de los animales en

cada finca nos permitirá la selección sobre la progenie, con esto se logrará una mayor exactitud en la selección, esto será de gran relevancia para las siguientes investigaciones que se realice en continuación del proyecto de mejoramiento genético.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Directos

- Productores de la parroquia Mulalillo que participan en el proyecto de mejoramiento genético.

3.2 Indirectos

- Investigador principal del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La mayor cantidad de leche cruda se produce en la región de la Sierra con un 73%, seguido por un 19% en la región Costa y un 8% en la región Oriente. La provincia de Cotopaxi se desataca ocupando el tercer puesto en la producción diaria de leche, superando los 600,000 litros. Esta provincia se distingue por sus sistemas tradicionales de cría de ganado mestizo (1).

Según Gómez (2017), los costos de producción influyen negativamente en la rentabilidad de las operaciones ganaderas. Estos costos varían según el nivel tecnológico utilizado en cada explotación, así como la disponibilidad de mano de obra, agua, forraje y genética animal. En el ámbito mundial Nueva Zelanda destaca por tener costos de producción más bajos, mientras que Noruega, Japón y Suiza enfrentan altos costos de producción debido a la escasez de tierras para el ganado. En Ecuador, los costos de producción varían según la región y el sistema de producción; por ejemplo, en la región costa, el costo promedio es de \$0,70 por litro de leche, mientras que en otras regiones puede ser de \$ 0,38. Los principales rubros de gastos son la nutrición y la mano de obra, los cuales constituyen entre el 75% y el 80% de total de los costos (2).

Es por ello que en la parroquia de Mulalillo la problemática que más se evidencia es el manejo deficiente en cuanto al suministro de nutrientes complementarios, como es el balanceado y sales minerales, otro problema es la falta de agua que se le suministra al animal, todo esto en conjunto afecta al rendimiento del animal dando como resultado una baja producción.

La falta de conocimientos por parte de los productores al momento de comprar animales es otra de las problemáticas, esto ocurre principalmente porque la mayoría de los productores adquieren animales en ferias sin conocer cuáles son las características específicas que hacen a una vaca una buena productora de leche. Debido a este desconocimiento, son susceptibles a ser engañados por vendedores que prometen una producción de leche de 15 a 16 litros, sin embargo, en la práctica, las vacas producen la mitad o incluso menos del prometido durante el ordeño. Esta falta de conocimiento contribuye significativamente a la baja producción de leche en este sector.

Otro aspecto significativo que se observa es la ausencia de registros detallados de costos y de genealogía de los individuos, ya que los propietarios no tienen la costumbre de llevar una contabilidad de sus explotaciones ganaderas. Esto dificulta la estimación precisa del costo mensual y asociado al mantenimiento de los animales. De manera similar, la falta de registros reproductivos impide obtener información adicional sobre la genealogía de los individuos, lo cual limita la capacidad de estimar valores con mayor precisión.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Analizar el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible en bovinos de leche de la parroquia Mulalillo.

5.2 Objetivos específicos

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

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN LA RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Evaluar el desempeño de las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección, determinando su impacto en la producción de leche y la eficiencia reproductiva de los animales seleccionados.	Toma de datos de cada individuo registrado en el proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Ganancia diaria de peso • Producción de leche • Densidad de leche • Altura a la cruz 	Selección de los mejores individuos que responden de manera positiva al caracter ganancia diaria de peso en cada una de las categorías.	Base de datos del método BLUP y respuesta a la selección correspondiente al caracter GDP.
Identificar las principales fortalezas y debilidades del índice de selección utilizando en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Mulalillo, proponiendo posibles ajustes o mejoras para su aplicación futuras.	Recopilación de información de cada una de las explotaciones ganaderas, acerca del manejo de las mismas.	Identificación de fortalezas y debilidades de la parroquia. Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> • Respuesta a la selección carácter altura a la cruz Debilidades <ul style="list-style-type: none"> • Respuesta a la selección carácter ganancia de peso, densidad y producción de leche. 	Base de datos matriz.
Realizar un análisis de costo beneficio del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Mulalillo, evaluando su rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo	Recopilación de datos sobre los registros de costos de producción de cada predio, correspondientes a los siguientes rubros: <ul style="list-style-type: none"> • Costos de alimentación • Servicios veterinarios • Gastos en sanidad • otros 	El costo de producción promedio para la parroquia Mulalillo es de \$0,09 por litro de leche.	Base de datos de costos de producción.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Leche en Ecuador

En Ecuador la producción lechera abarca un factor sumamente crucial en cuanto a la economía, que produce alrededor de 6,15 millones de litros de leche cruda, contribuye significativamente al desarrollo económico, beneficiando a alrededor de 1,2 millones de personas mediante la generación de empleos en las áreas rurales del país (3).

En Ecuador, el consumo de leche es inferior a 90 litros por persona al año, una cifra menor en comparación con otros países de la región. La actividad ganadera en el país es compleja y dispersa, especialmente debido a los desafíos que enfrentan los pequeños y medianos productores ganaderos, incluyendo aquellos en el sector lechero. De los aproximadamente 5 millones de litros de leche producidos diariamente en Ecuador con el 50% se destina a la industria láctea (4).

En la Sierra, las unidades productivas tienen un tamaño promedio de tres hectáreas. Se puede identificar tres categorías de producción basadas en tamaño de las fincas de 1 a 5 hectáreas, de 7 a 20 hectáreas y de 20 a 120 hectáreas. Además, se destaca que el promedio de producción de leche en el primer grupo es de 1 a 5 hectáreas en un promedio de 4,7 litros por vaca día. Dinámica de los pequeños productores de leche en la Sierra centro de Ecuador (5).

7.2 Principales razas lecheras en el Ecuador

Hoy en día, existe una amplia variedad de razas que se utilizan para diferentes propósitos, incluyendo la producción de carne, leche y el doble propósito. Cada una de estas razas exhibe características distintas que deben ser evaluadas cuidadosamente para asegurar una producción exitosa (6).

Conocida por su alta producción de leche, la raza Holstein es predominante en muchas regiones debido a su capacidad para producir grandes volúmenes de leche, aunque la Jersey es menos común que la Holstein la raza jersey es apreciada por su leche con alto contenido de grasa y proteína, estas vacas son conocidas por su eficiencia alimenticia y adaptabilidad a climas cálidos. La raza Brown Swiss se destaca por su resistencia y capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas, producen leche de buena calidad con altos niveles de proteína y tienen una buena longevidad productiva (7).

7.3 Factor climático en la producción lechera

El impacto del clima en el ganado es tanto complejo como multifacético, ya que determina el entorno en el que los animales viven y se reproducen. Desde 1950, se han identificado y estudiado los efectos del clima en el bienestar animal y en la reproducción. El clima afecta al ganado de manera directa e indirecta al alterar la calidad y cantidad de nutrientes disponibles, así como las necesidades de agua y energía (8).

Cuando los animales enfrentan cambios climáticos bruscos, deben ajustar sus mecanismos fisiológicos y de comportamiento para mantener su temperatura corporal en niveles normales. Como resultado, se pueden observar variaciones en el consumo de alimentos, el comportamiento y la productividad. Estos ajustes se hacen más evidentes bajo condiciones extremas de temperatura, lo que puede provocar una notable disminución en las tasas de producción, el aumento de peso y la producción diaria de leche (9).

7.4 Producción de leche en Cotopaxi

"El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) junto con Agrocalidad siguen enfocados a reforzar y optimizar los procesos de la producción lechera. Cotopaxi se posiciona como la tercera provincia con mayor producción de leche a nivel nacional, superando los 600 mil litros diarios" (10).

"La cadena productiva se define como un grupo de actores que interactúan secuencialmente en una actividad económica, desde los proveedores y el sector primario hasta el consumidor final. La eficiencia y productividad de toda la producción están directamente influenciadas por las características que forman esta cadena. Por esta razón, los agricultores de la provincia de Cotopaxi, dedicados a la producción láctea, están centrados en mejorar sus procesos para ofrecer productos de mayor calidad al mercado. Según informes de fundaciones, el 68% de la producción de leche proviene de estos agricultores, y el 75% de los productores lácteos se concentra actualmente en la región central de la sierra del país"(11).

7.5 Factores nutricionales en la producción lechera

Para optimizar la producción de leche y la fertilidad en vacas, es esencial considerar varios factores nutricionales, incluyendo la energía, la fibra, la proteína, los minerales, las vitaminas y el agua (12).

7.5.1 Energía

La energía es un factor crucial en el desarrollo agropecuario, ya que todos los animales, sin excepción, requieren energía para sus procesos vitales y desarrollo. Las vacas lecheras, en particular necesitan energía para mantener su rendimiento, la calidad de la leche y la reproducción. Las principales fuentes de energía en su dieta son los carbohidratos y las grasas. Estos componentes no solo proporcionan energía, sino que también forman parte de algunos tejidos y moléculas (13).

7.5.2 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos que se encuentran en los alimentos naturales y se distinguen de otros nutrientes como carbohidratos, grasas, proteínas, minerales y agua. Se divide en dos grupos según su solubilidad. Estas vitaminas son esenciales para mantener una buena salud y un estado fisiológico óptimo en los animales. La deficiencia de vitaminas en la dieta puede llevar a problemas de salud o síndromes específicos, ya que el organismo no puede sintetizarlas por sí mismo o no las produce en cantidades suficientes (14).

7.5.3 Minerales

Los minerales son cruciales en la nutrición, aunque no aporten energía, son indispensables para la biosíntesis, en muchas granjas lecheras, la dieta no incluye la cantidad adecuada de minerales, lo que puede llevar a deficiencias subclínicas difíciles de diagnosticar. Estas deficiencias pueden ocasionar pérdidas significativas en la producción de leche, ya que los minerales juegan un papel importante en la síntesis de la leche, el metabolismo y la salud general del ganado (15).

7.5.4 Proteína

La proteína son nutrientes esenciales para la nutrición del ganado bovino, ya que son cruciales para la formación de tejidos y la síntesis de sustancias como las enzimas. Una deficiencia de proteínas en la alimentación del ganado puede llevar al agotamiento de las reservas corporales en la sangre, el hígado y los músculos, esto resulta en una disminución de la producción de leche y su contenido proteico, mientras que se observa un aumento en la acumulación de grasa corporal (16).

7.5.5 Fibra

La fibra es un componente esencial para la producción de leche en las vacas lecheras. Es crucial establecer la cantidad adecuada de fibra en su dieta para cada situación específica. Un contenido excesivo de fibra puede provocar un llenado excesivo del rumen, disminuir el consumo, lo que afectara negativamente el rendimiento. En contraste, una ingesta insuficiente de fibra puede causar

problemas como acidosis, flatulencias o distensión abdominal (17).

7.5.6 Agua

El agua es el nutriente más esencial para la salud y el rendimiento del animal, desempeñando roles cruciales como el transporte de nutrientes, el suministro de minerales y la regulación de la temperatura. La falta de agua puede impactar negativamente la salud, el comportamiento y el rendimiento animal, dado que la leche tiene un 87% de agua (18).

8. Mejoramiento genético

El mejoramiento genético se basa en el incremento de la productividad, resistencia al medio ambiente, generando una mejor adaptación que tiene como propósito contribuir al desarrollo productivo creando generadores de calidad del producto por medio del genotipo. Se puede entender que es una disciplina que dirige recursos genéticos de especies con interés económico mediante la selección y mejora de caracteres deseados en el animal (19).

En animales la mejora genética tiene otro significado, este consiste en aplicar principios biológicos, económicos y matemáticos, y con ello encontrar estrategias que permitan aprovechar la variación genética existente en una especie para maximizar su rendimiento (19).

En la producción de leche se logró un importante progreso genético, a partir del desarrollo de dos hechos importantes. Primero, la formación de una asociación para llevar el control de los hatos ganaderos en Dinamarca en el año de 1885, el segundo fue el redescubrimiento del trabajo de Mendel en 1900, el cual es el fundamento de Ciencia de la Genética. Se necesitaron de muchas décadas para que los investigadores que buscaban mejorar el ganado lechero pudieran explicar la herencia de las diferentes características en términos de los principios mendelianos (20).

8.1 Parámetros genéticos

Los parámetros genéticos son de extrema importancia en el mejoramiento genético, ya que constituyen una de las herramientas utilizadas para obtener respuestas directas y correlacionadas de la selección, generando índices y predicción de valores genéticos, así también información que permite identificar a los animales con mayor mérito genético capaces de transmitir su potencial a su descendencia (21).

8.1.1 Heredabilidad

Una definición ampliamente aceptada de heredabilidad es aquella que indica que esta medida evalúa qué tanto los hijos se asemejan a sus padres en términos de desempeño para un rasgo específico. Si un rasgo es altamente heredable, los animales con un alto desempeño tienden a tener crías con alto desempeño, mientras que aquellos con un desempeño bajo tienden a tener crías de bajo desempeño. Por el contrario, si un rasgo no es muy heredable, la información sobre el desempeño de los padres proporciona poca información sobre el desempeño de la progenie (22).

En términos prácticos, esto implica que cuando un rasgo es altamente heredable, el desempeño de los animales proporciona una indicación significativa de sus valores de cría. Los animales con un mejor desempeño suelen tener mejores valores de cría y, en consecuencia, generan descendencia con un mejor desempeño. Por otro lado, los animales con un desempeño más bajo generalmente tienen valores de cría más pobres y por ende, su descendencia tiende a mostrar un desempeño más bajo (22).

8.1.2 Genotipo y fenotipo

El genotipo representa la combinación específica de conjuntos de genes en los animales, y su variabilidad potencial, que influye en características como la producción de carne y leche de alta calidad en el ganado bovino. Mejorar genéticamente los animales es crucial para seleccionar los genotipos más adecuados (23).

El ambiente también desempeña un papel fundamental en la expresión del genotipo, interactuando con este para determinar cómo se manifiestan los rasgos genéticos en los bovinos. La evaluación exhaustiva de los rasgos es necesaria para entender en qué ambiente son más adaptables (24).

El fenotipo se refiere a las características físicas visibles de los animales, como color, altura, y peso y producción, entre otras. Estas características tienen una alta correlación con el ambiente y las prácticas de manejo en las cuales se desarrolla el animal (24).

8.1.3 Repetibilidad

La repetibilidad se refiere a que tan fuerte es la relación consistente y confiable entre múltiples registros de un mismo carácter en una población, evaluando la capacidad de producción. Esta medida puede ser calculada siempre que haya más de un registro de rendimiento para los individuos en cuestión (25).

Cuando la repetibilidad es alta, significa que un solo registro de rendimiento en los animales generalmente representa de manera precisa la habilidad de producción del animal. En contraste, cuando la repetibilidad es baja, un solo valor fenotípico proporciona poca información sobre la habilidad de producción. En términos de correlación, la repetibilidad varía de -1 a +1. La repetibilidad cercana a 1 indica que el carácter es extremadamente repetible, y una repetibilidad cercana a 0 indica que un carácter es difícilmente repetible (25).

8.2 Correlaciones genéticas

La correlación genética es una medida que indica el nivel de conexión genética entre dos o más características dentro del mismo individuo. Estas correlaciones son fundamentales para anticipar cómo los fenotipos se modificarán como resultados de la selección. La heredabilidad, que refleja la porción aditiva de la variabilidad genética, regula la velocidad a la cual los cambios genéticos ocurrirán (26).

8.3 Valor genético y respuesta a la selección

Valor genético nos permite calcular el EBV de un animal para un carácter específico, indicándonos así su potencial como reproductor. Cuanto más alto sea el mérito genético de un animal, se espera que su descendencia tenga un mayor valor promedio para el carácter evaluado (27).

La respuesta a la selección en bovinos se da mediante la heredabilidad para determinar los coeficientes del criterio que maximiza la respuesta de los caracteres seleccionados, para presentar el mérito reproductivo de cada uno de los animales (28). Pero también es crucial otros elementos como el ambiente, nutrición y el manejo, los cuales desempeñan un papel sumamente fundamental al realizar la evaluación del valor de cría (29).

8.4 Índices de selección

Los índices de selección son herramientas que facilitan el mejoramiento genético al proporcionar un valor ponderado único, derivado del análisis de un conjunto de características relevantes para el sistema de producción. Estos índices también incorporan el valor económico de cada característica, permitiendo así evaluar el mérito genético de un reproductor en términos económicos (13).

Un índice de selección resume el impacto económico esperado al utilizar un reproductor específico, al ponderar las diferencias esperadas en la progenie de cada característica con un coeficiente económico correspondiente. Esta metodología se considera la más efectiva para maximizar el

retorno económico en programas de selección genética (30).

8.5 Ganancia diaria de peso

Ganancia diaria de peso en bovinos de leche, depende de varios factores, como alimentación, manejo, raza y ambiente, todo esto es crucial para asegurar que los animales tengan una condición adecuada. Sin embargo, la capacidad de acumular tejido muscular en un periodo determinado, depende de animales con una alta ganancia de peso ya que estas muestran un mejor desempeño en comparación con aquellos que ganan peso más lentamente, independiente de su edad. Esto se debe principalmente a cambios en las microfibras musculares, un aumento en el grosor de las fibras musculares y una mayor acumulación de grasa dentro del musculo (31).

Para que las vacas de leche ganen peso más pronto es fundamental proporcionar alimentos como balanceados, vitaminas y minerales, así como tratamientos médicos bajo supervisión veterinaria, si es necesario, para acelerar la ganancia de peso en el ganado lechero. Es crucial que los animales tengan acceso constante a agua fresca, lo cual es vital para su aumento de peso. Además, es necesario mantener a los animales en un ambiente adecuado para prevenir el estrés emocional y físico (32).

Según un estudio elaborado, durante un periodo de engorde de 70 a 90 días en bovinos de leche varían entre 0,82 y 1,18kg por animal por día. Para lograr esta ganancia, es fundamental optimizar la eficiencia en la utilización del alimento, proporcionando de 10 a 12 kg de ración alimentación diaria a cada animal. Es esencial monitorear y controlar cuidadosamente la ganancia de peso diaria para garantizar una producción óptima (33).

8.6 Carácter de mayor importancia dentro del programa de mejoramiento genético en la parroquia Mulalillo

La ganancia de peso es uno de los caracteres de selección con mayor interés dentro de los programas de mejoramiento genético, dado su impacto significativo en el rendimiento productivo. Los animales que experimentan un aumento mayor peso tienden a convertir de manera más eficiente los alimentos en producción láctea o carne, lo que resulta en productos finales de mayor calidad y mejorar el sistema productivo en su conjunto, potencializando a los demás índices de selección tanto en volumen y calidad de leche (34).

En resumen la ganancia de peso es un objetivo fundamental en los programas de mejoramiento genético porque influye directamente en la rentabilidad, eficiencia y competitividad de la producción animal, contribuyendo así a una mayor rentabilidad local y global del sistema (35).

8.7 Producción de leche

Producción de leche puede variar significativamente en cuanto cantidad y calidad, debido a una combinación de factores diversos. Estos incluyen las características individuales de los animales, como su edad, genética, estado fisiológico y etapa de lactancia, así como las prácticas de manejo y el entorno en el que se encuentran las vacas (36).

En Ecuador, la región de la Sierra es reconocida por su alta producción de leche cruda una pieza clave en la industria láctea del país. Sin embargo, la calidad de esta producción puede verse comprometida debido a la contaminación durante el proceso de ordeño (37).

8.8 Calidad de leche

Para asegurar la calidad de leche, es fundamental seguir una serie de procedimientos específicos. Esto comienza con prácticas rigurosas de higiene y un manejo adecuado de la alimentación, donde la nutrición juega un papel crucial. La calidad de la leche también se evalúa mediante la densidad, que depende de la concentración de grasa y sólidos no grasos (38).

En promedio, la leche contiene aproximadamente un 87.6% de agua. Los componentes restantes incluyen grasa 3.4%, proteína cruda 3,5%, lácteos 4.6%, y cenizas 0,8%. Los sólidos no grasos constituyen el 8.9% y los sólidos totales alcanzan el 12.3%. La cantidad de materia grasa es uno de los componentes más variables de la leche, afectando por la fase de lactancia, la edad del animal, la alimentación, el estado nutricional, la raza, entre otros factores. Por ejemplo, la leche de vacas Holstein tiene un contenido de materia grasa de 3.4%, mientras que las vacas Jersey alcanza un 5.37% (39). Para la determinación de la densidad se realiza con un lactodensímetro, que es indispensable para los productos lácteos. Además, la densidad es significativa desde un punto de vista económico para los productores (38).

8.9 Altura a la cruz

Altura a la cruz de las vacas lecheras, típicamente tiene una altura total que oscila entre 1.6 y 1.8 metros, con una longitud corporal de 2.3 a 2.4 metros, Aunque históricamente se ha preferido el ganado de gran tamaño, algunos argumentan que vacas más bajas, con el cuerpo más cerca del

suelo, podrían ser más adecuadas para nuestro entorno. Aunque se ha establecido que los animales más grandes tienden a producir más carne o leche, esto no garantiza necesariamente que sean los más eficientes ni que contribuyan de manera óptima al sistema en su conjunto (40).

8.10 Registros

Los registros de producción en la ganadería bovina son esenciales para administrar programas de mejora genética. Estos registros permiten recopilar y mantener información detallada sobre el desempeño individual de cada animal, así como entender las características de su descendencia para evaluar su valor genético. Los registros en cuanto a la fertilidad, salud y otros atributos relevantes. Con esta información, se pueden diseñar estrategias de selección que optimicen tanto la productividad como la calidad del ganado en general (41).

8.11 Costos de producción

Para calcular los costos de producción de la leche, es crucial considerar diversos elementos como los gastos en alimentación, insumos, energía y agua, mantenimiento de equipos, reparaciones, costos laborales, entre otros. Comprender estos costos es esencial para determinar el costo total de producción de leche (42).

El costo de producción por litros de leche en Cotopaxi, según estudios previos, varían aproximadamente entre \$0.40 y \$0,42. Sin embargo. Los pequeños y medianos ganaderos enfrentan dificultades para mantener el precio de referencia de \$0.42 por litros, especialmente porque en ciertas épocas puede descender aún más, afectando la rentabilidad de su producción (43).

De acuerdo con estudios anteriores, el costo de producción de la leche en Cotopaxi fluctúa entre \$0.38 y \$ 0.42 por litro, debido a diversos factores como el clima, la alimentación, la raza y el manejo del ganado. Entre estos factores, el costo de la nutrición representa el componente más significativo, con un 70% del total de los costos de producción de los ganaderos lecheros en Cotopaxi (44).

8.12 Método BLUP

El método BLUP (Best linear Unbiased Predicción) es una técnica estadística empleada para estimar valores genéticos y ganancias genéticas en programas de mejora genética. Este método se considera uno de los más avanzados a nivel mundial (45).

En términos simplificados, BLUP estima el valor fenotípico óptimo para la selección de los mejores individuos dentro de características específicas. Además, BLUP se utiliza para estimar efectos fijos en pruebas de selección de progenie mediante modelos lineales mixtos. Este enfoque se destaca por ser superior a otros métodos como OLS, GLS, BP Y BLP en la estimación de valores genéticos dentro de programas de mejora (46).

Uno de los métodos más comunes para predecir el valor genético del ganado es el método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). Este método se basa en modelos matemáticos y procedimientos estadísticos que permiten estimar simultáneamente los efectos genéticos y ambientales a partir de las observaciones disponibles. Además, el BLUP evalúa y estima el valor genético de los padres, la madre, la descendencia y otros ancestros, tanto directos como indirectos, integrando toda la información fenotípica y de parentesco de las líneas paterna y materna (45).

9. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Una vez que se recopila la información genotípica y fenotípica, es posible predecir la respuesta a la selección de todos los animales involucrados en el programa de mejoramiento genético.

Al combinar la información fenotípica y genotípica, se valida la hipótesis alternativa (H1) y se descarta la nula (H0), permitiendo estimar la respuesta a la selección en el proyecto. Al elegir animales con las mejores características tanto fenotípicas como genotípicas, se puede mejorar la rentabilidad en las generaciones futuras de animales.

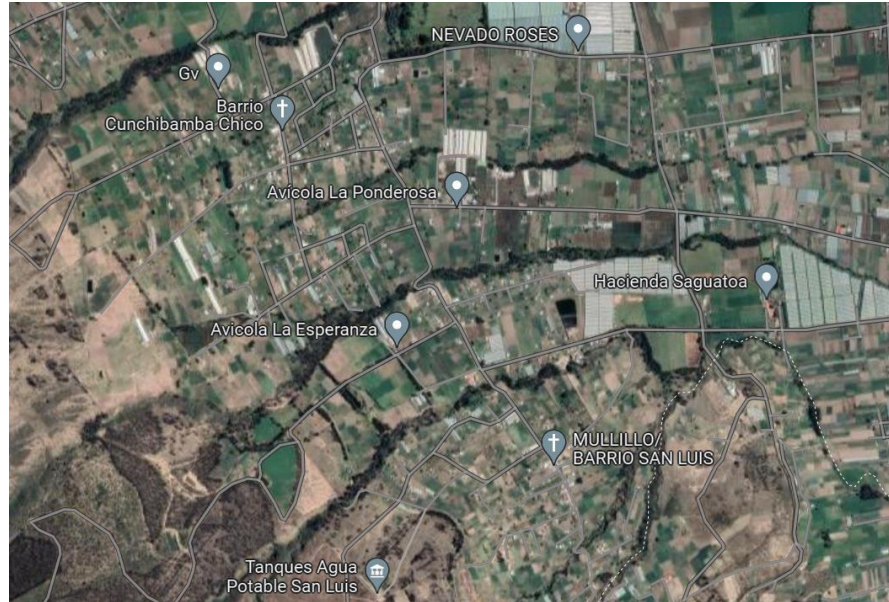
10. METODOLOGÍA

10.1 Lugar de estudio

La investigación se realizó desde las fechas Mayo del 2024 hasta Julio 2024 en los barrios Cunchibamba Chico, Saguatoa y San Luis de la Parroquia Mulalillo, provincia de Cotopaxi. Se encuentra a una altitud de 2.600 a 3.600 metros sobre el nivel del mar (msnm) y se determina con un clima templado, y con una temperatura que oscila entre los 14°. Se encuentra situada al sur oeste de la cabecera cantonal, a 9 kilómetros de parroquia Panzaleo (47).

10.2 Ubicación geográfica de la parroquia Mulalillo

Ilustración 1. Ubicación geográfica de la parroquia Mulalillo



Fuente: Google Maps (2019)

10.3 Tipo de estudio

El tipo de estudio es observacional, ya que se realizó la toma de datos tanto de los animales como costos de producción con el apoyo de registros, con el objetivo de seleccionar a los mejores individuos para el programa de mejoramiento genético.

10.4 Población de estudio

La recopilación de datos se realizó en los barrios Cunchibamba Chico participaron 5 productores con 28 animales, con un total de 10 vacas productoras de leche y 17 terneros. En el barrio Saguatoa participaron 5 productores con 13 animales, de las cuales son 6 vacas en producción de leche y 6 terneros. En el barrio San Luis participaron 2 productores con un total de 11 animales, entre ellos están 7 vacas de leche y 6 terneros.

10.5 Valor Económico

Se consideraron cuatro caracteres del objetivo de mejorar la calidad de producción de leche en la parroquia Mulalillo, entre ellos están ganancia diaria de peso (GDP), producción de leche (PL), densidad de la leche (DL) y altura a la cruz. Estos caracteres contribuirán a aumentar la rentabilidad económica de los productores, es decir permitiendo vender la leche a un precio más elevado por

litro. Para mejorar estos caracteres, se recolectaron datos mensuales de ganancia de peso, producción de leche, densidad de leche y altura a la cruz durante tres meses: mayo, junio y julio.

10.6 Costos de producción

Durante 3 meses se recolectaron datos de 12 productores dedicados exclusivamente a la producción de leche. Se registró toda la información necesaria de cada productor en una base de datos, incluyen los litros de leche producidos por mes, el precio de la leche y los gastos. Esto permitió calcular el costo de producción y valorarlo posteriormente.

10.7 Valor genético

Se llevó a cabo tres mediciones durante los meses de mayo, junio y julio para recolectar datos mensuales de densidad de la leche, peso del animal en kg, peso de la leche en gr, y altura a la cruz. Estos fueron registrados en una matriz de Excel para su análisis posterior.

10.8 Ganancia diaria de peso

Para la recolecta de los datos de la ganancia diaria de peso de todos los individuos de los 12 productores se realizó con una cinta bovino métrica de marca Animal weight tape, esta se ubica a la altura de la cruz del animal, es decir por detrás de los miembros anteriores.

10.9 Calidad de la leche

Para evaluar la calidad de la leche, se realizó con un lactodensímetro marca COLLIN France y con una probeta, donde se añade un litro de leche para determinar la densidad y la temperatura de la leche.

10.10 Mastitis

Para la mastitis se realizó una prueba, donde consiste en agregar un poco de leche de cada uno de los cuartos en una paleta, después agregar 2 ml de California Mastitis Test (CMT), lo cual es un reactivo que va a ayudar a detectar mastitis.

10.11 Producción de leche

Para estimar la producción de la leche, se registró los litros de leche diarios de cada vaca, una vez por mes, en un periodo de tres meses y se realizó una evaluación a los 305 días del año.

10.12 Altura a la cruz

Para registrar altura, se realizó con una regla métrica, a la altura a la cruz de todos los individuos, los resultados se obtuvieron en centímetros.

10.13 Análisis de datos

Se desarrolló un análisis estadístico para estimar la relación entre la genética de los animales mediante los datos recopilados. Para evaluar el valor genético se empleó el método de BLUP (Best linear Unbiased Predictor), dentro de este método determinamos los datos genealógicos de cada individuo, el predio total de individuos y el fenotipo, tomando en consideración la heredabilidad de cada carácter. El BLUP es un método estadístico, que nos ayuda evaluar la respuesta a la selección, sacando un promedio de todos los datos del fenotipo, más el valor genético, el resultado es el que heredará a sus próximas descendencias.

10.14 Estimación del valor de cría

Con el uso del método BLUP (Best Linear Unbiased Predictor), este modelo ayuda evaluar el valor genético de cada animal. Este método es un modelo estadístico que cuenta con la variabilidad genética y ambiental para evaluar el valor genético de cada animal.

10.15 Fórmula para el cálculo de BLUP

$$Y = Xb + Zu + e$$

Donde Y es el fenotipo al carácter seleccionado, X es la matriz de efectos fijos, b es el efecto variable, en este caso el efecto (rebaño), Z es la matriz de efecto aleatorio, u es el parentesco, e es el error.

Para calcular el fenotipo correspondiente a los caracteres seleccionados se utiliza las siguientes formulas.

Ganancia diaria de peso

$$P \text{ inicial (kg)} - P \text{ final(kg)} / \text{días entre pesos} * 1000$$

Producción de leche 305 Días

Fechas del último parto – fechas de las mediciones; predicción a los 305 días

Densidad

Promedio de todas las mediciones de densidad, corregidas por la temperatura de la leche.

Altura

Promedio de todas las mediciones de altura a la cruz

Ingresos de la leche

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular los ingresos de la leche

$$\text{Ingresos} = \text{Litros de leche} \times \text{precio de venta}$$

Donde, litros de leche se refiere a la producción lechera mensual que genera cada hato ganadero y precio de venta, al valor por el que se comercializa el litro de leche.

$$\text{Beneficio} = \text{Ingresos} - \text{gastos de leche}$$

Donde, ingresos es el dinero que se obtiene mensualmente por la producción lechera y gastos de leche. Esto da a conocer el dinero que invierte para el sustento del hato ganadero.

Costos de producción

Para evaluar costos de producción por litro de leche se realizó el cálculo mediante la siguiente fórmula.

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

Donde, gastos es el valor que el productor invierte para el mantenimiento del hato ganadero y litros de leche, es el valor total de litros que produce diario, multiplicados por 30 días.

Respuesta a la selección

Para el cálculo de la respuesta a la selección se obtiene mediante la siguiente fórmula, para determinar cada carácter.

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

Donde, h^2 es la heredabilidad de cada carácter, i es la intensidad de selección, y a es la precisión de la estimación de valor genético obtenido en la BLUP, finalmente IG es el intervalo generacional. Heredabilidad se calculó con datos registrados con anterioridad en otras investigaciones.

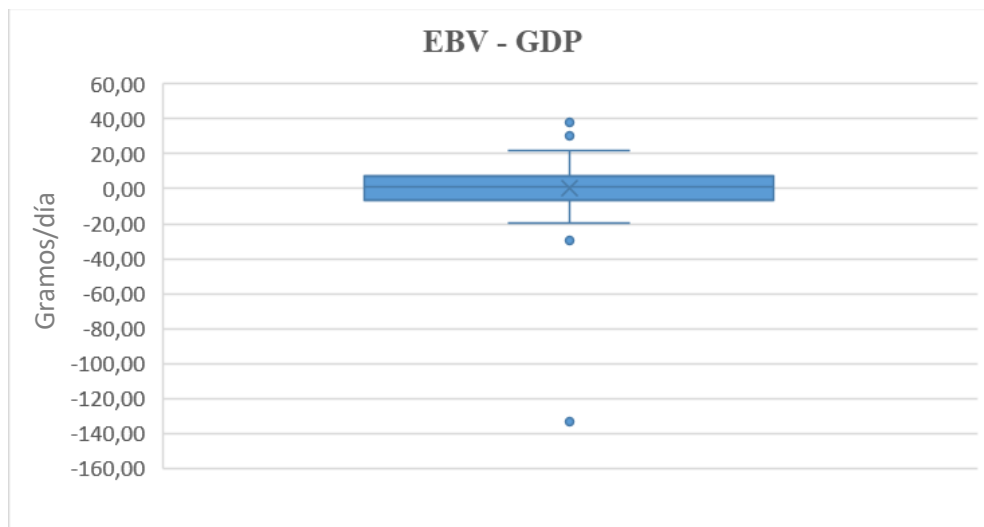
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la parroquia Mulalillo, que pertenece al cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi se evaluó las características seleccionadas y ponderadas en el índice de selección.

11.1 Valor genético para ganancia diaria de peso

La estimación del valor genético para el carácter ganancia de peso en la parroquia Mulalillo, se realizó mediante los datos recolectados de cada uno de los animales con una población total de 52 individuos entre ellos terneros y vacas reproductoras. Para ello se tomó en cuenta el valor fenotípico de este carácter como base, y mediante la aplicación del método BLUP se generaron los resultados que se muestra en la siguiente figura.

Figura 1. Valor genético (EBV) para el carácter ganancia diaria de peso(GDP)



En la siguiente figura muestra todos los valores obtenidos para el carácter GDP de los bovinos de la parroquia Mulalillo. Donde los ejes de la Y se expresan en gramos.

A todos los individuos de la población se les realizó la evaluación para calcular el valor genético de este carácter el cual se trabajó con heredabilidad de 0,21 (48). Con este dato se obtuvo el valor genético de cada individuo. Con una confiabilidad de 47% para este carácter.

Por medio de los resultados obtenidos del método BLUP, el valor máximo para este carácter es de 41,47 gr/día, este valor genético se debe a que el animal a quien corresponde este carácter tiene una ganancia diaria de 209,50 gr/día, este valor se debe a que el animal tiene una alimentación a base plátano, sales minerales, balanceado, pastos como ryegrass, alfalfa, hoja de maíz, kikuyo. Este valor es más alto en comparación con el resto de la población; el valor mínimo es de -133,20gr/día. Este valor pertenece a un individuo que muestra pérdidas de peso en cada medición realizada dando como resultado en un valor negativo para este carácter. La mayoría de la población se encuentra dentro de los intervalos 7,09 a -6,20 gr/día. Es importante destacar que estos datos son bajos debido

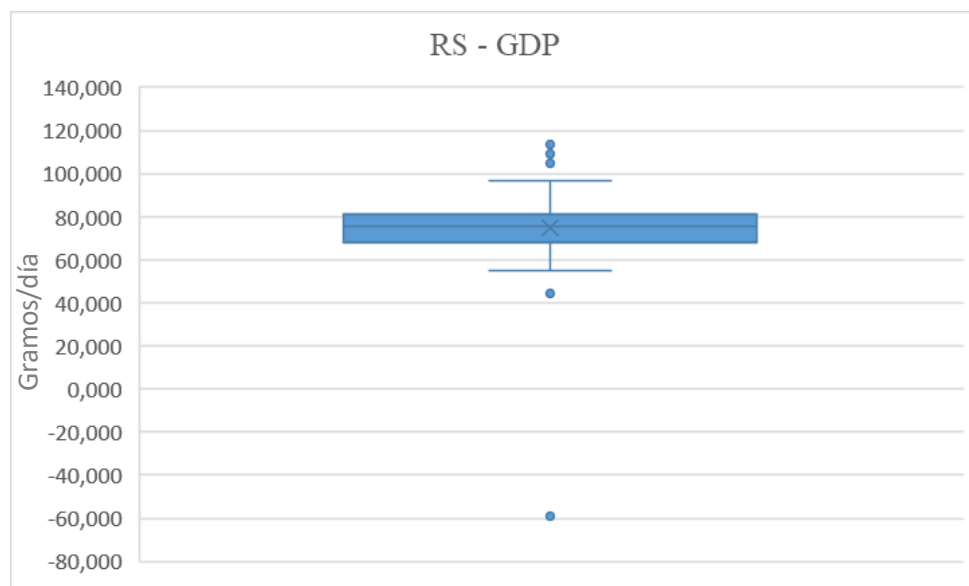
a que en la zona no cuentan con una extensión de terreno adecuada que justifique para el número de animales que mantienen, cabe mencionar que también influye la falta de suplementos alimenticios.

Los animales experimentan variaciones en su peso a lo largo de los meses. El promedio del valor genético para este carácter es de 0,60 gr/día en una población total de 52 individuos. Según Martínez en el (2016), la tendencia genética para ganancia diaria de peso es de 132gr por año, equivalente a 0,36 gr/día (49). Este valor es similar en comparación con los resultados observados en la parroquia Mulalillo ya que se encuentra por el valor promedio según la investigación que realizó Martínez.

11.2 Respuesta a la selección de ganancia diaria de peso

Evaluar la respuesta a la selección proporcionara información sobre cómo va a variar el valor genético entre los progenitores y su descendencia si se eligen como posibles reproductores aquellos individuos con el valor de cría más alto. Para este cálculo se consideró a toda la población animal, tanto el valor genético como el fenotípico asociado a la ganancia diaria de peso, y los resultados obtenidos que se presenta en la siguiente figura.

Figura 2. Respuesta a la selección (RS) para el carácter ganancia diaria de peso (GDP)



La figura presenta los resultados de la respuesta a la selección correspondientes a toda la población relacionado con la ganancia diaria de peso mostrando los valores en gramos en el eje de las Y.

Para determinar la respuesta a la selección de ganancia diaria de peso, se utilizó el valor genético del mismo carácter, sumado al promedio del fenotipo correspondiente a la ganancia diaria de peso, cálculo que se realizó para cada individuo de la población.

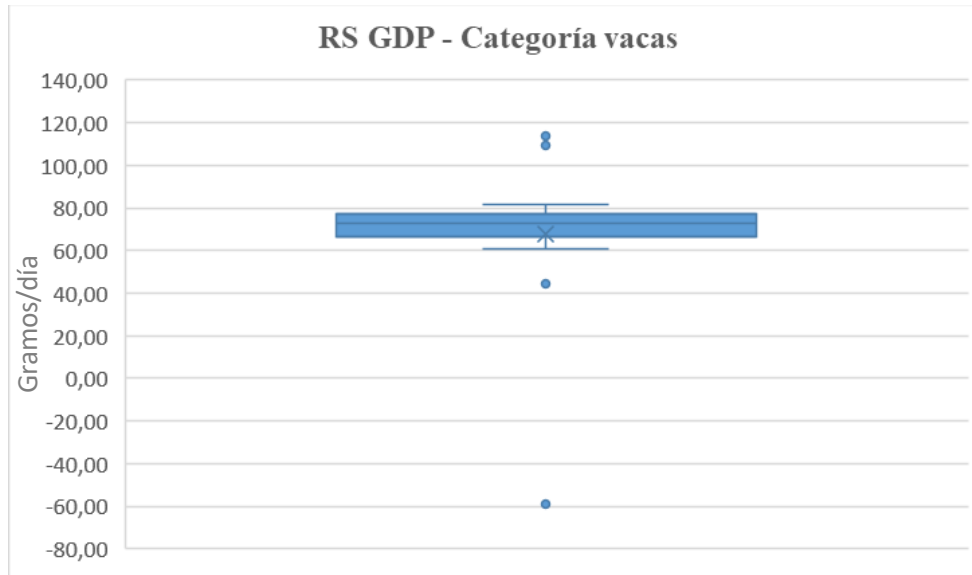
Según los datos obtenidos tras el análisis estadístico, se observó que el máximo valor para el carácter fue de 115,76 gr/día correspondiente al individuo con el valor genético más alto si se toma a este individuo como posible reproductor el valor genético que transmitirá a su descendencia es de 115,76 gr/día, para alcanzar la ganancia diaria de peso ideal, considerando que la media de la población es de 74,89 gr/día, y el aporte por generación de 40,87 gr/día, tendrá que pasar de 16 generaciones para alcanzar la media ideal de 700 gr/día, según la respuesta a la selección calculada, se estima que deben pasar quince generaciones para alcanzar una ganancia diaria de peso 728,81 gr/día.

Según el estudio de Marquivar (2006), que evaluó la predicción de ganancia diaria de peso utilizando dos grupos experimentales, uno de los cuales recibió un programa de suplementación alimenticia, se observó que en el grupo 1 alcanzo una ganancia de peso de 0,27 kg/día (270 gr/día), mientras que en el grupo 2 alcanzo 0,90 kg/día (900 gr/día) (50).

10.2.1 Respuesta a la selección de ganancia diaria de peso en vacas

Para determinar la respuesta a la selección, se obtuvo información del valor genético entre los progenitores y su descendencia, considerando únicamente vacas. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3. Respuesta a la selección (RS) para el caracter ganancia diaria de peso (GDP) en vacas



La figura muestra los resultados de la respuesta a la selección correspondiente a solo vacas relacionados con la ganancia diaria de peso, dentro de ellos en el eje de la Y esta expresado en gramos.

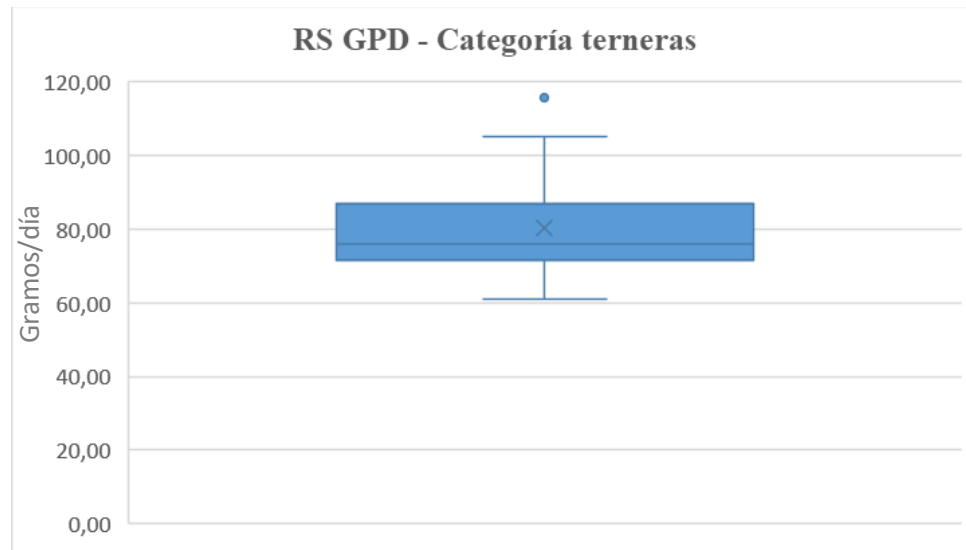
Para determinar la respuesta a la selección de ganancia diaria de peso, se usó el valor genético del mismo carácter, sumado el promedio del fenotipo, calculo que se realizó para cada vaca.

Mediante los datos obtenidos del análisis estadístico, se observó que el valor máximo en cuanto a vacas productoras de leche, para este caracter es de 113,61 gr/día corresponde a una vaca con el valor genético más alto, si esta vaca es tomada como posible reproductora, el valor genético que transmitirá a su nueva descendencia es de 45,69 gr/día por generación, determinando que la media de la población de vacas es de 67,92 gr/día. Para superar el valor ideal que es 350 gr/día en vacas, se requiere de seis generaciones para alcanzar aporte de 387,75gr/día.

10.2.2 Respuesta a la selección de ganancia diaria de peso en terneras

Para determinar la respuesta a la selección, se obtuvo información del valor genético entre los progenitores y su descendencia, dentro del mismo se seleccionaron solo terneras. Como se observa en la siguiente figura.

Figura 4. Respuesta a la selección (RS) para el caracter ganancia diaria peso (GDP) en terneras



La figura muestra los resultados de la respuesta a la selección correspondiente a terneras relacionados con la ganancia diaria de peso, dentro de ellos en el eje de la Y esta expresado en gramos.

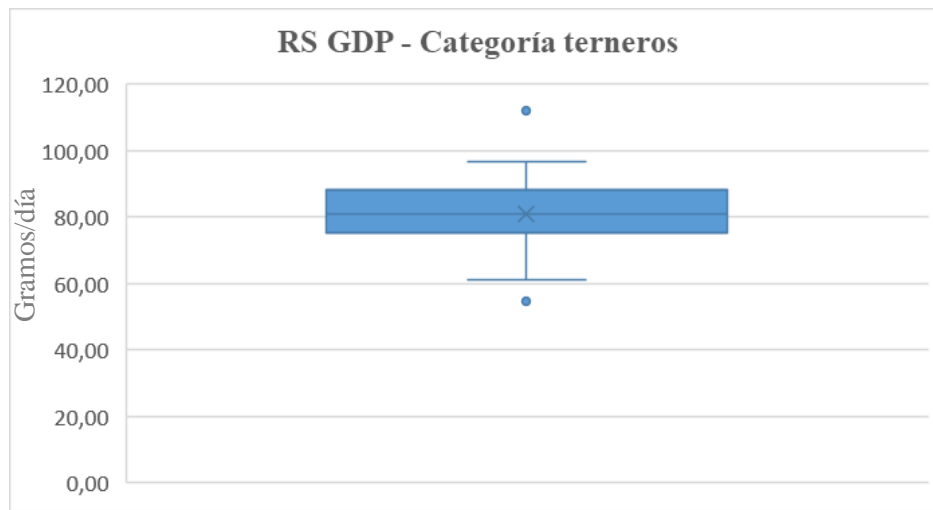
Para determinar la respuesta a la selección de ganancia diaria de peso, se usó el valor genético del mismo caracter, sumado el promedio del fenotipo, el cálculo que se realizó para cada ternera.

Mediante los datos recopilados del análisis estadístico, se observó que el valor máximo en cuanto a terneras, para este caracter es de 115,76 gr/día que corresponde a una ternera con el valor genético más alto, si es tomada como posible reproductora, el valor genético que transmitirá por descendencia es de 35,53gr/día por generación, Determinando que la media de la población de ternera es de 80,23 gr/día. Para alcanzar valor ideal que es 700 gr/día, se requiere de diecisiete generaciones para alcanzar aporte de 719,77 gr/día.

10.2.3 Respuesta a la selección de ganancia diaria de peso en terneros

Para evaluar la respuesta a la selección, se obtuvo información del valor genético entre los progenitores y su descendencia, dentro del mismo se selección solo terneros. Como se determina en la siguiente figura.

Figura 5. Respuesta a la selección (RS) para el caracter ganancia diaria de peso (GDP) en terneros



En la siguiente figura muestra los resultados de la respuesta a la selección correspondiente a terneros relacionados con la ganancia diaria de peso, el eje de la Y esta expresado en gramos.

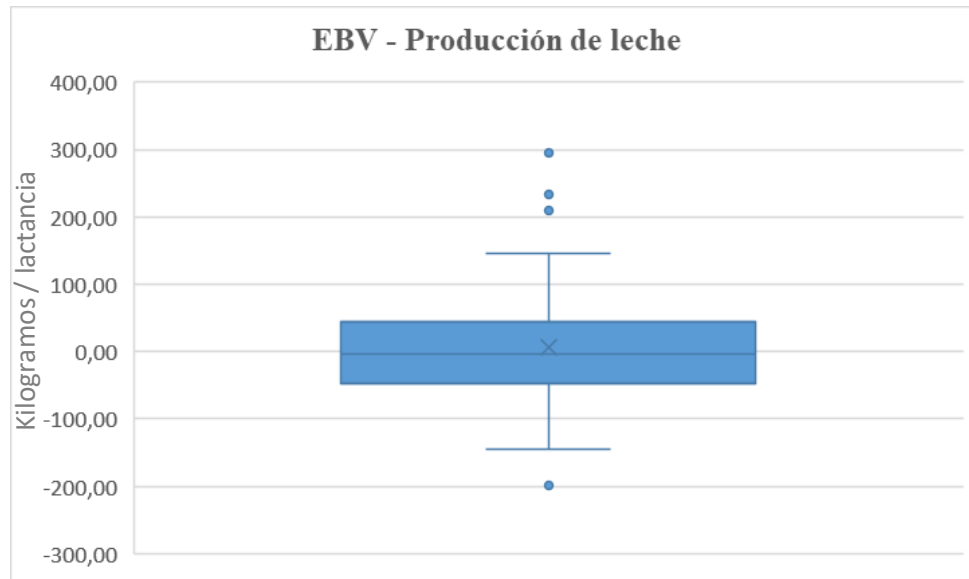
Para determinar la respuesta a la selección de ganancia diaria de peso, se usó el valor genético del mismo carácter, sumado el promedio del fenotipo, el cálculo que se realizó para cada ternero.

Mediante los datos recopilados tras el análisis estadístico, se estimó que el valor máximo en cuanto a terneros, para este caracter es de 112,14 gr/día corresponde a un ternero con el EBV más alto, si es tomado como posible reproductor, el valor genético que aportara por generación es de 31,09gr/día. Ya que la media de la población de terneros es de 81,05 gr/día. Para alcanzar el valor ideal que es 700 gr/día, se requiere de diecinueve generaciones para alcanzar un fenotipo de 702,85gr/día.

11.3 Valor genético de producción de leche

Para estimar el valor genético del caracter producción de leche se tomó en cuenta únicamente los individuos en fase de producción, pertenecientes a una población total de 20 vacas. Se utilizó el valor genotípico y se aplicó el método BLUP para obtener los resultados que se presenta en la figura.

Figura 6. Valor genético (EBV) para el caracter producción de leche



La figura muestra los resultados obtenidos de la estimación del rendimiento en producción de leche para los bovinos de la parroquia Mulalillo donde los ejes de las Y se expresan en kilogramos.

Para calcular el valor genético de este caracter se trabajó con una heredabilidad de 0,25 (48). Con este porcentaje se obtuvo el valor genético de cada individuo con una confiabilidad de 51% para este caracter.

A través de método BLUP, se determinó que el valor genético máximo para este caracter es de 295 kg/lactancia, correspondiente a un individuo que produce 12 litros diarios de leche, debido a que este individuo tiene un manejo nutricional adecuado. El valor mínimo registrado es de -198,59 kg/lactancia, esto se debe a que el individuo no cuenta con una alimentación y cuidado óptimo para su correcto desempeño.

La mayoría de la población se encuentra dentro del rango de 45,31 a -47,78 kg/lactancia, con una producción diaria de 3 y 12 litros de leche. El valor genético promedio para este caracter es de 6,85 kg/lactancia, reflejando una distribución equitativa de datos positivos y negativos entre los individuos del estudio.

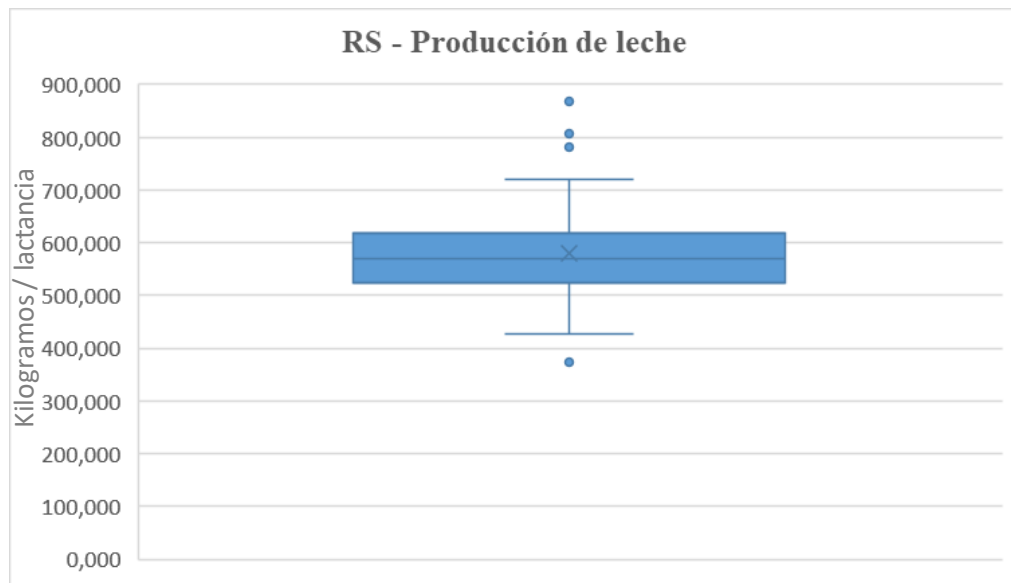
Según el estudio de Kaygisiz (2013) sobre la estimación de parámetros genéticos y valores de cría para la producción de leche, se encontró que el rendimiento genético está estrechamente relacionado con la estimación de la producción.

La correlación entre los valores genéticos estimados para la producción de leche de 305 días y los rendimientos de vacas y toros fue notablemente alta, alcanzando 0,78 kg/lactancia (51). Esta correlación es especialmente marcada entre los toros, ya que aumenta con el número creciente de descendientes por padre, mejorando así la precisión de los resultados. Comparativamente, estos resultados son positivos en relación con los obtenidos en la parroquia Mulalillo, donde la falta de registros de los progenitores limita la evaluación precisa del rendimiento genético.

11.4 Respuesta a la selección de producción de leche

Para evaluar el valor genético relacionado con la producción de leche, se consideraron exclusivamente los individuos en periodo de producción. Así como también el EBV y el valor fenotípico, se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 7. Respuesta a la selección (RS) para el carácter producción de leche



La figura muestra los datos obtenidos para estimar la producción de leche en los bovinos de la parroquia Mulalillo, donde los valores en el Y están expresados en Kilogramos.

Se utilizó el valor de cría junto con la media fenotípica del carácter de producción de leche para calcular la respuesta a la selección en todos los individuos de la población estudiada.

Tras el análisis estadístico, se determinó que la respuesta máxima a la selección fue de 867,96 kg/lactancia, obtenida por el individuo con el EBV más alto para este carácter. Si este individuo se considera como posible reproductor, su aporte por generación sería de 288,14 kg/lactancia.

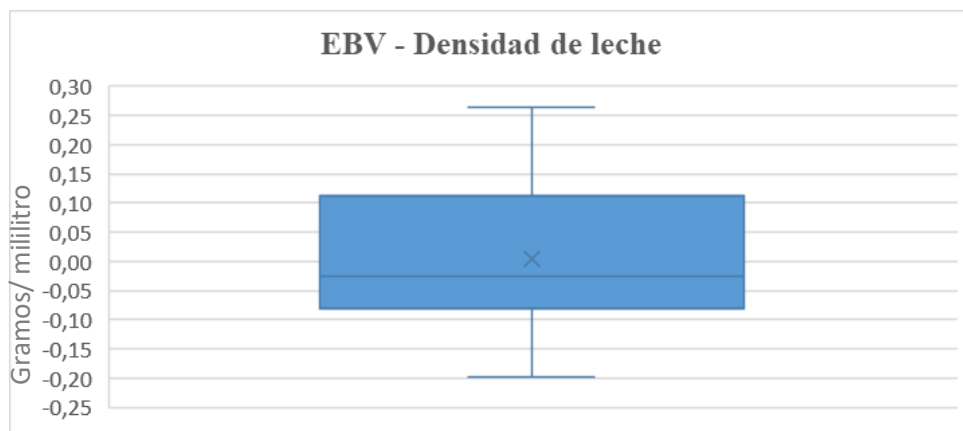
Considerando que la media de la población es de 579,82 kg/lactancia, se requiere de quince generaciones para alcanzar una media ideal de 5000 kg/lactancia, proyectando un estimado de 5190,06 kg/lactancia.

En su investigación sobre la estimación del valor genético predicho en bovinos lecheros mestizos en un hato de la Sierra alta de Chimborazo, Octavio Larrea (2020) informa que el promedio de producción de leche es de 2972,1 kg/lactancia, con una variabilidad de +/-51,1kg/lactancia y carácter que oscilan entre 1053 y 5843 kg/lactancia (52). Se observaron diferencias significativas en el efecto fijo de la composición racial, número de lactancia y años. Aunque los resultados de este estudio son superiores a los obtenidos en la parroquia Mulalillo, los valores se encuentran dentro de los resultados reportados por el autor.

11.5 Valor genético de densidad de leche

Se utilizó una muestra de 20 vacas en producción para calcular el valor genético de la densidad de leche, considerando el valor fenotípico. Los resultados fueron obtenidos mediante la aplicación de método BLUP.

Figura 8. Valor genético (EBV) de densidad de leche



La grafica presenta los datos del carácter de densidad de leche, con los ejes Y expresados en gramos.

Para calcular el valor genético de este carácter, se utilizaron los datos de las vacas en producción y una heredabilidad de 0,32 (48). Lo que permitió determinar el valor genético de cada individuo con una confiabilidad del 57% para este carácter.

Tras los análisis realizados mediante el método BLUP, se observó que el valor genético máximo para el carácter de densidad de leche fue de 0,26 gr/ml, que responde a una alimentación que

satisface los requisitos nutricionales necesarios y que resulta en un valor mínimo registrado fue de -0,20 gr/ml, correspondientes a un individuo alimentado exclusivamente con pasto.

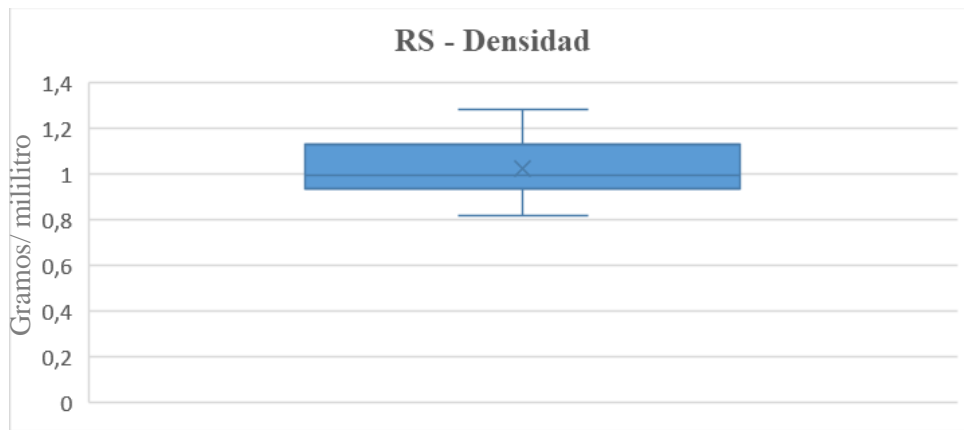
La mayoría de la población estudiada para este carácter mostró valores que van desde 0,11 hasta -0,08 gr/ml, indicando que el contenido de sólidos totales no es adecuado, lo cual influye en el nivel de densidad de la leche. El promedio obtenido para la población fue de 0,01gr/ml, lo que da como resultado una calidad de leche baja en general.

En un estudio realizado por Sharko (2022) para evaluar el valor genómico del rendimiento de la leche en ganado blanco y negro ruso, se encontraron valores promedio de 3,90gr/ml, para grasa y 3,18gr/ml para contenido de proteína (53). Estos valores son superiores a los obtenidos en la Parroquia Mulalillo debido a la raza y tipo de ambiente en los que se desarrollan.

11.6 Respuesta a la selección de densidad de leche

Para determinar la respuesta a la selección de este rasgo, se utilizaron los datos de la misma población analizada anteriormente, obteniendo los siguientes resultados.

Figura 9. Respuesta a la selección (RS) para el carácter densidad de leche



La grafica muestra los valores obtenidos para la densidad de leche en los bovinos de Mulalillo, donde los ejes de la Y esta expresados en gramos.

Para calcular la respuesta a la selección de este carácter, se utilizó el valor de cría sumado al valor fenotípico del mismo carácter, aplicándolo a las 21 vacas consideradas en este análisis.

Según los datos obtenidos, la respuesta a la selección para este carácter alcanza un máximo de 1,28 gr/ml, correspondiente al individuo con el EBV más alto. Si este individuo es seleccionado como

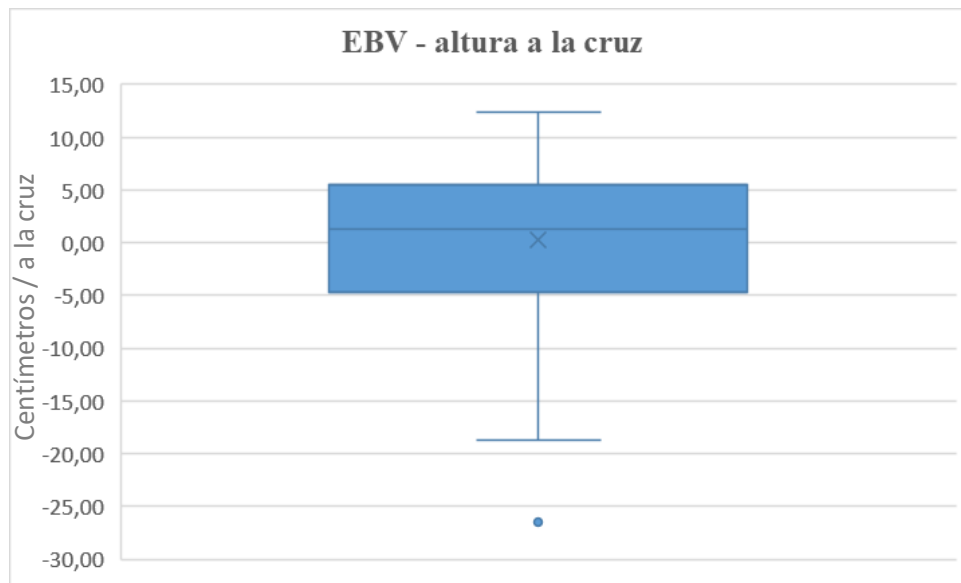
posible reproductor, el aporte por generación es de 0,26gr/ml. Dado que la media de la población es de 1,02gr/ml, se necesitará una generación para alcanzar o superar la media ideal de 1,032gr/ml.

Según la investigación de Calderón (2007) sobre la evaluación de la calidad de la leche, promedio de la densidad corregida a 15°C es de 1,030gr/ml, (54). Cabe mencionar que tenemos un valor por debajo de la media al ser comparada con esta investigación en la parroquia Mulalillo.

11.7 Valor genético de altura a la cruz

Se estimó el valor genético para la altura a la cruz en la parroquia Mulalillo utilizando los datos recolectados de 52 individuos, incluyendo terneros y vacas reproductoras. Se consideró el valor fenotípico de este carácter y se aplicó el método BLUP para obtener los resultados representados en la siguiente figura.

Figura 10. Valor genético (EBV) del carácter altura a la cruz



La grafica muestra los valores del carácter altura a la cruz de toda la población de la parroquia Mulalillo, con los ejes y expresados en centímetros.

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de todos los individuos de la población para calcular el valor genético de este carácter, utilizando una heredabilidad de 0,40 (48). Este valor permitió determinar el valor genético de cada individuo con una confiabilidad de 61%.

Según los resultados obtenidos mediante el método BLUP, el valor máximo registrado para este carácter es de 12,40 cm/a la cruz. Este valor se debe a que el animal presenta una gran composición

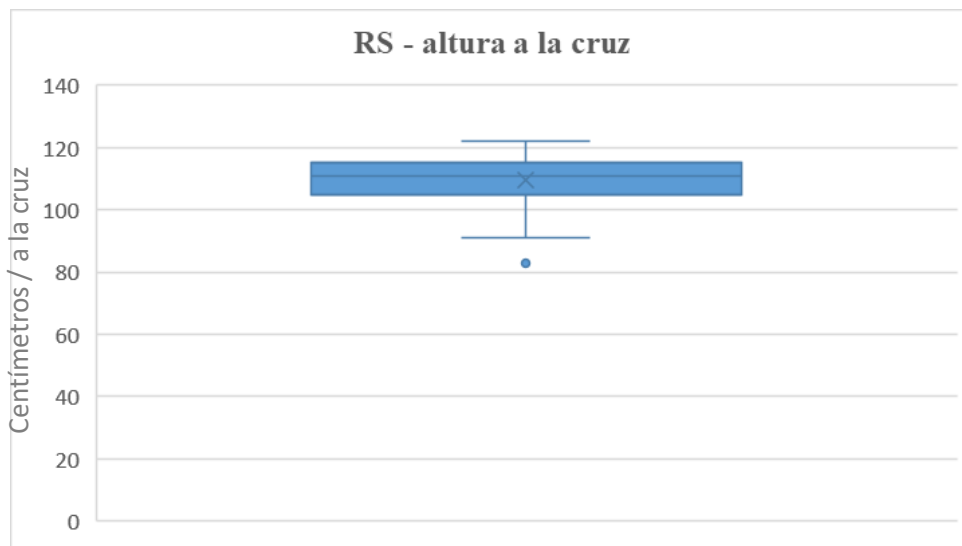
corporal, con una altura total de 128 cm/a la cruz. En contraste, el valor mínimo es de -26,52 cm/a la cruz, correspondiente a un individuo con una altura 102 cm/a la cruz. El valor promedio para toda la población es de 0,25 cm/a la cruz.

Un estudio realizado por Supriyanton (2019), que examinó la estimación de componentes de covarianza y parámetros genéticos para la altura a la cruz y longitud corporal del ganado de Bali utilizando un modelo animal, reportó un valor genético entre 0,27 y 0,32 cm/a la cruz. (55) Este valor es superior al obtenido en la presente investigación. En otro estudio realizado por Khan (2018), abordó las mediciones morfológicas y la heredabilidad para el ganado sahiwalc en Pakistán, el valor genético es de 0,20 cm/a la cruz, (56) este valor no coincide con el valor promedio obtenido en la parroquia Mulalillo, aunque es similar al valor reportado por Supriyanton.

11.8 Respuesta a la selección de altura a la cruz

Para determinar la respuesta a la selección de la altura a la cruz, se empleó el valor genético (EBV), al cual se sumó el valor fenotípico correspondiente al mismo carácter. Este cálculo se aplicó a todos los individuos de la población.

Figura 11. Respuesta a la selección (RS) para el carácter altura a la cruz



La figura muestra los valores del carácter altura a la cruz de todos los individuos de la parroquia Mulalillo. En la cual el eje de la Y se expresa en centímetros.

Según los datos obtenidos mediante el método BLUP, se observa que la respuesta a la selección un valor máximo de 121,94 cm/a la cruz, valor que corresponde al mismo individuo con el EBV más

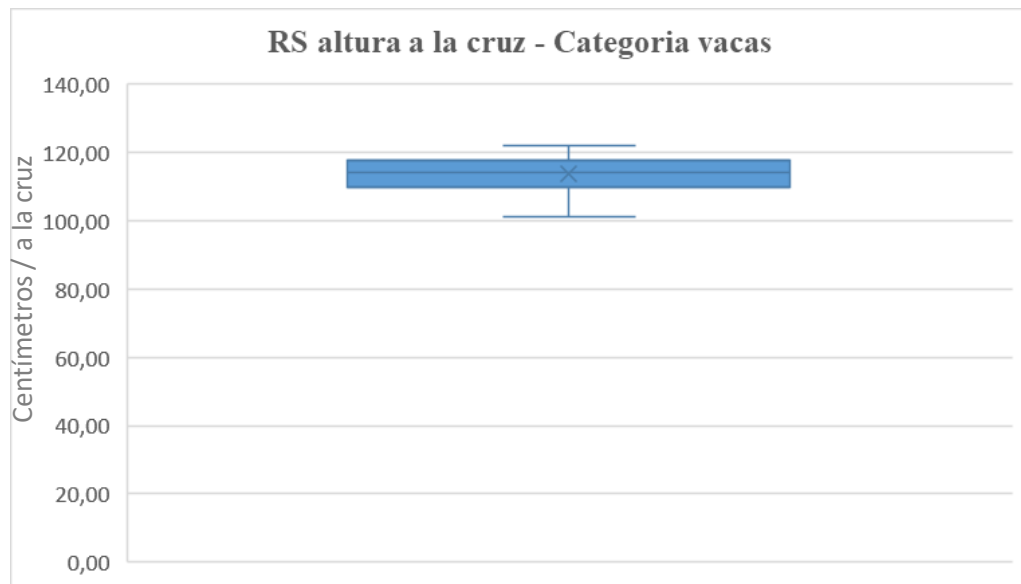
elevado, valor promedio es de 109,79 cm/a la cruz, para toda la población, el valor mínimo es de 83,02 cm/ a la cruz, si este individuo es tomado como posible reproductor, ya que el objetivo es obtener descendencias con una altura cerca de 120 cm, no tendrá que pasar ninguna generación debido que estamos dentro del rango ideal, para este caracter, tomando en cuenta que por generación se perderá -26,77 cm/a la cruz

Khan (2018) en su investigación sobre medidas morfológicas y heredabilidad en ganado indica que el promedio de altura a la cruz de una vaca es de 123,6cm (56). Este valor es comparable con los resultados obtenidos en el estudio actual, ya que los valores son similares. Tras el análisis estadístico de altura a la cruz, se identifican los individuos que destacan por encima de la mayoría en la población como los de relevancia.

10.8.1 Respuesta a la selección altura a la cruz en vacas

Para evaluar la respuesta a la selección altura a la cruz, se realizó mediante el valor genético y el promedio del fenotipo suma, que corresponde al mismo caracter. En la siguiente figura muestra los valores de solo vacas.

Figura 12. Respuesta a la selección (RS) para el carácter altura a la cruz en vacas



En la figura se observa los valores del carácter altura a la cruz de las vacas de la parroquia Mulalillo. Donde el eje de Y esta expresado en centímetros.

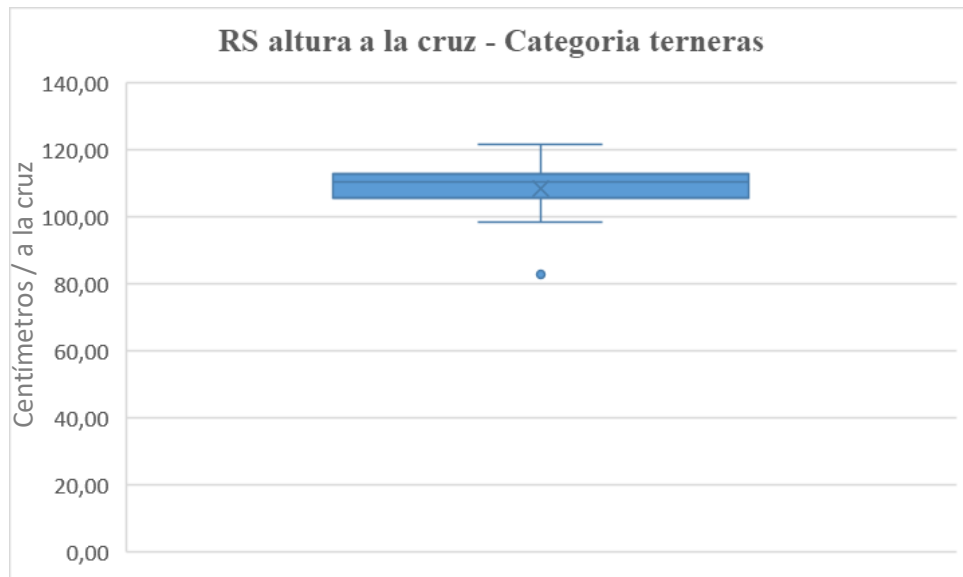
Mediante los datos obtenidos del método BLUP, se determinó que la respuesta a la selección en valor más alto es 121,95cm/a la cruz en cuanto en vacas, el valor promedio es de 113,84cm/ a la

cruz, y el valor mínimo es de 101,38cm/ a la cruz, si esta vaca es tomada en cuenta como posible reproductora, el valor que perderá por generación es de -12,46cm/a la cruz, lo cual no tendremos que pasar ninguna generación, ya que el objetivo que buscamos es perder altura, y el valor ideal es de 120 cm/ a la cruz.

10.8.2 Respuesta a la selección altura a la cruz en terneras

Para determinar la respuesta a la selección altura a la cruz, se utilizó el valor genético, sumado a este el valor fenotípico del mismo carácter, esto se ejecutó a solo terneras de la población

Figura 13. Respuesta a la selección (RS) para el carácter altura a la cruz en terneras



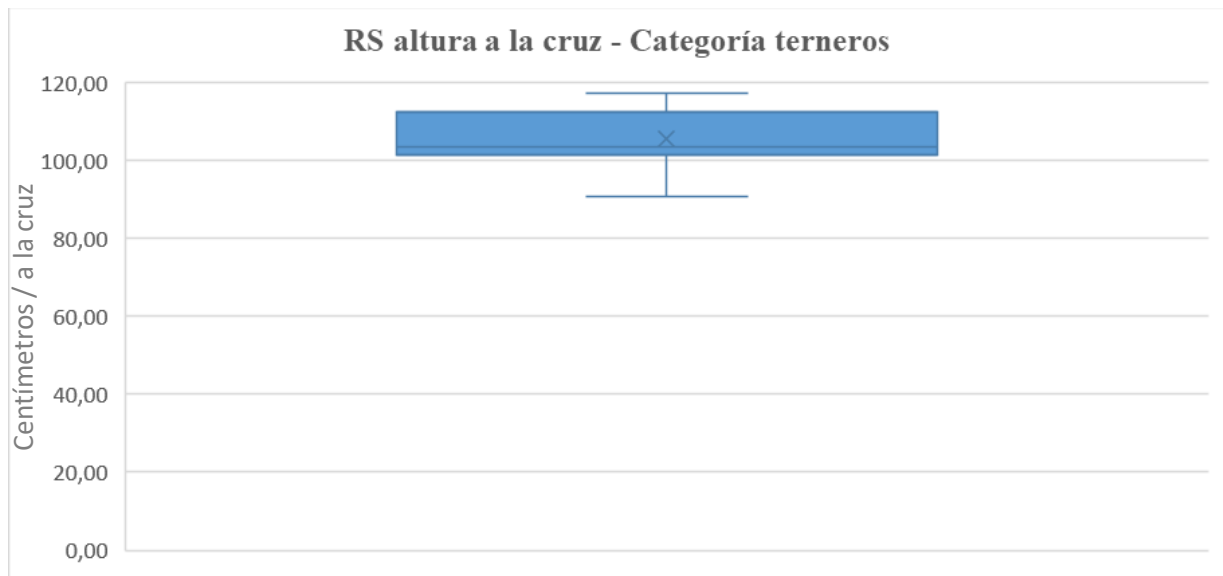
En la figura se muestra los valores del carácter altura a la cruz de las terneras de la parroquia Mulalillo. Donde el eje de Y esta expresado en centímetros.

Según los datos obtenidos del método BLUP, se determinó que la respuesta a la selección en valor más alto es 121,59 cm/a la cruz en cuanto en terneras, el valor promedio es de 108,59 cm/ a la cruz, y el valor mínimo es de 83,02 cm/ a la cruz, si esta ternera es tomada en cuenta como posible reproductora, el aporte que perderá por generación es de -25,57cm/a la cruz, lo cual no tendremos que pasar ninguna generación, debido a que el objetivo es perder altura, y el valor ideal es de 120 cm/ a la cruz.

10.8.2 Respuesta a la selección altura a la cruz en terneros

Para estimar la respuesta a la selección altura a la cruz, se usó el valor genético, sumado a este el valor fenotípico del mismo carácter, esto se ejecutó a solo terneros de la población.

Figura 14. Respuesta a la selección (RS) para el carácter altura a la cruz en terneros



En la figura se evidencia los valores del carácter altura a la cruz de los terneros de la parroquia Mulalillo. Donde el eje de Y esta expresado en centímetros.

En cuanto a los datos obtenidos del método BLUP, se estimó que la respuesta a la selección en valor más alto es 117,49cm/a la cruz en cuanto en terneras, el valor promedio es de 105,58cm/ a la cruz, y el valor mínimo es de 90,89cm/ a la cruz, si este ternero es elegido como posible reproductor, el aporte que perderá por generación es de -14,69cm/a la cruz, lo cual no tendremos que pasar ninguna generación, ya que está dentro del rango ideal que es de 120cm/ a la cruz.

Después de realizar un análisis estadístico el caracter de mayor importancia dentro de esta parroquia es ganancia diaria de peso, de toda la población se seleccionan a los 3 mejores individuos de cada categoría, tanto vacas, terneros y terneras, con el valor más alto, tanto con el EBV y Respuesta a la selección.

Tabla 1. Mejores individuos carácter GDP categoría vacas

Código vaca	Nombre	EBV gr/día	Respuesta a la Selección gr/día
23	Blanca	39,31	113,61
25	Mamacuy	35,09	109,39
37	Lucha	7,21	81,51

Esta tabla muestra a los 3 mejores animales de la categoría vacas, correspondientes al carácter ganancia diaria de peso.

Blanca es una vaca de raza Holstein, tiene una edad de 10 años, su origen es cría del mismo hato. Su propietaria es la Sra. Liseña Constante, tiene una altura a la cruz de 136 cm, con una producción de 11 litros leche diarios, negativo a la prueba de mastitis, su densidad tiene un promedio de 1,020 gr/ml, su peso corporal es de 421 kg en los 3 datos que se tomó con anterioridad arroja un promedio GDP de 189, 65gr/día.

Lucha es una vaca Holstein, tiene una edad de 7 años, su origen es introducida de otro hato. Su propietario es el Sr. Carlos Pilachanga, tiene una altura a la cruz de 125,7 su peso corporal, con una producción de 4 litros diarios, negativo para prueba de mastitis, su densidad tiene un promedio de 1,020 gr/ml, su peso corporal es de 348 kg en los 3 meses que se tomó con anterioridad arroja un promedio de GDP de 97,17 gr/día.

Mamacuy es una vaca Brow Swiss, con una edad de 7 años, su origen es cría del mismo hato. Su propietaria es la Sra. Liseña Constante, tiene una altura a la cruz de 116 cm, su peso corporal es de 280 kg, en los 3 datos que se midió presentó una ganancia promedio de 155,17gm/día.

Tabla 2. Mejores individuos caracter GDP categoría terneras

Código terneras	Nombre	EBV gr/día	Respuesta a la Selección gr/día
26	Victoria	41,47	115,76
28	Lupe	30,72	105,02
03	Samy	12,84	87,14

Esta tabla muestra a los 3 mejores animales de la categoría terneras, correspondientes al carácter ganancia diaria de peso.

Victoria es una ternera, su raza es Holstein, tiene una edad de 11 meses, es cría del mismo hato. Su propietaria es la Sra. Liseña Constante, con una altura a la cruz de 112.3 cm, su peso corporal es 132 kg, en el transcurso de la toma de mediciones en tres meses, presento una ganancia promedio de 209,50gr/día

Lupe es una ternera, su raza es Holstein, tiene una edad de 11 meses, es cría del mismo hato. Su propietaria es la Sra. Liseña Constante, con una altura a la cruz de 102 cm, su peso corporal es de 113 kg, en los 3 datos que se tomó con anterioridad arroja un promedio GDP de 194,35 gr/día.

Samy es una ternera, su raza es Holstein, tiene una edad de 2 meses, es cría del mismo hato. Su propietaria es la Sra. Martha Maldonado, con una altura a la cruz de 62,6 cm, su peso corporal es 50 kg, en el transcurso de la toma de mediciones en tres meses, presento una ganancia promedio de 280,42 gr/día.

Tabla 3. Mejores individuos caracter GDP categoría terneros

Código terneros	Nombre	EBV gr/día	Respuesta a la Selección gr/día
27	Lucho	37,84	112,14
05	Martin	22,29	96,59
42	Niño	14,15	88,44

Esta tabla muestra a los 3 mejores animales de la categoría terneros, correspondientes al carácter ganancia diaria de peso.

Lucho es un ternero Jersey, tiene una edad de 3 meses, su origen es cría del mismo hato. Su propietaria es la Sra. Liseña constante, con una altura de 66 cm a la cruz, su peso corporal es de 95 kg, en los 3 datos que se registró con anterioridad genero una ganancia de peso de 117,11 gr/día.

Martin en un ternero de raza Brow Swiis, tiene una edad de 2 meses, es cría del mismo hato. Su propietaria es la Sra. María Rivera, con una altura a la cruz de 65,7 cm, su peso corporal es de 55 kg, en los 3 datos que se tomó con anterioridad arroja un promedio GDP de 235,80 gr/día.

Niño es un ternero de raza Holstein, tiene una edad de 5 meses, origen es introducido de otro hato. Su propietario es el Sr. Carlos Pilachanga, con una altura a la cruz de 90,6 cm, su peso corporal es de 63 kg, en los 3 datos que se tomó con anterioridad arroja un promedio GDP de 130,20 gr/día.

12. Principales fortalezas y debilidades

12.1 Fortalezas

Dentro de la parroquia una de las fortalezas que presenta en cuanto a la respuesta a la selección es el carácter altura a la cruz, ya que se obtuvo una media de 109,76cm/a la cruz, valor que esta dentro de la media ideal con un valor de 120 cm/a la cruz, ya que el objetivo del proyecto es tener descendencias de menor tamaño, con excelentes características tanto reproductivas como productivas.

12.2 Debilidades

El índice de ganancia diario de peso, en respuesta a la selección, muestra una media de 74,89 gr/día, lo cual es una de las principales debilidades en la parroquia Mulalillo. Esta situación se debe a la falta de manejo adecuado en la alimentación del ganado, tales como el requerimiento de nutrientes como carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, además de una cantidad suficiente de agua para facilitar las funciones digestivas y la absorción de nutrientes del alimento suministrado. Otro factor que contribuye a esta debilidad es la insuficiencia de extensiones de terreros adecuados para el manejo y pastoreo del ganado por parte de los propietarios.

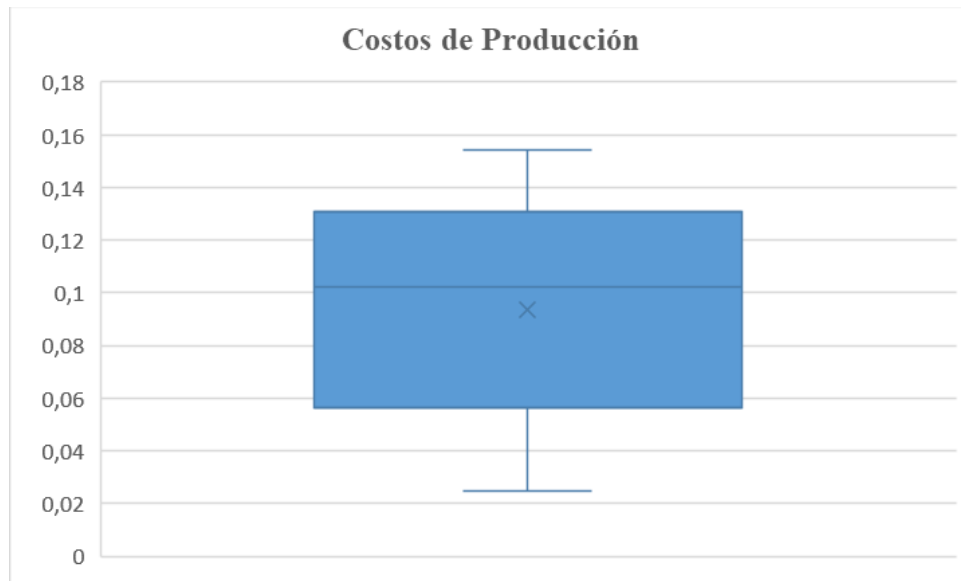
En cuanto a la producción de leche, también se considera una debilidad, ya que el rendimiento promedio por lactancia es de 579,82 kg/lactancia, que representa menos del 11,58% de la producción ideal de 5000 kg/lactancia. Esta baja producción se atribuye al manejo nutricional deficiente de los animales, dado que una alimentación de baja calidad impide que los animales alcancen su máximo potencial de producción, otro factor que influye dentro de la producción es la parte genética, ya que existe individuos que no aportan de manera positiva para este índice.

Además, la densidad de la leche es otro aspecto débil, con un promedio de 1,02 gr/ml, comparado con el valor ideal es de 1,032 gr/ml. Esto se debe a la calidad del alimento que reciben los animales, el tipo de raza, ya que la densidad de la leche está determinada por la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua, donde los sólidos no grasos incluyen proteínas, minerales, vitaminas y carbohidratos.

13. Costos de producción

Se efectuó un cálculo del costo de producción por litro de leche utilizando los datos recopilados de cada uno de los productores que están dentro del proyecto. Esto incluyó la cantidad de litros producidos por cada finca, los ingresos generados por venta de la leche, así como los costos asociados del mantenimiento de los animales. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente figura.

Figura 15. Costos de producción parroquia Mulalillo



La figura muestra los datos obtenidos sobre el costo de producción de un litro de leche en la parroquia Mulalillo.

Según el análisis estadístico realizado con los datos de las 12 explotaciones ganaderas en la parroquia Mulalillo, se encontró que el costo máximo de producción por litro de leche es de \$ 0,15. Este valor se debe a que un propietario entrega 570 litros mensuales a \$0,40, generando un ingreso de \$228 y un beneficio de \$140. No obstante, este costo no supera los \$0,25, que es el valor estimado para producir un litro de leche en Ecuador.

Por otro lado, el costo mínimo de producción es de \$0,02 por litro de leche. Esto se debe a que otro productor vende 560 litros mensuales a \$0,38, obteniendo un beneficio mensual de \$212,8, lo cual se considera rentable, a pesar que no cuentan con una producción alta en litros de leche, para que obtenga un beneficio mensual más alto.

El costo promedio de producción por litro de leche en la parroquia Mulalillo es de \$0.09 generando así un beneficio promedio de \$110,70. Cabe recalcar que este beneficio parece ser rentable en cuanto al precio del litro de leche. Es importante considerar que el valor indicado no representa una cifra real, dado que los productores no mantienen un registro adecuado de sus costos de producción, esto implica que los productores solo contemplan gastos básicos, lo que no permite una estimación precisa del costo de producción por litro de leche. Si los productores tuvieran información más detallada sobre sus costos, se podrá estimar que este valor aumentaría significativamente.

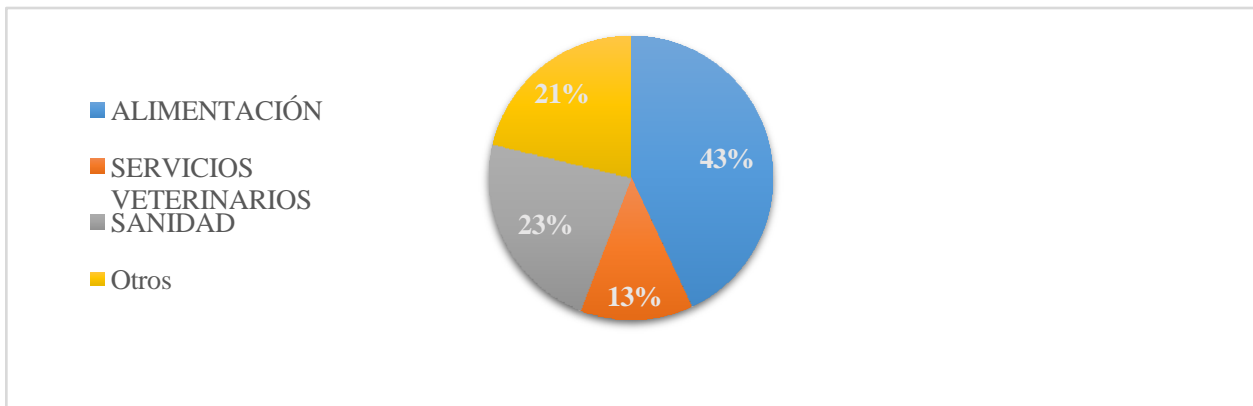
En un estudio sobre el costo de producción por litro de leche entre pequeños ganaderos de sivicusig, cantón Sigchos, Cevallos (2020) indica que el costo promedio es de \$ 0,21. Este valor se debe a la falta de un registro exhaustivo de contabilidad por parte de los productores, quienes consideran únicamente los gastos básicos. Según el autor, el costo real de producción podría aumentar hasta alcanzar los \$ 0,43 por litro (57). En la parroquia Mulalillo, la situación es comparable a la descrita por el autor en su investigación, donde los productores no disponen de información completa sobre los gastos mensuales asociados al mantenimiento y producción del hato.

En una investigación en el Canton Saquisilí, Cuví y Loachamin indican que los costos de producción de la leche de bovinos varían notablemente, oscilan entre \$0,10 y \$3,00 por unidad. Estas variaciones se explican por la cantidad de animales que cada productor maneja y la insuficiente extensión de tierra disponible para alimentarlos adecuadamente. Esta situación obliga a los productores a adquirir alimento adicional para mantener la producción de leche de sus animales. Los costos documentados en este estudio son significativamente superiores en comparación con los registrados en la parroquia Mulalillo.

13.1 Costos de producción más elevado

En la parroquia Mulalillo el costo de producción más elevado corresponde al rubro alimentación con 43% siendo este valor más alto en comparación con los demás, esto se debe a que los productores específicamente, compran las de hojas de maíz y brócoli, ya que la mayoría de los productores invierten en este tipo de alimentación para el mantenimiento de sus animales. Debido a que no cuenta con una extensión de terrero adecuada para que los animales puedan abastecerse.

Figura 16. Costo más elevado de producción



La figura muestra cual es el costo más elevado para producir un litro de leche de las producciones ganaderas.

14. IMPACTOS

14.1 IMPACTO SOCIAL

Un programa de mejoramiento genético en bovinos de leche no solo revoluciona la industria ganadera, sino también ofrece beneficios significativos a la sociedad como es en la parroquia Mulalillo en donde fue implementado el proyecto. Al seleccionar animales con caracteres deseados incrementamos la eficiencia de la producción lechera y por ende mejora de la calidad nutritiva proporcionando leche más saludable, este enfoque va de la mano con el buen manejo de los hatos ganaderos ya que los productores van adquiriendo más experiencia en el cuidado y el correcto manejo de una explotación, todo esto trata de avanzar hacia prácticas más éticas y sostenibles en la ganadería consolidando así un impacto positivo en la parroquia antes mencionada.

14.2 IMPACTO ECONÓMICO

Pequeños y medianos productores tendrán un impacto económico sustancial, ya que, al seleccionar y criar animales con características superiores, se optimiza el rendimiento lechero y se mejora la conversión alimenticia, reduciendo costos de alimentación y cuidado, esto no solo aumenta la rentabilidad para los productores, sino también va a fortalecer la competitividad del sector ganadero a nivel local e internacional. Además, al mejorar la calidad y consistencia de la leche, se abren puertas a mercados Premium y oportunidades de exportación, contribuyendo así al desarrollo económico sostenible de los productores de Mulalillo.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De un total de 52 animales registrados, se formaron por categorías, eligiendo a los mejores individuos para cada categoría dentro del valor genético (EBV) y respuesta a la selección (RS), para el carácter ganancia diaria de peso con un EBV de 39,31 gr/día, y RS de 113,61 gr/día, perteneciente a la vaca Blanca, en cuanto al carácter producción de leche con un EBV de 295 kg/lactancia y RS de 867,96 kg/lactancia, que corresponde a la vaca teresa, la misma que obtuvo datos máximos para el carácter densidad con un EBV de 0,26 gr/ml y RS de -1,28gr/ml, para el carácter altura a la cruz con un EBV de 12,40cm/ a la cruz y RS es de -121,94 cm/ a la cruz que pertenece a un individuo de nombre negra, Estos resultados se obtuvieron basándose en el análisis estadístico de sus valores genéticos y su desempeño ante la selección mediante el método BLUP.

- Se identifica que la principal fortaleza en la parroquia Mulalillo, es altura a la cruz con un promedio de 109,76cm/a la cruz, la cual muestra una respuesta positiva y constituye un punto fuerte dentro de la parroquia. Sin embargo, se han identificado debilidades significativas en aspectos como la ganancia diaria de peso con un promedio de 74,89 gr/día para toda la población, en cuanto a producción de leche con una media de 579,82 kg/lactancia y la densidad 1,02 gr/ml, estos valores observados están considerablemente por debajo del promedio adecuado.
- Se concluye que el costo promedio de producción de leche es de \$0,09 por litro, con una ganancia mensual promedio de \$110,70 para todos los productores. Es importante señalar que este valor puede variar significativamente dependiendo de la contabilidad completa de todos los gastos asociados con el mantenimiento y producción de las explotaciones ganaderas.

Recomendaciones

- Se recomienda establecer un registro genealógico para obtener información detallada de los progenitores, lo que permitirá una estimación más precisa del valor genético y la respuesta a la selección de cada característica, aumentando así la confiabilidad de los resultados.
- Mejorar el manejo nutricional de los animales es crucial, ya que influye directamente en los valores bajos observados en las características evaluadas, afectando la productividad animal de manera directa.
- Llevar una contabilidad exhaustiva de todos los gastos generados por las explotaciones ganaderas permitirá a los productores evaluar la rentabilidad y sostenibilidad, y así tomar decisiones óptimas para mejorar el manejo y así tener una producción rentable.

16. BIBLIOGRAFÍA

1. Ionita E. La producción de leche en Ecuador. Vet Digit [Internet]. 2023;1–1. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
2. Terán Julian. Análisis del mercado de la leche en Ecuador. 2019;1.
3. Guadalupe J, Muñoz G, Genaro E, González M, Núñez R, Rodolfo D, et al. Revista Científica. 2008;XVIII:160–9.
4. Ekos. Producción de leche en Ecuador | Ekosnegocios. Ekos [Internet]. 2019;(Cil):1. Available from: <https://www.ekosnegocios.com/articulo/produccion-de-leche-en-ecuador>
5. Jerson Andrés Cuéllar Sáenz. Toda la información sobre medicina veterinaria y producción animal. Panor del Sect avícola Colomb cifras y retos [Internet]. 2022;1–6. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/panorama-del-sector-avicola-de-colombia-cifras-y-retos/>
6. Las CSON. BOVINOS LECHEROS EN NUESTRO PAÍS ? 2022;1–7.
7. Mecánica F DE, por P, Diego Cruz Freire Darwin Vinicio Chimbo Chimbo J. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 2015;
8. Criolla H. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31459>. :23–4.
9. Díaz R. Impacto Del Cambio Climático En La Ganadería: Implicaciones Fisiológicas Y Ambientales. ECUADOR ES Calid - Rev Científica Ecuatoriana [Internet]. 2021;8(1):18–21. Available from: <https://revistaecuadrescoalidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadrescoalidad/index.php/revista/article/view/136>
10. Centro de la Industria Láctea (CIL). La Leche del Ecuador: Historia de la lechería ecuatoriana. Cil [Internet]. 2015;183. Available from: http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/publicaciones/la_leche_del_ecuador.pdf
11. Eduardo P, Mar I. (<https://www.agrocalidad.gob.ec/>) □. 2023;13–5.
12. Fernández J, Tarazona G. Factores que Influyen en la Composición de la Leche en el. Rev Politécnica. 2015;36(2):1–8.
13. Ravagnolo O, Soares De Lima JM, Pravia MI, Lema M. Índices de selección: Economía y genética en perfecta sintonía. Inia. 2019;59:21–5.
14. Art LA. Guía para la alimentación y nutrición del ganado lechero Mezcla de alimento. 2023;1–20.

15. Umiyati. No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する 共分散構造分析Title. 2021;4(1):6.
16. Waard J De, Waard P De, Mise D. 20/05/2024. 2024;
17. Caraviello D. Cruzamiento en el Ganado Lechero. *Reprod y Genética* No 610 [Internet]. 2004;1–5. Available from: https://www.quiveter.com/ftp_public/A30806.pdf
18. Huera D, Meneses W. Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita Cienc y Biodiversidad*. 2023;(9):50–64.
19. Agricultura M De. Proyecto de ley sobre el mejoramiento genético animal. *Congr la República*. 2012;1–7.
20. Galvan PO. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. *Cienc Vet* [Internet]. 1991;5:67–88. Available from: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
21. MONTES-V D, BARRAGÁN-H W, VERGARA-G O. Parámetros genéticos de características productivas y reproductivas para ganado tipo carne en Colombia. *Rev Colomb Cienc Anim - RECIA*. 2009;1(2):302–18.
22. Robert B, Brown EB. Heredabilidad y Repetibilidad. 2004;(1):1–14.
23. Martínez-González JC, Hernández-Hernández N, Parra-Bracamonte GM, Cienfuegos-Rivas EG. Importancia de la interacción genotipo x ambiente en rasgos de producción en ganado lechero. *CienciaUAT*. 2016;10(2):72.
24. Autor CY, Documento DEL, Tiessen A, Genotipo-fenotipo ELV. Fenotipo = genotipo + ambiente. 2010;1–9.
25. José P. Estimaciones máximo verosímiles de parámetros genéticos aplicados a la crianza animal. 2023;(MI):1–11.
26. Zuñiga UB. HEREDABILIDAD Y CORRELACIONES GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS PARA CARACTERES DE CRECIMIENTO EN EL CAMARON BLANCO *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), (Decapoda, Dendrobranchiata). Doctor. 2005;121.
27. Ossa GA, Pérez JE, Suárez MA. Valores genéticos de caracteres productivos y reproductivos en bovinos Romosinuano. *Cienc Tecnol Agropecu*. 2008;9(1):93–101.
28. Chin-Colli R, Magaña Monforte J, Segura Correa J, Núñez Domínguez R, Estrada-León R. Índices de selección para el mejoramiento productivo de bovinos suizo europeo en México. *Ecosistemas y Recur Agropecu*. 2016;3(7):1–9.

29. Izurieta COL, Hurtado EA, Andrade JIM, Loor LEV, Montoya MJM. Estimation of predicted breeding value in crossbred dairy cattle in a herd in the highlands of Chimborazo, Ecuador. *Rev Investig Vet del Peru.* 2020;31(4):1–12.
30. Xhunashi V. Desarrollo de índices de selección como evaluaciones genéticas en ganado simmental y simbrah para la producción de carne en México. 2022;1–8.
31. Pérez G. LR. Consideraciones sobre el rendimiento en canal del ganado de engorda. *Ganad Grup NUTEC [Internet].* 2023;1–8. Available from: <https://www.ganaderia.com/destacado/consideraciones-sobre-el-rendimiento-en-canal-del-ganado-de-engorda>
32. Tapia G, Díaz M. Ganancia diaria de peso y evaluación del desarrollo del aparato reproductor en vaquillas comparando Nutriplex ® y Fós Reprodução ® como sales minerales. *Proy Espec Grad Present como requisito parcial para optar al título Ing Agrónomos [Internet].* 2016;11. Available from: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5908/1/CPA-2016-T032.pdf>
33. Colima U De. Suplementación de concentrado en la producción de leche y peso vivo de vaquillas de doble propósito de primer parto Š *Supplementation of concentrate on milk production and body.* 2008;
34. Lorenzo P. Ganancia de peso en bovinos en pastoreo rotativo tratados con un compuesto mineral inyectable. 2014;5:1–7. Available from: <https://uy.virbac.com/home/todos-los-consejos/pagecontent/cuidados-y-consejos/ganancia-de-peso-en-bovinos-en-p.html>
35. Sociales R. Conversión Alimenticia en Bovinos Artículos Relacionados Patrick Brown *Recibe los Prestigiosos.* 2019;1–5.
36. Cómo mejorar la calidad y cantidad de la producción de leche en tu hato Optimizar la genética de las vacas lecheras Proporcionar una alimentación Realizar estrategias que promuevan su salud y bienestar. :1–11.
37. Contero R. La calidad de la leche: un desafío en el Ecuador. *La Granja [Internet].* 2008;7(1):25–8. Available from: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/7.2008.05>
38. Chacón Bueno FM. Evaluación de los análisis físicos-químicos de la leche bovina. *Univ Politécnica Sales [Internet].* 2017;39–45. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf>

39. INTA. Calidad de leche. 2005;5.
40. Ganadero C. ¿ Ha considerado usted la altura de sus vacas a la hora de elegir las más productivas ? 2021;1–8.
41. Técnica U, Norte DEL. Universidad técnica del norte. 2024;
42. Polanco AC. Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivicusig, cantón Sigchos, Ecuador. Cienc Lat Rev Científica Multidiscip. 2021;5(4):4474–89.
43. Ortega G, Santamari-a N. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE COMERCIO - PDF Descargar libre. RepositorioEspeEduEc [Internet]. 2020;2021. Available from: <https://docplayer.es/201373665-Departamento-de-ciencias-economicas-administrativas-y-de-comercio.html>
44. Astudillo R. Universidad Nacional De Loja Modalidad De Estudios a Distancia Título. 2014; Available from: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/16722>
45. I Font JT. Aplicación del método BLUP a la evaluación y selección de reproductores porcinos. Av en Tecnol Porc [Internet]. 2005;2(9):35–56. Available from: <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/4.pdf>
46. Blup MDEL, Metodología T, Blup DEL, Blup DEL, Alfonso U, Sabio X, et al. Información Chat IA TEMA 10 Metodología. :7638758.
47. Parroquial GAD, Parroquial M. <https://mulalillo.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/> 1/5. 2024;1–5.
48. Albarracín M. Universidad Técnica de Cotopaxi UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI. Repos Uta [Internet]. 2010;67. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
49. Pérez JE. Características De Crecimiento En El Ganado Criollo. 2006;7:25–32.
50. Maquivar-Linfoot MG, Galina-Hidalgo CS, Mendoza-Martínez GD, Verduzco-Gómez AR, Galindo-Badilla JR, Molina-Sánchez R, et al. Predicción de la ganancia diaria de peso mediante el uso del modelo NRC en novillas suplementadas en el trópico húmedo de Costa Rica. Rev Cient la Fac Ciencias Vet la Univ del Zulia. 2006;16(6):634–41.
51. Faid-Allah E. Estimating Breeding values for milk production and mastitis traits for Holstein cattle in Egypt. J Ilmu Ternak dan Vet. 2019;23(4):159.
52. 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 del Perú*. 2020;31(4):e17519.
53. Sharko FS, Khatib A, Prokhortchouk EB. Genomic Estimated Breeding Value of Milk Performance and Fertility Traits in the Russian Black-and-White Cattle Population. *Acta Naturae*. 2022;14(1):109–21.
 54. On-line I. *Revista MVZ Córdoba* EVALUATION OF MILK QUALITY IN FOUR PROCESSORS OF CHEESE IN THE MUNICIPALITY OF MONTERIA ,. 2019;2–7.
 55. Analytics S, Analytics S. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Genética y mejoramiento Resúmenes* : 2019;1–33.
 56. Khan MA, Khan MS, Waheed A. Morphological measurements and their heritabilities for sahiwal cattle in pakistan. *J Anim Plant Sci*. 2018;28(2):431–40.
 57. Quezada Veliz RX, Carvajal Romero H, Barrezueta Unda S. Impacto económico de la producción bananera en el Ecuador en el periodo 2008-2016. *Rev Metrop Ciencias Apl*. 2021;4(2):148–57.