



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

Título:

**“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE
MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA
PARROQUIA PUJILÍ-LA MATRIZ”**

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

Autor:

Pacheco Laverde Brayan Alexander

Tutor:

Arcos Álvarez Cristian Neptalí

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2023

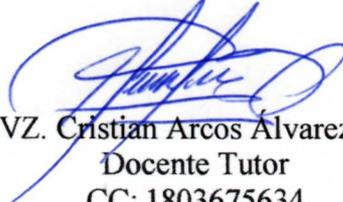
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Brayan Alexander Pacheco Laverde, con cédula de ciudadanía No. 0504304742, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-La Matriz”, siendo el Médico Veterinario Zootecnista Mg. Cristian Neptalí Arcos Álvarez, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 17 de agosto del 2023


Brayan Alexander Pacheco Laverde
Estudiante
CC: 0504304742


MVZ. Cristian Arcos Álvarez, Mg.
Docente Tutor
CC: 1803675634

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 **PACHECO LAVERDE BRAYAN ALEXANDER**, identificado con cédula de ciudadanía **0504304742** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tígselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-La Matriz”, 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: Marzo 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: Médico veterinario zootecnista Mg. Cristian Neptalí Arcos Álvarez

Tema: “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-La Matriz”

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

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

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

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

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de agosto del 2023.


Brayan Alexander Pacheco Laverde
EL CEDENTE

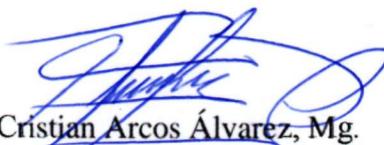
Dra. Idalia Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINO DE LECHE DE LA PARROQUIA PUJILÍ-LA MATRIZ”, de Pacheco Laverde Brayan Alexander, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de agosto del 2023



MVZ. Cristian Arcos Álvarez, Mg.

DOCENTE TUTOR

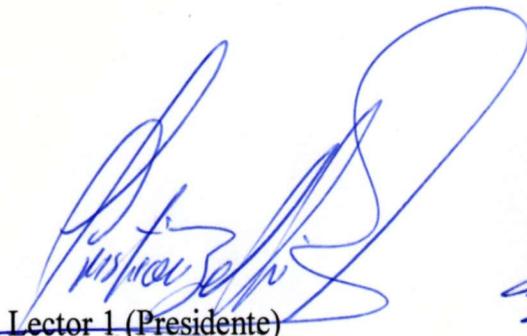
CC: 1803675634

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

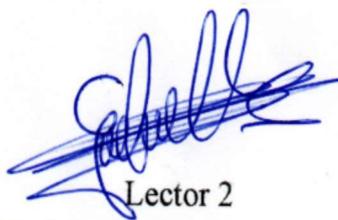
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 17 de agosto del 2023



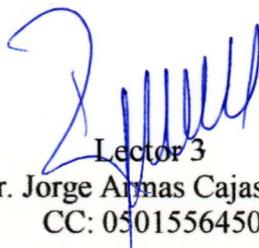
Lector 1 (Presidente)

MVZ. Cristian Beltrán Romero, Mg
CC: 0501942940



Lector 2

MVZ. Edie Molina Cuasapaz, Mtr.
CC: 1722547278



Lector 3

Dr. Jorge Armas Cajas, Mg.
CC: 0501556450

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, quien supo acompañarme en todomomento, guiando y cuidando mi camino; a mis padres, Byron Pacheco y Liliana Laverde, quienes fueron mi fortaleza e inspiración para seguir adelante, aunque sacrificaron sus sueños por cumplir el de sus hijos, nunca les faltó paciencia ni amor para sacarnos adelante y enseñarnos buenos valores.

A mis hermanas, Danna y Kamila, por su valioso cariño transformado en abrazos, y por su paciencia, enseñarme que cada día hay algo nuevo que aprender; a mis padrinos y a toda mi familia, por brindarme sus sabios consejos y enseñanzas que me ayudaron a no corromper mis objetivos.

Finalmente, pero no menos importante, a mis amigos, por su constancia de nunca dejar de apoyarnos, sin que faltaran las risas y ocurrencias. A mi querida amiga Yanara Coba por siempre brindarme su apoyo y por nunca dejar que me rindiera ante las adversidades que se presentaban en mi camino.

Brayan Alexander Pacheco Laverde

DEDICATORIA

A mis padres, quienes lo dieron todo y confiaron en mí, y por su apoyo incondicional durante toda mi vida. Porque ellos lo merecen todo.

Brayan Alexander Pacheco Laverde

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA PUJILÍ-LA MATRIZ”.

AUTOR:
Pacheco Laverde Brayan Alexander

RESUMEN

La provincia de Cotopaxi es la cuarta provincia con mayor producción ganadera en Ecuador, con aproximadamente 256 mil cabezas de ganado, que en su mayoría está conformada por pequeños y medianos productores. Sin embargo, estos productores enfrentan dificultades en la producción lechera debido a la falta de información fenotípica y genotípica de los animales, lo cual dificulta la estimación del valor genético de los mismos. Con el objetivo de abordar esta problemática, se llevó a cabo una investigación en la Parroquia Pujilí-La Matriz, ubicada en la región sur del Cantón Pujilí, que abarca los barrios La Merced, 20 de Diciembre, San Isidro y Cochaloma. Mediante el análisis de datos genealógicos, costos de producción, ganancia diaria de peso, producción y densidad de leche, se identificaron los desafíos que enfrentan los productores al determinar los objetivos de mejora genética para maximizar la producción. Los resultados revelaron que el precio promedio por litro de leche, basado en los costos de producción, es de \$0,22 centavos, con un beneficio promedio de \$137,90. Sin embargo, este recurso resulta insostenible, ya que en comparación con el costo de la canasta básica de \$450, los productores tienen una pérdida de \$312,90. Además, se observó que el promedio de ganancia diaria de peso es de 123,46 g/día, lo que requeriría 6 generaciones para alcanzar el valor estimado de 740 g/día. En cuanto a la producción de leche, el promedio parroquial fue de 841,60 kg/día/lactancia, siendo necesarias 6 generaciones para alcanzar el valor estimado de 5049 kg/día/lactancia. En términos de densidad de leche, el promedio fue de 1,023 g/ml, y se requeriría una generación para alcanzar el valor estimado de 1,032 g/ml. Como resultado del análisis, se seleccionaron dos vacas, Aruna 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 genéticos 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 clave: Promedio, Ganancia diaria de peso, Producción de leche, Densidad, Respuesta de selección.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "ESTIMATION OF THE TOTAL MERIT INDEX OF THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY CATTLE IN THE PARISH OF PUJILÍ-LA MATRIZ".

AUTHOR:

Pacheco Laverde Brayan Alexander

ABSTRACT

The province of Cotopaxi is the fourth largest cattle-producing province in Ecuador, with approximately 256,000 head of cattle, most of which are small and medium-sized producers. However, these producers face difficulties in milk production due to the lack of phenotypic and genotypic information on the animals, which makes it difficult to estimate their genetic value. In order to address this problem, an investigation was carried out in the Pujilí-La Matriz Parish, located in the southern region of Pujilí Canton, which includes the neighborhoods of La Merced, 20 de December, San Isidro, and Cochaloma. Through the analysis of genealogical data, production costs, daily weight gain, milk production, and milk density, the challenges faced by producers in determining genetic improvement objectives to maximize production were identified. Results revealed that the average price per liter of milk, based on production costs, is \$0.22 cents, with an average profit of \$137.90. However, this resource is unsustainable, since compared to the cost of the basic food basket of \$450, producers are at a loss 450, and the producers have a loss of \$312.90. In addition, it was observed that the average daily weight gain is 123.46 g/day, which would require 6 generations to reach the estimated value of 740 g/day. In terms of milk production, the parish average was 841.60 kg/day/lactation, requiring 6 generations to reach the estimated value of 5049 kg/day/lactation. In terms of milk density, the average was 1.023 g/ml, and one generation would be required to reach the estimated value of 1.032 g/ml. As a result of the analysis, two cows were selected, Aruna and Quiteña, which have the necessary parameters considering the selection values obtained by the Best Linear Unbiased Predictor (BLUP) statistical method. This method is used to estimate genetic values and genetic gains for traits of interest. In summary, this research provides valuable information for milk producers in the Pujilí-La Matriz Parish, in order to improve animal selection and achieve better results in terms of milk production.

Key words: Average, Daily weight gain, Milk production, Density, Selection response.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR | iii |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | v |
| AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| DEDICATORIA..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | xi |
| INDICE DE TABLAS..... | xiii |
| INDICE DE GRÁFICOS..... | xiv |
| INDICE DE FIGURAS | xv |
| INDICE DE ANEXOS | xvi |
| 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 RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS..... | 5 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA..... | 6 |
| 7.1 Situación lechera nacional | 6 |
| 7.2 Ganadería en Ecuador..... | 6 |
| 7.3 Ganadería en Cotopaxi | 7 |
| 7.4 Producción de leche en Cotopaxi..... | 7 |
| 7.5 Mejoramiento genético | 8 |
| 7.6 Parámetros genéticos | 8 |
| 7.6.1 Heredabilidad o índice de herencia..... | 8 |
| 7.6.2 Genotipo y Fenotipo..... | 9 |
| 7.6.3 Correlaciones genéticas..... | 9 |
| 7.6.4 Índice de mérito total | 10 |
| 7.7 Criterios de selección..... | 10 |
| 7.7.1 Producción de leche..... | 11 |
| 7.7.2. Calidad de leche..... | 11 |

| | |
|--|----|
| 7.7.3 Sanidad | 12 |
| 7.8 Registros..... | 12 |
| 7.9 Método BLUP | 12 |
| 7.9.1 Respuesta de selección | 13 |
| 8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS | 13 |
| 9. METODOLOGÍA..... | 13 |
| 9.1 Lugar de estudio | 13 |
| 9.2 Tipo de estudio | 14 |
| 9.3 Población de estudio | 14 |
| 9.4 Valor económico | 14 |
| 9.5 Valor genético | 15 |
| 9.5.1 Costos de producción | 15 |
| 9.5.2 Ganancia diaria de peso..... | 15 |
| 9.5.3 Calidad de la leche | 15 |
| 9.5.4 Producción de leche | 15 |
| 9.5.5 Sanidad | 16 |
| 9.6 Respuesta a la selección..... | 16 |
| 9.7 Análisis de datos..... | 16 |
| 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 16 |
| 10.1.1 Costos de producción | 17 |
| 10.1.2 Ganancia diaria de peso..... | 20 |
| 10.1.2.1 Valor genético | 20 |
| 10.1.2.2 Respuesta a la selección | 22 |
| 10.1.3 Producción de leche | 22 |
| 10.1.3.1 Valor genético de cada animal | 22 |
| 10.1.3.2 Respuesta a la selección | 23 |
| 10.1.4 Densidad de la leche - Calidad | 24 |
| 10.1.4.1 Valor genético | 24 |
| 10.1.4.2 Respuesta a la selección | 25 |
| 11. IMPACTOS..... | 26 |
| 11.1 Impacto técnico..... | 26 |
| 11.2 Impacto económico..... | 26 |
| 12. CONCLUSIONES..... | 27 |
| 13. RECOMENDACIONES | 28 |
| 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |
| 13. ANEXOS..... | 35 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1. Actividades en relación con los objetivos planteados. | 5 |
| Tabla 2. Costos de producción por litro de leche. | 17 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----------|
| Gráfico 1. Gastos de producción de leche. | 20 |
| Gráfico 2. Valor genético en ganancia diaria de peso. | 21 |
| Gráfico 3. Respuesta a la selección en ganancia diaria de peso. | 22 |
| Gráfico 4. Valor genético de producción de leche..... | 23 |
| Gráfico 5. Respuesta a la selección en producción de leche..... | 24 |
| Gráfico 6. Valor genético de la densidad de leche..... | 25 |
| Gráfico 7. Respuesta a la selección de la densidad de leche..... | 26 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Ubicación geográfica de la parroquia..... | 14 |
|--|-----------|

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----------|
| Anexo 1. Hoja de vida del autor del proyecto. | 35 |
| Anexo 2. Hoja de vida del tutor del proyecto. | 36 |
| Anexo 3. Toma de peso de los animales. | 42 |
| Anexo 4. Pesaje de leche. | 42 |
| Anexo 5. Toma de la densidad de la leche. | 42 |
| Anexo 6. Vaca seleccionada Aruna. | 43 |
| Anexo 7. Vaca seleccionada Quiteña. | 43 |
| Anexo 8. Aval de traducción. | 44 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-La Matriz.

Fecha de inicio: abril 2023

Fecha de finalización: septiembre 2023

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

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias 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

Estudiante: Pacheco Laverde Brayan Alexander (Anexo N° 1)

Tutor: MVZ. Cristian Neptali Arcos Alvarez (Anexo N°2)

Área de Conocimiento: 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 DEL PROYECTO

La industria ganadera, en el Ecuador, es uno de los campos de abastecimiento económico más importantes a nivel nacional, brindando fuentes de empleo a aproximadamente 1,3 millones de trabajadores, llegando a producir alrededor de 6,2 millones de litros diarios de leche cruda (1).

En el año 2018, a nivel nacional se registró 4.10 millones de cabezas de ganado, de los cuales un 37% se encuentran en la costa. Se estimó que el 55% de bovinos son de raza criolla, el 43% mestizos con Holstein, Friessian, Brahaman, entre otros y una pequeña proporción coincide con razas puras para doble propósito, a más de carne y leche (1).

En su mayoría el ganado es proveniente de la sierra ecuatoriana, siendo la región con mayor producción de leche en el país, con el 79,58% según los datos del centro de la industria láctea (2). No obstante, dentro de este sistema productivo existe una variedad de irregularidades que intervienen en el correcto mantenimiento en el sector ganadero dedicado a la producción lechera, mucha de las veces llegando a ser una fuente de ingresos poco rentable para los pequeños productores que se encuentran en zonas rurales, pese a tener las condiciones climáticas y geográficas adecuadas para el mantenimiento de una producción sostenible. (3)

El sector ganadero se ha transformado a un ritmo acelerado en las últimas décadas. La gran demanda respecto a los alimentos de origen animal provoca que la producción ganadera crezca a pasos agigantados para suplir dicha demanda, por esta razón este sector ha tenido grandes avances tecnológicos y se ha tecnificado para sacar adelante la utilidad de la misma. (3)

Gracias al proyecto de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche que se está llevando a cabo, se podrá conocer la heredabilidad y el mérito económico referente de cada uno de los criterios incluidos de los objetivos de mejora, con la finalidad de hacer la producción lechera, así como también el costo beneficio sea más rentable para los pequeños y medianos productores.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

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 Pujilí-La Matriz, de los barrios La Merced, San Isidro, 20 de Diciembre y Cochaloma.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la parroquia Pujilí-La Matriz se encuentran situados los barrios, La Merced, 20 de Diciembre, San Isidro y Cochaloma, los cuales poseen ciertas limitaciones que en su mayoría no pueden ser suplidas por la falta de conocimiento en sus productores, siendo este el mayor problema al momento de comprar animales, esto se debe a que la mayoría de los productores compran animales en ferias sin saber las características que estas vacas requieren para que sean buenas productoras de leche. Al desconocer del tema se dejan engañar por los vendedores que les aseguran una producción de leche que será de 15 litros diarios, pero al momento del ordeño dan la mitad o menos de lo prometido. Es por esta razón que la producción de leche es deficiente en esta parroquia.

En base a la observación de los cuatro barrios, se pudo determinar que cerca del 70% de los animales no cuentan con una condición corporal (CC) aceptable, en una escala de 1 al 5, estos animales están considerados de 2 a 2.5; siendo este un problema para que las vacas puedan preñarse, dado que la CC juega un papel importante al momento de la inseminación o de la monta. Esta baja condición corporal se debe a que la nutrición de los animales es deficiente puesto que los productores no conocen los requerimientos nutricionales que estas necesitan para que puedan tener un físico aceptable. Es interesante destacar que, en la mayoría de los casos, los alimentos suministrados a las vacas incluyen brócoli, avena, alfalfa y cabuya, siendo esta última la más administrada por un 80% de los productores. Sin embargo, en el estudio se encontró que las vacas no contaban con acceso constante al agua, sino que solo se les brindaba durante el ordeño de la mañana y de la tarde. Es importante que los productores tomen medidas para garantizar que las vacas tengan acceso constante al agua, ya que esto es fundamental para su salud y bienestar. Además, puede ser beneficioso evaluar la dieta de los animales y

considerar agregar otros alimentos para asegurar una nutrición adecuada.

Se destaca que la sanidad durante el ordeño es un aspecto crucial para garantizar la calidad de la leche y la salud de las vacas. Lamentablemente, en dichos barrios, se encontró que la limpieza y secado de los pezones antes del ordeño dejó mucho que desear, siendo en muchos casos escasa o nula. Esta mala práctica puede afectar la calidad de la leche y provocar enfermedades en la ubre, lo que reduce el rendimiento lechero. Por esta razón hubo un gran porcentaje de mastitis en la zona, debido a las consecuencias del mal manejo al momento del ordeño. Además, se menciona que en el espacio donde se realiza el ordeño también carecía de salubridad, 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.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Estimar el índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Pujilí-La Matriz.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar el valor económico de los caracteres del objetivo de mejora
- Estimar el valor genético de cada animal.
- Calcular la respuesta a la selección de los caracteres seleccionados

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

Tabla 1. Actividades en relación con los objetivos planteados.

| Objetivos | Actividad (tareas) | Resultado de la actividad | Medios de verificación |
|---|--|--|--|
| Estimar el valor económico de los caracteres del objetivo de mejora | Recolección y actualización de datos. | El precio promedio de la producción de leche es de 22 centavos por litro, el beneficio promedio de los socios que conforman el proyecto fue de \$132,74 al mes, siendo una pérdida para estos. | Base de datos de Excel (costos de producción) |
| Estimar el valor genético de cada animal | Examinar en los expedientes árbol genealógico de cada animal inscrito. | La ganancia diaria de peso es representado por Aruna (387,26 g), en producción de leche Aruna (242,04 kg) y en densidad de leche es Quiteña (0,23 g/ml) | Base de datos de Excel (Individual) |
| Estimar la Respuesta a la selección de los caracteres eleccionados | Evaluación de los datos obtenidos | La GDP en promedio parroquial es 123,46 g/día para alcanzar el valor estimado (740 g/día) se necesita 6 generaciones, en producción de leche el promedio parroquial de 841,60 kg/día/lactancia para alcanzar el valor estimado (5049 kg/día/lactancia) se necesita 6 generaciones, y en la densidad de leche hubo un promedio de 1,023 g/ml para alcanzar el valor estimado (1,032) se necesita una generación | Base de datos de Excel (Resultados respuesta a la selección) |

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

7.1 Situación lechera nacional

Para la economía de Ecuador, la producción de leche es un sector importante, que contribuye considerablemente al desarrollo económico y a la generación de empleos en las zonas rurales del país (4).

Sin embargo, la industria láctea en Ecuador afronta cruciales retos en términos de productividad, rentabilidad y sostenibilidad. La deficiencia de rentabilidad es una de las principales razones que perjudican al precio oficial de la leche, lo que se ha traducido en problemas socioeconómicos para los productores. El costo por litro de leche tiene un efecto relevante en la productividad, rentabilidad y sostenibilidad, además de los altos costos de producción, incluyendo mano de obra y el mantenimiento de los animales, los mismos que juegan un papel decisivo en el análisis de la productividad (4).

Adicionalmente, la falta de políticas públicas efectivas para el sector lácteo ha generado una falta de regulación y control en la producción y comercialización de la leche, trayendo como consecuencia problemas como la adulteración de la leche y la falta de trazabilidad en su producción (5).

El sector lácteo en Ecuador también enfrenta la rivalidad con los productos importados, que muchas veces ingresan al país sin cumplir con los requisitos sanitarios y de calidad necesarios. Con toda esta competencia, el sector lácteo en el Ecuador tiene un gran potencial de crecimiento y desarrollo, dado el clima y los suelos adecuados para la producción de pastos y forrajes (6).

7.2 Ganadería en Ecuador

La ganadería de bovinos es una actividad primordial dentro del sector agropecuario del Ecuador debido a que ayuda a la economía rural campesina con la oferta de productos cárnicos y lácteos, que son parte de la canasta básica y la seguridad alimentaria del país (3).

A nivel nacional dentro del sector agropecuario, existe un predominio de cabezas de ganado con un aproximado de 2,0 millones. Siendo la región Sierra la mayor influencia con el 53,0%; seguido de la costa con el 38,6% y la amazonía en último lugar con el 6,8% (7).

Las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Manabí, Guayas, Pichincha, Azuay, Loja, El Oro y Cañar, son las provincias que se dedican mayormente a la explotación de

bovinos (8). El mayor número de cabezas de ganado se hallan concentrados en la Provincia de Manabí, con 805 mil, Chimborazo tiene 285 mil, Azuay posee 286 mil, Cotopaxi estima 256 mil y Pichincha con 306 mil. En cada una de estas provincias predomina el ganado mestizo, criollos, Brahman, Holstein, Brown Swiss y Jersey (9).

7.3 Ganadería en Cotopaxi

La provincia de Cotopaxi, ubicada en la región Sierra centro del Ecuador tiene una superficie de 6.569 km². La ganadería es una actividad económica importante en la provincia, con muchas explotaciones dedicadas a la producción de carne y leche (10).

La región es conocida por sus razas de vacas de alta calidad, incluyendo Holstein, Jersey y Brown Swiss, que son seleccionadas por su alta producción de leche y adaptabilidad a las diferentes condiciones climáticas y geográficas que presenta la región (11).

La producción de leche en Cotopaxi se centra sobre todo en la zona Sierra, donde se ubican la mayoría de las explotaciones lecheras. Se utilizan predominantemente técnicas de ordeño manual, aunque las granjas más grandes utilizan sistemas de ordeño mecánico que son más eficientes en la producción de leche, pero requieren una mayor inversión en equipo y tecnología (12).

La leche que se produce en Cotopaxi se vende principalmente a empresas procesadoras de lácteos, pero también hay fincas que producen queso y otros productos lácteos para la venta directa a los consumidores. La producción de leche en Cotopaxi es vital para la economía de la región, brinda oportunidades de empleo y apoya el desarrollo de industrias relacionadas (13).

7.4 Producción de leche en Cotopaxi

El robo del ganado y la disminución del precio de la leche genera preocupación en el sector lechero de Cotopaxi, esto se debe a que el 80% de la población desempeña una función en dicho sector, donde se producen 700.000 litros de leche diarios. Los pequeños y medianos productores no reciben el precio justo, a pesar de que el precio de venta de la leche aumentó en el país. Cotopaxi se ubica en cuarto lugar, siendo una de las provincias que genera mayor producción de leche a nivel nacional después de Pichincha, Cañar y Chimborazo (14).

En Cotopaxi se estima que la producción de leche es de 590.000 litros por día, de los cuales, el 84% se destina a la venta, mientras que el 16% restante tiene varios destinos. El precio oficial

de la leche es de 0.42 centavos, pero al no haber la suficiente demanda, los productores han optado por reducir el precio a 0.35 centavos, teniendo como consecuencia que no se recupere la inversión, provocando una economía deficiente (15).

7.5 Mejoramiento genético

La selección fenotípica es una de las técnicas de mejoramiento genético más comunes en el campo, este método se basa en la evaluación de características observables en los animales, mientras que la selección genómica se basa en la evaluación de las características genéticas de los animales utilizando técnicas moleculares. Por otra parte, también se hace presente la selección genómica, lo cual evalúa las características genéticas de los individuos usando técnicas moleculares (16).

También se mencionan otras técnicas como la inseminación artificial y la transferencia de embriones que también pueden ser utilizadas para mejorar las características de los animales. Además, se da un ejemplo de cómo la selección para una mayor producción de leche puede mejorar otras características relacionadas, siempre y cuando exista una conexión genética positiva entre ellas (17).

7.6 Parámetros genéticos

Para estimar la heredabilidad de las características de interés en el mejoramiento genético de animales, estas medidas han sido aprovechadas para valorar la genética necesaria en una población, siendo la heredabilidad uno de los criterios genéticos más importantes y definiéndolo como la proporción de la variación fenotípica (18).

La estimación de estos parámetros es crucial en los programas de mejoramiento animal para características productivas y reproductivas. Conocer la magnitud de la variación genética y la proporción de esta variación que se debe a factores genéticos permite una selección más precisa de los animales y una mejora en la producción animal. Galeano AP, Manrique C. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano (19).

7.6.1 Heredabilidad o índice de herencia

Los rasgos altamente heredables tienen una fuerte similitud entre el rendimiento y los valores genéticos, mientras que los rasgos poco heredables tienen una base débil. La heredabilidad es

un factor importante a considerar en la cría de animales, ya que determina el grado en que los factores genéticos contribuyen a la variación del rasgo (20).

La estimación de la heredabilidad se puede realizar a través del análisis estadístico de los datos genealógicos y de rendimiento. La heredabilidad se expresa como un valor entre 0 y 1, donde 0 indica que la variación fenotípica se debe únicamente a factores ambientales y 1 indica que la variación fenotípica se debe solamente a factores genéticos. Conocer la heredabilidad de un rasgo específico es esencial para tomar decisiones informadas en la cría de animales y en el mejoramiento genético de la población (21).

7.6.2 Genotipo y Fenotipo

El genotipo es el conjunto de genes que posee un individuo. Estos genes determinan las características heredadas y la posible variabilidad genética dentro de una población. En el ámbito del mejoramiento genético del ganado bovino, la selección cuidadosa de los genotipos apropiados es de vital importancia. Al elegir genotipos con genes favorables para la producción de leche o carne de alta calidad, se busca maximizar las características deseables en la descendencia y lograr avances en la calidad y productividad del ganado (22).

El término fenotipo se refiere a las cualidades físicas y de comportamiento que pueden ser observadas en los animales, como su peso, altura, fertilidad, producción lechera o de carne, entre otros. El fenotipo de un animal es influenciado tanto por su ambiente de desarrollo como por su genotipo, lo cual resalta la importancia de seleccionar cuidadosamente aquellos animales apropiados para mejorar genéticamente la especie bovina. Esta selección adecuada es fundamental para el desarrollo de características deseables en los programas de cría de bovinos. El conocimiento detallado del fenotipo en el ganado bovino resulta crucial para una gestión ganadera exitosa, ya que permite tomar decisiones más acertadas en cuanto al manejo y cuidado de los animales (23).

7.6.3 Correlaciones genéticas

Las correlaciones genéticas en el mejoramiento genético animal son fundamentales para entender cómo los factores genéticos afectan a los rasgos de los animales y cómo se pueden mejorar varios de estos al mismo tiempo. El análisis estadístico de datos de pedigrí y rendimiento es una herramienta poderosa para estimar las correlaciones genéticas y utilizar esta información para mejorar el rendimiento de los animales en múltiples rasgos (24).

En resumen, el estudio de las correlaciones genéticas es esencial para el desarrollo de programas de mejoramiento genético eficaces y sostenibles que ayudan a identificar las relaciones entre rasgos, calificándolos como el cociente entre respuestas a selecciones estandarizadas (25).

7.6.4 Índice de mérito total

Para programas de mejoramiento genético que involucren múltiples características, el índice de mérito total se considera el método de selección genética óptimo. Este sistema asigna una puntuación a cada animal en función de un combinado ponderado de las características que se buscan seleccionar. En términos simples, el índice de mérito total es una suma de los valores genéticos del animal, donde cada valor es ponderado en función de su valor económico relativo. Las unidades de expresión del índice se miden en términos monetarios para facilitar su interpretación (26).

Las evaluaciones genéticas y los índices de mérito total en la selección genética del ganado lechero son importantes para determinar el valor fenotípico que cada animal tiene, siendo estos caracteres los mejores para ser transmitidos a la próxima generación (26).

Es cierto que los índices de mérito total son una herramienta útil para simplificar el proceso de selección, pero es importante que los productores consideren sus objetivos y circunstancias individuales antes de elegir un índice en particular. Los índices de mérito total se basan en los pesos económicos de cada característica, que evolucionan con el tiempo en función de las condiciones del mercado (27).

Para calcular el índice de mérito total se deben recolectar datos relacionados con las características que influyen en la rentabilidad y tener datos genealógicos para poder estimar el porcentaje de variabilidad que se observa en los diferentes caracteres. Con estos datos, se puede realizar un estudio económico que nos permita conocer el impacto que tiene cada característica en la rentabilidad (28).

7.7 Criterios de selección

Gracias a la selección genética, se ha logrado mejorar a largo plazo las poblaciones de ganado, y en la última década, la adopción rápida de la selección genética ha impulsado el aumento de la tasa de mejora en algunas poblaciones. (29) Los programas de mejoramiento genético tienen

como objetivo seleccionar a los progenitores con superioridad genética para la próxima generación. Esta selección se basa en un índice que combina datos de diversos rasgos relevantes desde el punto de vista económico, con el fin de obtener un único valor que facilita la toma de decisiones (30).

Para las decisiones acerca de la reproducción y selección, una de las mejores herramientas para dicho propósito son las evaluaciones genéticas de los rasgos del ganado lechero. Los rasgos genéticos son cualitativos y cuantitativos, los cuales se ubican en el núcleo de las células somáticas, algunos de estos se ven afectados por factores ambientales o por muchos pares de genes, un claro ejemplo de estas modificaciones son la producción y composición de la leche (31).

Cambiar la frecuencia de los genes en una población conlleva la mejora genética, esto se puede obtener al mejorar aspectos tanto ambientales como genéticos, un claro ejemplo de esto es mejorando el ambiente donde se encuentre el animal y modificando la genética del animal en las próximas generaciones para saber qué es lo que se quiere heredar y poder obtener el mayor beneficio de esto (32).

7.7.1 Producción de leche

Ecuador es un importante productor y consumidor de leche cruda, siendo la región de la Sierra el corazón de la producción de leche. Sin embargo, la producción y comercialización de leche puede presentar deficiencias como la contaminación durante el pedido y las vacas enfermas. La importancia de la producción de leche en Ecuador ha sido un tema de debate en torno al libre comercio mundial. (33)

Además, se hace referencia a un estudio de investigación reciente que analizó los márgenes de beneficio de los productores de leche en función de diferentes precios por litro. Se encontró que el precio de política pública por litro no era respetado y muy por debajo de la ley, lo que no generaba ingresos óptimos para las familias productoras (34).

7.7.2. Calidad de leche

Los procedimientos necesarios para garantizar la calidad de la leche, incluyendo la producción en condiciones adecuadas, la conservación idónea, el transporte correcto y el cumplimiento de prácticas higiénicas y buen manejo (35).

La densidad de la leche es un parámetro importante que indica su calidad y valor nutricional, y puede ser utilizado para detectar la adulteración de la leche. Se utilizan varias técnicas para detectar la adición de agua en la leche, entre los más destacados tenemos a los lactométricos, crioscópicos y refractométricos (36).

La densidad está relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contiene, para poder medirla se usa un lactodensímetro. Este parámetro es esencial en el control de calidad de los productos lácteos y ayuda a identificar la calidad de la leche. El mantenimiento de la pureza de la leche es elemental para evitar que el precio de la misma decaiga y pueda generar impacto económico negativo en los consumidores (37).

7.7.3 Sanidad

La contaminación durante el ordeño, transporte e instalaciones, alimentación y agua inadecuadas, son varios factores que afectan a la insalubridad de la leche y por ende afecta a la producción y comercialización de esta, provocando la inestabilidad del precio. El correcto manejo durante el ordeño es importante para mantener la calidad de la leche, varían notablemente entre las técnicas de ordeño manual y mecánico. El control de las instalaciones de producción son necesarias para garantizar las condiciones adecuadas para la producción de leche (38). La salubridad de la leche cruda, la presencia de contaminantes y la adulteración de la misma requieren mayor atención por parte de los productores y las autoridades para favorecer la seguridad del consumidor y resguardar la inversión de los productores (39).

7.8 Registros

La recolección de registros individuales en la actividad ganadera es esencial para llevar a cabo evaluaciones genéticas en el ganado lechero. Estos registros contienen datos valiosos sobre la producción de leche, calidad de la carne, estado de salud, fertilidad y otros rasgos relevantes (40). Al utilizar esta información, es posible implementar estrategias de selección que impulsen tanto la productividad como la calidad en una explotación ganadera. Estas estrategias permiten identificar y seleccionar aquellos animales con características genéticas superiores, lo que contribuye a mejorar tanto la cantidad como la calidad de la producción en el ganado lechero (41).

7.9 Método BLUP

Al método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) se le considera una técnica estadística

empleada para la estimación de valores genéticos y ganancias genéticas en programas de mejoramiento. La importancia de dicho método ha logrado ser una de las herramientas más actuales de evaluación genética, basándose principalmente en minimizar la variación entre valores predichos y reales en base a los rasgos de interés (42).

El BLUP se utiliza para estimar efectos fijos en modelos lineales mixtos y se aplica a la selección de pruebas de progenie, las predicciones precisas de los valores genéticos es decisivo al momento de evaluar los caracteres que se quieren transmitir, para que estos puedan ser cada vez mejorados en las diferentes situaciones experimentales (43).

7.9.1 Respuesta de selección

La respuesta de selección busca que la tasa de cambio genético se maximiza con el fin de poder identificar y seleccionar correctamente a los animales que presenten los mejores valores de cría y así poder seleccionarlos para ser padres, por lo tanto, la respuesta de selección se basa en la diferencia entre el valor medio fenotípico de dos progenitores elegidos y la media de las generaciones parentales previas a la selección. En otras palabras, la respuesta a la selección se determina por la disparidad entre los valores fenotípicos promedio de los descendientes seleccionados y la media de la progenie previa a la selección (44).

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

H1. Comprobar que a partir de la información recopilada de la respuesta a la selección se estima el índice de mérito total con el fin de seleccionar a los reproductores de la siguiente generación.

H0. Constatar que los análisis estadísticos realizados mediante el método BLUP con respecto a los fenotipos demuestra que no se puede mejorar los valores genéticos debido a la falta de información de los progenitores.

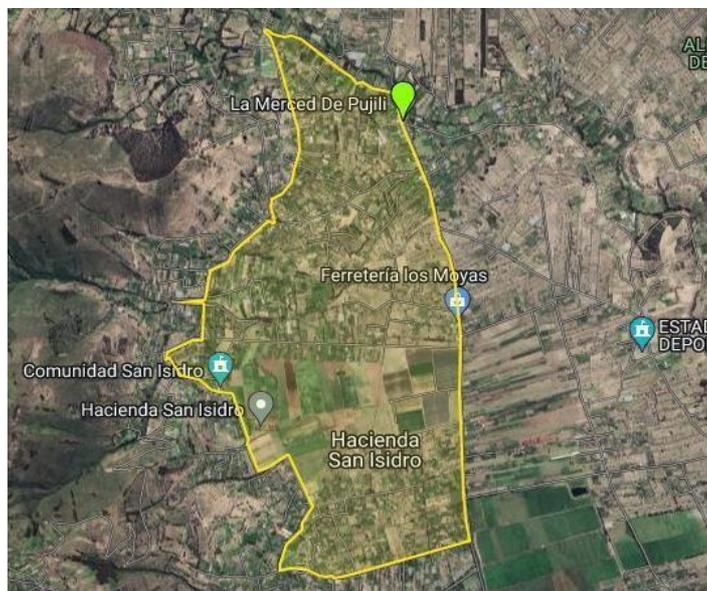
9. METODOLOGÍA

9.1 Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo desde mayo de 2023 hasta julio del mismo año en los barrios de La Merced, 20 de diciembre, San Isidro y Cochaloma pertenecientes a la parroquia La Matriz en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. Se encuentra a 2.961 m s. n. m., en las laderas del monte Sinchaguasin con un clima templado en sus zonas urbanas y frío en las regiones altas. La temperatura media anual de La Matriz es 13° y tiene una precipitación anual de 500 a 1 000

mm. La humedad media es de 80% y el índice de UV es 2.

Figura 1. Ubicación geográfica de la parroquia.



Nota. Extraído Google Maps

9.2 Tipo de estudio

El tipo de estudio que se realizó es descriptivo observaciones, debido a que se recolectó datos de los animales inscritos y de los costos de producción, con el fin de seleccionar a los mejores animales para el programa de mejoramiento genético.

9.3 Población de estudio

La recopilación de datos se realizó en los barrios La Merced, 20 de diciembre, San Isidro y Cochaloma que pertenecen a la parroquia Pujilí-La Matriz. En el barrio La Merced participaron 15 productores con un total de 41 bovinos, en el barrio 20 de diciembre participaron 9 productores con 26 bovinos, en San Isidro participaron 6 productores con 19 bovinos y en Cochaloma participaron 7 productores con 31 bovinos. El total de vacas en producción de los cuatro barrios fue de 37 cabezas.

9.4 Valor económico

Los tres caracteres seleccionados para el objetivo de mejora para la producción de leche en la parroquia Pujilí-La Matriz son la ganancia de peso (GDP), la producción de leche (PL) y la densidad de la leche (DL). Dichos caracteres van a mejorar el beneficio de los productores, en

otras palabras, van a ser características que logren hacer que la calidad de la leche mejore y por ende el precio sea más elevado, logrando una mayor utilidad para los productores.

9.5 Valor genético

La recolección de datos fue realizada en el mes de mayo, junio y julio, es decir, que hubo tres mediciones en total, se recogieron datos una vez al mes de los costos de producción, el peso del animal, el peso de la leche (kg), la densidad de la leche, además de la presencia de mastitis. Luego de hacer acopio de los mismos en una base de datos (matriz de Excel). Para la toma del peso de los bovinos, se utilizó la cinta bovinométrica, para valorar la calidad de leche se utilizó el lactodensímetro, el mismo que nos indicaba la densidad y temperatura de la leche, para el peso de la leche se usó una balanza eléctrica y para evaluar la presencia de mastitis se ocupó la prueba de California Mastitis Test (CMT).

Del mismo modo se fue anotando la genealogía de cada animal para implantar relaciones genéticas entre ellos.

9.5.1 Costos de producción

La recopilación de datos se realizó de 37 productores, todos estos se dedican a la producción de leche. En la matriz, se agregaron datos como los litros de leche por mes, los gastos adicionales, el ingreso por la venta de los terneros, el precio de la leche, para luego ser estimar los costos beneficios de cada uno de los productores.

9.5.2 Ganancia diaria de peso

La recolección de datos acerca de este parámetro se dio gracias a que se utilizó una cinta bovinométrica, la misma que se colocaba detrás de los miembros anteriores del animal a la altura de la cruz

9.5.3 Calidad de la leche

Para la valoración de la calidad de la leche se utilizó un lactodensímetro que medía la densidad y la temperatura de la misma y una probeta, la cual se usaba para colocar una cierta cantidad de leche y medir los parámetros antes descritos.

9.5.4 Producción de leche

La evaluación de la producción se realizó tomando el pesaje de la leche en kg de cada vaca productora en el ordeño de la mañana y de la tarde utilizando una balanza. La marca de la

balanza eléctrica es CAMRY, modelo EP120.

9.5.5 Sanidad

Se pudo distinguir que las 37 explotaciones lecheras utilizaban solamente el ordeño manual. Para determinar si las vacas tenían alguna patología en la ubre se utilizó el CMT en las vacas productoras, siendo esta prueba la indicada para determinar la presencia de mastitis en cada cuarto. A partir de la muestra de leche que se colocaba en la paleta, se aplicaba una pequeña cantidad del reactivo para luego moverlo y que homogenice la mezcla para finalmente observar los resultados de una forma rápida.

9.6 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:

h^2 es la heredabilidad de cada carácter

i es la intensidad de selección

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

IG es el intervalo generacional

9.7 Análisis de datos

Se llevó a cabo un análisis estadístico para relacionar datos que fueron recolectados y la genética del animal. El método BLUP fue el indicado para estimar el valor genético con el modelo animal. Dicho modelo es una herramienta estadística que tiene presente la variabilidad genética y ambiental para la estimación genética de cada animal.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En Pujilí-La Matriz intervienen los barrios la Merced, 20 de Diciembre, San Isidro y Cochaloma, siendo partícipes del proyecto de mejora genética, quienes eran conformados por 55 productores, pero se presentaron ciertas eventualidades provocando que los participantes se vean obligados a vender a sus animales, en otros casos partían a buscar nuevas oportunidades y unos cuantos decidieron dejar de formar parte, llegando a reducir su número a 37 productores.

10.1 Objetivos de mejoramiento genético

10.1.1 Costos de producción

En la (Tabla 1) se hace visible los costos de producción en promedio del cantón Pujilí, parroquia la matriz, conformado por los barrios La Merced, 20 de Diciembre, Cochalama y San Isidro, tomando en cuenta los litros de leche producidos en un mes, precio de venta y gastos para la producción de leche.

Tabla 2. Costos de producción por litro de leche.

| Predio | Ltrs - mes | Precio de venta | Gastos leche | Costo producción porlitro | Ingreso sleche | Beneficio |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|---------------------------|------------------|
| Aída Ríos | 450 | 0,42 | 154 | 0,34 | 189 | 35 |
| Alexis Guaman | 750 | 0,42 | 75,8 | 0,10 | 315 | 239,2 |
| Angel Allauca | 300 | 0,4 | 217,5 | 0,72 | 120 | -97,5 |
| Angelita Jácome | 210 | 0,4 | 175,6 | 0,83 | 84 | -91,6 |
| Bertha Chasi | 240 | 0,49 | 90,2 | 0,37 | 117,6 | 27,4 |
| Bertha Tigse | 210 | 0,42 | 181,1 | 0,86 | 88,2 | -92,9 |
| Blanca Nataly Criollo | 1200 | 0,42 | 352 | 0,29 | 504 | 152 |
| Clara Suntasig | 480 | 0,4 | 210 | 0,43 | 192 | -18 |
| Consuelo Suntasig | 330 | 0,42 | 39,5 | 0,11 | 138,6 | 99,1 |
| Eugenia Chuquitarco | 540 | 0,4 | 145,6 | 0,26 | 216 | 70,4 |
| Fany Tayo | 840 | 0,42 | 196 | 0,23 | 352,8 | 156,8 |
| Germania Rojas | 450 | 0,42 | 107 | 0,23 | 189 | 82 |

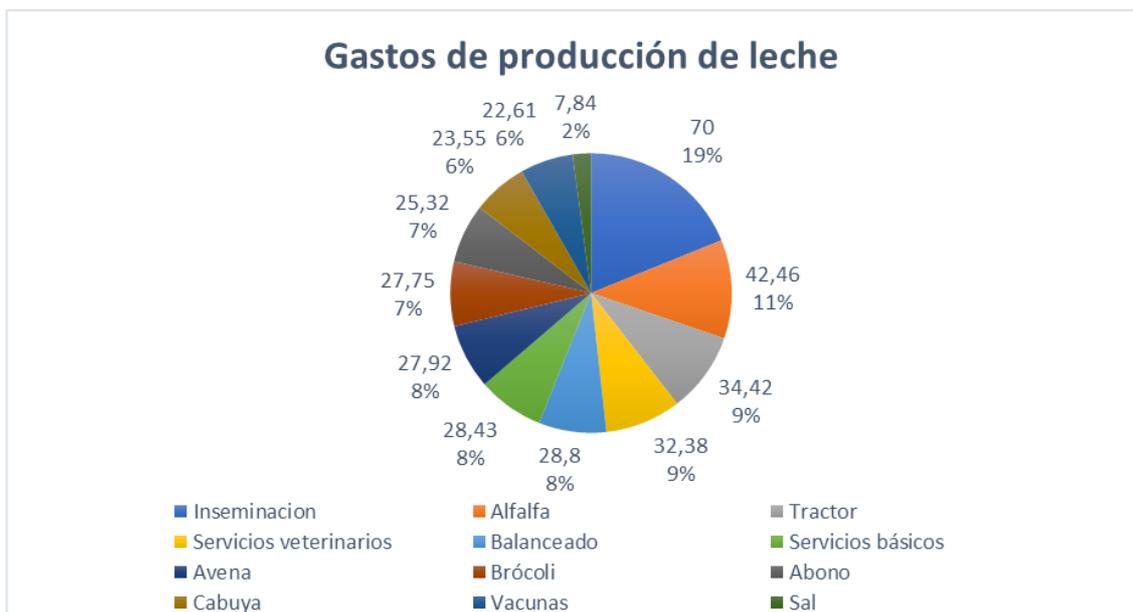
| | | | | | | |
|------------------------------|------|------|--------|------|-------|--------|
| Gladys Caguano | 750 | 0,41 | 364 | 0,48 | 307,5 | -56,5 |
| Graciela Simaluiza | 330 | 0,4 | 134 | 0,40 | 132 | -2 |
| Gregorio Masabanda | 750 | 0,42 | 172,5 | 0,23 | 315 | 142,5 |
| Gustavo Robayo | 450 | 0,42 | 151,5 | 0,33 | 189 | 37,5 |
| Jeferson Rojas | 1650 | 0,42 | 636 | 0,38 | 693 | 57 |
| Jessica Rojas | 210 | 0,42 | 52,5 | 0,25 | 88,2 | 35,7 |
| Johana Soria | 570 | 0,42 | 324 | 0,56 | 239,4 | -84,6 |
| Juan Rios | 240 | 0,39 | 132,5 | 0,55 | 93,6 | -38,9 |
| Leonor Allauca | 1320 | 0,42 | 616,75 | 0,46 | 554,4 | -62,35 |
| Luisa Tanquilla | 450 | 0,4 | 145 | 0,32 | 180 | 35 |
| Luz Yasi | 570 | 0,42 | 225 | 0,39 | 239,4 | 14,4 |
| Maria Clementina Suntasig | 480 | 0,4 | 185 | 0,38 | 192 | 7 |
| María Suntasig | 570 | 0,38 | 182,2 | 0,31 | 216,6 | 34,4 |
| María Rojas | 360 | 0,33 | 86,5 | 0,24 | 118,8 | 32,3 |
| María Tayopanta | 840 | 0,42 | 191,8 | 0,22 | 352,8 | 161 |
| Nancy Calero | 150 | 0,42 | 46,5 | 0,31 | 63 | 16,5 |
| Narcisa Tanquilla | 120 | 0,4 | 197 | 1,64 | 48 | -149 |
| Nataly Masabanda | 300 | 0,42 | 188 | 0,62 | 126 | -62 |
| Paulina Rojas | 300 | 0,42 | 193,75 | 0,64 | 126 | -67,75 |

| | | | | | | |
|-----------------------------|--------|-------|--------|------|--------|--------|
| Rosa Gansino | 240 | 0,43 | 123,35 | 0,51 | 103,2 | -20,15 |
| Rosa Simaluisa | 780 | 0,42 | 246 | 0,31 | 327,6 | 81,6 |
| Teresa Washka | 180 | 0,42 | 127,8 | 0,71 | 75,6 | -52,2 |
| Wilma Simaluisa | 360 | 0,4 | 122,5 | 0,34 | 144 | 21,5 |
| SUMA | 17970 | 14,43 | 1837,3 | 4,59 | 2317,2 | 479,9 |
| PROMEDIO MENSUAL | 513,42 | 0,41 | 114,9 | 0,22 | 252 | 137,1 |

La media del costo de producción de la leche es de 22 centavos en la parroquia Pujilí-La Matriz, lo que está dentro de los valores referentes, siendo un costo bajo, el beneficio por socio en promedio mensual es de \$137,10 sin considerar la mano de obra que comparado con el salario básico que es \$450 se puede decir que no es sustentable.

Estos costos de producción solo se basaron en vacas de producción, por lo que a la señora Bertha Tigse y la señora Ángela Criollo no se les incluyó debido a que solo tienen toretes, siendo estos animales de engorde que no se permite la valoración de los parámetros establecidos.

El promedio de los gastos de los productores de los cuatro barrios se dividió en inseminaciones (\$70), seguido de alfalfa (\$42,46), tractor (\$34,42), servicios veterinarios (\$32,38), balanceado (\$28,80), servicios básicos (\$28,43), avena (\$27,92), brócoli (\$27,75), abono (\$25,32), cabuya (\$23,55) y por último vacunas (\$22,61). El suplemento mineral más barato que se encontró en la lista es la sal con un valor de \$7,50, siendo este producto en el que menos se gasta debido a que no se les administra en cantidades necesarias para que puedan tener una óptima condición corporal. El porcentaje de los gastos mensuales se pueden observar en el Gráfico 1

Gráfico 1. Gastos de producción de leche.

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).

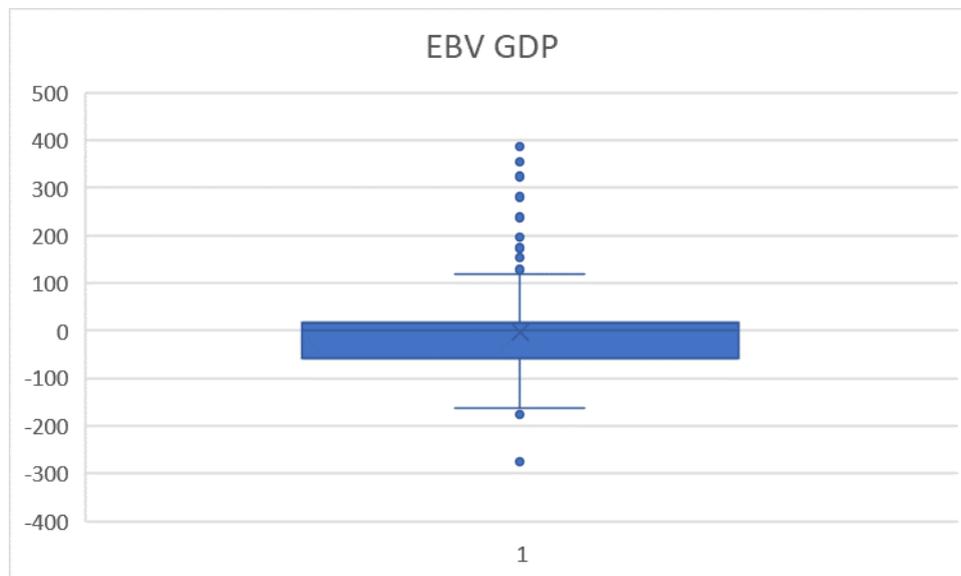
10.1.2 Ganancia diaria de peso

Se estimó la Ganancia Diaria de Peso (GDP) de 177 animales, pertenecientes a 37 productores del cantón Pujilí-La Matriz, donde se divide en La merced, 20 de Diciembre, San Isidro y Cochaloma.

10.1.2.1 Valor genético

Acorde con los resultados el animal que tuvo mayor valor genético (EBV) en ganancia de peso es Aruna con 387,26 g con un nivel de precisión de 35%, debido a la falta de información de los progenitores de Aruna. El propietario es la señora Fanny Tayo.

Gráfico 2. Valor genético en ganancia diaria de peso.



Se escogieron a los 10 mejores animales que tuvieron el mayor valor genético en GDP, siendo estos: Aruna (387,26 g), Sandra (354,59 g), Charo (323,82 g), Quiteña (285,61 g), Cachuda (281,12 g), Ingeniera (238,42 g), Gata (238,30 g), Mochita (213,04 g), Mocha (196,73 g) y Charapita (177,72 g). El animal con el resultado menos favorable fue Max (-275,21 g).

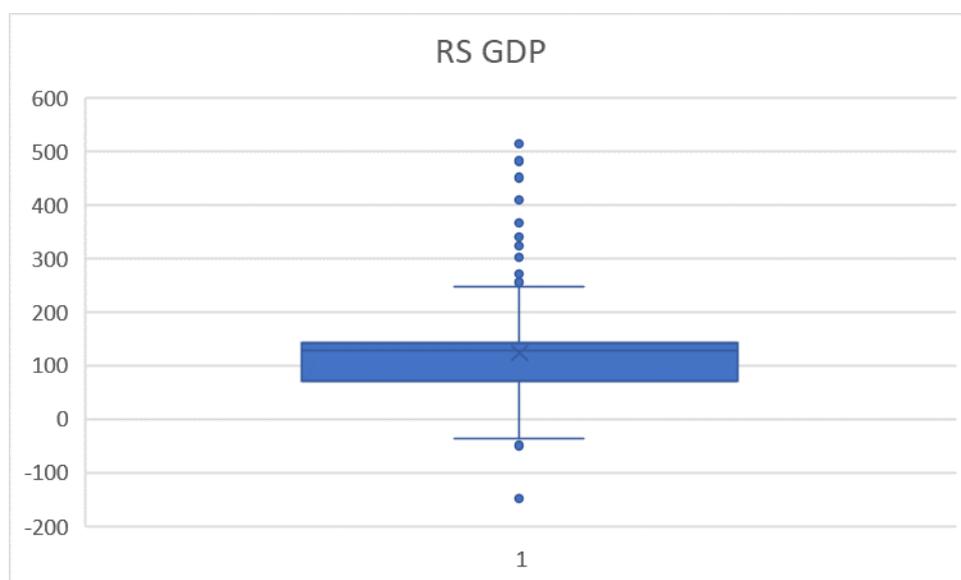
Aruna es una vaca de raza Holstein de 4 años de edad, con una producción diaria de leche de 13 litros, teniendo el mejor valor genético debido a que el alimento que se le suplementa cumplía con los requerimientos que necesitaba para poder tener una buena condición corporal, sin embargo, al tenerla al aire libre amarrada en una estaca no limita que esta baje de peso.

En un hato de ganado colombiano criollo Romosinuano en Córdoba, se realizó una estimación de los valores genéticos para los pesos al nacer y al destete. Se encontró una correlación lineal positiva de +0,91 entre estos pesos, y una correlación de +0,79 en el caso del peso al destete. Además, se obtuvo un valor medio de 0,42 de GPD (47). Es importante destacar que los valores de heredabilidad directa para estos pesos resultaron ser mayores que los valores de heredabilidad materna. Además, se observó consistentemente una correlación negativa entre los efectos directos y maternos. Por otro lado, en el ganado bovino en Cuba, se han registrado cambios importantes en la estimación del peso al destete, que ha sido de 0,40 (48), siendo este último el más bajo, debido a los diferentes climas que presentan en los países de estudio.

10.1.2.2 Respuesta a la selección

En la Respuesta a la selección de ganancia diaria de peso los 10 animales con mayores resultados son: Aruna (514,26 g), Sandra (481,59 g), Charo (450,82 g), Quiteña (412,61 g), Cachuda (408,12 g), Ingeniera (365,42 g), Gata (365,30 g), Mochita (340,04 g), Mocha (323,73 g) y Charapita (304,72 g). El animal con el resultado menos favorable fue Max (-148,21 g). El promedio de la GDP es de 123,46 g/día, siendo este resultado un tanto bajo.

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



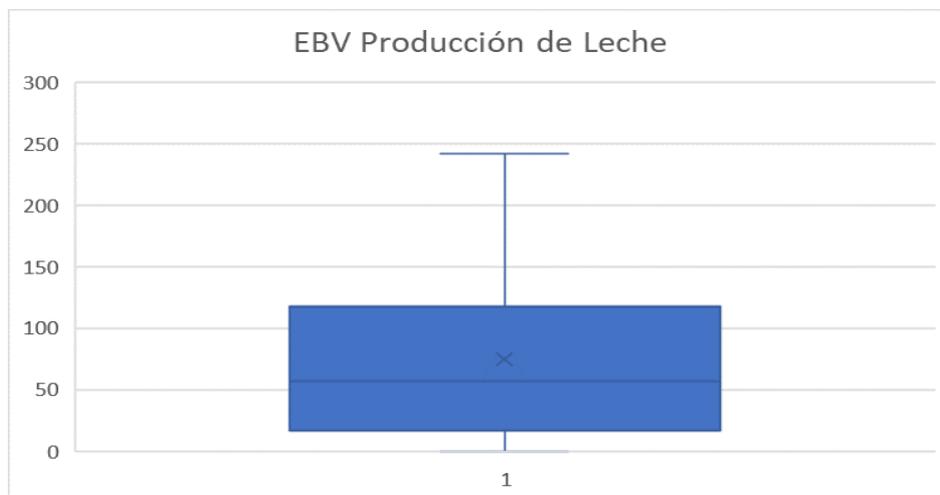
En la ganancia diaria de peso se requiere llegar a (700 g/día), sin embargo, el fenotipo actual es de 123,64 g/día. Por lo tanto, para alcanzar el valor estimado, se necesitan 6 generaciones.

10.1.3 Producción de leche

Se estimó la producción de leche de 37 animales, pertenecientes a 37 productores del cantón Pujilí-La Matriz donde se divide en La Merced, 20 de Diciembre, San Isidro y Cochaloma.

10.1.3.1 Valor genético de cada animal

Se determinó en base a los resultados que el valor genético (EBV) en producción de leche a 305 días de lactancia. Los 10 mejores animales para este fenotipo son: Aruna (242,04 kg), Sandra (226,01 kg), Charo (201,62 kg), Quiteña (178,51 kg), Cachuda (175,47 kg), Ingeniera (151,66 kg), Gata (148,25 kg), Mochita (134,93 kg), Mocha (122,96 kg) y Charapita (111,36 kg). La vaca con el valor genético más bajo fue Griselda (14,51 kg).

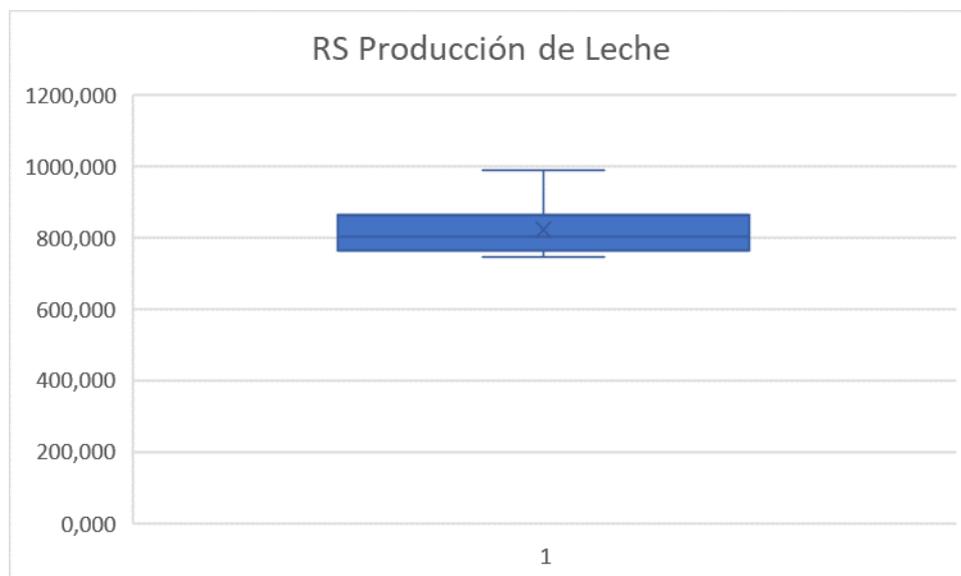
Gráfico 4. Valor genético de producción de leche.

En la hacienda San Marcos, situada en el cantón Riobamba, se mantiene una población de 17 vacas de raza Holstein que han tenido entre 1 y 6 partos. Estas vacas presentan un promedio de $2040,40 \pm 614,30$ kg/vaca/lactancia, con una duración de lactancia de 305 días. Es importante destacar que el 17.65% de estas vacas muestra una habilidad superior a la media del hato en términos de reproducción, mientras que el 82.35% restante se considera no productivo (49). En contraste, en la Hacienda La Isabela de Sasapud, ubicada en el cantón Chambo, se posee un total de 107 vacas Holstein. De estas, el 73.68% se encuentra en su primera o segunda lactancia, con un promedio de 5057 kg/vaca/lactancia y una duración media de lactancia de 453 días. Además, se observa que el 52.63% de las vacas en esta hacienda presenta una habilidad deficiente para producir, mientras que el 47.37% restante se considera apto para la producción (50).

10.1.3.2 Respuesta a la selección

La respuesta a la selección en PL a 305 días de lactancia de los mejores 10 animales es: Aruna (989,04 kg), Sandra (973,01 kg), Charo (948,63 kg), Quiteña (925,51 kg), Cachuda (922,47 kg), Ingeniera (898,66 kg), Gata (895,25 kg), Mochita (881,93 kg), Mocha (869,96 kg) y Charapita (858,36 kg). La vaca con el valor genético más bajo fue Griselda (761,51 kg). El promedio fenotípico en producción de leche es de 841,60 kg/vaca/lactancia.

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



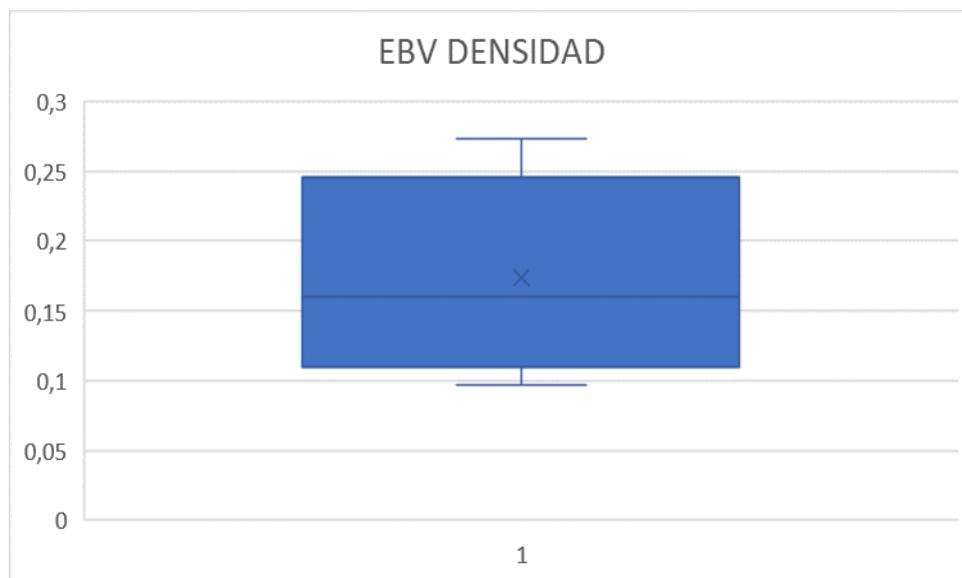
La producción de leche que se quiere llegar a obtener es (5000 kg/día/lactancia), tomando en cuenta el valor genético del mejor animal en producción de leche (989,04 kg/día/lactancia), esto es lo que se estaría ganando en cada generación, por lo tanto, para llegar a tener los resultados esperados se necesitan seis generaciones.

10.1.4 Densidad de la leche - Calidad

Se estimó la densidad de la leche de 37 animales, pertenecientes a 37 productores del cantón Pujilí-La Matriz donde se divide en La merced, 20 de Diciembre, San Isidro y Cochaloma.

10.1.4.1 Valor genético

Quiteña es una vaca de raza jersey con 3 años de edad y una producción diaria de leche de 10 litros, posee el mayor valor genético para densidad de leche (0,27 g/ml), con un nivel de precisión del 32%, su propietaria es la señora Leonor Allauca, quien se encuentra ubicada en Cochaloma.

Gráfico 6. Valor genético de la densidad de leche.

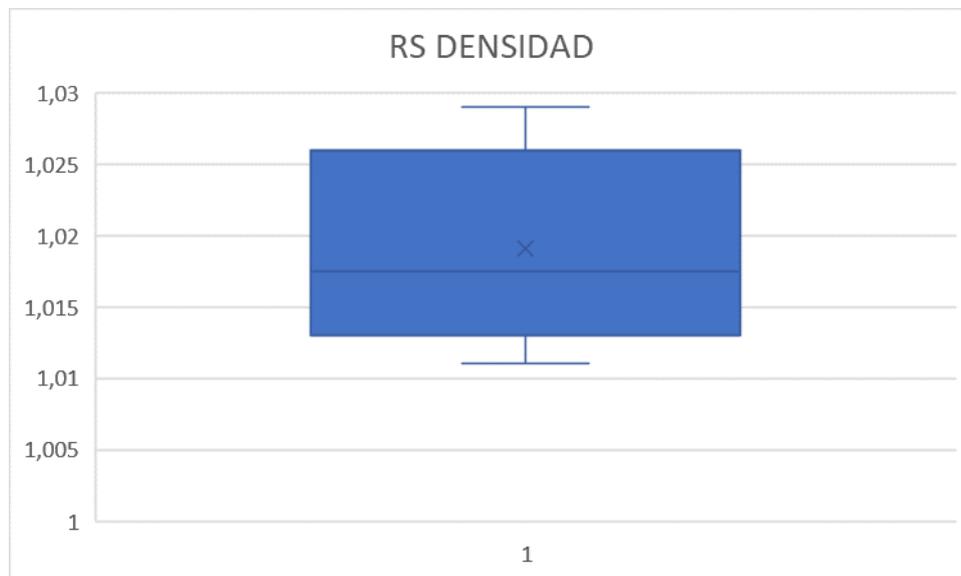
Los 10 mejores animales seleccionados son: Quiteña (0,27 g/ml), Cachudita (0,24 g/ml), Ingeniera (0,24 g/ml), Reyna (0,24 g/ml), Valentina (0,24 g/ml), Negrita (0,24 g/ml), Aruna (0,21 g/ml), Marena (0,21 g/ml), Mochita (0,21 g/ml), Margarita (0,16 g/ml). La vaca Chiquis (0,08 g/ml) es la que menor valor genético tiene.

El promedio fenotípico (EBV) para la densidad de leche promedio de Pujilí-La Matriz es de 0,17 g/ml con 37 vacas en producción. Al contrastar con Aláquez, cuya media para este fenotipo es de 27,23 con 46 vacas en producción (51), y Cusubamba, que presenta un promedio de 27 para este fenotipo con un total de 46 vacas productoras de leche (52). La diferencia entre estas dos parroquias que pertenecen a la provincia de Cotopaxi no radica mucho intervalo, siendo este desbalance de 0,23. Por otro lado, Pujilí-La Matriz que de igual manera forma parte de la provincia, pero su promedio para densidad de leche es de 17,40 siendo bajo a comparación de los anteriormente mencionados.

10.1.4.2 Respuesta a la selección

Mediante la Respuesta de Selección en cuanto a la densidad de la leche, los 10 animales que lo encabezan son: Quiteña (1,029 g/ml), Reyna (1,026 g/ml), Ingeniera (1,026 g/ml), Valentina (1,026 g/ml), Aruna (1,026 g/ml), Cachudita (1,026 g/ml), Negrita (1,024 g/ml), Marena (1,024 g/ml), Mochita (1,024 g/ml), Margarita (1,018 g/ml). La vaca que tuvo valores bajos a la respuesta de selección es Mocha (1,014 g/ml). El promedio de la densidad de leche de todos los animales en producción es de 1,019 g/ml.

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



En la densidad de leche se requiere llegar a 1,032 g/ml, si tomamos en cuenta al mejor animal con un valor de 1,029 g/ml; para alcanzar el valor estimado se necesita una generación.

11. IMPACTOS

11.1 Impacto técnico

Este análisis puede proporcionar información valiosa sobre los costos de producción de la leche, lo que permitirá a los productores tomar decisiones informadas sobre la gestión de su negocio y mejorar la rentabilidad. En resumen, el análisis del sistema de costos por promedio y el registro ordenado de costos puede ser una herramienta muy útil para la gestión eficiente y sostenible de la producción de leche en la comunidad.

11.2 Impacto económico

El productor puede mejorar la calidad y cantidad de la producción de leche, reducir los costos de producción y aumentar los ingresos. Por lo tanto, es importante que los productores estén abiertos a la implementación de prácticas y técnicas innovadoras que les permitan mejorar la rentabilidad de su hato ganadero y, en consecuencia, su economía.

12. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los datos de los costos de producción de los cuatro barrios pertenecientes a la parroquia Pujilí-La Matriz, se pudo deducir que el costo de producción de la leche afecta a la economía de los productores, por lo tanto, no hay un beneficio sustentable para la comunidad, el precio promedio de producción de leche es de \$0,22 por litro, su media en la venta de cada litro de leche es de \$0,40, y el beneficio del promedio de los socios que conforman el proyecto fue de \$132,74 mensuales.
- En los datos obtenidos mediante el BLUP se pudo estimar que el animal seleccionado para el mayor valor genético de cada animal, eligiendo el mayor valor en cuanto a la ganancia diaria de peso presentado por Aruna (387,26 g) con una heredabilidad del 22%, en cuanto a la producción de leche Aruna tiene (242,04 kg) con una heredabilidad del 20%, y en la densidad de leche el mayor valor genético pertenece a Quiteña con (0,23 g/ml) con una heredabilidad del 32%.
- En vista de los registros de los diferentes caracteres a estimar, se pudo valorar que la respuesta a la selección para GDP en promedio parroquial es 123,46 g/día para alcanzar el valor estimado (740 g/día) se necesita 6 generaciones, en producción de leche se obtuvo un promedio parroquial de 841,60 kg/día/lactancia para alcanzar el valor estimado (5049 kg/día/lactancia) se necesita 6 generaciones, y en la densidad de leche hubo un promedio de 1,023 g/ml para alcanzar el valor estimado (1,032) se necesita una generación.

13. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los productores lleven registros de todos los costos de producción para que estos puedan ser contabilizados y por ende sepan cual es el consumo más costoso que tienen para el mantenimiento del animal, y en base a esto poder estimar el mejor precio de la leche.
- Dado que se ha obtenido un porcentaje de heredabilidad bajo en los caracteres evaluados, es recomendable mantener un registro detallado de la genética de las vacas, así como de sus descendientes. Esto permitirá un seguimiento continuo del rendimiento genético y facilitará la selección y reproducción de animales con características deseables en el futuro aumentando su confiabilidad.
- La cabuya forma parte de la dieta de estos animales, siendo un limitante nutricional y de baja digestibilidad que interviene en una buena alimentación. Por lo tanto, se recomienda complementar su dieta a base de forraje verde o pastos como alfalfa, avena, kikuyo o raigrás, proporcionando una fuente sostenible de alimento. Además, se pueden utilizar concentrados balanceados para complementar su alimentación.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ecuador CIL. Revolucionando la industria láctea de Ecuador: un enfoque de innovación y el progreso [Internet]. Centro de la Industria Láctea. Centro de la Industria Láctea; 2023 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.cil-ecuador.org/post/revolucionando-la-industria-l%C3%A1ctea-de-ecuador-un-enfoque-de-innovaci%C3%B3n-y-el-progreso>
2. Veterinariadigital.com. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
3. Hidalgo Cumbios, M. R., Vargas Gonzáles, O. N & Vite Cevallos, H. A. Análisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del cantón arenillas. [Internet]. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas 3 (2), 124-130; 2020.
4. Terán JM. Análisis del mercado de la leche en Ecuador : factores determinantes y desafíos. Univ Poli [Internet]. 2019;64. Available from: <http://hdl.handle.net/10251/124490>
5. Domínguez J, Guamán S. Análisis de sensibilidad del sector pecuario ecuatoriano: precios y esquema impositivo. Rev Mex Agronegocios [Internet]. 2014;34(6):655–64. Available from: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/173278/2/1>. Sector Pecuario ecuator.pdf
6. Barrera C. Análisis de la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de los productores de leche cruda en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua. 2021;2021:1–32. Available from: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/17503/2/tflacso-2021cdbr.pdf>
7. Gob.ec. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf
8. Fin.ec.[citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202102.pdf>
9. Gob.ec. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf

10. Murillo M. MG. 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 [Internet]. Sistema Biodigestor. 2019. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
11. Vicuña J, Anelle M. Relación de la variabilidad lipídica de la leche con los ambientes productivos ganaderos semi intensivos de Lasso - Cotopaxi. Univ Católica Cuenca [Internet]. 2023;1–71. Available from: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/9712>
12. Rodríguez J. Situación actual post pandemia de la ganadería lechera en la parroquia Mulaló del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi [Internet]. Sistema Biodigestor. 2019. Available from: <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/12/mejoramiento-genetico-de-ganado-de-leche.pdf>
13. Guevara-Freire D, Montero-Recalde M, Rodríguez A, Valle L, Avilés-Esquivel D. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. Rev Investig Vet del Peru [Internet]. 2019;30(1):247–55. Available from: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/15935/13711>
14. 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
15. Productores de Cotopaxi, en alerta por abigeato y bajos precios de la leche [Internet]. Primicias. 2022 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productores-cotopaxi-alerta-abigeato-bajos-precios-leche-ecuador/>
16. Com.telegrafo.ec. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/193/1/ganaderos-de-cotopaxi-producen-590-000-litros-de-leche-por-dia>
17. Campos Gaona R, García Alegria K, Velez Terranova M, Hernández E, Molina Benavides R, Sánchez Guerrero H, et al. El mejoramiento genético y la producción de leche. la esencia de una realidad de producción animal. Acta Agronómica [Internet]. 2015;64(3sup):296–306. Available from: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/50263/5343
18. López Martínez JL, Ossa Saraz GA, Santana Rodríguez MO. Estimación de parámetros genéticos para caracteres de crecimiento en bovinos criollos Romosinuano. Rev Colomb

- Cienc Anim - recia [Internet]. 2021;13(2):e845. Available from: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/e845/957>
19. Rev la Fac Med Vet y Zootec [Internet]. 2010;57(2):119–31. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n2/v57n2a04.pdf>
 20. Gutiérrez JP. Iniciación a la valoración genética animal. 2010. 357 p.
 21. Oldenbroek K, van der Waaij L. Cría y mejoramiento genético animal. 2015; Available from: https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/4843/4/Cria_y_Mejoramiento_Genético_Animal_1º_parte_modif.pdf
 22. Roldan MG, Adib O, Molina MG, Bianchi M, Gomez MC, Maldonado E. Mejoramiento Animal. 2011;1–42. Available from: <http://agro.unc.edu.ar/~mejoramientoanimal/wp-content/uploads/2014/10/PRACTICO-2-BASES-DEL-MEJORAMIENTO.pdf>
 23. Apolo M, Chalco L. Caracterización fenotípica y genotípica de las poblaciones de bovinos criollos en el cantón Gonzanamá de la provincia de Loja. 2012; Available from: http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5366/1/Caracterización_Fenotípica_Y_Genotípica_De_Las_Poblaciones_De_Bovinos_Criollos_En_El_Cantón_Gonzanamá_De_La_Provincia_De_Loja.Pdf
 24. Aviles C, Vinet A, Saintilan R, Picard B, Lepetit J, Dumont R, et al. Correlaciones genéticas entre los rasgos de calidad de la canal y la carne de vacas adultas y rasgos similares de toros jóvenes en ganado vacuno Charolais francés. 1World Congr Genet Appl to Livest Prod [Internet]. 2014;1–3. Available from: <https://hal.science/hal-01194136/document>
 25. Ríos Utrera Á, Calderón Robles RC, Rosete Fernández JV, Lagunes Lagunes J. Correlaciones genéticas y fenotípicas entre características reproductivas de vacas lecheras. Agron Mesoam [Internet]. 2010;21(2):235. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v21n2/a02v21n2.pdf>
 26. Kargo M, Hjortø L, Toivonen M, Eriksson JA, Aamand GP, Pedersen J. Base económica para el índice de mérito total nórdico. J Dairy Sci [Internet]. 2014;97(12):7879–88. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214006845>
 27. Sölkner J, Miesenberger J, Willam A, Fuerst C, Baumung R. Índices de mérito total en bovinos de doble propósito. Arch Anim Breed [Internet]. 2000;43(6):597–608. Available from: <https://aab.copernicus.org/articles/43/597/2000/>
 28. Jiménez JA. Índices de Mérito Total , por qué son diferentes. 2021;70–1. Available from: https://www.revistafrisona.com/portals/0/articulos/n213/indices_merito_total.pdf?ver=qfw6n8dcxothnpiuvzvo-q%3d%3d

29. Uribe H. Mejoramiento genético de ganado de leche. 2018; Available from: <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/12/mejoramiento-genc3a9tico-de-ganado-de-leche.pdf>
30. Galvan P. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. *Cienc Vet* [Internet]. 1991;5:67–88. Available from: <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
31. Sonstegard TS, Van Tassell CP, Ashwell MS. Genómica del ganado lechero:
32. ¿herramientas para acelerar la mejora genética? *J Anim Sci* [Internet]. 2001;79(E-Suppl):E307. Available from: https://academic.oup.com/jas/article-abstract/79/suppl_E/E307/4626049?login=false
33. Brassel F, Hidalgo F. La producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización.
34. Eters of Raw Milk in Ecuador between 2010 and 2020: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Foods* [Internet]. 2022;11(21). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9658222/>
35. Gutiérrez JP. Iniciación a la valoración genética animal. 2010. 357 p.
36. Bonifaz García N, Requelme N de J. Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. *La Granja* [Internet]. 2011;14(2):45. Available from: <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/14.2011.04>
37. Casa F. Análisis de adulterantes en la leche cruda. *Repos Univ Técnica Machala* [Internet]. 2021;1–61. Available from: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16325/1/E-8502_salazar_Gaona_Jordy_Israel.pdf
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. Lenin Cruz Siguenza E, Miño Cascante G, Bastidas Alarcón F, Cruz Siguenza M. Análisis situacional de la producción de leche y quesos en varios sectores productivos del Ecuador y su calidad bajo Normativas Ecuatorianas NTE INEN. *ESPOCH Congr Ecuadorian J Steam* [Internet]. 2021;1(5):1246–77. Available from: <https://knepublishing.com/index.php/epoch/article/view/9563>
40. Puga-Torres B, Aragón Vásquez E, Ron L, Álvarez V, Bonilla S, Guzmán A, et al. Milk Quality Param Galvan PO. mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche [Internet]. Unam.mx. [citado el 31 de agosto de 2023]. Disponible en:

- <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
41. Hazard S. Registros productivos y peproductivos en producción lechera [Internet]. 2004.p. 12. Available from: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31870.pdf%0Ahttp://www2.inia.cl/medios/quilamapu/inproleche/pdf/AD6.pdf>
 42. I Font J. 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>
 43. Casanova D, Rodriguez E. Aspectos prácticos del mejoramiento genético en el ganado lechero. 2005;1–11. Available from: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/casanova.pdf>
 44. Org.co. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v11n2/v11n2a05.pdf>
 45. Veterinaria M, Zumba O, Nathaly M, Armas L, Jael P. Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales [Internet]. Edu.ec. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9641/1/PC-002525.pdf>
 46. Ciencia Y Tecnología C, Martínez R, Pérez JE, Alfredo Martínez R. artículo científico [Internet]. Redalyc.org. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945020003.pdf>
 47. Espinoza-Villavicencio JL, Palacios-Espinosa A, Guerra-Iglesias D, González- Peña D, Ortega-Pérez R, Rodríguez-Almeida F. Comparación de dos modelos para la estimación de parámetros y valores genéticos del peso en ganado Cebú. Agrociencia (1996) [Internet]. 2008 [citado el 3 de agosto de 2023];42(1):29–36. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-1952008000100004&script=sci_arttext
 48. Edu.ec. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1395/1/17T0888.pdf> 6. Edu.ec. [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1182/1/17T0983.pdf>
 49. Alcivar J, Caiza J. Selección 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 Aláquez. Sist Biodigestor [Internet]. 2019; Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>

- 50.** Avila D. Derivación de los valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Cusubamba en el cantón Salcedo utilizando funciones debeneficio. Sist Biodigestor [Internet]. 2019; Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9708/1/PC-002486.pdf>
- 51.** R. AC, de La Barra R, Uribe H. objetivos de la mejora genética en bovinos de leche [Internet]. Inia.cl. [citado el 10 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4742/NR40685.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 52.** La selección es medida por la tasa de cambio genético resultante de, la selección en teoría o. r a., de cambio genético lo q se b es m la t, de cría oqpl si se peca clmvde cpspep es q no slv de cr de la y. dtcp de lv, casos las c en, infformativas p nos, et al. respuesta a la selección [Internet]. Edu.ar. [citado el 10 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/mejoramientoanimal/wp-content/uploads/sites/13/2017/09/respuesta-a-la-seleccion.pdf>.

13. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del autor del proyecto.

HOJA DE VIDA

INFORMACIÓN GENERAL

Nombres y apellidos: Brayan Alexander Pacheco Laverde

Estado civil: Soltero

Nacionalidad: ecuatoriano

Fecha y lugar de nacimiento: Pujilí, 13 de febrero de 2000

Cédula de identidad: 0504304742

Teléfono: 0987811110

Dirección: Barrio San Juan - Pujilí

Correo electrónico: brayanalexanderp60@gmail.com

FORMACIÓN ACADÉMICA

Estudios primarios: Escuela Anexa Doctor Pablo Herrera

Estudios secundarios: Unidad Educativa Provincia de Cotopaxi

Estudios superiores: Universidad Técnica de Cotopaxi



Anexo 2. Hoja de vida del tutor del proyecto.

CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

Nombres y apellidos: Cristian Neptalí Arcos Álvarez **Cargo:**

Docente

Cédula de ciudadanía: 1803675634

N° Telefónico: 0987055886

E-mail: cristian.arcos@utc.edu.ec



2.- TITULOS

Pregrado: Médico Veterinario y Zootecnista

Título/Grado de Posgrado: Magister en Producción Animal

3.- PUBLICACIONES ACADÉMICAS – CIENTÍFICAS

| Tipo de Publicación | Título de la Publicación | Año de Publicación | Nombre de la Revista o Editorial |
|---------------------|---|--------------------|----------------------------------|
| Artículo | Eficiencia Anual En Una Operación De Ceba Final De Bovinos Con La Tecnología De Silvopastoreo. (Archivos De Zootecnia España 2016). | 2016 | Revista De Producción Animal |
| Artículo | Milk Production And Sustainability of The Dairy Livestock Systems with A High Calvin Concentrate Pattern At | 2016 | Revista De Producción Animal |

| | | | |
|----------|---|------|---------------------------------------|
| | The Early Spring. (Redvet España 2016). | | |
| Artículo | Influencia Del Algarrobo En La Conducta Y Producción De Leche De Vacas En Pastoreo. I. Periodo De Seca (Revista De Producción Animal Universidad De Camaguey Cuba 2016). | 2016 | Revista De Producción Animal |
| Artículo | Influencia Del Algarrobo En La Conducta Y Producción De Leche De Vacas En Pastoreo. Ii. Periodo De Lluvia. (Revista De Producción Animal Universidad DeCamaguey Cuba 2016). | 2016 | Revista De Producción Animal |

| | | | |
|----------|--|------|---------------------------------------|
| Artículo | Efecto De La Inclusión De Forraje De Maíz Molido En La Respuesta Productiva De Vacas Lecheras En Pastoreo. (Revista De Producción Animal Universidad De Camaguey Cuba 2016). | 2016 | Revista De Producción Animal |
|----------|--|------|---------------------------------------|

| | | | |
|----------|---|------|---------------------------------------|
| Artículo | Efectos De La Suplementación Con Microminerales En | 2017 | Revista Ecuatoriana |
| Artículo | Indicadores De Producción Y Su Residualidad En Sangre, Heces Y Orina De Alpacas (Lama Lama) En Pastoreo | | De Ciencia Animal |
| Artículo | Suplementación Con Norgold + Miel Urea Al 3 % De Bovinos Cebú En Crecimiento-Ceba En Sistema De Pastoreo En Época De Seca | 2017 | Revista Ecuatoriana De Ciencia Animal |
| Artículo | Desiciones De Manejo, Externalidades Articulo Y Eficiencia Alimentaria En Sistemas De Producción Lechera De La Sierra Norte Ecuatoriana | 2017 | Revista Ecuatoriana De Ciencia Animal |
| Artículo | Rol De La Capacitación Como Herramienta De La Extensión Rural En Su Vínculo Con Los Sistemas De Producción Animal Y La Agroindustria | 2017 | Revista Ecuatoriana De Ciencia Animal |
| Artículo | Balance Forrajero, De Energía Y Nitrógeno En Pastizales Arborizados Con Algarrobo (Prosopis Juliflora (S.W.) Dc.)Bajo Pastoreo De Vacas Lecheras" | 2018 | Revista De Producción Animal |

| | | | |
|----------|---|------|------------------------------------|
| Artículo | Producción De Leche Como Respuesta A La Fertilización Y Riego En Ganaderías De Ecosistemas Andinos En Ecuador - Milk Production In Response To Fertilization And Irrigation In | 2018 | Revista Electronica De Veterinaria |
| | Andean Ecosystem Farms In Ecuador | | |
| Artículo | Fodder, Nitrogen, And Energy Balances In Grasslands With Algarroba Trees (Prosopis Juliflora (S.W.) Dc.) Under Dairy Cow Grazing | 2018 | Revista De Producción Animal |
| Artículo | Evaluación Bio-Económica De Micro- Lecherías Con Diferentes Patrones De Partos Concentrados Al Inicio De La Época De Lluvias | 2019 | Revista De Producción Animal |
| Artículo | Problemas De Rentabilidad Económica Y Eficiencia Técnica En Sistemas Ganaderos De Ecuador | 2020 | Revista De Producción Animal |
| Artículo | Caracterización Físico-Productiva Y Tipologías De Sistemas Lecheros Diversificados En La Sierra De Ecuador | 2020 | Archivos De Zootecnia |

| | | | |
|----------|--|------|---|
| Artículo | Milk Production Of Grazing Cows In Kikuyo (Pennisetum Clandestinum, Ex Chiov) Fertilized With Poultry Manure | 2021 | Tropical And Subtropical Agroecosystems |
| Artículo | Estructura Del Pastizal, Producción De Leche Y Emisión De Metano En Vacas Lecheras En Pastoreo | 2021 | Revista Ecuatoriana De Ciencia Animal |
| Artículo | ación De La Autovacuna Para Papilomavirus Bovino | 2021 | Revista Mexicana De Epidemiología Veterinaria |

INVESTIGACIONES DESARROLLADAS.

| Título del proyecto | Cargo ejercido en la ejecución del proyecto | Tiempo |
|---|---|--------|
| Caracterización y Mejora de los Sistemas de Producción Agropecuarios de Cotopaxi (Proyecto Formativo) | Responsable | 2 Años |

5.- EXPERIENCIA LABORAL

| No | Institución | Cargo | Tiempo |
|----|---------------------------------|---------|---------|
| 1 | Universidad Técnica de Cotopaxi | Docente | 11 años |

| | | | |
|---|------------------------------------|-----------------------|--------|
| 2 | Empresa Productiva “Sierra Fertil” | Administrador Técnico | 4 Años |
|---|------------------------------------|-----------------------|--------|



Firmado electrónicamente por:
**CRISTIAN
NEPTALI ARCOS
ALVAREZ**

Firma

Cristian Neptalí Arcos Álvarez

1803675634

Anexo 3. Toma de peso de los animales.



Anexo 4. Pesaje de leche.



Anexo 5. Toma de la densidad de la leche.



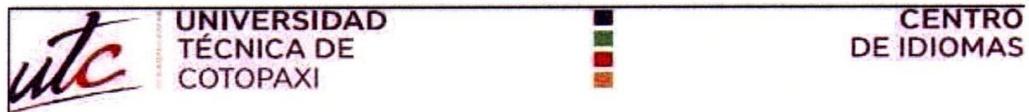
Anexo 6. Vaca seleccionada Aruna.



Anexo 7. Vaca seleccionada Quiteña



Anexo 8. Aval de traducción.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA PUJILÍ-LA MATRIZ”** presentado por: **Pacheco Laverde Brayan Alexander**, egresado de la Carrera de Medicina Veterinaria perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,



FIRMADO DIGITALMENTE POR:
BLANCA GLADYS
SANCHEZ AVILA

MSc. Blanca Gladys Sánchez A.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 2100275375



**CENTRO
DE IDIOMAS**