



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SAN ISIDRO Y COCHALOMA EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023”

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

Autor:

Tipan Rojas Jimy Alexis

Tutor:

Beltrán Romero Cristian Fernando

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Jimmy Alexis Tipan Rojas**, con cédula de ciudadanía No. **0504168824**, declaro ser el autor del presente Proyecto de Investigación **“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SAN ISIDRO Y COCHALOMA EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023”**, siendo el **Doctor Beltrán Romero Cristian Fernando, Mg.** Tutor presente trabajo; y, eximo expresamente a la “Universidad Técnica de Cotopaxi” y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 21 de febrero del 2024



Jimmy Alexis Tipan Rojas

C.C: 050416882-4

ESTUDIANTE

CONTRATO CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de la obra, que celebran de una parte **TIPAN ROJAS JIMY ALEXIS**, identificado con cédula de ciudadanía **050416882-4**, 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 Elegido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

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

Historial Académico Inicio de la carrera:

Inicio de la carrera: Octubre 2019 - Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Febrero 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 03 de Noviembre del 2023.

Tutor: Dr. Beltrán Romero Cristian Fernando, Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SAN ISIDRO Y COCHALOMA EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023.**”

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

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

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

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

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

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

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


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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de febrero del 2024.


Tipan Rojas Jimy Alexis
EL CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SAN ISIDRO Y COCHALOMA EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023”, de Tipan Rojas Jimy Alexis, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 21 de febrero del 2024



Dr. Beltrán Romero Cristian Fernando, Mg.

DOCENTE TUTOR

CC: 0501942940

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: Tipan Rojas Jimmy Alexis, con el título de Proyecto Integrador: “**ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SAN ISIDRO Y COCHALOMA EN EL CANTÓN PUJILI, EN EL PERÍODO 2023**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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


Latacunga, 21 de febrero del 2024



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



MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.
C.C: 1722547278
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Dr. Jorge Washington Armas Cajas, Mg
C.C: 0501536450
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A Dios mi guía y camino en este proceso llamado vida.

A mi familia (Raimundo, Gloria, Elvis, Gina y Samantha) pilar incondicional en cada paso, mi motor y el mejor argumento para continuar sin desmayar en cada aventura construida y en este logro.

A todos mis docentes, por su entrega y esfuerzo diario para llenarme de conocimientos para alcanzar esta meta.

Finalmente, a mis ángeles del cielo que me han cuidado hasta el día de hoy.

Jimmy Alexis Tipan Rojas

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional, aliento y sacrificio, quienes lo dieron todo y confiaron en mí durante todo este trayecto. Gracias les doy por creer en mí y por ser mi fuente inagotable de inspiración.

A mis buenos amigos en especial a la Dra. Cristina Chipugsi por ser un pilar fundamental en mi formación, también a Cristóbal Quishpe y Zaida Toro por su apoyo incondicional, quienes siempre tuvieron las palabras correctas para mantenerme motivado a seguir adelante.

Querida Anahí Avila, hoy termina un ciclo importante en mi vida, pero también en la suya, ya que ha sido mi apoyo incondicional en este largo proceso de investigación y redacción. Gracias por creer en mí, por escucharme, por ayudarme y por estar a mi lado en los momentos de incertidumbre y de cansancio, es mi mejor amiga, mi confidente y mi amor, este logro es también suyo, porque sin su cariño y tu paciencia, nada de esto hubiera sido posible. Que este trabajo sea solo el inicio de muchos proyectos que juntos podamos emprender.

Jimmy Alexis Tipan Rojas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LOS SECTORES: SAN ISIDRO Y COCHALOMA EN EL CANTÓN PUJILÍ, EN EL PERIODO 2023”.

AUTOR: Tipan Rojas Jimmy Alexis

RESUMEN

Cotopaxi es una de las cuatro provincias con más producción ganadera en el Ecuador, cuenta con un aproximado de 256 mil cabezas de ganado bovino, que gran parte son pequeños y medianos productores. Sin Embargo, la falta de información fenotípica y genotípica de sus animales dificultan la producción y estimación del valor genético de los animales. Con el objetivo de abordar esta problemática, se llevó a cabo una investigación en la parroquia Pujilí-La Matriz de la provincia de Cotopaxi, en las comunas: San Isidro y Cochaloma por medio del análisis de datos, costos de producción, ganancia diaria de peso, producción y densidad de leche, se determinó las adversidades del día vivir de los productores al maximizar la producción con los objetivos de mejora genética. Los resultados mostraron que el precio promedio de producción de leche es de \$0,20 por litro con un beneficio promedio mensual de \$162,82. Además se observó que la mejor ganancia diaria de peso es de 120.02 g/día en vacas de producción, lo que requeriría 6 generaciones para alcanzar el valor estimado de 700 g/día. En cuanto a la producción de leche, el promedio parroquial fue de 1240.75 kg/día/lactancia, siendo necesarias 6 generaciones para alcanzar el valor estimado de 5000 kg/día/lactancia. En términos de densidad de leche, el promedio fue de 0.86 g/ml, y se requeriría dos generaciones para alcanzar el valor estimado de 1,032 g/ml. Como resultado del análisis, se seleccionaron tres vacas, Lladira, Toxica y Quiteña, las mismas que cuentan con los parámetros necesarios considerando los valores de selección obtenidos mediante el método estadístico del Mejor Predictor Lineal no Sesgado (BLUP). Este método se utiliza para estimar los valores y las ganancias genéticas de características de interés. En resumen, esta investigación proporciona información valiosa para los productores de leche en la Parroquia Pujilí-La Matriz, con el fin de mejorar la selección de animales y alcanzar mejores resultados en términos de producción lechera.

Palabras Claves: Promedio, Ganancia diaria de peso, Producción de leche, Densidad, Respuesta de selección.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

THEME: “ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM OF DAIRY CATTLE IN THE SECTORS: SAN ISIDRO AND COCHALOMA IN PUJILÍ CANTON, IN THE PERIOD 2023”.

AUTHOR: Tipan Rojas Jimy Alexis

ABSTRACT

Cotopaxi is one of the four provinces with the most livestock production in Ecuador, it has approximately 256 thousand heads of cattle, most of which are small and medium-sized producers. However, the lack of phenotypic and genotypic information about their animals makes it difficult to produce and estimate the genetic value of the animals. With the aim of addressing this problem, a research was carried out in Pujilí-La Matriz parish Cotopaxi province, in the communes: San Isidro and Cochaloma through data analysis, production costs, daily weight gain, milk production and density, the adversities of the producers' daily lives were determined by maximizing production with the objectives of genetic improvement. The results showed that the average milk production price is \$0.20 per liter with an average monthly profit of \$162.82. Furthermore, it was observed that the best daily weight gain is 120.02 g/day in production cows, which would require 6 generations to reach the estimated value of 700 g/day. Regarding milk production, the parish average was 1240.75 kg/day/lactation, with 6 generations being necessary to reach the estimated value of 5000 kg/day/lactation. In terms of milk density, the average was 0.86 g/ml, and two generations would be required to reach the estimated value of 1,032 g/ml. As a result of the analysis, three cows were selected, Lladira, Toxica and Quiteña, which have the necessary parameters considering the selection values obtained through the statistical method of the Best Linear Unbiased Predictor (BLUP). This method is used to estimate the values and genetic gains of traits of interest. In summary, this research provides valuable information for dairy producers in Pujilí-La Matriz Parish, in order to improve animal selection and achieve better results in terms of milk production.

KEYWORDS: Average, Daily weight gain, Milk production, Density, Selection response

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| CONTRATO CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | iii |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| DEDICATORIA | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL: | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| 3. BENEFICIARIOS | 3 |
| 3.1 Directos: | 3 |
| 3.2 Indirectos: | 3 |
| 4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION: | 3 |
| 5. OBJETIVOS: | 6 |
| 5.1 Objetivo general: | 6 |
| 5.2 Objetivos específicos: | 6 |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS | 7 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA..... | 8 |
| 7.1 Situación lechera nacional..... | 8 |
| 7.2 Ganadería en Ecuador | 9 |
| 7.3 Ganadería en Cotopaxi..... | 9 |
| 7.4. Producción de leche en Cotopaxi | 10 |
| 7.5. Mejoramiento genético | 11 |
| 7.6. Parámetros genéticos | 11 |
| 7.6.1. Heredabilidad o índice de herencia | 12 |
| 7.6.2. Genotipo y Fenotipo..... | 12 |
| 7.6.3. Correlaciones Genéticas | 13 |
| 7.6.4. Índice de mérito total..... | 13 |
| 7.7. Criterios de selección | 14 |
| 7.7.1. Producción de leche | 15 |
| 7.7.2. Calidad de leche | 16 |
| 7.7.3. Sanidad..... | 16 |
| 7.8. Registros | 17 |

| | | |
|--------|--|----|
| 7.9. | Método BLUP | 17 |
| 7.9.1. | Respuesta de selección | 18 |
| 8. | VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS | 18 |
| 9. | METODOLOGÍA..... | 19 |
| 9.1 | ÁREA DE INVESTIGACIÓN | 19 |
| 9.2 | Tipo de estudio..... | 19 |
| 9.2.1 | Población de estudio | 20 |
| 9.2.2 | Valor económico | 20 |
| 9.3 | Valor genético..... | 20 |
| 9.3.1 | Costos de producción | 21 |
| 9.3.2 | Ganancia diaria de peso | 21 |
| 9.3.3 | Calidad de la leche | 21 |
| 9.3.4 | Producción de leche | 21 |
| 9.3.5 | Sanidad..... | 22 |
| 9.4 | Respuesta a la selección | 22 |
| 9.5 | Análisis de datos | 22 |
| 10. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 23 |
| 10.1 | Objetivos de mejoramiento genético | 23 |
| 10.1.1 | Costos de producción..... | 23 |
| 10.1.2 | Ganancia diaria de peso | 25 |
| 10.1.3 | Producción de leche | 29 |
| 10.1.4 | Densidad de la leche – Calidad | 32 |
| 11. | IMPACTOS..... | 36 |
| 11.1 | Impacto técnico..... | 36 |
| 11.2 | Impacto económico..... | 36 |
| 12. | CONCLUSIONES..... | 37 |
| 13. | RECOMENDACIONES | 38 |
| 14. | BIBLIOGRAFÍA..... | 39 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Costos de producción por litro de leche..... | 23 |
| Tabla 2. EBV de Ganancia Diaria de Peso..... | 26 |
| Tabla 3. Respuesta a la selección de Ganancia Diaria de Peso..... | 28 |
| Tabla 4. EBV de Producción de Leche. | 29 |
| Tabla 5. Respuesta a la Selección de Producción de Leche..... | 31 |
| Tabla 6. EBV de Densidad..... | 33 |
| Tabla 7. Respuesta a la Selección de Densidad. | 34 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Costos de producción de leche | 25 |
| Gráfico 2. Valor genético en ganancia diaria de peso. | 26 |
| Gráfico 3. Respuesta a la selección en ganancia diaria de peso. | 28 |
| Gráfico 4. Valor genético de producción de leche. | 30 |
| Gráfico 5. Respuesta a la selección en producción de leche..... | 32 |
| Gráfico 6. Valor genético de la densidad de leche. | 33 |
| Gráfico 7. Respuesta a la selección de la densidad de leche. | 35 |

ÍNDICE DE FIGURA

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación geográfica de la Parroquia..... | 19 |
|---|----|

1. INFORMACIÓN GENERAL:

Título del proyecto: Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de los sectores: San Isidro y Cochaloma en el cantón Pujilí, en el periodo 2023.

Fecha de Inicio: octubre 2023.

Fecha de Finalización: marzo 2024.

Lugar de Ejecución: Parroquia Pujilí-La Matriz, provincia de Cotopaxi.

Facultad que Auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Unidad Académica que Auspicia: Universidad Técnica de Cotopaxi

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria.

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

Equipo de Trabajo:

- **Estudiante:**

Tipán Rojas Jimmy Alexis. (Anexo 1)

- **Tutor:**

Dr. Mg. Beltrán Romero Cristian Fernando. (Anexo 2)

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN

En 2018, se registraron 4.10 millones de cabezas de ganado a nivel nacional, con un 37% ubicado en la costa. La mayoría de ganado proviene de la sierra ecuatoriana, la región con mayor producción de leche en el país, con el 79,58% del total. (1)

El 80% de la producción de leche en el Ecuador se concentra en los pequeños y medianos productores siendo el promedio de 4 litros de leche de vaca por hectárea/día. Uno de los mayores problemas para esta producción constituye la migración de estos a la ciudad ya que la rentabilidad lechera se vuelve nula. (2)

La transformación de la industria ganadera se va dando desde hace algunas décadas. La demanda de alimentos de origen animal provoca que la producción ganadera crezca a pasos colosales. Por esta razón este sector ha tenido grandes avances tecnológicos y se ha tecnificado para sacar adelante la utilidad de la misma. (3)

Para la economía rural la producción de leche es esencial. Por esta razón, la selección genética de los animales juega un papel crucial en la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del sector. La selección adecuada se logra mediante el uso de índices que combinan información de varios rasgos para seleccionar los animales más aptos para la reproducción.

El proyecto de mejora genética de bovinos de producción lechera que se desarrolla en la Provincia y el Cantón permitirá conocer a heredabilidad y el mérito económico de cada uno de los criterios incluidos en los objetivos de esta propuesta, siendo la meta incrementar la producción de leche en pequeños productores, ofertando rentabilidad al costo beneficio.

3. BENEFICIARIOS

3.1 Directos:

- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.
- Productores del cantón Pujilí-La Matriz que participaran en el proyecto de mejoramiento genético.

3.2 Indirectos:

- Pobladores de la parroquia Matriz del cantón: Pujilí, comunas: Cochaloma y San Isidro.

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION:

En el cantón: Pujilí, parroquia: La Matriz, se encuentran ubicados las comunas de San Isidro y Cochaloma, pertenecientes al sector rural, con ciertas limitaciones debidas a la falta de vialidad, sequía y condiciones ambientales, pero en este marco existe un factor preponderante que es la falta de conocimientos de los productores en el manejo del hato lechero, lo que se vuelve relevante al momento de adquirir animales puesto que se desconoce las características fenotípicas que estas vacas requieren para que sean buenas productoras. Esto provoca que los comerciantes engañen a los productores, quienes les aseguran la producción diaria de leche que será de 10, 15 o 20 litros diarios, pero al momento del ordeño tienen una producción a la mitad o menos de lo prometido, siendo una de las razones para una producción deficientes en estos sectores.

Mediante la observación del hato en esta zona se pudo determinar que cerca del 60% de los bovinos no cuentan con una condición corporal (CC) aceptable, en una escala de 1 al 5, siendo el promedio de 2,5. Esta condición corporal se debe a que la nutrición de los animales es deficiente siendo una de las causas el desconocimiento de los productores sobre los requerimientos nutricionales que esta necesita esta especie para que puedan tener un físico aceptable. La nutrición en la mayoría de los casos incluye: brócoli, avena, alfalfa y cabuya, siendo esta última la más tradicional en un 80%. Un problema importante es que los bovinos no tienen acceso directo al agua, el suministro se lo realiza durante el ordeño de la mañana y de la tarde. Se hace necesario que los productores mejoren el manejo del hato para garantizar la salud y bienestar animal. Además, puede ser beneficioso evaluar la dieta de los animales y considerar agregar otros alimentos para asegurar una nutrición adecuada.

La sanidad durante el ordeño juega un rol importante ya que de esta depende la calidad de la leche y la sanidad de la ubre de las vacas. En estas comunidades la adecuada limpieza y secado de los pezones es nula o escasa. Esta mala práctica puede afectar la calidad de la leche y provocar enfermedades en la ubre, lo que reduce el rendimiento lechero. Además, se menciona que en el espacio donde se realiza el ordeño también carecía de desalubridad, ya que las vacas eran ordeñadas en suelos que no estaban limpios debido a la falta de un espacio designado específicamente para esta labor. Es importante que los productores tomen medidas para mejorar la sanidad durante el ordeño y asegurar un producto de calidad, caso contrario seguirán presentando disconformidad con el precio de la leche que no tiene un costo fijo debido a las irregularidades presentes que pueden afectar a la calidad del producto.

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

5. OBJETIVOS:

5.1 Objetivo general:

- Examinar el índice de selección utilizado en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de las comunas San isidro y Cochaloma, identificando las características evaluadas y los pesos asignados a cada una de ellas.

5.2 Objetivos específicos:

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

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

| Objetivo 1 | Actividad | Resultado de la actividad | Medios de verificación |
|--|---|--|--|
| Estimar el valor económico de los caracteres del objetivo de mejora. | - Calendario sanitario - Recolección de datos actualizados | El precio promedio de la producción de leche es de 20 centavos por litro, el beneficio del promedio de los socios que conforman el proyecto fue de \$162,82 al mes, siento poco rentable para los productores en comparación con un sueldo básico. | Base de datos de Excel (costos de producción) |
| Objetivo 2 | Actividad | Resultado de la actividad | Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos) |
| Estimar el valor genético de cada animal. | Análisis de la información de datos obtenidos. | La ganancia diaria de peso es representada por Lladira (120.02gr), en producción de leche Toxica (1240.75 kg/vaca) y en densidad de leche es Quiteña (0.86 g/ml) | Base de datos de Excel (Individual) |
| Objetivo 3 | Actividad | Resultado de la actividad | Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos) |
| Estimar la respuesta a la selección de los caracteres seleccionados. | Análisis de información. | La GDP en promedio de las comunas es 1.87 g/día para alcanzar el valor estimado (700 g/día) se necesita 6 generaciones, en producción de leche el promedio de las comunas es de 93.90 kg/día/lactancia para alcanzar el valor estimado (5000 kg/día/lactancia) se necesita 6 generaciones, y en la densidad de leche hubo un promedio de 0.84 g/ml para alcanzar el valor estimado (1,032) se necesita 2 generación. | Base de datos de Excel (Resultados respuesta a la selección) |

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Situación lechera nacional

La producción lechera representa un sector importante en la economía ecuatoriana ya que aporta al desarrollo económico de manera considerable puesto que genera empleos en las zonas rurales del país. (4)

Si bien en Ecuador la industria encara retos trascendentales en términos de productividad, rentabilidad y sostenibilidad. La carencia de rentabilidad es una de las razones principales que deterioran al precio oficial de la leche, lo que ha provocado problemas socioeconómicos para los productores. El costo de la leche por litro tiene un efecto importante en la rentabilidad, sostenibilidad y productividad, también los altos costos de producción, tomando en cuenta mano de obra y el sustento de los animales, mismos que tienen un papel fundamental en el análisis de la productividad. (4)

De igual manera, la escasa existencia de políticas públicas eficientes para con el sector de producción láctea ha desarrollado una falta de regularización y control en la producción y comercialización de la leche, teniendo como consecuencia problemas tales como la adulteración del producto y la poca trazabilidad en su producción (5)

En Ecuador el sector de producción de leche enfrenta también una competencia con los productos de importe, que innumerables ocasiones ingresan al país sin necesidad de cumplir con los requisitos necesarios como sanitarios y de calidad. Aun con todas estas dificultades el sector de producción de leche en Ecuador tiene una gran oportunidad de crecimiento y desarrollo, gracias al clima y los suelos del país que están adecuados para la producción de pastos y forrajes que mejoran la producción y calidad de leche (6)

7.2 Ganadería en Ecuador

Una de las principales actividades dentro del sector agropecuario del Ecuador es la ganadería de bovinos puesto que mejora la economía rural campesina con la propuesta de productivos cárnicos y lácteos, que forman parte de la canasta básica y la seguridad alimentaria de Ecuador. (7)

Existe un predominio de cabezas de ganado 2,0 millones dentro del sector agropecuario a nivel nacional, teniendo en la región Sierra la mayor afluencia con el 53,0%; luego la región Costa con el 38,6% y en último lugar la región Amazónica con el 6,8%. (2)

Las provincias que en su mayoría se dedican a la explotación de ganado son: Cotopaxi, Tungurahua, Manabí, Guayas, Pichincha, Azuay, Loja, El Oro y Cañar. (8) La provincia con el mayor número de cabezas de ganado es Manabí con 805 mil, Chimborazo posee 285 mil, Azuay tiene 286 mil, Cotopaxi con 256 mil y Pichincha estima 306mil. En todas estas provincias el ganado predominante es el mestizo, criollo, Brahman, Holstein, Brown Swiss y Jersey. (2)

7.3 Ganadería en Cotopaxi

La provincia de Cotopaxi, ubicada en la región Sierra en el centro del Ecuador con una superficie de 6.569 km². La ganadería es una de las principales actividades económicas en la provincia, con muchos emprendedores dedicados a la producción de leche y carne. (9)

Esta provincia es mayormente conocida por sus razas de ganado de alta calidad, tomando en cuenta también Holstein, Jersey y Brown Swiss, que son elegidas en su mayoría por su excelente producción de leche además de poseer una excelente adaptabilidad a las condiciones climáticas y geográficas variadas que presenta la provincia. (10)

La producción de leche en la región Sierra se centra su mayoría en la provincia de Cotopaxi, puesto que en dicha provincia se encuentran la mayor parte de explotaciones lecheras. En esta provincia es popularmente dominante las técnicas de ordeño manual, aunque las producciones más grandes utilizan sistemas de ordeño mecánico puesto que son más eficientes en la producción de leche, el único inconveniente de este tipo de sistemas de ordeño es el alto costo que tiene. (11)

La leche producida en la provincia de Cotopaxi es vendida mayormente a empresas lácteas, que la procesan; existen también fincas que realizan varios productos como el queso para la venta directa al consumidor. En esta provincia es vital la producción de leche puesto que genera oportunidades de empleo y el desarrollo económico tanto de los pequeños productores como de industrias relacionadas. (12)

7.4. Producción de leche en Cotopaxi

El sector lechero de Cotopaxi posee dos problemas principales que generan preocupación el robo de ganado y la disminución del precio de la leche, debido a que el 80% de la población trabaja en dicho sector, donde se producen 700.000 litros de leche al día. A pesar de que el precio de venta de la leche ha subido en el país los pequeños y medianos productores de Cotopaxi no reciben un pago justo por su producto. Cotopaxi está ubicado en el cuarto lugar de las provincias que generan mayor producción de leche a nivel nacional estando Pichincha, Cañar y Chimborazo por delante. (13)

590.000 litros de leche se generan al día en Cotopaxi, de los cuales, únicamente el 84% está destinado a la venta, el 16% restante tiene un diferente destino. El precio oficial de la leche es de 0.42 centavos, los productores han elegido reducir el precio a 0.35 centavos por la falta de

demanda, provocando que no sea rentable la producción y generando una economía deficiente.

(14)

7.5. Mejoramiento genético

Una de las técnicas de mejoramiento genético más comunes en el campo es la selección fenotípica, basándose en la evaluación de distintas características observables en los animales, en tanto la selección genómica se basa en la evaluación de dichas características genéticas de los animales utilizando técnicas moleculares. (15)

Existen también otras técnicas como la transferencia de embriones o la inseminación artificial que también se pueden utilizar para la mejora de características específicas en los animales. Con estas técnicas se puede mejorar la producción de leche siempre y cuando exista una conexión genética positiva entre las características seleccionadas. (16)

7.6. Parámetros genéticos

Para poder valorar la heredabilidad de las características seleccionadas en el mejoramiento genético de animales, para poder aprovechar la genética necesaria en una población es necesario valorar estas medidas, teniendo la heredabilidad como uno de los conceptos genéticos más importantes y definiéndolo como la proporción de la variación fenotípica. (17)

La evaluación de estos parámetros es de suma importancia en los programas de mejoramiento genéticos animal para características tanto reproductivas como productivas. Para poder tener una selección más precisa de los animales a mejorar y las características que deseamos mejorar es necesario conocer la magnitud de la variación genética y la proporción de esta variación que se debe a factores genéticos. (18)

7.6.1. Heredabilidad o índice de herencia

Los rasgos que mayor factor de heredabilidad tienen poseen una fuerte semejanza entre el rendimiento y los valores genéticos del animal, en tanto que los rasgos de menor heredabilidad tienen una base débil. La heredabilidad es muy importante considerando los rasgos que queremos en la cría de animales, puesto que determina el valor en que los factores genéticos ayudan a la variación del rasgo. (19)

La valoración de la heredabilidad se puede lograr mediante los análisis estadísticos de los datos genealógicos y de rendimiento. La heredabilidad se manifiesta como un valor entre 0 y 1, donde 0 muestra que la variación fenotípica se debe mayormente a factores ambientales y 1 muestra que la variación fenotípica se da solamente gracias a factores genéticos. Saber con certeza la heredabilidad de un rasgo específico es primordial para decidir sobre la cría de animales en el mejoramiento genético de los mismos. (20)

7.6.2. Genotipo y Fenotipo

El significado de genotipo se refiere al conjunto de genes que un individuo posee. Dichos genes establecen las características heredadas y su viable variabilidad genética dentro de una población. En el tema de mejoramiento genético de ganado bovino, la elección cuidadosa de los genotipos ideales es de gran importancia. Al escoger genotipos con genes preferentes para la producción de leche o carne de alta calidad, se requiere optimizar las características favorables en la descendencia y lograr avances en la calidad y producción del ganado. (21)

El término fenotipo hace referencia a las cualidades físicas y de comportamiento de un animal, por ejemplo, su peso, altura, fertilidad, producción de carne o leche, entre otros. En un animal el fenotipo es dirigido tanto por su ambiente de desarrollo como por su genotipo, esto nos ayuda a

señalar específicamente los animales apropiados para mejorar genéticamente el ganado. En todos los programas de cría de bovinos este tipo de selección es fundamental para el mejoramiento y sostenibilidad de las características deseadas. El conocimiento profundo del fenotipo en el ganado resulta muy decisivo para una gestión ganadera de éxito, pues nos permite tomar decisiones adecuadas en cuanto al manejo y cuidado del ganado. (22)

7.6.3. Correlaciones Genéticas

En el mejoramiento genético de animales las correlaciones genéticas son de gran importancia para conocer y entender como los distintos factores genéticos pueden cambiar los rasgos de los animales y como estos se pueden mejorar al mismo tiempo. El análisis estadístico de datos de pedigrí y rendimiento es una excelente ayuda para poder evaluar las correlaciones genéticas y usar esta información para poder superar los rendimientos anteriores de los animales en múltiples rasgos. (23)

Para resumir, el análisis de las correlaciones genéticas es primordial para el incremento de programas de mejoramiento genético que puedan ser rentables y eficaces y así poder ayudar a identificar las relaciones entre distintos rasgos, identificándolos como el cociente entre respuestas a selecciones establecidas. (24)

7.6.4. Índice de mérito total

El índice de mérito total se considera el método de selección genética óptimo en programas de mejoramiento genético que involucran múltiples rasgos. Este índice designa una calificación a cada animal en función de un combinado ponderado de los rasgos que se buscan seleccionar. En otros términos, el índice de mérito total es la suma de los valores genéticos de un animal, en el

cual cada valor es entregado en función de su valor económico relativo. Para facilitar la interpretación del índice los valores de puntuación se miden en términos monetarios. (25)

Las pruebas genéticas y los índices de mérito total en la selección genética de ganado lechero son primordiales para determinar el valor fenotípico de los animales individualmente, encontrando así los caracteres mejor posicionados para poder ser transmitidos a la siguiente generación. (26)

Es verdad que los índices de mérito total representan una ayuda enorme para minimizar los procesos de selección, sin embargo, es importante para los productores considerar sus metas y las circunstancias en las que se encuentran antes de poder determinar un índice en particular. Los índices de mérito total se originan en los valores económicos de cara rasgo, teniendo en cuenta que con el tiempo estos valores cambian según las condiciones del mercado. (27)

Para poder obtener el índice de mérito total se deben recoger los datos de las características que influyen en rentabilidad y tener datos genealógicos para poder compararlos y así determinar el porcentaje de variabilidad que se puede observar en los diferentes rasgos. Una vez obtenidos estos datos se lograría hacer un estudio económico que nos ayude a conocer el impacto de cada una de las características en la rentabilidad. (28)

7.7. Criterios de selección

Mediante la selección genética, se ha alcanzado superar a largo plazo las poblaciones de ganado, pudiendo decir que, en la última época, se ha incrementado la utilización de la selección genética impulsando así el aumento en la tasa de mejora en algunas poblaciones. (29) Los programas de mejoramiento genético tienen como fin elegir a los mejores progenitores, es decir los de superioridad genética para una siguiente generación. Esta selección está basada en un índice que

mezcla datos de diferentes características relevantes desde el punto económico, para así poder obtener un único valor que aliviara la toma de decisiones. (30)

En cuanto a las decisiones de reproducción y selección las evaluaciones genéticas de las características del ganado lechero es una de las mejores herramientas. Las características genéticas pueden ser cualitativas y cuantitativas, las cuales se ubican en el núcleo de las células somáticas, algunas de estas se ven comprometidas por distintos factores ambientales o por un exceso de pares de genes, un buen ejemplo de este tipo de modificaciones son la producción y composición de la leche. (31)

La mejora genética lleva consigo cambiar la frecuencia de los genes en una población de ganado, esto se puede lograr al mejorar las características tanto ambientales como genéticas, por ejemplo, mejorando el ambiente donde un animal se encuentre y cambiando la genética del mismo en las siguientes generaciones se podrá saber lo que se requiere heredar y obtener el mayor beneficio posible de esto. (32)

7.7.1. Producción de leche

Ecuador es un país importante en la producción y consumo de leche cruda, teniendo a la región Sierra como una de las principales provincias productoras de leche. A pesar de que la producción y venta de leche puede presentar problemas como la contaminación en el transporte y almacenamiento, además de esto las vacas enfermas. En Ecuador la importancia de la producción de leche siempre ha sido un tema a debatir en torno a la libre comercialización mundial. (33)

Un estudio reciente de investigación examino los márgenes de beneficio para los productores de leche en función a los variables precios por litro de leche. Se estableció que el precio de política

pública por litro de leche no era el pensado y muy por lo contrario estaba debajo de la ley, lo que causaba el bajo o nulo ingreso para los productores. (34)

7.7.2. Calidad de leche

Producción de leche en condiciones adecuadas, conservación ideal, transporte correcto y las correctas practicas higiénicas y de buen manejo son los procedimientos primordiales para garantizar la calidad de la leche. (35)

Uno de los parámetros para conocer que la leche es de buena calidad es su densidad y valor nutricional, este puede ser utilizado para la detección de algún tipo de adulteración del producto. Se pueden usar diferentes tácticas para la detección del aumento de agua en la leche, entre los más comunes están los lacto métricos, refractómetros y crioscópicos. (36)

Directamente podemos relacionar la densidad de la leche con la cantidad de grasa que contiene, solidos no grasos y agua; para poder medirla se utiliza un lactodensímetro. En el control de la calidad de los productos lácteos este parámetro es de vital importancia para detectar la calidad de la leche. Si se requiere evitar el decaimiento del precio de la leche se debe tener la mayor pureza posible y mantener la misma para así no generar un impacto negativo en los consumidores lo que provoca un impacto económico negativo en los productores. (37)

7.7.3. Sanidad

Durante el ordeño, transporte e instalaciones, alimentación y agua inadecuadas pueden ser factores de contaminación que afectan directamente a la insalubridad de la leche lo que nos lleva a la afectación en producción y comercialización de esta, causando una variabilidad en el precio de venta. La forma correcta de manejo durante el ordeño es primordial para mantener la buena calidad de la leche, esto cambia con gran diferencia entre las técnicas de ordeño mecánico y

manual. También el control de las instalaciones de producción es importante para asegurar las condiciones ideales para la producción de leche. (38) La presencia de contaminantes y la adulteración de la leche necesitan una mayor atención de parte de los productores y las autoridades competentes para de esta forma beneficiar la seguridad del consumidor y favorecer la inversión de los productores. (39)

7.8. Registros

El registro de datos individuales dentro de la actividad ganadera es primordial para lograr evaluaciones constantes genéticas del ganado lechero. Estos datos contienen registros de valor sobre la producción de leche, calidad de carne, salud animal, fertilidad y otras características relevantes. (40) Con esta información se puede llevar a cabo estrategias de selección que ayuden a la productividad y calidad en una producción ganadera. Estas estrategias ayudan a identificar y seleccionar los animales con mejores características genéticas, lo que permite mejorar la calidad del ganado de producción de carne como la calidad del ganado lechero. (41)

7.9. Método BLUP

BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) es considerado una técnica estadística implementada para la evaluar los valores y ganancias genéticos en programas de mejoramiento genético. Dicho método ha logrado una importancia pues es una de las herramientas más modernas de la evaluación genética, ya que principalmente este se basa en minimizar los cambios entre valores predichos y reales en base a características de interés. (42)

El método BLUP se usa para evaluar efectos fijos en modelos lineales mixtos y se lo puede aplicar a la selección de pruebas de progenie, las estimaciones exactas de los valores genéticos son determinante al instante de valorar las características que se deben transmitir, para que los animales

y sus características puedan cada vez ser mejorados y adaptados a diferentes situaciones experimentales. (43)

7.9.1. Respuesta de selección

La respuesta de selección busca que la tasa de cambio genético se optimice con el objetivo de poder distinguir y seleccionar adecuadamente a los animales que cuenten con los mejores valores de cría para así conseguir seleccionarlos para ser padres, por ende, la respuesta de selección se fundamenta en la diferencia entre el valor medio fenotípico de dos animales elegidos como progenitores, la media de las generaciones parentales previas a la selección. En diferentes términos, la respuesta de selección se resuelve por la disparidad entre los valores fenotípicos promedio de los descendientes elegidos y la media de la progenie previa a su selección. (44)

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

H1. La información obtenida de la respuesta a la selección si se utiliza para estimar el índice de mérito total y seleccionar a los reproductores de la siguiente generación.

H0. La información obtenida de la respuesta a la selección no se utiliza para estimar el índice de mérito total y seleccionar a los reproductores de la siguiente generación.

9. METODOLOGÍA

9.1 ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en el cantón: Pujilí, parroquia: La Matriz, comunas: San Isidro y Cochaloma, pertenecientes al sector rural, los mismos que pertenecen a la provincia de Cotopaxi, se encuentra a una altitud de 2.962 m s. n. m., con una latitud $1^{\circ}0'53.43''53S$ y longitud de $78^{\circ}42'26.334''W$. La temperatura media anual de La Matriz es 13° acompañado de un clima templado, el cantón posee 1.290 km² aproximadamente. Sus limitaciones son:

- Norte: limita con los cantones Sigchos, Saquisilí y Latacunga
- Este: limita con los cantones Salcedo y Latacunga.
- Oeste: limita con los cantones La Maná y Pangua.
- Sur: limita con el cantón Salcedo y las provincias de Tungurahua y

Bolívar.

Figura 1. Ubicación geográfica de la Parroquia.



Nota. Extraído Google Maps

9.2 Tipo de estudio

Se llevó a cabo un estudio de tipo descriptivo observacional, en el cual se recopilaban datos de los animales inscritos en el proyecto de mejora y de los costos de producción de los mismos, con

el objetivo de seleccionar a los mejores animales de los sectores de estudio para el programa de mejoramiento genético.

9.2.1 Población de estudio

La recolección de datos se realizó en las comunas San Isidro y Cochaloma pertenecientes al cantón Pujilí, parroquia Pujilí-La Matriz. La comuna San Isidro registró 6 productores asociados al proyecto con un total de 28 bovinos hembras y Cochaloma registró 8 productores asociados al proyecto con un total de 52 bovinos hembras. La cantidad de vacas productoras de ambos sectores fue de 41 vacas lecheras.

9.2.2 Valor económico

En la parroquia Pujilí-La Matriz, se han seleccionado tres caracteres para mejorar la producción de leche: la ganancia de peso (GDP), la producción de leche (PL) y la densidad de la leche (DL). Estos caracteres están destinados a aumentar los beneficios de los productores al mejorar la calidad de la leche y, como resultado, obtener precios más altos y una mayor rentabilidad.

9.3 Valor genético

La recolección de datos (peso de la vaca, test de mastitis, densidad, temperatura y peso de la leche) de cada animal fue realizada en los meses de octubre, noviembre y diciembre, se recogieron mensualmente los datos de costos de producción, peso del animal (kg), peso de la leche (kg), la densidad de la leche, altura del animal (cm) y la presencia de mastitis. Se empleó una cinta bovinométrica para pesar los bovinos, un lactodensímetro para medir la calidad de la leche, una balanza eléctrica para pesar la leche y el California Mastitis Test (CMT) para detectar la presencia

de mastitis. El lactodensímetro nos proporcionó información sobre la densidad y temperatura de la leche.

9.3.1 Costos de producción

Se recopilaron datos de 14 productores que se dedican a la producción de leche. En el registro, se incluyeron datos como la cantidad de litros de leche producidos por mes, los gastos adicionales, los ingresos por la venta de terneros y el precio de la leche. Estos datos se utilizaron para estimar los costos y beneficios de cada productor.

9.3.2 Ganancia diaria de peso

Para el registro del peso del animal, nos ayudamos de una cinta bovinométrica que fue de mucha ayuda para calcular el peso de los animales, colocamos la cinta por el diámetro del tórax a la altura de la cruz justo detrás de las extremidades anteriores.

9.3.3 Calidad de la leche

Se empleó un lactodensímetro para evaluar la calidad de la leche, midiendo su densidad y temperatura, junto con una probeta en donde se colocó la leche sin espuma para medir los parámetros mencionados anteriormente.

9.3.4 Producción de leche

Para evaluar este parámetro fue de vital importancia el uso de una balanza electrónica, para ello se consideró las veces que los socios ordeñaban al día (1 o 2 ordeños diarios), se identificó a los socios que realizan dos ordeños al día y se pesó las dos veces y se sumó ambos resultados para obtener el dato final.

9.3.5 Sanidad

Se pudo observar que los 14 socios empleaban únicamente el ordeño manual. En la identificación de la presencia de patologías en las ubres procedimos a realizar el test de mastitis para lo cual se utilizó la prueba de California Mastitis Test (CMT) colocando en cada cuarto de la paleta una pequeña porción de leche post despunte de los pezones, seguidamente se añade el reactivo en cada una de las muestras y se procede a dar ligeros movimientos circulares para homogenizar la mezcla y obtener el resultado final.

9.4 Respuesta a la selección

Este cálculo se da a partir de la siguiente fórmula para obtener la respuesta a la selección

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

donde:

h²: heredabilidad de cada carácter

i: intensidad de selección

a: precisión de la estima del valor genético obtenido del BLUP

IG: intervalo generacional

9.5 Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico para relacionar los datos recolectados con la genética del animal. Se utilizó el método BLUP para estimar el valor genético mediante el modelo animal, el cual considera la variabilidad genética y ambiental para la estimación genética de cada individuo.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la intervención de Pujilí-La Matriz participan los barrios de San Isidro y Cochaloma, quienes forman parte del proyecto de mejora genética con 17 productores. Sin embargo, debido a ciertas eventualidades, algunos participantes se vieron obligados a vender sus animales, otros buscaron nuevas oportunidades en otras provincias o en el extranjero, y algunos decidieron dejar de formar parte del proyecto, reduciendo el número de productores a 14.

10.1 Objetivos de mejoramiento genético

10.1.1 Costos de producción

En la (Tabla 1) se calcula el costo promedio de producción en la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí, parroquia Matriz, comunas: Cochaloma y San Isidro, tomando en consideración los litros de leche totales producidos al mes, su precio de venta y los costos de producción de leche.

Tabla 1. Costos de producción por litro de leche.

| Predio | Ltrs - mes | Precio de venta | gastos de leche | Costo producción por litro | Ingresos leche | Beneficios |
|----------------------|------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|------------|
| Aida Rios | 558 | 0,42 | 120 | 0,22 | 234,36 | 114,36 |
| Alexis Guaman | 513 | 0,42 | 110 | 0,21 | 215,46 | 105,46 |
| Bertha Tigse | 780 | 0,42 | 195 | 0,25 | 327,6 | 132,6 |
| Blanca Criollo | 1200 | 0,42 | 235 | 0,20 | 504 | 269 |
| Germania Rojas | 689 | 0,42 | 107 | 0,16 | 289,38 | 182,38 |
| Graciela Simaluisa | 639 | 0,4 | 134 | 0,21 | 255,6 | 121,6 |
| Gregorio Masabanda | 1497 | 0,42 | 344 | 0,23 | 628,74 | 284,74 |
| Jeferson Rojas | 822 | 0,42 | 200 | 0,24 | 345,24 | 145,24 |
| Martha Copara Rojas | 283 | 0,42 | 35 | 0,12 | 118,86 | 83,86 |
| Patricia Curicho | 210 | 0,4 | 20 | 0,10 | 84 | 64 |
| Leonor Allauca | 2391 | 0,42 | 555 | 0,23 | 1004,22 | 449,22 |
| Narcisa Tayopanta | 858 | 0,42 | 165 | 0,19 | 360,36 | 195,36 |
| Rosa Copara Rojas | 530 | 0,42 | 120 | 0,23 | 222,6 | 102,6 |
| Wilma Simaluisa | 135 | 0,4 | 25 | 0,19 | 54 | 29 |
| SUMA | 11105 | 5,82 | 2365 | 2,77 | 4644,42 | 2279,42 |
| MEDIA MENSUAL | 793,21 | 0,416 | 168,93 | 0,20 | 331,74 | 162,82 |

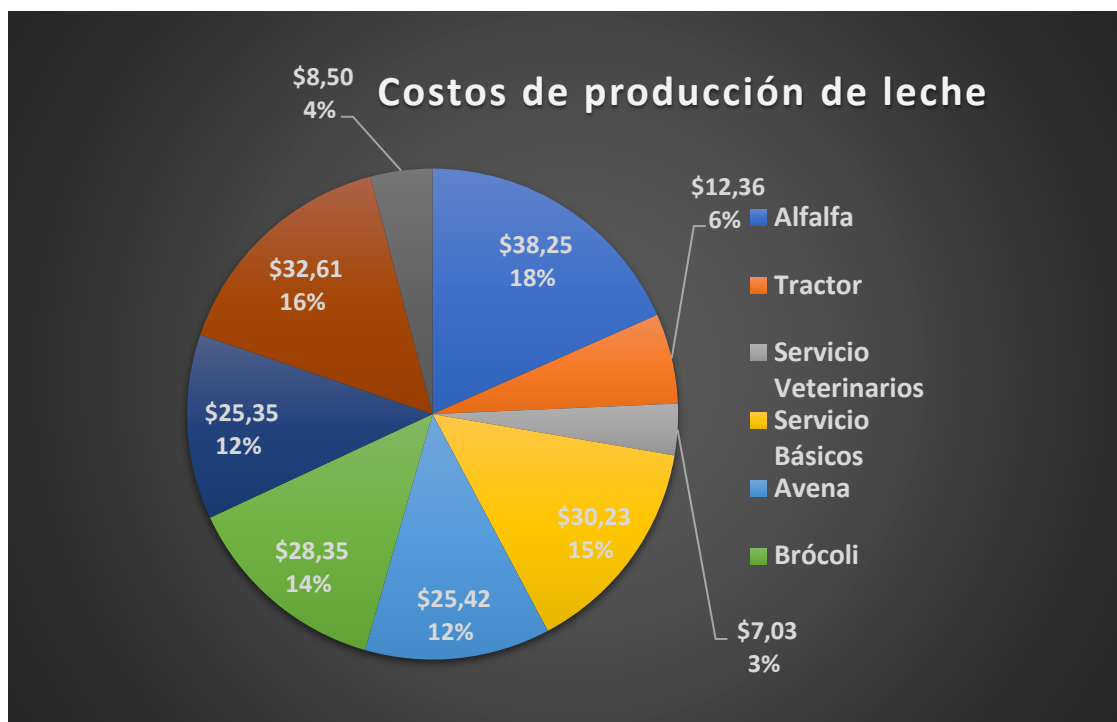
Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

El costo de producción solo fue tomado en cuenta de las vacas de producción por lo que el costo medio de producción de la leche en las comunas de San Isidro y Cochaloma es de 20 centavos/litro, lo que está dentro de los parámetros de referencia. A pesar de ser un costo medio, el beneficio promedio mensual es de \$162.82, sin ser tomado en cuenta la mensualidad del propietario. En comparación con el salario básico de \$460, se puede llegar a una conclusión, que no es sustentable.

Los productores de los cuatro barrios gastaron en promedio en alfalfa \$38.25, tractor \$12.36, servicios veterinarios \$7.03, servicios básicos \$30.23, avena \$25.42, brócoli \$28.35, cabuya \$25.35, vacunas \$32.61 y sal mineral \$8.50. Los servicios veterinarios y la sal mineral como suplemento fueron los costos de producción más económicos en la lista, ya que se gasta menos de este producto al no administrarse en grandes cantidades para mantener una condición corporal óptima y el servicio veterinario al ser brindado por porte de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) se ve reducido en un gran valor económico para muchos propietarios. Se puede observar en el Gráfico 1 los porcentajes de cada gasto al mes.

Gráfico 1. Costos de producción de leche



Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

En base a la información obtenida de los costos de producción de la parroquia José Guango de la provincia de Cotopaxi, se puede observar que el costo de producción por un litro de leche radica en \$1,48. (45) El paralelismo con la provincia de Bolívar, específicamente en Magangué tiene un costo de producción de 11 centavos, con un beneficio de \$5084,45 promedio anual, esto se debe a que la producción tiene un punto de equilibrio en unidades producidas. (46)

10.1.2 Ganancia diaria de peso

Se calculó la Ganancia Diaria de Peso (GDP) de 69 bovinos hembra (terneras, fierros, vientres, vacas) que pertenecen a 14 productores de las comunas de San Isidro y Cochaloma.

10.1.2.1 Valor genético

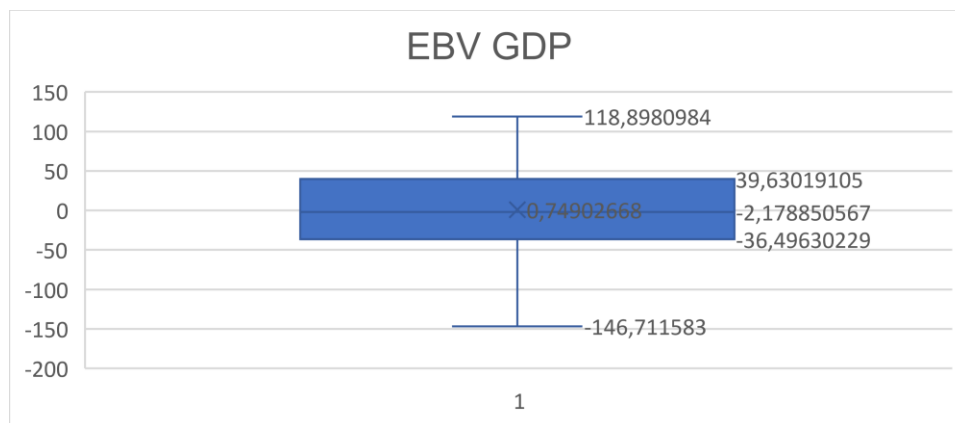
Tabla 2. EBV de Ganancia Diaria de Peso.

| EBV GDP | |
|------------|------------|
| ID Animal | EBV |
| Lladira | 118,89 gr |
| Preciosa | 107,424 gr |
| Mabe | 100,92 gr |
| Sandra | 100,06 gr |
| Preciosa 2 | 91,34 gr |
| Marlene | 87,3 gr |
| Cuca | 78,18 gr |
| Pincky | 74,17 gr |
| Dorotea | 66,03 gr |
| Mulata | 63,95 gr |

Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma
Elaborado por: el autor

Según los resultados obtenidos, el animal que mostró el mayor valor genético (EBV) en ganancia de peso es Lladira, con 118.89 gr al día, un Accuracy o nivel de precisión de 0,58. La propietaria es la señora Blanca Criollo. Cabe recalcar que la heredabilidad para la GDP es de 0.35.

Gráfico 2. Valor genético en ganancia diaria de peso.



Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma
Elaborado por: el autor

Los 10 animales con el mayor valor genético en GDP fueron seleccionados. Los cuales son: LLadira (118.89 gr) Preciosa 1 (107.424 gr), Mabe (100.92 gr), Sandra (100.06 gr), Preciosa 2

(91.34 gr) Marlene (87.30 gr), Cuca (78.18 gr), Pinky (74.17 gr), Dorotea (66.03 gr) Mulata (63.95 gr). La vaca con el resultado más bajo fue Morocha (-146.71 gr), cuenta la dueña que la vaca cayó en una infección a nivel pulmonar y la vaca cayó en gran medida su condición corporal.

Tiene un excelente valor genético gracias a que ha recibido un suplemento alimenticio que cumple con todos sus requerimientos nutricionales, lo cual le ha permitido mantener una buena condición corporal. Sin embargo, al mantenerla atada a una estaca al aire libre, no ha existido el riesgo de que pierda peso.

Se llevó a cabo una evaluación de los valores genéticos para los pesos al nacer y al destete en un hato de ganado colombiano criollo Romosinuano en Córdoba. Se encontró una fuerte correlación positiva de +0,91 entre los pesos al nacer y al destete, y una correlación positiva de +0,79 en el caso del peso al destete. Además, se obtuvo un valor medio de 0,42 de GPD. (47) Es relevante señalar que los valores de heredabilidad directa para estos pesos resultaron ser superiores a los valores de heredabilidad materna. Además, se observó consistentemente una correlación negativa entre los efectos directos y maternos. Por otro lado, se han registrado cambios significativos en la estimación del peso al destete en el ganado bovino en Cuba, siendo de 0,40. (48), el más bajo debido a las diferentes condiciones climáticas en los países de estudio.

10.1.2.2 Respuesta a la selección

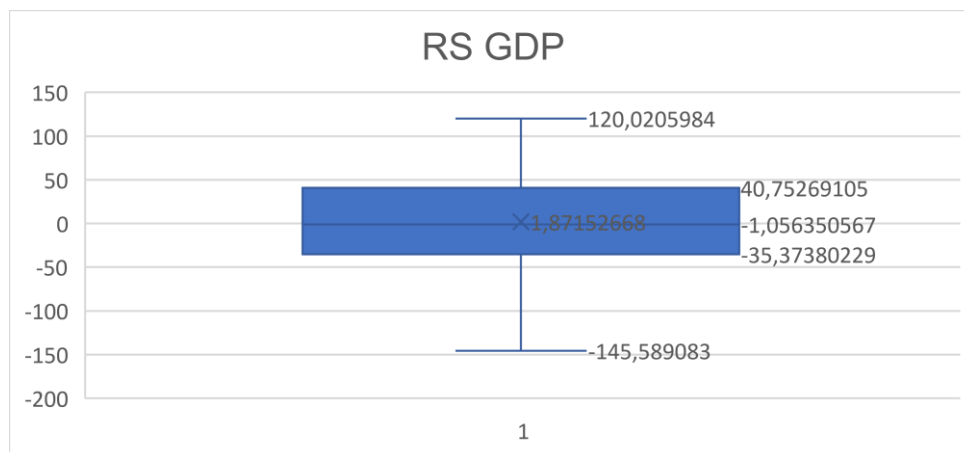
Tabla 3. Respuesta a la selección de Ganancia Diaria de Peso

| RS GDP | |
|------------|-----------|
| ID Animal | RS |
| Lladira | 120,02 gr |
| Preciosa | 108,54 gr |
| Mabe | 102,05 gr |
| Sandra | 101,18 gr |
| Preciosa 2 | 92,46 gr |
| Marlene | 88,42 gr |
| Cuca | 79,3 gr |
| Pincky | 75,29 gr |
| Dorotea | 67,15 gr |
| Mulata | 65,075 gr |

Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma
Elaborado por: el autor

En la respuesta a la selección de ganancia diaria de peso se destacan los 10 animales con los mejores resultados: LLadira (120.02 gr) Preciosa 1 (108.54 gr), Mabe (102.05 gr), Sandra (101.18 gr), Preciosa 2 (92.46 gr) Marlene (88.42 gr), Cuca (79.30 gr), Pinky (75.29 gr), Dorotea (67.15 gr) Mulata (65.075 gr). La vaca con el resultado más bajo fue Morocha (-316,18 gr), El promedio de la GDP es de 1.87 g/día, siendo un resultado extremadamente bajo.

Gráfico 3. Respuesta a la selección en ganancia diaria de peso.



Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma
Elaborado por: el autor

La GDP a la que se quiere alcanzar es de 700 gr/día, sin embargo, tomando en cuenta el valor genético del mejor animal que es de 120.02 gr/día, por lo cual, el poder conseguir el dato estimado se necesitaría alrededor de 6 generaciones.

10.1.3 Producción de leche

Se calculó la producción de leche (PL) de 41 bovinos hembra que pertenecen a 14 productores de las comunas de San Isidro y Cochaloma.

10.1.3.1 Valor genético de cada animal

Tabla 4. EBV de Producción de Leche.

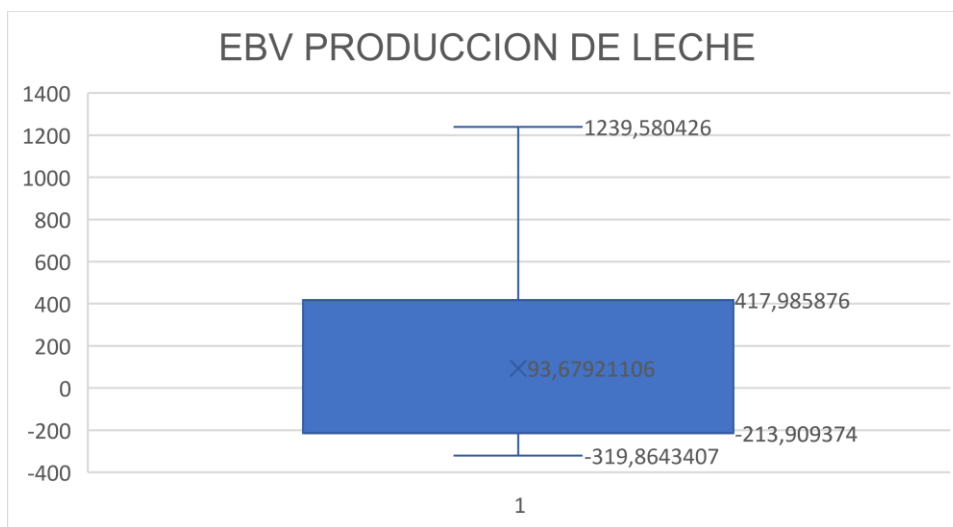
| EBV PRODUCCION DE LECHE | |
|-------------------------|-----------------|
| ID Animal | EBV |
| Toxica | 1239.58 kg/vaca |
| Gorda | 1200.39 kg/vaca |
| Cachuda | 1074.98 kg/vaca |
| Gacha | 901.42 kg/vaca |
| Rubia | 683.07 kg/vaca |
| Princesa | 675.70 kg/vaca |
| Canelita | 599.10 kg/vaca |
| Quiteña | 598.33 kg/vaca |
| Samba | 597.08 kg/vaca |
| Rosalia | 462.49 kg/vaca |

Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma
Elaborado por: el autor

Según los resultados obtenidos, el animal que mostró el mayor valor genético (EBV) en producción de leche a 305 días de lactancia. Los 10 mejores animales para este fenotipo son: Toxica (1239.58 kg/vaca), Gorda (1200.39 kg/vaca), Cachuda (1074.98 kg/vaca), Gacha (901.42 kg/vaca), Rubia (683.07 kg/vaca), Princesa (675.70 kg/vaca), Canelita (599.10 kg/vaca), Quiteña (598.33 kg/vaca), Samba (597.08 kg/vaca), Rosalia (462.49 kg/vaca). La vaca con el resultado más

bajo fue Negrita 2 (-319.86 kg/vaca) por la falta de datos de días post parto para la lactancia de 305 días.

Gráfico 4. Valor genético de producción de leche.



Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

En la finca San Marcos, situada en Riobamba, se cría un grupo de 17 vacas Holstein con entre 1 y 6 partos. Estas vacas tienen una producción promedio de leche de $2040,40 \pm 614,30$ kg por vaca por lactancia, con una duración media de 305 días. Se destaca que el 17.65% de estas vacas muestra una capacidad reproductiva por encima del promedio del ganado, mientras que el 82.35% restante se considera no productivo. (49) En la finca La Isabela de Sasapud, en Chambo, se encuentran un total de 107 vacas Holstein. De ellas, el 73.68% están en su primera o segunda lactancia, con una producción promedio de leche de 5057 kg por vaca por lactancia y una duración media de 453 días. Se ha observado que el 52.63% de las vacas en esta finca tienen una capacidad deficiente para la producción, mientras que el 47.37% restante se considera apto para la producción. (50)

10.1.3.2 Respuesta a la selección

Tabla 5. Respuesta a la Selección de Producción de Leche.

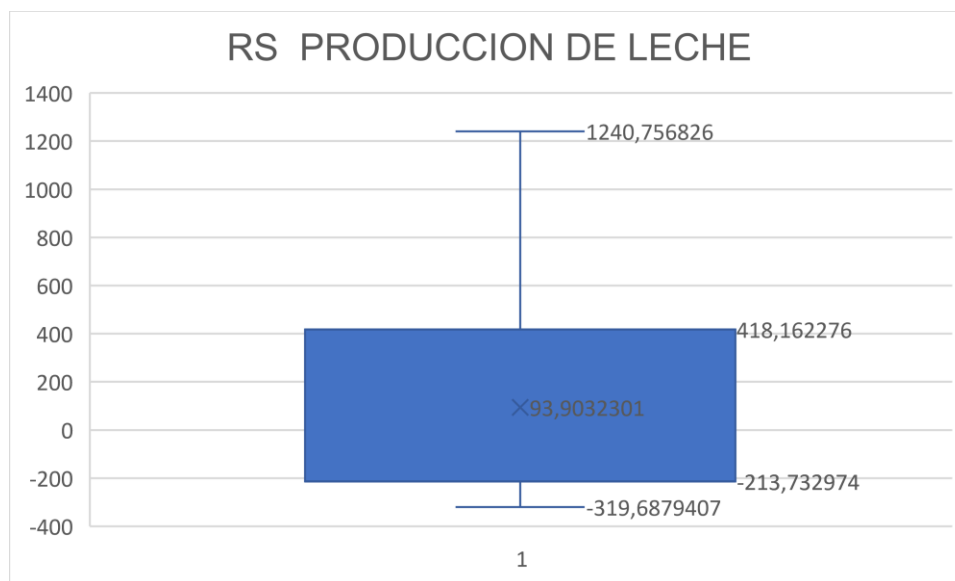
| RS PRODUCCION DE LECHE | |
|------------------------|-----------------|
| ID Animal | RS |
| Toxica | 1240.75 kg/vaca |
| Gorda | 1201.56 kg/vaca |
| Cachuda | 1075.15 kg/vaca |
| Gacha | 901.60 kg/vaca |
| Rubia | 683.25 kg/vaca |
| Princesa | 675.88 kg/vaca |
| Canelita | 599.27 kg/vaca |
| Quiteña | 598.51 kg/vaca |
| Samba | 597.26 kg/vaca |
| Rosalia | 462.67 kg/vaca |

Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

En la respuesta a la selección de producción de leche (PL) a 305 días de lactancia de las mejores 10 vacas son: Toxica (1240.75 kg/vaca), Gorda (1201.56 kg/vaca), Cachuda (1075.15 kg/vaca), Gacha (901.60 kg/vaca), Rubia (683.25 kg/vaca), Princesa (675.88 kg/vaca), Canelita (599.27 kg/vaca), Quiteña (598.51 kg/vaca), Samba (597.26 kg/vaca), Rosalia (462.67 kg/vaca). La vaca con el resultado más bajo fue Negrita 2 (-319.68 kg/vaca) por la falta de datos de días post parto para la lactancia de 305 días. El promedio fenotípico de la producción de leche es de 93.90 kg/vaca/lactancia.

Gráfico 5. Respuesta a la selección en producción de leche.



Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

Buscamos producir 5000 kg/vaca/lactancia de leche, teniendo en cuenta el valor genético del mejor animal en producción de leche, que es de 1240.75 kg/vaca/lactancia. Esta cantidad representa la meta alcanzable en cada generación, por lo que se necesitarían 6 generaciones para lograr los resultados deseados.

10.1.4 Densidad de la leche – Calidad

Se calculó la densidad de la leche de 41 bovinos hembra que pertenecen a 14 productores de las comunas: San Isidro y Cochaloma.

10.1.4.1 Valor genético

Tabla 6. EBV de Densidad.

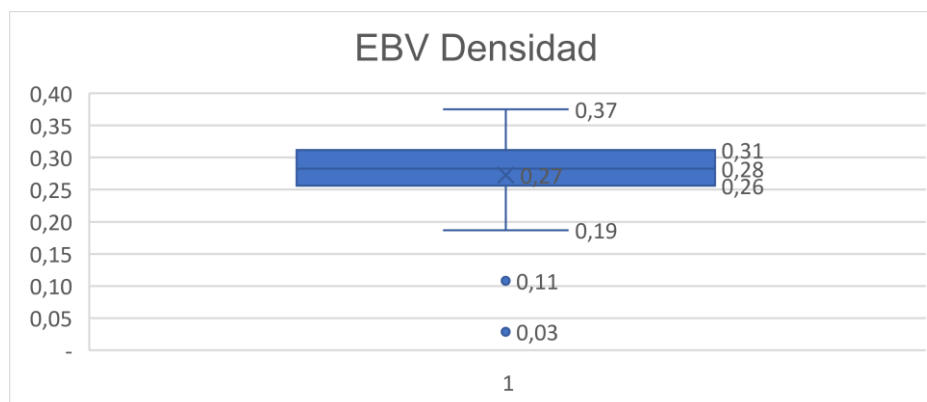
| EBV DENSIDAD | |
|---------------|------------|
| ID Animal | EBV |
| Quiteña | 0,37 g/mol |
| Mocha Morocha | 0,36 g/mol |
| Samba | 0,35 g/mol |
| Morocha | 0,31 g/mol |
| Vero | 0,31 g/mol |
| Marilu | 0,31 g/mol |
| Gorda | 0,31 g/mol |
| Maritza | 0,31 g/mol |
| Morocha 1 | 0,31 g/mol |
| Careta | 0,31 g/mol |

Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

Según los resultados obtenidos, el animal que mostró el mayor valor genético (EBV) en calidad de leche es Quiteña, es una vaca Jersey de 3 años y medio que produce 16 litros de leche por día. El valor genético de la densidad de la leche (0,37 g/ml), un Accuracy o nivel de precisión de 0.59, cabe recalcar que la heredabilidad para la densidad es de 0,32. La propietaria es Leonor Allauca, quien vive en la comuna Cochaloma.

Gráfico 6. Valor genético de la densidad de leche.



Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

Los 10 mejores animales seleccionados son: Quiteña (0,37 g/ml), Mocha Morocha (0,36 g/ml), Samba (0,35 g/ml), Morocha N°2 (0,31 g/ml), Vero (0,31 g/ml), Marilu (0,31 g/ml), Gorda (0,31 g/ml), Maritza (0,31 g/ml), Morocha N°1 (0,31 g/ml), Careta (0,31 g/ml). La vaca Rojita (0,03 g/ml) es la que menor valor genético presentó.

El promedio fenotípico (EVB) de la densidad media de leche en las comunas: San Isidro y Cochaloma es de 0,27 g/ml, con un total de 41 vacas en producción.

Comparado con Aláquez, que tiene un promedio de 27,23 para este rasgo con 46 vacas en producción, (51) y Cusubamba, que tiene un promedio de 27 para este rasgo con un total de 46 vacas productoras de leche. (52) La diferencia entre las dos parroquias de la provincia de Cotopaxi es mínima, con solo una diferencia de 0.23. Así mismo, las comunas de San Isidro y Cochaloma, que también pertenecen a la provincia, tienen un promedio de densidad de leche de 27, similar al de las anteriores.

10.1.4.2 Respuesta a la selección

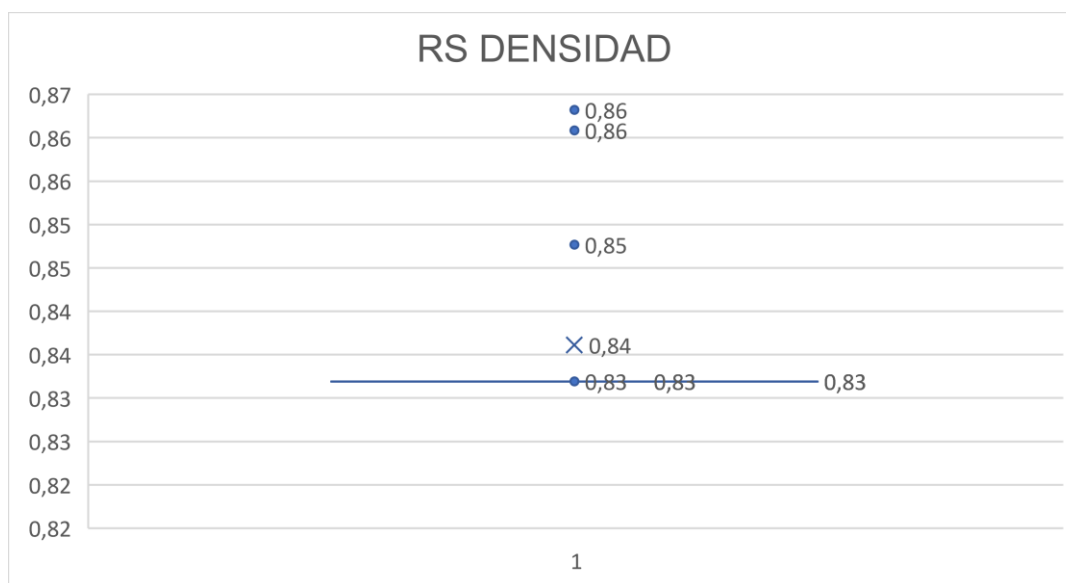
Tabla 7. Respuesta a la Selección de Densidad.

| RS DENSIDAD | |
|---------------|------------|
| ID Animal | RS |
| Quiteña | 0,86 g/mol |
| Mocha Morocha | 0,85 g/mol |
| Samba | 0,85 g/mol |
| Morocha | 0,83 g/mol |
| Vero | 0,83 g/mol |
| Marilu | 0,83 g/mol |
| Gorda | 0,83 g/mol |
| Maritza | 0,83 g/mol |
| Morocha 1 | 0,83 g/mol |
| Careta | 0,83 g/mol |

Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma
Elaborado por: el autor

En la respuesta a la selección en cuanto a la densidad de la leche de las mejores 10 vacas son: Quiteña (0.86 g/ml), Mocha Morocha (0.85 g/ml), Samba (0.85 g/ml), Morocha (0.83 g/ml), Vero (0.83 g/ml), Marilu (0.83 g/ml), Gorda (0.83 g/ml), Maritza (0.83 g/ml), Morocha (0.83 g/ml), Careta (0.83 g/ml). El promedio de la densidad de leche de todos los animales en producción es de 0.84 g/ml.

Gráfico 7. Respuesta a la selección de la densidad de leche.



Fuente: datos obtenidos a partir de los hatos lecheros de las comunas San Isidro y Cochaloma

Elaborado por: el autor

En la densidad de leche se requiere llegar a 1,032 g/ml, si tomamos en cuenta al mejor animal con un valor de 0.86 g/ml; para alcanzar el valor estimado se necesita 2 generaciones.

11. IMPACTOS

11.1 Impacto técnico

Este análisis proporcionará información relevante sobre los costos de producción de leche, lo que facilitará a los productores la toma de decisiones fundamentadas para la administración de sus operaciones y la mejora de su rentabilidad. En resumen, el examen de los costos promedio y el registro ordenado de gastos pueden ser herramientas valiosas para una gestión eficaz y sostenible de la producción lechera en la comunidad.

11.2 Impacto económico

El productor tiene la capacidad para mejorar la calidad y la cantidad de la producción de leche, al mismo tiempo que reduce los costos de producción y aumenta los ingresos. Por lo tanto, es esencial que los productores estén dispuestos a adoptar prácticas y técnicas innovadoras para mejorar la rentabilidad de su ganado y, en consecuencia, su situación económica.

12. CONCLUSIONES

- Los datos sobre los costos de producción en las dos comunas de la parroquia Pujilí-La Matriz revelan que el costo de producir leche tiene un impacto negativo en la economía de los productores, lo que resulta en la falta de un beneficio sostenible para los socios beneficiarios. El precio promedio de producción de leche es de \$0,20 por litro, mientras que el precio promedio de venta por litro es de \$0,41. Los socios que forman parte del proyecto obtuvieron un beneficio mensual promedio de \$162,82.
- Los resultados del BLUP mostraron que Lladira tiene el mayor valor genético en ganancia diaria de peso (120.02 gr/día) con un Accuracy de 0.58 y una heredabilidad del 35%. En cuanto a la producción de leche a los 305 días de lactancia, Toxica tiene el mayor valor genético (1240.75 kg/vaca) con un Accuracy de 0.58 y una heredabilidad del 42%, y en la densidad de leche, Quiteña tiene el mayor valor genético (0.86 g/ml) con un acierto de 0.62 y una heredabilidad del 32%.
- Los datos de diferentes características a estimar revelaron que, en promedio, se requieren 6 generaciones para alcanzar el valor estimado de 700 g/día de GDP en las comunas, con una respuesta media de selección de 1.87 g/día. En cuanto a la producción de leche, se registró un promedio de 93.90 kg/día/lactancia en las comunas, también se necesitan 6 generaciones para alcanzar el valor estimado de 5000 kg/día/lactancia. Por último, en la densidad de leche, el promedio fue de 0.84 g/ml, y se necesitan 2 generaciones para alcanzar el valor estimado de 1,032 g/ml.

13. RECOMENDACIONES

- Es necesario que los productores lleven un registro minucioso de los costos de producción para poder identificar y solucionar los aspectos más costosos del mantenimiento de los animales, y estimar de manera más efectiva el precio de la leche.
- Debido al bajo grado de heredabilidad en los rasgos evaluados, es recomendable mantener un registro genético minucioso de las vacas y sus crías para facilitar la selección y reproducción de animales con rasgos deseables, lo que mejorará la confiabilidad del proceso.
- Dado que la GDP y la producción de leche nos mostró datos muy bajo podemos decir que puede deberse en gran parte a la alimentación decimos que la cabuya es un limitante nutricional con baja digestibilidad que afecta la alimentación de los animales, se recomienda complementar su dieta con forraje verde o pastos como alfalfa, avena, kikuyo o raigrás, así como el uso de concentrados balanceados para proporcionar una fuente sostenible de alimento.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. CIL. Revolucionando la industria láctea de Ecuador: un enfoque de innovación y el progreso. [Online].; 2023. Acceso 12 de Enero de 2024. Disponible en: <https://www.cil-ecuador.org/post/revolucionando-la-industria-1%C3%A1lctea-de-ecuador-un-enfoque-de-innovaci%C3%B3n-y-el-progreso>.
2. ESPAC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. [Online].; 2019. Acceso 14 de Enero de 2024. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2019/>.
3. Cumbicos, M. R. H., González, O. N. V., & Cevallos, H. A. V. Análisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del cantón Arenillas. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas. 2020; III(2).
4. Flores JM. Análisis del mercado de la leche en Ecuador: factores determinantes y desafíos. TESIS DE POSGRADO.
5. Dominguez J, Guaman S. Análisis de sensibilidad del sector pecuario ecuatoriano: precios y esquema impositivo. Revista mexicana de Agronegocios. 2014; XXXIV(1).
6. Barrera C. Análisis de la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de los productores de leche cruda en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua. [Online].; 2021. Acceso 12 de Enero de 2024. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/17503>.
7. Cumbicos, M. R. H., González, O. N. V., & Cevallos, H. A. V. Análisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del cantón Arenillas. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas. 2021; III(2).
8. Alvarez, Andrade; Villavicencio, Valencia. Proyecto complementario de transmisión telefónica digital rural para las Provincias de Bolívar, Manabí, Napo, Pichincha y Tungurahua. Tesis de Grado.
9. Mónica, Abigail; Pachacama, Karla. Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Ignacio Flores del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, utilizando funciones de beneficio. Tesis de Grado.
10. Vicuña, J; Anella M. Relación de la variabilidad lipídica de la leche con los ambientes productivos ganaderos semi intensivos de Lasso - Cotopaxi. Tesis de grado.
11. Madril Orozco KF. Situación actual post pandemia de la ganadería lechera en la parroquia Mulaló del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.. [Online].; 2023. Acceso 10 de Enero de 2024. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29383>.

12. Guevara D, Montero M, Rodríguez A, Valle L, Avilés D. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2019; XXX(1).
13. Centro de la Industria Láctea del Ecuador. Historia de la lechería ecuatoriana. [Online].; 2015. Acceso 12 de Enero de 2024. Disponible en: http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/La%20Leche%20del%20Ecuador.pdf.
14. Primicias. Primicias. [Online]; 2022. Acceso 1 de febrero de 2024. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productores-cotopaxi-alerta-abigeato-bajos-precios-leche-ecuador/>.
15. El Telegrafo. El Telegrafo. [Online]; 2022. Acceso 15 de Diciembre de 2023. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/193/1/ganaderos-de-cotopaxi-producen-590-000-litros-de-leche-por-dia>.
16. Campos Gaona RGAKVTMHEMBSRSGHDCGPL. El mejoramiento genético y la producción de leche. La esencia de una realidad de producción animal. Universidad Nacional de Colombia Revistas electrónicas UN Acta Agronómica. 2015; III(64).
17. López J, Ossa G, Santana M. Estimación de parámetros genéticos para caracteres de crecimiento en bovinos criollos Romosinuano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 2021; XIII(2).
18. Galeano P, C M. Estimación de parámetros genéticos para características. *Revista Médica Veterinaria Zootecnista*. 2010; I(57).
19. Gutierrez J. Valoración Genética Animal. En Cortez D, editor. *Valoración Genética Animal*. Madrid: Editorial Complutense, S.A.; 2010. p. 357.
20. Textbook Animal Breeding and Genetics for BSc students. [Online].; 2015. Acceso 28 de Diciembre de 2023. Disponible en: <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/4843/4/Cria%20y%20Mejoramiento%20Genético%20Animal%201º%20parte%20modif.pdf>.
21. Roldan M, Adib O, Molina M, Bianchi M, Gomez M, Maldonado E. Mejoramiento Animal. [Online]; 2011. Acceso 18 de Diciembre de 2023. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/541981648/MA-Mejoramiento-Animal>.
22. Apolo M, L C. Caracterización fenotípica y genotípica de las poblaciones de bovinos criollos en el cantón Gonzanamá de la provincia de Loja. [Online]; 2011. Acceso 18 de Diciembre de 2023. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5366/1/CARACTERIZACIÓN%20FENOTÍPICA%20Y%20GENOTÍPICA%20DE%20LAS%20POBLACIONES%20DE%20B>

OVINOS%20CRIOLLOS%20EN%20EL%20CANTÓN%20GONZANAMÁ%20DE%20LA%20PROVINCIA%20DE%20LOJA.pdf.

23. Aviles C, Vine A, Saintilan R, Picard B. Genetic correlations between carcass and meat quality traits of adult cows and similar traits of young Bulls in French Charolais beef cattle. *Open Science*. 2020; I(1).
24. Utrera A, Calderón R, Víctor R, Fernández R, Lagunes J. Correlaciones genéticas y fenotípicas entre características reproductivas de vacas lecheras. *Scielo*. 2010; XXI(2).
25. Kargo M, Hjorto L, Toivine M, Aamand J. Economic basis for the Nordic Total Merit Index. *Journal of Dairy Science*. 2017; XCVII(12).
26. J. Sölkner JMAWCFaRB. Total merit indices in dual purpose cattle. *Archives Animal Breeding*. 2000; XLIII(6).
27. Jimenez J. Índices de Mérito Total, por qué son diferentes. *Revista Frisona Española*.
28. Uribe H. Mejoramiento Genético del Ganado de Leche. [Online]; 2018. Acceso 18 de Diciembre de 2023. Disponible en: <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/12/mejoramiento-genc3a9tico-de-ganado-de-leche.pdf>.
29. Galvan P. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. *Ciencia Veterinaria*. 1991; I(5).
30. Jahuey Martínez FJ. Análisis del genoma completo de caracteres de crecimiento en ganado charolais de registro. Tesis de grado.
31. Brassel F, Flor FH. Libre comercio y lácteos: la producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización. *SIPAE*. 2007; CXXV(12).
32. Animal-source foods as a suitable complementary food for improved physical growth in 6 to 24-month-old children in low-and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*. 2022; CXXVIII (12).
33. Gutierrez JP. Valoración Genética Animal. Libro.
34. García NB, Requelme NdJ. Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. *La Granja*. 2011; XIV(2).
35. Salazar J. Análisis de adulterantes en la leche cruda. Tesis.
36. Chacón Bueno FM. Evaluación de los análisis físicos-químicos de la leche bovina. Tesis.

37. Siguenza EL. Situational Analysis of the Production of Milk and Cheese in Several Productive Sectors of Ecuador and Its Quality Under Ecuadorian NTE INEN Regulations. The Ecuadorian Journal of STEAM. 2021; I(5).
38. Vázquez YGHea. Risk factors associated with mastitis and raw milk quality in small farms of Texcoco, México. Agro Productividad. 2020; XIII(9).
39. Siguenza EL Cea. Situational Analysis of the Production of Milk and Cheese in Several Productive Sectors of Ecuador and Its Quality Under Ecuadorian NTE INEN Regulations. Análisis Situacional de la Producción de Leche y Quesos en Varios Sectores Productivos del Ecuador y su. ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of STEAM.
40. Puga-Torres Bea. Milk Quality Parameters of Raw Milk in Ecuador between 2010 and 2020: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. FOOD. 2021; XI(3351).
41. Hazard S. Registros productivos y reproductivos en producción lechera. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Chile.
42. Font JT. Aplicación del método BLUP a la evaluación y selección de reproductores porcinos. Avances en tecnología porcina, ISSN (2005).
43. Casanova D. Aspectos prácticos del mejoramiento genético en el ganado lechero. Material de estudio brindado por la cátedra de Producción De Leche UNICEN-ACHA.
44. Carabaño MJ. El desafío de la selección genética de animales tolerantes al estrés por calor. El caso del ganado bovino lechero. Latin American Archives of Animal Production. 2016; XXIV(2).
45. Jumbo A, Tunala A. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA CHANTILÍN, CANTÓN SAQUISILÍ. TESIS UTC.
46. Martínez R, Pérez J. Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento en el ganado criollo colombiano Romosinuano. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2006; VII(1).
47. Comparación de dos modelos para la estimación de parámetros y valores genéticos del peso en ganado Cebú. Scielo. 2008; XLII(1).
48. Cabezas Marcillo JC. Determinación de Valores Genéticos de la Hacienda Isabela de Sasapud. Tesis Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
49. Alcívar Espinoza JJ, Caiza Haskel J. elección de los animales en base a los caracteres de importancia económica en la producción de leche de bovinos acorde al objetivo de mejora genética en la parroquia de Aláquez. Tesis UTC.

50. Avila Toapanta DR. Derivación de los valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Cusubamba en el cantón Salcedo utilizando funciones de beneficio. Tesis UTC.
51. Carvajal A. Objetivos de la mejora genética en bovinos de leche. Informativo INIA Remehue 88.
52. Pacheco Laverde BA. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-la Matriz. Tesis UTC.