



**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 TANICUCHÍ”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Médicas Veterinarias

**Autoras:**

Acosta Salazar Paola Nicoll  
Coba Mera Yanara Alexandra

**Tutora:**

Simancas Racines Alison Cristina

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Paola Nicoll Acosta Salazar, con cédula de ciudadanía No. 0504417122 y Yanara Alexandra Coba Mera, con cédula de ciudadanía No. 0604933069, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Tanicuchí”, siendo la Médico Veterinario Zootecnista Mg. Alison Cristina Simancas Racines, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 17 de agosto del 2023



Paola Nicoll Acosta Salazar  
Estudiante  
CC: 0504417122



Yanara Alexandra Coba Mera  
Estudiante  
CC: 0604933069



MVZ. Alison Simancas Racines, Mg.  
Docente Tutora  
CC: 0503001000

## **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 **ACOSTA SALAZAR PAOLA NICOLL**, identificada con cédula de ciudadanía **0504417122** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA 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 Tanicuchí”, 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. Alison Cristina Simancas Racines

Tema: “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Tanicuchí”

**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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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.

  
Paola Nicoll Acosta Salazar  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

## **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 **COBA MERA YANARA ALEXANDRA** identificada con cédula de ciudadanía **0604933069** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Tanicuchí”, 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. Alison Cristina Simancas Racines

Tema: “Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Tanicuchí”

**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, **LA 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 **LA 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:

- f) 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.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.



j) 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 **LA 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 **LA 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.

  
Yanara Alexandra Coba Mera  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

## AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora 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 TANICUCHÍ”**, de Acosta Salazar Paola Nicoll y Coba Mera Yanara Alexandra, 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 han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de agosto del 2023



MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.  
**DOCENTE TUTORA**  
CC: 0503001000

## 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, los postulantes: Acosta Salazar Paola Nicoll y Caba Mera Yanara Alexandra, 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 TANICUCHÍ”, han 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, 16 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)  
MVZ. Cristian Neptalí Arcos Álvarez, Mg.  
CC: 1803675634



Lector 2  
Dra. Nancy Margoth Cueva Salazar, Mg.  
CC: 0501616353



Lector 3  
MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg.  
CC: 1722547278



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme cumplir una etapa más de mi vida. A mis padres y hermano quienes han sido una bendición en mi vida. Gracias por apoyarme, cuidarme y estar a mi lado en todo momento. A mi tía María Corral y familia quienes han sido mi red de apoyo en los momentos más difíciles. Gracias por su cariño, sabiduría y por ser mi apoyo inquebrantable. A mi tía Elena Acosta, Mariana Acosta y Martha Acosta por toda la ayuda que me han brindado para poder culminar mis estudios. A mi tío Francisco Acosta por darme su apoyo incondicional.

Agradezco a mis docentes por guiarme en este proceso para mi formación profesional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de culminar mi carrera universitaria.

Paola Nicoll Acosta Salazar

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres en primer lugar por siempre brindarme su apoyo incondicional, por todas esas palabras de aliento que me decían cuando más lo necesitaba y por haberme forjado como la persona que soy hoy en día.

A mi hermano Israel por siempre animarme y estar para mí a pesar de la distancia apoyándome en las buenas y en las malas.

A mis profesores que me han brindado sus conocimientos, herramientas y consejos durante estos años de estudio.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me abrió las puertas para ser parte de ésta todos estos años de estudio.

Yanara Alexandra Coba Mera

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios. A mis padres y hermano por ser mi fuente de inspiración, motivación y por enseñarme el valor de la educación y brindarme todo su apoyo para alcanzar mis metas. A toda mi familia que estuvo presente en todas las etapas importantes de mi vida brindándome su apoyo incondicional, han sido un pilar fundamental para cumplir mis sueños.

Paola Nicoll Acosta Salazar

## **DEDICATORIA**

Dedico el proyecto a mi madre Sonia por siempre apoyarme incondicionalmente en todos los momentos de mi vida. A mi padre Carlos por haberme inculcado el amor a los animales, sin él no habría encontrado mi vocación. A mi hermano Israel que me ayudó durante toda mi carrera y mi vida. A mi familia que me apoyó de una u otra forma en estos años de formación de profesional.

Yanara Alexandra Coba Mera

**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 TANICUCHÍ”**

**AUTORAS:** Acosta Salazar Paola Nicoll  
Coba Mera Yanara Alexandra

**RESUMEN**

En la provincia de Cotopaxi, es necesario un proyecto de mejoramiento genético en bovinos productores de leche en el cual se valoren datos fenotípicos y genéticos de los animales debido a que la producción es ineficiente. La presente investigación se realizó en la parroquia Tanicuchí del cantón Latacunga, en donde encontramos pequeños y medianos productores que se dedican a la producción y comercialización de leche. Se recolectaron datos (información genealógica, costos de producción, ganancia diaria de peso, producción y densidad de leche) encontrando los principales problemas de los productores; esto nos permitió determinar los objetivos de mejora genética como la respuesta a la selección para lograr obtener animales superiores. Para evaluar el valor económico se realizó un análisis estadístico de los costos de producción y para estimar el valor genético y la respuesta a la selección se utilizó el método BLUP. Con los resultados obtenidos se pudo conocer que el precio promedio mensual de los costos de producción por litro de leche es de \$0,15 centavos y el beneficio en promedio mensual es de \$1472,30. El mayor gasto que se genera es en la parte alimentaria, con un promedio mensual de \$354,99 que corresponde al 44% del egreso total. La respuesta a la selección para la ganancia diaria de peso en promedio es de 156,07 g/día, para lograr el valor estimado (700 g/día) se necesitan cuatro generaciones; en producción de leche el promedio es de 2107,82 kg/lactancia para obtener el valor estimado (5000 kg/lactancia) se necesita nueve generaciones; y para densidad de leche en promedio fue de 1,025 g/ml para llegar al valor estimado (1,032 g/ml) se necesita una generación. Estos datos brindar un aporte significativo para los productores que contribuye a una operación lechera más rentable y sostenible.

**Palabras clave:** Producción lechera, costos de producción, valor genético, respuesta a la selección.



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

**TOPIC: "SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM TOTAL MERIT INDEX ESTIMATION FOR DAIRY BOVINE CATTLE FROM TANICUCHÍ PARISH".**

**AUTHORS:** Acosta Salazar Paola Nicoll  
Coba Mera Yanara Alexandra

**ABSTRACT**

In the province of Cotopaxi, there is a need for a genetic improvement project in milk producing cattle, which are assessed animals phenotypic and genetic data, due to the production is inefficient. The current research was made in the Tanicuchí parish from Latacunga canton, where it found small and medium producers dedicated to the milk production and commercialization. It collected data (genealogical information, production costs, daily weight gain, milk production and density) and finding the producers main problems; this allowed to determine the aims of genetic improvement as the response to selection, in order to get superior animals. For assessing the economic value, it was a production costs statistical analysis and was used the BLUP method to estimate the genetic value and the response to selection. The got results showed, what the milk production costs per liter average monthly price is \$0.15 cents and the average monthly profit is \$1472.30. The largest expense generated is for food, with a monthly average \$354.99, which corresponds to total expenditure 44%. The response to selection for daily weight gain averaged 156.07 g/day, for archieving the estimated value (700 g/day) are needed four generations; for milk production the average is 2107.82 kg/lactation to get the estimated value (5000 kg/lactation), it is needed nine generations; and for milk density the average was 1.025 g/ml to reach the estimated value (1.032 g/ml) it is needed one generation. These data provide a significant contribution for producers, which contributes to a more profitable and sustainable dairy operation.

**Keywords:** Dairy production, production costs, genetic value, response to selection.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xx
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxi
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 Cotopaxi .....	6
7.3 Mejoramiento genético .....	7
7.4 Parámetros genéticos .....	7
7.4.1 Heredabilidad.....	8
7.4.2 Genotipo y fenotipo .....	8
7.4.3 Repetibilidad.....	9
7.4.4 Correlaciones genéticas .....	9
7.4.5 Valor genético y respuesta a la selección .....	9
7.4.6 Índice de mérito total .....	10
7.5 Costos de producción .....	11
7.6 Criterios de selección.....	11
7.6.1 Ganancia diaria de peso .....	12
7.6.2 Calidad de leche.....	13
7.6.3. Producción de leche.....	13
7.6.4 Sanidad .....	13
7.7 Registros .....	14
7.8 Método BLUP .....	14
8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS .....	15
9. METODOLOGÍA.....	15
9.1 Lugar de estudio .....	15
9.2 Población de estudio .....	16
9.3 Valor económico.....	16
9.3.1 Costos de producción .....	16
9.4 Valor genético.....	17
9.4.1 Ganancia diaria de peso .....	17

9.4.2 Calidad de la leche.....	17
9.4.3 Producción de leche.....	17
9.5 Respuesta a la selección .....	18
9.6 Análisis de datos.....	18
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	18
10.1 Objetivos de mejoramiento genético .....	18
10.1.1 Costos de producción .....	18
10.1.2 Ganancia diaria de peso.....	22
10.1.3. Producción de leche.....	24
10.1.4 Densidad de la leche – Calidad.....	27
10.1.5 Selección de reproductores .....	29
11. IMPACTOS .....	31
11.1 Impacto técnico.....	31
12. CONCLUSIONES.....	31
13. RECOMENDACIONES .....	32
14. BIBLIOGRAFÍA .....	32
15. ANEXOS .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en relación con los objetivos planteados. ....	5
Tabla 2. Costos de producción por litro de leche .....	19
Tabla 3. Animales seleccionados según objetivos de mejora.....	30



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Número de animales por propietario .....	20
Gráfico 2. Gastos en alimentación.....	20
Gráfico 3. Gastos de producción .....	21
Gráfico 4. Valor genético en ganancia diaria de peso .....	22
Gráfico 5. Respuesta a la selección en ganancia diaria de peso .....	24
Gráfico 6. Valor genético en producción de leche .....	25
Gráfico 7. Respuesta a la selección en producción de leche .....	26
Gráfico 8. Valor genético en densidad de leche .....	27
Gráfico 9. Respuesta a la selección en densidad de leche .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la parroquia .....	16
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del autor del proyecto .....	41
Anexo 2. Hoja de vida del autor del proyecto .....	42
Anexo 3. Hoja de vida del tutor del proyecto.....	43
Anexo 4. Costos de producción.....	44
Anexo 5. Excel Individual.....	44
Base de datos excel de los de los datos genealógicos y fenotípicos de cada animal.....	44
Anexo 6. Método BLUP.....	45
Anexo 7. Excel respuesta a la selección.....	45
Anexo 8. Toma de pesos de los animales, pesaje de la leche y toma de la densidad de la leche .....	46
Anexo 9. Selección de reproductores .....	47
Anexo 10. Aval de traducción .....	48

## **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 Tanicuchí.

**Fecha de inicio:** abril 2023

**Fecha de finalización:** septiembre 2023

**Lugar de ejecución:** Parroquia Tanicuchí, provincia de Cotopaxi.

**Facultad 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:**

**Estudiantes:** Acosta Salazar Paola Nicoll, Coba Mera Yanara Alexandra (Anexo N° 1 y N°2).

**Tutor:** MVZ. Alisson Cristina Simancas Racines (Anexo N.º 3).

**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 creciente demanda de leche en el Ecuador ha tenido como consecuencia el aumento de vacas lecheras en los diferentes sectores que se dedican a esta actividad (1), por lo que se ha visto en la necesidad de generar reemplazos en el menor tiempo posible para poder cubrir esta demanda y garantizar la calidad de la leche. La producción de leche en Cotopaxi, es una actividad agrícola importante en esta región que involucra a numerosas familias y pequeñas ganaderías. Se han realizado esfuerzos para mejorar la calidad y eficiencia de la producción, aunque aún enfrenta desafíos en términos de calidad y precios (2).

Con la investigación se pretende seleccionar a los mejores animales conforme con los caracteres del objetivo de mejora mediante la estimación del valor económico, genético y la respuesta a la selección con la finalidad de lograr alcanzar el valor estimado para cada carácter y mejorar la productividad.

El proyecto de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche permitirá conocer el peso económico relativo y la heredabilidad de cada uno de los criterios incluidos en el objetivo de mejora para mejorar la producción lechera y la ganancia económica de los pequeños y medianos productores de la parroquia Tanicuchí. La selección de los mejores animales para la producción de leche tiene múltiples aportes, entre los cuales destacan la mejora en la calidad y rendimiento de la leche, la eficiencia en la producción, la resistencia a enfermedades, la mejora de características productivas y la contribución al desarrollo económico. Con los resultados obtenidos se aportará para que los productores de la parroquia Tanicuchí puedan obtener mejores animales para la producción lechera y una mejor rentabilidad.

La presente investigación tiene un impacto y relevancia significativo en la productividad, la calidad de la leche, la eficiencia en el uso de recursos, el bienestar animal y el desarrollo económico local. Estos impactos benefician tanto a los ganaderos como a los consumidores y contribuyen a una producción láctea más sostenible y rentable.



### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Directos**

- Productores de la parroquia Tanicuchí que participaran en el proyecto de mejoramiento genético.

#### **3.2 Indirectos**

- Pobladores de la parroquia Tanicuchí, de los barrios Lasso y Río Blanco Alto.

### **4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En la actualidad, la producción diaria de leche en el país se encuentra en un nivel promedio de 5.5 millones de litros, con una productividad de 6.8 litros/vaca. La producción de leche representa la fuente de ingresos para más de 1,2 millones de personas. La producción de leche no es rentable ya que se produce menos de 4 kg de leche por hectárea/día (3).

La producción de leche cruda se produce mayormente en las provincias de la sierra del país. En la sierra central del Ecuador se registran aproximadamente 200.000 l/día de leche generado por el sistema familiar de pequeños y medianos productores asociados (4). En la provincia de Tungurahua la producción de leche es de 10 573 l/día y en la provincia de Cotopaxi es de 12 250 l/día teniendo un promedio de 5,5 l/vaca/día (5). Estos sectores se caracterizan principalmente por el sistema tradicional de crianza de ganado criollo, por cruces de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey, y por una alimentación enfocada en mezclas forrajeras de alfalfa, raigrás, trébol, veza y avena (6).

En la parroquia Tanicuchí se puede evidenciar que el mantenimiento de los animales no es satisfactorio, debido principalmente a la insuficiente nutrición que se les brinda, esto se debe a que los productores no cuentan con conocimientos acerca de lo que necesitan sus animales para suplir las deficiencias nutricionales y la disponibilidad de agua para los animales es deficiente ya que los animales solo tienen disponible el agua al momento del ordeño. En consecuencia, las vacas tienen una baja condición corporal en una escala de 2; provocando así ciertas deficiencias con respecto a la calidad de leche teniendo una densidad en promedio de 1,025 y a la baja producción de leche en promedio de 9 kg/día (7).

Otro aspecto importante a destacar es la sanidad al momento del ordeño, este elemento dejó mucho que desear, siendo uno en los que más carencias existe, principalmente por la mala limpieza y secado de los pezones antes de empezar el ordeño manual o automatizado. Esto se toma en cuenta debido a que esta mala práctica tiende a afectar la calidad de la leche, además de provocar enfermedades en la ubre y por ende reducir el rendimiento lechero. Del mismo modo, en el espacio del ordeño existe una falta de salubridad al ser las vacas ordeñadas en suelos que no están limpios, esto se debe a que los productores no tienen un espacio específico designado para esta labor, sino que todo hacen en un solo lugar.

La calidad e higiene de la leche tienen un papel importante en el momento de la venta, en la actualidad y en el futuro el precio de entrega del litro de leche cruda será dependiente de las empresas, por lo tanto, el precio de la leche depende de su calidad e higiene además de la producción (8).

## **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 Tanicuchí.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Estimar el valor económico de los caracteres del objetivo de mejora
- Determinar el valor genético de cada animal.
- Evaluar 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.

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Estimar el valor económico de los caracteres del objetivo de mejora	Recolecta de datos (costos de producción)	El precio promedio de los costos de producción por un litro de leche fue de \$0,15 centavos y el beneficio en promedio mensual fue de \$1472,30. El mayor gasto se genera en la parte alimentaria, con un promedio mensual de \$354,99 que corresponde al 44% del egreso total.	Base de datos de Excel (costos de producción) (Anexo N°4) (Tabla 2)
Estimar el valor genético de cada animal	Recolecta de datos de genealogía de cada ejemplar y el fenotipo de cada carácter.	En ganancia diaria de peso se seleccionó a la ternera Azabache (165,05 g), en producción de leche a la vaca Clementina (336,34 kg) y en densidad de leche a la vaca Negrita (0,23 g/ml).	Base de datos excel (Individual) (Anexo N° 5) Método BLUP (Anexo N° 6)
Estimar la respuesta a la selección de los caracteres seleccionados	Análisis de los datos recolectados (valor genético).	La ganancia diaria de peso en promedio es de 156,07 gr/día para lograr el valor estimado se necesitan cuatro generaciones, en producción de leche el promedio es de 2107,82 kg/vaca/lactancia para obtener el valor estimado se necesitan nueve generaciones y para densidad de leche en promedio fue de 1,025 g/ml para llegar al valor estimado se necesita una generación.	Base de datos excel (respuesta a la selección) (Anexo N° 7)

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **7.1 Situación lechera nacional**

La producción lechera es un sector importante en la economía del Ecuador, ya que contribuye significativamente al desarrollo económico y al empleo en las zonas rurales del país (9).

La industria láctea en Ecuador enfrenta importantes desafíos en términos de productividad, rentabilidad y sostenibilidad. La baja adherencia al precio oficial de la leche es una de las principales razones de la falta de rentabilidad, lo que ha generado problemas socioeconómicos para muchos productores. El precio por litro de leche tiene un impacto significativo en la productividad, rentabilidad y sostenibilidad, y los altos costos de producción, incluyendo mano de obra y mantenimiento, también juegan un papel clave en el análisis de la productividad (10).

Además, la falta de políticas públicas efectivas para el sector lechero ha llevado a la falta de regulación y control en la producción y comercialización de la leche, lo que ha generado problemas como la adulteración de la leche y la falta de trazabilidad en su producción (11).

Otro problema que enfrenta el sector lechero en el Ecuador es la competencia desleal de productos importados, que muchas veces ingresan al país sin cumplir con los requisitos sanitarios y de calidad necesarios. A pesar de estos desafíos, el sector lechero en el Ecuador tiene un gran potencial para crecer y desarrollarse, ya que cuenta con un clima y suelo adecuados para la producción de pastos y forrajes, y con una mano de obra calificada y comprometida (12).

### **7.2 Ganadería en Cotopaxi**

Cotopaxi es una provincia ubicada en la región interandina de Ecuador, con una superficie de 6.569 km<sup>2</sup>. La ganadería es una actividad económica importante en la provincia, con una gran cantidad de fincas y haciendas dedicadas a la producción de carne y leche (13).

En la actualidad, la ganadería en Cotopaxi se caracteriza por la presencia de razas bovinas como Holstein, Jersey, Brown Swiss, entre otras. Estas razas son seleccionadas por su alta producción de leche y su adaptabilidad a las condiciones climáticas y geográficas de la región (14).

La producción de leche en Cotopaxi se concentra principalmente en la zona de la Sierra, donde se encuentran la mayoría de las fincas lecheras. La producción de leche se realiza

principalmente mediante la técnica de ordeño manual, aunque también se utiliza sistemas de ordeño mecánico en algunas fincas de mayor tamaño. Los sistemas de ordeño mecánico son más eficientes y permiten una mayor producción de leche, aunque también requieren una mayor inversión en equipos y tecnología (15).

La producción de leche en Cotopaxi se realiza principalmente para la venta a empresas procesadoras de lácteos, aunque también existen fincas que producen queso y otros productos lácteos para la venta directa al consumidor. La producción de leche en Cotopaxi es importante para la economía de la región, ya que genera empleo y permite el desarrollo de industrias relacionadas con la producción de lácteos (16).

### **7.3 Mejoramiento genético**

En el mejoramiento genético de animales, la otra transformación genética es una herramienta importante para seleccionar características deseables y predecir el efecto de la selección en características (17).

En el mejoramiento genético de bovinos, se utilizan diferentes técnicas para seleccionar los animales con las características deseadas. Una de las técnicas más comunes es la selección fenotípica, que se basa en la evaluación de las características observables en los animales, como el peso, la producción de leche y la calidad de la carne. También se puede utilizar la selección genómica, que se basa en la evaluación de las características genéticas de los animales utilizando técnicas moleculares. Además de la selección, también se utilizan técnicas como la inseminación artificial y la transferencia de embriones para mejorar (18).

Por ejemplo, si se desea mejorar la producción de leche en una raza de vacas, se puede medir la conexión genética entre la producción de leche y otras características como la salud de la ubre o la fertilidad. Si existe una coincidencia positiva entre la producción de leche y otras características, entonces la selección para una mayor producción de leche también puede mejorar estas características (19).

### **7.4 Parámetros genéticos**

Los parámetros genéticos son medidas que se utilizan para cuantificar la genética necesaria en una población y para estimar la heredabilidad de las características de interés. Estos parámetros

son importantes en el mejoramiento genético de animales, ya que permiten conocer la magnitud de la variación genética y la proporción de esta variación que se debe a factores genéticos (20).

Uno de los parámetros genéticos más importantes es la heredabilidad, que se define como la proporción de la variación fenotípica que se debe a factores genéticos. La estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas es crucial en los programas de mejoramiento animal (21).

#### **7.4.1 Heredabilidad**

La heredabilidad es una medida de la fuerza de la relación entre el rendimiento y los valores genéticos de un rasgo en una población. Los rasgos altamente heredables tienen una fuerte correlación entre el rendimiento y los valores genéticos, mientras que los rasgos poco heredables tienen una correlación débil (22).

La heredabilidad de un rasgo 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. 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 únicamente a factores genéticos (23).

#### **7.4.2 Genotipo y fenotipo**

El genotipo se refiere al conjunto de genes presentes en los animales y su posible variabilidad. En el mejoramiento genético de ganado bovino, la selección de los genotipos adecuados es fundamental para desarrollar características deseables como la producción de leche o carne de alta calidad (24).

La interacción del genotipo con el ambiente también es importante para determinar la expresión de rasgos genéticos en los bovinos, por lo que se realiza una evaluación exhaustiva para seleccionar los mejores genotipos con una adaptabilidad óptima en diferentes entornos. La genotipificación bovina también es una herramienta importante en la identificación y seguimiento de rasgos genéticos de interés en el proceso de mejora de la producción y calidad de carne y leche en ganado bovino (25).

El fenotipo se refiere a las características físicas y de comportamiento que pueden ser observadas en los animales, como el peso, la altura, la producción de leche o carne, la fertilidad, entre otras. El fenotipo es influenciado por el ambiente en el que se desarrolla el animal, así como por su genotipo, lo que hace que la selección de los animales adecuados para el mejoramiento genético sea fundamental para el desarrollo de características deseadas en los programas de cría de bovinos. El conocimiento del fenotipo en bovinos es importante para una buena gestión ganadera, permitiendo una mejor toma de decisiones en el manejo de los animales (26).

#### **7.4.3 Repetibilidad**

La repetibilidad es una medida de la proporción de variabilidad atribuible a factores genéticos para una característica fenotípica. En el mejoramiento genético de bovinos, la repetibilidad es importante para predecir la eficacia de la selección de los animales en base a características reproductivas o de producción de leche o carne. La repetibilidad en bovinos puede variar según la característica evaluada, y es esencial para un buen manejo de los programas de mejora genética (27).

#### **7.4.4 Correlaciones genéticas**

El concepto de correlaciones genéticas es un aspecto importante del mejoramiento genético animal. Las correlaciones genéticas se refieren al grado en que los factores genéticos que afectan un rasgo también afectan a otro rasgo. Estas correlaciones pueden ser positivas, negativas o nula, y tienen implicaciones importantes para los programas de mejoramiento. La estimación de las correlaciones genéticas se puede llevar a cabo a través del análisis estadístico de los datos de pedigrí y rendimiento (28).

El estudio de las correlaciones genéticas puede ayudar a identificar las relaciones entre diferentes rasgos y puede usarse para desarrollar programas de mejoramiento dirigidos a mejorar múltiples rasgos simultáneamente (29).

#### **7.4.5 Valor genético y respuesta a la selección**

El valor genético es un indicador del potencial de un animal para transmitir ciertas características a su descendencia. En el caso de bovinos, el valor genético se utiliza para estimar

la capacidad de un animal para producir leche, carne y para otros rasgos importantes de la producción ganadera. Se calcula utilizando información sobre el rendimiento del animal, sus antecedentes familiares y otros factores (30).

La estimación del valor genético se realiza mediante programas informáticos especializados, como el modelo animal, que pueden calcular el rendimiento esperado de la progenie de un animal en función de su valor genético. Los valores genéticos obtenidos se utilizan para seleccionar animales reproductores y mejorar la calidad de los animales de una explotación (31).

La selección en bovinos se utiliza para mejorar el potencial de producción de los animales. La respuesta a la selección dependerá de la heredabilidad de los caracteres que se estén seleccionando, así como de otros factores como el ambiente, la nutrición y el manejo. Con el valor genético obtenido para estimar la capacidad del animal de transmitir ciertas características a su descendencia utilizando información sobre el rendimiento del animal y sus antecedentes familiares (32).

#### **7.4.6 Índice de mérito total**

Las evaluaciones genéticas de los rasgos del ganado lechero son importantes para que los ganaderos tomen decisiones informadas sobre reproducción y selección. Estos índices simplifican el proceso de selección, pero los productores deben considerar sus circunstancias y objetivos individuales antes de elegir un índice para la selección genética (33).

El índice de mérito total es la sumatoria de los valores genéticos del animal ponderados de acuerdo a su valor económico relativo. Para lograr estimar el índice de mérito total se debe 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 los datos recogidos es posible realizar un estudio económico que nos permitirá conocer el impacto que tiene cada característica en la rentabilidad (34).

El peso económico de un carácter significa un incremento del beneficio logrado por el mejoramiento genético de una determinada población. Los índices de mérito total se fundamentan en los pesos económicos, el peso de cada carácter evoluciona a lo largo del tiempo en función de las condiciones del mercado (35).



## **7.5 Costos de producción**

El precio del litro de leche en Cotopaxi puede variar, pero según los estudios disponibles, puede oscilar entre \$0,42 a \$0,40 por litro de leche. Sin embargo, los pequeños y medianos ganaderos han estado luchando por que se respete el precio referencial de \$0,42 por litro de leche, dado que en algunas situaciones el precio puede bajar aún más, lo que dificulta la rentabilidad de su producción (36).

Los costos de producción en ganado de leche pueden variar según diferentes factores como la alimentación, manejo del ganado, raza y clima. Según los resultados de los estudios disponibles, los costos de producción de leche en Cotopaxi varían, pero pueden oscilar entre \$5.05 a \$10.49 por litro de leche debido a diferentes factores mencionados anteriormente. Además, el costo de la nutrición representa alrededor del 70% de los costos de producción de los ganaderos de leche en Cotopaxi (37).

Para saber los costos de producción de la leche, se deben tener en cuenta diversos factores, entre ellos los costos de alimentación del ganado, los gastos de mano de obra, los costos de energía y agua, los costos de transporte, el costo de los insumos y los costos de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipos, entre otros. Es importante calcular todos estos costos para poder determinar el costo total de producción de la leche (38).

## **7.6 Criterios de selección**

Las evaluaciones genéticas de los rasgos del ganado lechero son cruciales para que los ganaderos tomen decisiones informadas sobre reproducción y selección. La genética del ganado lechero está determinada por genes ubicados en el núcleo de las células somáticas, siendo algunos rasgos cualitativos y otros cuantitativos. Los rasgos como la producción y composición de la leche se ven afectados por muchos pares de genes y factores ambientales. El mantenimiento de registros de la producción de leche individual es necesario para las evaluaciones genéticas, que deben tener en cuenta los efectos ambientales, como la edad, el número de ordeños por día y la duración de la lactancia (39).

La mejora genética en animales implica cambiar la frecuencia de los genes en una población. Esto se puede lograr mejorando la capacidad genética de los animales o mejorando su entorno de producción. La mejora genética es un proceso lento con efectos duraderos. La evolución de

los métodos de mejora genética ha pasado de una etapa empírica a una etapa de biotecnología molecular moderna, que se basa en la genética de las poblaciones más que en la de los individuos. En la cría de animales, los criadores clásicos buscan mejorar varias características simultáneamente (40).

La selección de múltiples caracteres es el proceso de selección de varios rasgos para el mejoramiento, que es más práctico que la selección de un solo rasgo. El valor agregado de mejoramiento implica determinar qué rasgos son importantes y asignar un valor relativo a cada uno. Existen tres métodos de selección de múltiples caracteres: selección en tándem, selección mediante niveles de eliminación independientes y selección mediante índices económicos. La efectividad de la selección multicarácter tiene dependencia con las correlaciones genéticas entre los rasgos (41).

La selección genética ha permitido mejorar a largo plazo las poblaciones de ganado y la rápida acogida de la selección genética durante la última década, ha favorecido la tasa de ganancia en algunas poblaciones (42). Los programas de mejoramiento genético buscan seleccionar a los padres genéticamente superiores de la próxima generación, en función de un índice que combina datos sobre algunos rasgos importantes económicamente en un solo número (43).

### **7.6.1 Ganancia diaria de peso**

La ganancia diaria de peso en bovinos de leche puede variar dependiendo de varios factores, como la alimentación, manejo del ganado, raza, clima, etc. Según un estudio realizado, la ganancia diaria de peso osciló entre 0.82 a 1.8 kg. En general, se sugiere ofrecer a cada animal de 10 a 12 kg de ración diariamente para obtener ganancias de peso mínimas de 1.8 kg/animal/día en periodos de engorda de 70-90 días en bovinos de leche. Es importante controlar y monitorear la ganancia de peso diaria para asegurar una producción saludable y rentable de leche (44).

Para que el ganado de leche pueda ganar peso más rápidamente, es importante asegurarse de que reciban una alimentación balanceada y que tengan acceso a agua fresca en todo momento. Además, es necesario proporcionar un ambiente limpio y seguro para el ganado y evitar el estrés físico y emocional. También se puede considerar el uso de suplementos alimenticios y otros tratamientos médicos si es necesario bajo el consejo y supervisión de un veterinario capacitado (45).

### **7.6.2 Calidad de leche**

Para garantizar la calidad de la leche se debe cumplir una serie de normas y procedimientos. Hay que empezar por producirla en buen estado, conservándolo adecuadamente hasta su recogida y transporte a la fábrica. Es importante tener en cuenta cuatro principios básicos para producir una leche de calidad: bovinos de buena calidad, alimentación adecuada, cumplimiento de prácticas higiénicas y buen manejo (46).

La densidad de la leche es un parámetro importante que indica su calidad y valor nutricional. La adulteración de la leche es un problema común, y se utilizan varios métodos, como métodos crioscópicos, refractométricos y lactométricos, para detectar la adición de agua en la leche (47).

La densidad de la leche está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contiene. Para determinar la densidad de la leche se utiliza un lactodensímetro con valores entre 15-40 unidades por encima de 1000 Kg/m<sup>3</sup>. La densidad de la leche es un parámetro de control de calidad esencial para los productos lácteos y ayuda a identificar la calidad de la leche. Mantener la pureza de la leche es fundamental para evitar cualquier impacto económico en los consumidores (48).

### **7.6.3. 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. La producción y comercialización de leche puede presentar deficiencias como contaminación durante el ordeño y vacas enfermas. La importancia de la producción de leche en el Ecuador ha sido un tema de debate en torno al libre comercio mundial (49).

Un estudio de investigación reciente se centró en analizar 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 (50).

### **7.6.4 Sanidad**

La producción y comercialización de leche puede tener deficiencias tales como contaminación

durante el ordeño, transporte e instalaciones, alimentación y agua inadecuadas, etc. Las prácticas higiénicas durante el ordeño son cruciales para mantener la calidad de la leche, varían notablemente entre las técnicas de ordeño manual y mecánico. Las inspecciones de las instalaciones de producción son necesarias para garantizar las condiciones adecuadas para la producción de leche. Factores como la ubicación, el flujo de animales y el acceso a los alimentos y otros servicios deben tenerse en cuenta al diseñar una granja lechera (51).

La higiene de la leche cruda y la presencia de adulterantes y contaminantes requieren mayor atención de los productores y las autoridades locales para garantizar la seguridad del consumidor y proteger la rentabilidad de los productores (52).

### **7.7 Registros**

Los registros productivos en bovinos son fundamentales para el mejoramiento genético. Estos registros permiten recopilar información sobre el rendimiento de cada animal, así como sobre las características de su progenie, lo que es importante para estimar el valor genético de los animales. La información recopilada incluye datos sobre la producción de leche, calidad de la carne, salud, fertilidad y otros rasgos importantes. Con esta información, es posible llevar a cabo estrategias de selección que permitan mejorar la productividad y calidad de los animales de una explotación ganadera (53).

### **7.8 Método BLUP**

El método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) es una técnica estadística utilizada en la estimación de valores genéticos y ganancias genéticas en programas de mejoramiento. Es considerado el método de evaluación genética más actual a nivel internacional. BLUP se basa en el principio de minimizar la variación entre los valores predichos y reales de los rasgos de interés (54). Este método es superior a otros métodos como OLS, GLS, BP y BLP para estimar valores genéticos y predecir ganancias genéticas en programas de mejoramiento. Además, BLUP se utiliza para estimar efectos fijos en modelos lineales mixtos y se aplica a la selección en pruebas de progenie instaladas en más de un experimento. La predicción precisa de los valores genéticos es crucial en los programas de mejoramiento, y se requieren diferentes métodos de predicción para diferentes situaciones experimentales (55).

## **8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS**

H1. Mediante la valoración de la información fenotípica y genotípica se puede estimar la respuesta a la selección de los animales inscritos en el proyecto de mejoramiento genético.

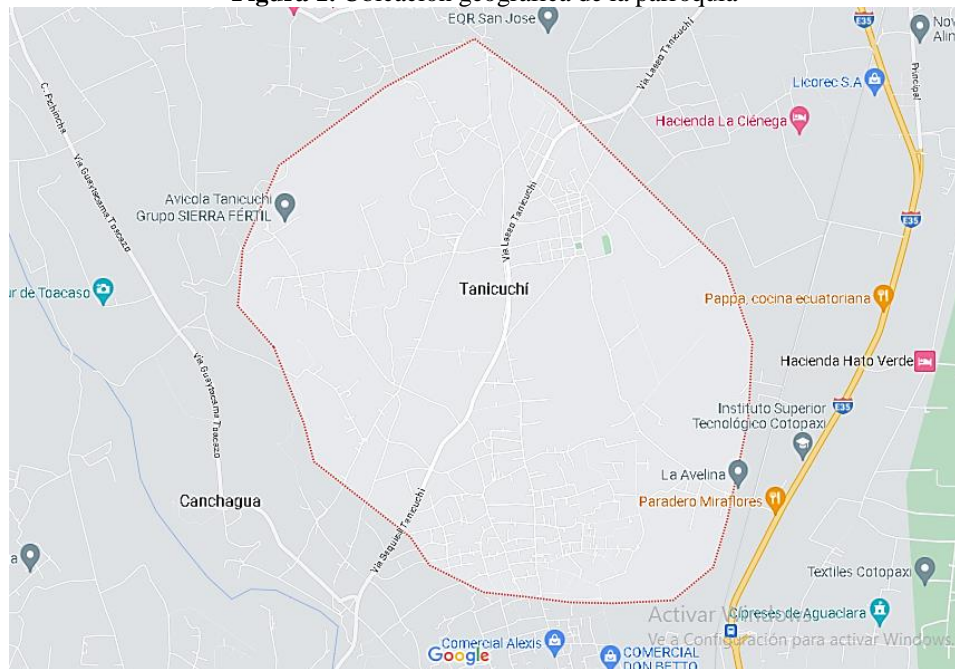
Se acepta la hipótesis alternativa ya que la combinación de información fenotípica y genotípica nos ayudó a estimar la respuesta a la selección en los animales inscritos en el proyecto de mejoramiento genético. Al seleccionar animales con mejores características fenotípicas y genotípicas, podemos mejorar gradualmente el rendimiento lechero de las futuras generaciones de animales. Esto es importante para el mejoramiento genético de la población y para maximizar la productividad en la industria de la producción de leche.

## **9. METODOLOGÍA**

El tipo de estudio es descriptivo observacional ya que se realizó la recolecta de datos acerca de los animales y los costos de producción mediante registros, con la finalidad de seleccionar los mejores animales para el programa de mejoramiento genético. Las técnicas utilizadas en la investigación se basan en la recopilación y análisis de información sobre el rendimiento y características de los animales, así como en el uso de datos genealógicos.

### **9.1 Lugar de estudio**

La investigación se llevó a cabo desde abril 2023 hasta junio 2023 en los barrios Lasso Centro y Río Blanco Alto de la parroquia Tanicuchí, provincia Cotopaxi. Se encuentra a una altitud de 3,008 msnm y tiene un clima de tundra. La temperatura media anual en Tanicuchí es 14° y la precipitación media anual es 1663 mm. La humedad media es del 83% y el índice UV es 3.

**Figura 1.** Ubicación geográfica de la parroquia

*Nota.* \*Extraído de google maps (56).

## 9.2 Población de estudio

La recolección de datos se realizó en los barrios Lasso y Río blanco alto pertenecientes a la parroquia de Tanicuchí. En el barrio Lasso participaron 3 productores con un total de 24 bovinos, en el barrio Río blanco alto participaron 5 productores con 68 bovinos, con un total de 63 vacas en producción. Cabe mencionar que eran 9 productores, pero un productor vendió sus vacas.

## 9.3 Valor económico

Los tres caracteres del objetivo de mejora para la producción de leche en la parroquia Tanicuchí son ganancia diaria de peso (GDP), producción de leche (PL) y densidad de la leche (DL). Estos caracteres van atribuir a la rentabilidad de las producciones, es decir, que van hacer atributos para vender más caro el litro de leche o caracteres que menoren el costo de producción. Para poder estimar el valor económico se recolectaron datos en un excel de cada mes de los costos de producción de tres meses abril, mayo y junio.

### 9.3.1 Costos de producción

La recolección de datos se realizó de 7 productores porque todos se dedicaban a la producción

de leche excepto uno de ellos, en la base datos excel (costos de producción) se añadió toda la información (litros de leche por mes, precio de la leche, gastos, ingresos por ventas de terneros) para luego ser valorada.

#### **9.4 Valor genético**

Para la recolección de datos se realizaron tres mediciones en el mes de abril, mayo y junio, se recogieron datos una vez por mes del peso del animal (Kg), densidad de la leche, peso de la leche (Kg), datos genealógicos, estos datos se recolectaron en registros (matriz de excel individual) para luego ser valorado mediante el método BLUP.

##### **9.4.1 Ganancia diaria de peso**

Para recolectar los datos de la ganancia diaria de peso de todos los animales de los 8 productores se utilizó una cinta bovinométrica, esta se colocó detrás de los miembros anteriores del animal a la altura del corazón o la cruz (Anexo 8).

##### **9.4.2 Calidad de la leche**

Para evaluar la calidad de la leche en la parroquia de Tanicuchí se valoró la densidad de la leche en el ordeño de la mañana y la tarde con la ayuda de un lactodensímetro y una probeta de 250 ml. Se llenó la probeta con leche fresca, evitando la formación de espuma para luego introducir el lactodensímetro en la leche, asegurándose de que el instrumento flote libremente y no toque las paredes de la sonda, se giró suavemente el lactodensímetro para eliminar cualquier burbuja de aire atrapada que pueda afectar la lectura, cuando el lactodensímetro dejó de moverse se procedió a realizar la lectura (Anexo 8).

##### **9.4.3 Producción de leche**

Para evaluar la producción de leche en la parroquia de Tanicuchí se tomó el pesaje de la leche en kg de cada vaca utilizando una balanza eléctrica después de terminar el ordeño de la mañana y de la tarde (Anexo 8).

## 9.5 Respuesta a la selección

Cálculo de la respuesta a la selección para cada carácter seleccionado

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

donde,  $h^2$  es la heredabilidad de cada carácter,  $i$  es la intensidad de selección, y  $a$  es la precisión de la estima del valor genético obtenido en el BLUP, finalmente, IG es el intervalo generacional.

## 9.6 Análisis de datos

Para estimar el valor económico se realizó un análisis estadístico de los costos de producción registrados en la base de datos excel (costos de producción). Para la estimación del valor genético se utilizó el método BLUP (Best Linear Unbiased Predictor) el modelo animal, efecto fijo con hacienda tomando en cuenta la heredabilidad para cada carácter, los datos genealógicos de cada animal, el predio, el total de animales y el fenotipo. El modelo animal es una herramienta estadística que toma en cuenta la variabilidad genética y ambiental para la estimación del valor genético de cada animal. Para obtener la respuesta a la selección se valoró el promedio del fenotipo de cada carácter más el valor genético y esos resultados es lo que las crías heredarán de sus padres.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la parroquia Tanicuchí, perteneciente al cantón Latacunga se encontraban asociados al proyecto de mejoramiento genético 9 productores de las cuales un productor vendió sus animales quedando así 8 productores, todos excepto un productor se dedica netamente a la producción de leche.

### 10.1 Objetivos de mejoramiento genético

#### 10.1.1 Costos de producción

Los costos de producción en promedio de la parroquia de Tanicuchí se muestran en la (Tabla 2), se tomó en cuenta los litros de leche que se produce al mes, el precio de venta, los gastos para la producción de leche y crías vendidas.



**Tabla 2.** Costos de producción por litro de leche

<b>Predio</b>	<b>Ltrs- mes</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Gastos leche</b>	<b>Costo producción por litro</b>	<b>Ingresos leche</b>	<b>Ingresos terneros</b>	<b>Beneficio</b>
Deysi Aynuca	450	0,42	39,75	0,09	189		149,25
Lenin Acuña	2400	0,42	523	0,22	1008		485
Miguel Mejía	1320	0,43	313	0,24	567,6	120	374,6
Patricio Casa	15763	0,49	3664	0,23	7723,87		4059,87
Silvia Paredes	3460	0,49	220,2	0,06	1695,4	20	1495,2
Pablo Toctaguano	8040	0,48	361	0,04	3859,2	10	3508,2
José Niza	960	0,40	170	0,17	384	20	234
<b>SUMA</b>	32393	3,13	5290,95	1,06	15427,07	170	10306,12
<b>PROMEDIO MENSUAL</b>	4627,57	0,45	755,85	0,15	2203,86	42,5	1472,30

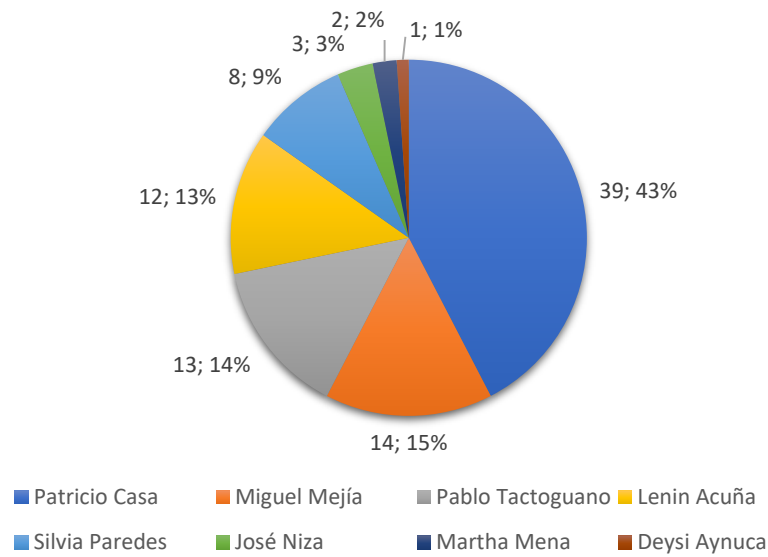
*Nota* \*Elaborado en base al valor económico del objetivo de mejora.

Los costos de producción derivados de la producción de leche son valorados a partir de los bovinos productivos, no permite la valoración de costos en animales de engorde, es por ese motivo que a una socia Martha Mena no se le incluyó para esta valoración.

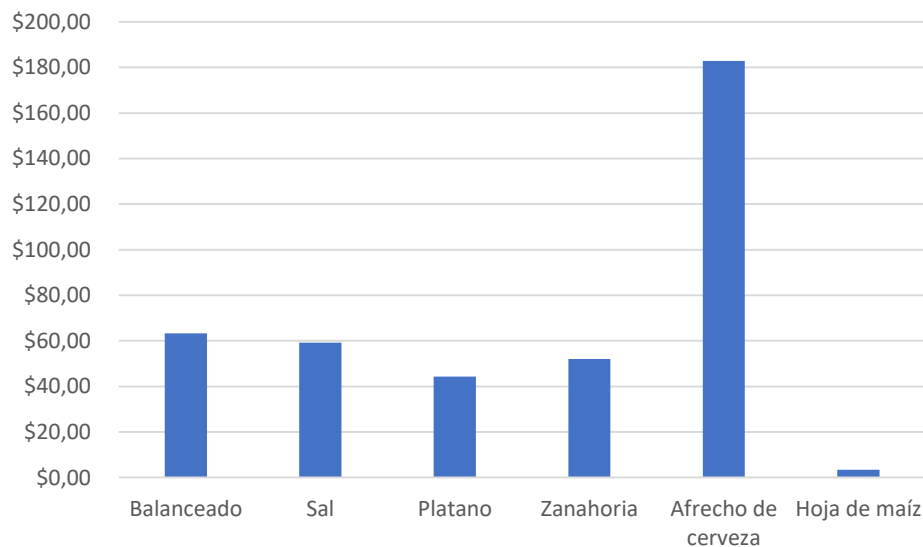
En promedio mensual la parroquia Tanicuchí produce la leche a 0,15 centavos, por lo tanto, el costo de producción es relativamente bajo. Y el beneficio en promedio mensual es de \$1472,30 sin considerar mano de obra, comparado con el sueldo básico que es de \$450, se puede decir que es sostenible.

Con base a los resultados no todas las personas que se encuentran asociadas en el proyecto de mejoramiento genético tienen las mismas ganancias porque tienen diferente cantidad de animales en producción, el precio de la leche difiere entre los productores, los litros de leche por mes que generan los animales y los gastos que tiene cada productor.

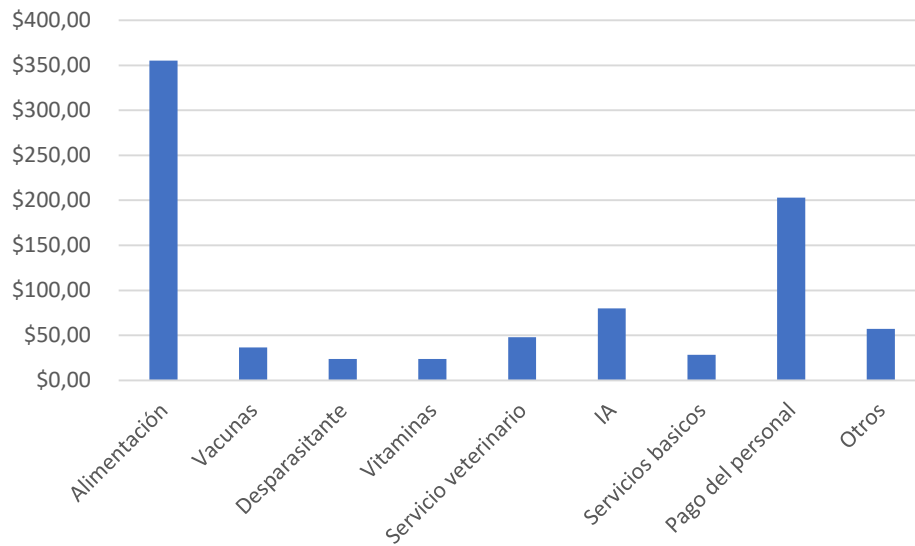
El señor Patricio Casa tiene el mayor beneficio debido a la cantidad de animales que posee, representa el 43% de los animales inscritos en el proyecto de mejoramiento genético y la señora Deysi Aynuca tiene un menor beneficio ya que posee un animal, es decir, que corresponde al 1%.

**Gráfico 1.** Número de animales por propietario

En los gastos por la alimentación se valoró el promedio mensual de los alimentos que los productores adquieren para sus animales. Se puede evidenciar que el mayor gasto es en afrecho de cerveza (\$182,85) que corresponde al 45 % y balanceado (\$63,33) que corresponde al 16%.

**Gráfico 2.** Promedio mensual de los gastos en alimentación

Los gastos de producción en promedio mensual se pueden evidenciar que los productores gastan más en la parte alimentaria (\$354,99) que corresponde al 44% de los gastos de producción.

**Gráfico 3.** Promedio mensual de los gastos de producción

En los hatos ganaderos de Cayambe y Pedro Moncayo, el costo de producción de leche es de 0,03 centavos (57), siendo uno de los mejores precios de PL, quedando bajo a comparación de Tanicuchí. El costo beneficio es de \$2716 en total de los 5 hatos, el paralelismo entre estas dos parroquias tiene una diferencia de \$1243,69 a comparación de Tanicuchí que cuenta con 8 hatos y tiene una producción promedio mensual de 4627,71 de litros de leche. En contraste con la comunidad de Sivicusig en el cantón Sigchos, donde 17 pequeños ganaderos dedicados a la producción de leche tienen un costo de producción de 0,21 centavos (58), siendo este un valor elevado a comparación de los anteriormente mencionados, tomando en cuenta que hay 43 vacas en producción se tiene un total de 108000 litros de leche en dicho sector y el promedio de ingresos es de \$2668,2.

Por tal razón existe una diferencia significativa en cuanto a los costos de producción de las diferentes zonas que se ha tomado en consideración para hacer la respectiva comparativa tanto de costo beneficio como de producción de leche y los beneficios de las mismas.

Analizando su parte económica tienen mayores gastos en la parte alimentaria, por lo tanto, se ha determinado que la ganancia diaria de peso es un factor necesario dado que es el mayor gasto de producción.

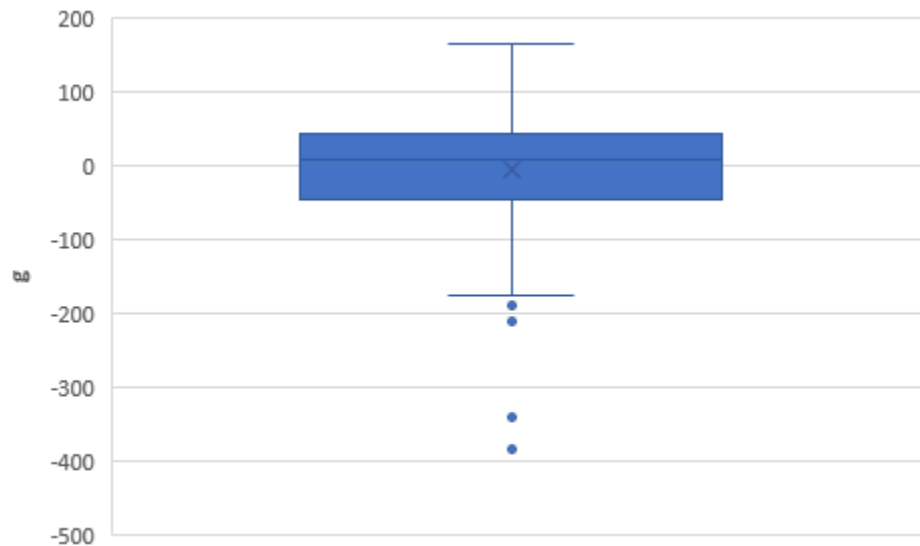
### 10.1.2 Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso en la parroquia de Tanicuchí de 8 productores se estimó con un total de 92 animales y una heredabilidad de 0,22 (7).

#### 10.1.2.1 Valor genético

Conforme con los resultados el animal que tuvo un mayor valor genético (EBV) en ganancia diaria de peso es Azabache (165,05 g) con un nivel de precisión de 46%, debido a la información incompleta de los padres. El propietario es el señor Lenin Acuña.

**Gráfico 4.** Valor genético en ganancia diaria de peso



Se seleccionaron los 10 primeros animales que tuvieron el mayor valor genético en ganancia diaria de peso, estos son los siguientes: Azabache (165,05 g), Burbuja (156,59 g), Negrita (126,99), Pillareña (125,95 g), Fiona (118,69 g), Lupe (106,02 g), Mía (105,69 g), Pioja (100,98 g), Luna (99,20 g) y Georgina (94,42 g). El animal con resultados menos favorables es Marujita (-384,70 g).

Azabache tuvo el mejor valor genético es una ternera, su alimentación es a base de hoja de maíz y balanceado, con una condición corporal de 3.0, los primeros meses se mantuvo estabulada motivo por el cual ganó mayor peso. Marujita obtuvo el valor genético más bajo, se encontraba preñada (primer parto) cuando se hizo la primera medición por eso tenía mayor peso, en el

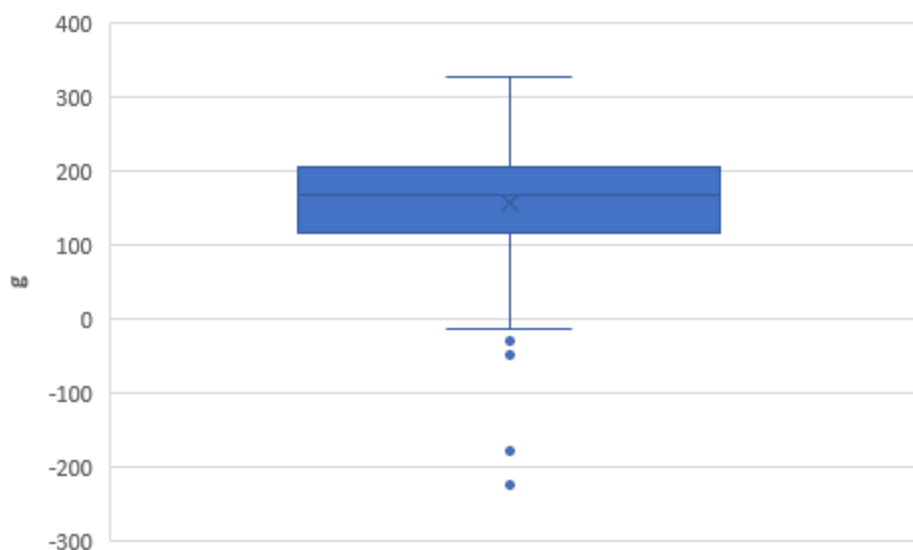
segundo mes de la medición ya había parido por eso perdió peso tan rápidamente. Después del parto, las vacas lecheras experimentan un balance energético negativo a medida que comienzan la producción de leche y movilizan las reservas corporales, especialmente la grasa, para compensar. Esto generalmente conduce a la pérdida de peso (59). Por lo tanto, es necesario continuar con las evaluaciones.

En el trópico colombiano, se llevó a cabo un estudio sobre la variabilidad y el potencial genético de las poblaciones de bovinos criollos. Los resultados indicaron que la heredabilidad total es un valor medio de  $0,41 \pm 0,050$ . La idea principal del texto es que el 24% de la variabilidad total de los rasgos fenotípicos se atribuye a la influencia de los genes de acción aditiva, mientras que el 5% se debe a factores genéticos maternos y el 70% restante se debe a variaciones genéticas no aditivas y ambientales. (60). Mientras que, en un hato de ganado colombiano criollo Romosinuado en Córdoba, se estimó que los valores genéticos para los pesos al nacer y al destete tuvieron una correlación lineal de +0,91 y +0,79 (61), siendo estos más altos que los anteriormente mencionados con una diferencia estadística de 0,62.

En esta comparación se puede evidenciar que, aunque las dos investigaciones fueron realizadas en Colombia, difiere mucho en las ganancias de peso debido a las razas que fueron sometidas a estudio.

#### **10.1.2.2 Respuesta a la selección**

La respuesta a la selección (RS) de la ganancia diaria de peso de los 10 primeros animales que tienen mayores resultados son: Azabache (326,53 g), Burbuja (318,07 g), Negrita (288,47 g), Pillareña (287,43 g), Fiona (280,17 g), Lupe (267,50 g), Pioja (267,17 g), Luna (262,46 g), Georgina (260,69 g) y Estela (255,90 g). Por lo tanto, si se seleccionan estos animales las crías en promedio tendrían esas cantidades en gramos en ganancia diaria de peso. La respuesta a la selección del animal que tuvo resultados en contra fue Marujita (-223,22 g). El promedio fenotípico de la ganancia diaria de peso de todos los animales es de 156,07 gramos por día, estos resultados son bastantes bajos.

**Gráfico 5.** Respuesta a la selección en ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso que se quiere llegar a obtener es de 700 gramos por día (62), tomando en cuenta el valor genético del mejor animal en ganancia diaria de peso (165,05 g), esto es lo que se estaría ganando en cada generación, por lo tanto, para llegar a tener los resultados esperados se necesitarían cuatro generaciones.

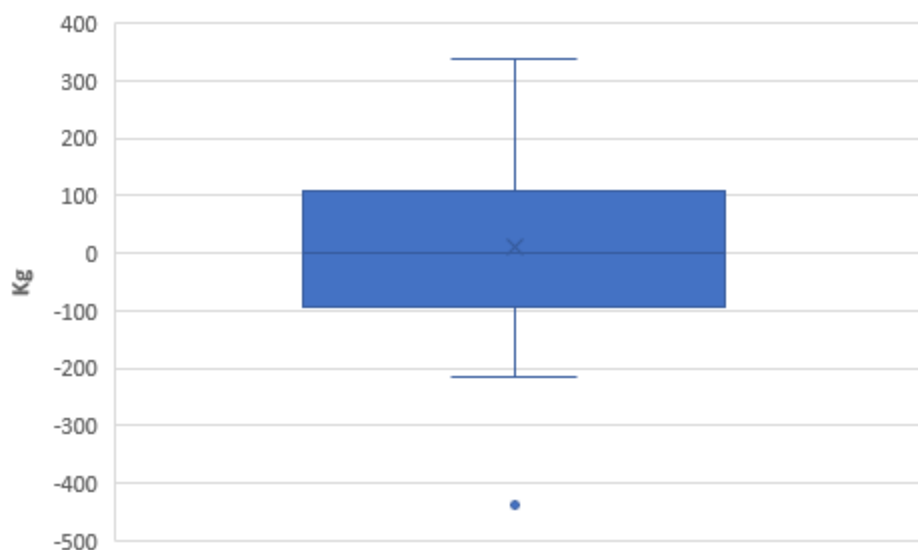
### 10.1.3. Producción de leche

La producción de leche (PL) en la parroquia de Tanicuchí de 8 productores se estimó con un total de 92 animales y una heredabilidad de 0,20 (63).

#### 10.1.3.1 Valor genético

Se determinó con los resultados que el animal que tiene mayor valor genético (EBV) en producción de leche a 305 días de lactancia es Clementina (336,34 kg) con un nivel de precisión de 45%, lo cual es bajo porque no se tiene información completa de los padres. El propietario es el señor Lenin Acuña.

El valor genético es un factor determinante para la mejora de los productos lácteos. De allí que el trabajo fundamental de todo productor es identificar animales, desde mayor valor genético para la producción de leche y su uso como reproductor de la próxima generación (64).

**Gráfico 6.** Valor genético en producción de leche

Se escogieron los 10 primeros animales que presentaron mayor valor genético entre estos se encuentra Clementina (336,34 kg), Zafiro (304,72 kg), Alegría (295,66 kg), Canela (284,71 kg), Ratona (279,03 kg), Sol (278,14 kg), Pillareña (269,73 kg), Mimi (268,12 kg), Coralito (265,96 kg) y Venadita (247,91 kg). Estos son los animales que más van a aportar a sus crías si son seleccionados como reproductores. Y el animal con un valor genético deficiente es la ternera Orejas (-438,22 kg).

La vaca Clementina tuvo un valor genético alto esto se debe a la alimentación a base de hoja de maíz, balanceado y el tipo de pasto (alfalfa), con una condición corporal de 3.0 y contaba con una buena salud. En cambio, la ternera Orejas, contaba con menos información genealógica y no se recolectaron datos de la producción de leche, presentaba una condición corporal de 2.0 y su alimentación es a base de pasto (ray grass).

La producción de leche de cada vaca por día, depende en gran medida de varios factores, entre ellos: cambios fisiológicos, tipo de alimentación, condiciones ambientales, raza, mestizaje y caracteres fenotípicos; expresiones que se aceptan porque existen características relacionadas con otras, ya sean positivas o negativas.

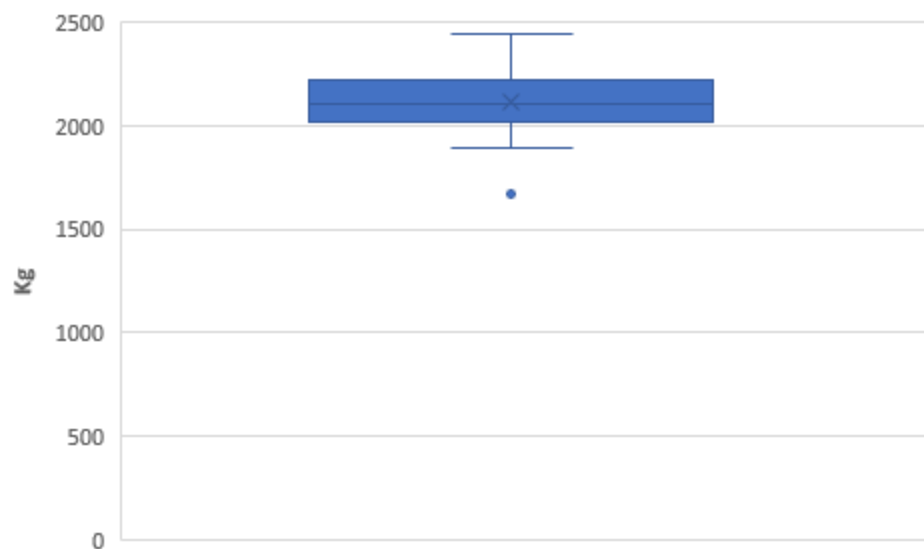
En un hato ganadero en Tunshi, provincia de Chimborazo, se determinó que los valores genéticos para la producción de leche en vacas Holstein mestizas fue de  $3039,08 \pm 1237,20$  kg/vaca/lactancia, teniendo un promedio de  $194,80 \pm 97,88$  días de lactancia (65). A

comparación de una hacienda ubicada en la provincia de Azuay que contaba con  $2040,40 \pm 613,30$  kg/vaca/lactancia con una media de  $365,60 \pm 50,40$  días de lactancia (46). La diferencia entre estas dos producciones es significativa tanto en la producción de leche con 998,68 kg/vaca/lactancia, así como en los días de lactancia con 170,8 días de lactancia. En Tanicuchí el promedio fenotípico para la producción de leche es de 2107,824 kg/vaca/lactancia, siendo este el valor más alto a comparación de los estudios anteriormente mencionados.

### 10.1.3.2 Respuesta a la selección

La respuesta a la selección (RS) de producción de leche a 305 días de lactancia de los 10 mejores animales es: Clementina (2444,17 kg), Zafiro (2412,54 kg), Alegría (2403,48 kg), Canela (2392,53 kg), Ratona (2386,85 kg), Sol (2385,97 kg), Pillareña (2377,55 kg), Mimi (2375,95 kg), Carolito (2373,78 kg) y Venadita (2355,73 kg). El animal con la respuesta a la selección con mayor deficiencia es la ternera Orejas (1669,59 kg). El promedio fenotípico en la producción de leche de todos los animales es de 2107,82 kg/vaca/lactancia.

**Gráfico 7.** Respuesta a la selección en producción de leche



La producción de leche que se quiere llegar obtener es 5000 kg/lactancia (66), tomando en cuenta el valor genético del mejor animal en producción de leche (336,34 kg), esto es lo que se estaría ganando en cada generación, por lo tanto, para llegar a tener los resultados esperados se necesitarían nueve generaciones.



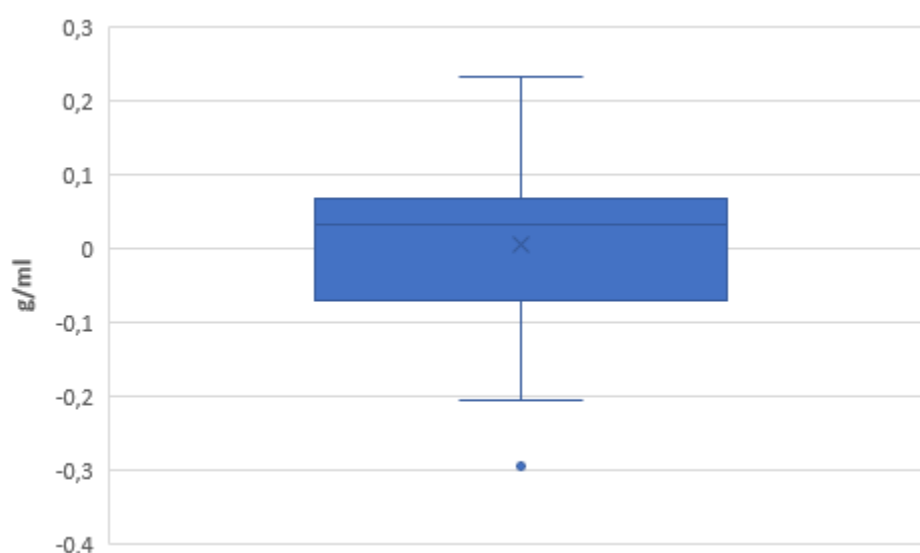
### 10.1.4 Densidad de la leche – Calidad

La densidad de leche (DL) en la parroquia de Tanicuchí de 8 productores se estimó con un total de 92 animales y una heredabilidad de 0,32 (7).

#### 10.1.4 .1 Valor genético

El animal con mayor valor genético (EBV) para densidad de leche es Negrita (0,23 g/ml) con un nivel de precisión de 60%, el propietario es Miguel Mejía.

**Gráfico 8.** Valor genético en densidad de leche



Los 10 primeros animales que obtuvieron los mayores valores genéticos para densidad de la leche fueron: Negrita (0,23 g/ml), Mía (0,22 g/ml), Zafiro (0,20 g/ml), Uvita (0,19 g/ml), Sol (0,19 g/ml), Venada (0,17 g/ml), Marujita (0,16 g/ml), Alegría (0,16 g/ml), Fortuna (0,16 g/ml) y Coralito (0,16 g/ml). Sin embargo, la vaca Uvita tiene dos mediciones en el mes de mayo y junio, y la vaca Fortuna tiene una medición en el mes de junio debido a que se encontraban en gestación, por lo tanto, no tiene mucha confiabilidad. El animal con el valor genético más deficiente es la vacona Copa (-0,29 g/ml).

La vaca Negrita tuvo el valor genético más alto esto se debe a que se encontraba en buena condición corporal (3.0), saludable y su alimentación es a base del pastoreo (ray grass y alfalfa) y sales minerales. En la vacona Copa fue el caso distinto ya que obtuvo una deficiencia en la densidad con el valor más bajo, esto se debe a que no se pudieron recolectar datos de la densidad

de la leche, tuvo baja condición corporal (2.0) y su alimentación es a base de pasto (ray grass).

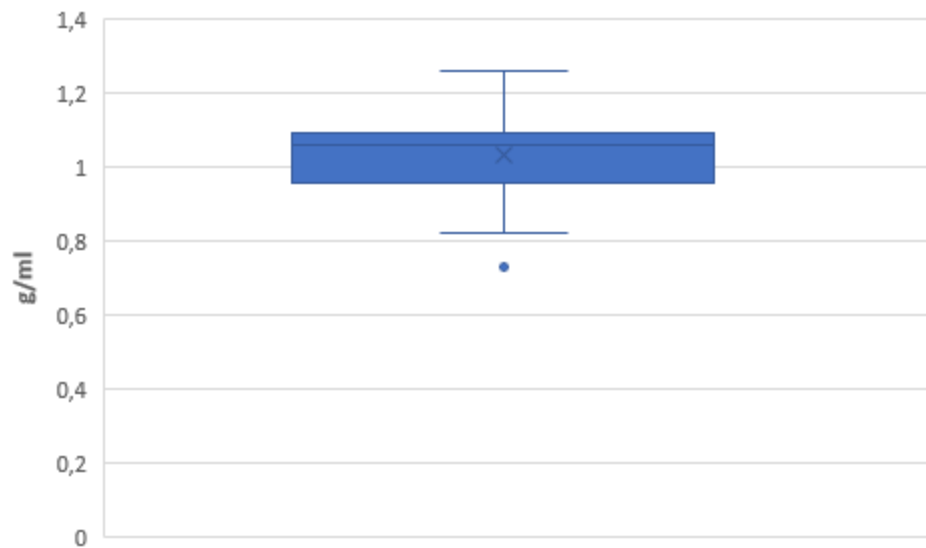
De acuerdo al gráfico, se evidencia que en base a los resultados de la respuesta a la selección dio como resultado con una heredabilidad de 0,32, 1,025 g/ml para la densidad de la leche, siendo este un valor relativamente bajo a lo que se espera que las futuras generaciones hereden, para así lograr que la calidad de la leche mejore significativamente. En consideración que las empresas recolectoras de leche cruda solo receptorán leche con densidad de 1,028 g/ml la densidad promedio debe alcanzar el valor establecido para obtener un precio justo (67).

El promedio fenotípico para la densidad de leche promedio en Tanicuchí es de 1,025 con 63 vacas en producción, siendo este el valor más bajo a comparación de Aláquez que tiene un promedio de 1,027 con 46 vacas en producción (68). Asimismo, existe un valor medio entre estos dos promedios que es en Cusubamba, que cuenta con una media de 1,027 para dicho fenotipo con un total de 46 vacas productoras de leche (69). Aunque existe una diferencia de 19 animales entre Tanicuchí a Cusubamba y Aláquez, se pone a consideración que el primero es el promedio más bajo de densidad en comparación con estas dos parroquias.

En conclusión, estas 3 parroquias estudiadas tienen un promedio de 1,026 para densidad de leche, lo que resulta relativamente bajo a comparación de sistemas de producción mucho más tecnificados y que buscan mejorar la calidad de la leche de sus vacas para que el costo beneficio de las mismas sean más rentables y por lo tanto la ganancia sea más alta.

#### **10.1.4 .2 Respuesta a la selección**

La respuesta a la selección (RS) de la densidad de leche de los 10 mejores animales es la siguiente: Negrita (1,25 g/ml), Mía (1,25 g/ml), Zafiro (1,22 g/ml), Uvita (1,22 g/ml), Sol (1,21 g/ml), Venada (1,19 g/ml), Marujita (1,19 g/ml), Alegría (1,18 g/ml), Fortuna (1,18 g/ml) y Coralito (1,18 g/ml). La vaca que tuvo resultados menos favorables a la respuesta a la selección es Copa (0,73). El promedio fenotípico de la densidad de leche de todos los animales es de 1,025 g/ml.

**Gráfico 9.** Respuesta a la selección en densidad de leche

La densidad de leche que se quiere llegar obtener es de 1,032 g/ml (70), tomando en cuenta el valor genético del mejor animal en densidad de leche (0,23 g/ml), esto es lo que se estaría ganando en cada generación, por lo tanto, para llegar a tener los resultados esperados se necesitaría una generación.

### 10.1.5 Selección de reproductores

Para la selección de reproductores se tomó en cuenta los caracteres del objetivo de mejora, conforme con los resultados se identificaron animales que cuentan con 2 caracteres (Anexo N° 9).

**Tabla 3.** Animales seleccionados según objetivos de mejora

<b>Nombre del animal</b>	<b>Valor genético Ganancia diaria de peso</b>	<b>Valor genético Producción de leche</b>
Pillareña	125,95 g	269,73 kg
<b>Nombre del animal</b>	<b>Valor genético Ganancia diaria de peso</b>	<b>Valor genético Densidad de leche</b>
Mía	105,69 g	0,22 g/ml
<b>Nombre del animal</b>	<b>Valor genético Producción de leche</b>	<b>Valor genético Densidad de leche</b>
Zafiro	304,72 kg	0,20 g/ml
Alegría	295,66 kg	0,16 g/ml
Coralito	265,96 kg	0,16 g/ml

**Nota** \*Elaborado en base a los criterios de selección.

Se seleccionaron 5 vacas que cumplieron con 2 caracteres del objetivo de mejora: la vaca Pillareña fue seleccionada para ganancia diaria de peso y producción de leche, tiene 6 años de edad, con tres partos y la vaca Alegría fue seleccionada para producción de leche y densidad de leche, tiene 5 años de edad, con dos partos, el propietario es Pablo Toctaguano. La alimentación de las vacas es a base de pasto (alfalfa y ray grass), plátano, zanahoria, balanceado y sal, la condición corporal es de 3.0, no han presentado ninguna enfermedad ni problemas en el parto y solo se le ha realizado inseminación artificial.

La vaca Mía fue seleccionada para ganancia diaria de peso y densidad de leche, tiene 3 años de edad, con un parto y la vaca Coralito fue seleccionada para producción de leche y densidad de leche, tiene 5 años de edad, con dos partos, el propietario es Miguel Mejía. La alimentación de las vacas es a base del pastoreo (ray grass y alfalfa) y sal, la condición corporal es de 2.5, las vacas presentan buena salud y solo se ha realizado inseminación artificial.

Y por último la vaca Zafiro fue seleccionada para producción de leche y densidad de leche, tiene 4 años, con dos partos, el propietario es Lenin Acuña. La alimentación de la vaca es a base de hoja de maíz, balanceado y el tipo de pasto (alfalfa), su condición corporal es de 3.0, no ha presentado ninguna enfermedad y solo se ha realizado inseminación artificial.

## 11. IMPACTOS

### 11.1 Impacto técnico

El registro ordenado de costos de producción puede ser una herramienta útil para determinar la eficiencia y el control en cada proceso de producción en la comunidad. Este análisis permitió identificar si los productores llevan un buen control sobre los costos de producción y si están gestionando adecuadamente los recursos disponibles. En la parte de la nutrición y el manejo que deben tener los productores con sus animales les va a beneficiar en la productividad.

## 12. CONCLUSIONES

- En base a los datos obtenidos para el valor económico de los costos de producción de la parroquia Tanicuchí, se pudo determinar que el precio para la producción de leche varía de cada uno de los productores. El precio promedio de los costos de producción por un litro de leche fue de \$0,15 y el beneficio en promedio mensual fue de \$1472,30. El mayor gasto que se genera es en la parte alimentaria (afrecho de cerveza, hoja de maíz, balanceado, sales minerales, rechazo de plátano y zanahoria) con un promedio mensual de \$354,99 que corresponde al 44% del egreso total.
- De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el método BLUP. se pudo evaluar el valor genético de cada uno de los animales y seleccionar al mejor animal. En ganancia diaria de peso se seleccionó a la ternera Azabache (165,05 g), en producción de leche a la vaca Clementina (336,34 kg) y en densidad de leche a la vaca Negrita (0,23 g/ml), esto resultados se deben a la alimentación de los animales, presentan buena salud y condición corporal de 3.0.
- La respuesta a la selección para la ganancia diaria de peso en promedio es de 156,07 g/día, para lograr el valor estimado (700 g/día) se necesitan cuatro generaciones. En producción de leche el promedio es de 2107,82 kg/vaca/lactancia para obtener el valor estimado (5000 kg/lactancia) se necesita nueve generaciones y para densidad de leche en promedio fue de 1,025 g/ml, para llegar al valor estimado (1,032 g/ml) se necesita una generación. Las vacas seleccionadas considerando los criterios de selección fueron: Mía para ganancia diaria de peso y densidad de leche, Coralito para producción y densidad de leche, Pillareña para ganancia diaria de peso, Alegría para producción y densidad de leche y Zafiro para producción y densidad de leche.

### 13. RECOMENDACIONES

- Se recomienda enseñar a los productores a llevar costos de producción con la finalidad de que puedan conocer si es económicamente sostenible su producción con el manejo que están llevando.
- Se recomienda seguir llevando registros productivos y reproductivos de cada animal, para tener más confiabilidad en los datos y seleccionar a los mejores animales.
- Se recomienda continuar con las evaluaciones de los animales inscritos en el proyecto de mejoramiento genético para lograr seleccionar animales que puedan ser rentables para los productores.

### 14. BIBLIOGRAFÍA

1. Wattiaux M. La producción de leche en Ecuador. 2022;53–6. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/#:~:text=La industria láctea representa alrededor,el mismo mes del 2020>.
2. Rodriguez J. Derivación de los valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Toacaso en el cantón Latacunga utilizando funciones de beneficio. Sist Biodigestor [Internet]. 2019; Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
3. INEC. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Inst Nac Estadísticas y Censos [Internet]. 2022;23. Available from: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2022/PPT\\_ESPAC\\_2022\\_04.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_ESPAC_2022_04.pdf)
4. Requelme N, Bonifaz N. Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. La Granja [Internet]. 2012;15(1):55. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047399006.pdf>
5. 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>
6. Pico M. La producción de leche y su incidencia en los ingresos económicos de las familias productoras pertenecientes al consorcio de lácteos de Tungurahua. 2015;

- Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047399006.pdf>
7. Zurita A. Derivación de los valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Tanicuchí utilizando funciones de beneficio. 2022; Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9640/1/PC-002544.pdf>
  8. FAO. Buenas prácticas de ordeño. 2011; Available from: <https://www.fao.org/3/bo952s/bo952s.pdf>
  9. 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>
  10. Grijalva JP. La industria lechera en Ecuador: un modelo de desarrollo. Retos [Internet]. 2011;1(1):65–70. Available from: [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8032/1/La industria lechera en ecuador un modelo de desarrollo.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8032/1/La%20industria%20lechera%20en%20ecuador%20un%20modelo%20de%20desarrollo.pdf)
  11. 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 ECUADOR.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/173278/2/1_Sector_Pecuario_ECUADOR.pdf)
  12. 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>
  13. Murillo M. 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>
  14. 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>
  15. 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-genc3a9tico-de-ganado-de-leche.pdf>
  16. 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](http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/publicaciones/la_leche_del_ecuador.pdf)
17. Ossa G, Moreno F, Manrique C, Pérez J, Tarazona G, Onofre G, et al. Mejoramiento genético como instrumento de eficiencia en una empresa de producción bovina. 2002;1–31. Available from: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16505/40627\\_26027.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16505/40627_26027.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  18. 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/50263/53431](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/50263/53431)
  19. Escobar JC. Derivación de los valores económicos de la producción de leche de bovinos en el cantón Saquisilí utilizando funciones de beneficio. Sist Biodigestor [Internet]. 2022; Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9705/1/PC-002494.pdf>
  20. 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>
  21. Galeano AP, Manrique C. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. 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>
  22. Gutiérrez JP. Iniciación a la valoración genética animal [Internet]. 2010. 357 p. Available from: <https://docta.ucm.es/entities/publication/8d1fdea5-0f8f-40cd-8626-dfb069f69fa8>
  23. 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](https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/4843/4/Cria_y_Mejoramiento_Genético_Animal_1º_parte_modif.pdf)
  24. Genghini R, Bonvillani A, Wittouck P, Echevarría A. Mejoramiento genético. 2002; Available from: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
  25. 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
26. 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](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)
  27. Batista P. Heredabilidad y Repetibilidad [Internet]. 2016. Available from: <https://mejorageneticaanimal.files.wordpress.com/2016/03/5-parc3a1metros-genc3a9ticos-h2-y-r-notas-curso-de-zootecnia-2016.pdf>
  28. 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>
  29. 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>
  30. Valencia F. Estimación de valores genéticos de la hacienda San Marcos para la implementación de un programa de inseminación artificial. Angew Chemie Int Ed 6(11), 951–952 [Internet]. 2009;(Mi):5–24. Available from: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1395/1/17T0888.pdf>
  31. Cabezas J. Determinacion de valores genéticos de la hacienda la Isabela de Sasapud. 2010;88. Available from: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1182/1/17T0983.pdf>
  32. Larrea Izurieta CO, Hurtado EA, Macías Andrade JI, Vera Loor LE, More Montoya MJ. Estimación del valor genético predicho en bovinos lecheros mestizos en un hato en la sierra alta de Chimborazo, Ecuador. Rev Investig Vet del Perú [Internet]. 2020;31(4):e17519. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v31n4/1609-9117-rivep-31-04-e17519.pdf>
  33. 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>

34. Jiménez JA. Índices de Mérito Total , por qué son diferentes. 2021;70–1. Available from: [https://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n213/indices\\_total.pdf?ver=QFW6N8dCXothNPiUvZVO-Q%3D%3D](https://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n213/indices_total.pdf?ver=QFW6N8dCXothNPiUvZVO-Q%3D%3D) merito
35. 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/>
36. Coronel E. Viabilidad empresarial para la tecnificación ganadera en la producción de leche en el Ecuador. Tesis [Internet]. 2014;(PROYECTO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE OSTRA DEL PACÍFICO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA):121. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/486914201.pdf>
37. Taípe M. Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivicusig, cantón Sigchos, Ecuador. Cienc Lat Rev Científica Multidiscip [Internet]. 2021;5(4):4474–89. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/632/835>
38. Barrera J, León C. Mejoramiento de los sistemas de producción de leche en la ecorregión andina del Ecuador. 2004; Available from: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
39. 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>
40. Sonstegard TS, Van Tassell CP, Ashwell MS. Genómica del ganado lechero: ¿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](https://academic.oup.com/jas/article-abstract/79/suppl_E/E307/4626049?login=false)
41. Mishra SP, Mishra C, Datta S. Procedimiento de selección hacia la mejora genética de los animales : una visión general. J Entomol Zool Stud [Internet]. 2018;6(1):599–608. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/337589484\\_Selection\\_procedure\\_towards\\_genetic\\_improvement\\_of\\_animals\\_A\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/337589484_Selection_procedure_towards_genetic_improvement_of_animals_A_overview)
42. Montaldo H, Barría N. Mejoramiento genético de animales. MATEC Web Conf [Internet]. 2018;209(2):1–19. Available from:

- <https://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen1/numero2/articulos/cad-2-3.pdf>
43. 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>
  44. González J, Tewolde A, Castillo S. Suplementación de concentrado en la producción de leche y peso vivo de vaquillas de doble propósito de primer parto. 2008; Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/837/83712206.pdf>
  45. Álvarez P, Bernal L. Evaluación de la suplementación estratégica para bovinos de leche en la sabana de Bogotá. *Transcommunication* [Internet]. 2018;53(1):1–8. Available from: <http://www.tfd.org.tw/opencms/english/about/background.html%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0A>
  46. 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>
  47. 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](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16325/1/E-8502_SALAZAR_GAONA_JORDY_ISRAEL.pdf)
  48. 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>
  49. Contero R. La calidad de la leche un desafío en el Ecuador. 2008;7(1):25–8. Available from: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/7.2008.05>
  50. Brassel F, Hidalgo F. La producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización. Available from: [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/2022-09/010039253.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2022-09/010039253.pdf)
  51. 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/esepoch/article/view/9563>
52. Puga-Torres B, Aragón Vásquez E, Ron L, Álvarez V, Bonilla S, Guzmán A, et al. Milk Quality Parameters of Raw Milk in Ecuador between 2010 and 2020: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Foods* [Internet]. 2022;11(21). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9658222/>
  53. 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>
  54. Tibau 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>
  55. 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>
  56. Earth G. Ubicación geográfica de la parroquiaTanicuchí. 2023; Available from: <https://www.google.com/maps/@-0.7677649,-78.6661594,14.63z?hl=es-ES&entry=ttu>
  57. Taboada C. Determinación del costo de producción del litro de leche, en base al nivel de tecnología en hatos ganaderos de la zona de Cayambre y Pedro Moncayo. 2012;1–115. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1833/12/UPS-YT00100.pdf>
  58. Apolo V. Análisis de costos para la producción de leche en la hacienda del INGA para el año 2020. *Bussiness Law binus* [Internet]. 2020;7(2):33–48. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9640/1/PC-002544.pdf>
  59. Ramírez V, Escobar A, García J. Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas holstein-friesian en pastoreo. *Agrociencia* [Internet]. 2008;753–65. Available from: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/mejoramientoanimal/wp-content/uploads/sites/13/2019/07/PRÁCTICO-3.pdf>
  60. Martínez R, Gallego J, Onofre G, Pérez J, Vasquez R. Evaluación de la variabilidad y potencial genético de poblaciones de bovinos criollos colombianos. *Anim Genet Resour Inf.* 2009;44:57–66.
  61. Ossa GA, Pérez JE, Suárez MA. Valores genéticos de caracteres productivos y reproductivos en bovinos Romosinuano. *Cienc Tecnol Agropecu* [Internet].

- 2008;9(1):93–101. Available from: <https://agriperfiles.agri-d.net/display/AS-doi-3C8D79E34A0358C2E017E347CF4A8C27>
62. Fernández A. Cuadros de requerimientos energéticos - proteicos y algunas dietas alternativas de bovinos. 2008;1–4. Available from: [https://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/18-requerimientos\\_bovinos\\_carne.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/18-requerimientos_bovinos_carne.pdf)
  63. Caiza J. Producción lechera. 2020; Available from: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29075/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29075/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  64. FCA. Cálculo del valor de cría para la selección. 2018; Available from: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/mejoramientoanimal/wp-content/uploads/sites/13/2019/07/PRÁCTICO-3.pdf>
  65. Anita Chaudhari, Brinzel Rodrigues SM. Determinación de los valores genéticos mediante el ranqueo de las vacas Holstein mestizas de la estación experimental Tunshi, para la implementación de un programa de inseminación artificial [Internet]. Vol. I, Ucv. 2016. 390–392 p. Available from: [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10947/Miñano Guevara%2C Karen Anali.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3346/DIVERSIDAD\\_DE\\_MACROINVERTEBRADOS\\_ACUÁTICOS\\_Y\\_SU.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10947/Miñano_Guevara%2C_Karen_Anali.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3346/DIVERSIDAD_DE_MACROINVERTEBRADOS_ACUÁTICOS_Y_SU.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  66. García R, Orozco L. Evaluación del suplemento (SOYPLUS) en vacas de 5000 litros en zona tropical. 2022; Available from: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/evaluacion-suplemento-soyplus-vacas-t47251.htm>
  67. Superintendencia de Control de Poder de Mercado. Informe del sector lácteo en Ecuador. Versión pública [Internet]. 2022;(593):29. Available from: [www.scpm.gob.ec](http://www.scpm.gob.ec)
  68. Alcivar J, Caiza J. Selección de los animales en base a los carecteres de importancia económica en la producción de leche de bovinos acorde al objetivo de mejora genética en la parroquia Aláquez. Sist Biodigestor [Internet]. 2019; Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
  69. Avila D. Derivación de los valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Cusubamba en el cantón Salcedo utilizando funciones de beneficio. Sist Biodigestor [Internet]. 2019; Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9708/1/PC-002486.pdf>

70. Zambrano L. Control de calidad en la densidad de la leche. 2017; Available from:  
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11461/1/INGA\\_ZAMBRANO\\_LUIS\\_FERNANDO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11461/1/INGA_ZAMBRANO_LUIS_FERNANDO.pdf)

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de vida del autor del proyecto

#### HOJA DE VIDA

##### INFORMACIÓN GENERAL

**Nombres y apellidos:** Paola Nicoll Acosta Salazar

**Estado civil:** Soltera

**Nacionalidad:** ecuatoriana

**Fecha y lugar de nacimiento:** Latacunga, 30 de abril de 2001

**Cédula de identidad:** 0504417122

**Teléfono:** 0985565058

**Dirección:** Ciudadela Patria – Latacunga

**Correo electrónico:** ns833460@gmail.com



##### **FORMACIÓN ACADÉMICA**

**Estudios primarios:** Unidad Educativa Particular “Jean Piaget”

Unidad Educativa “San Patricio de Fe y Alegría”

**Estudios secundarios:** Colegio Fiscomisional “Bernabé de Larraúl”

**Estudios superiores:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Anexo 2.** Hoja de vida del autor del proyecto**HOJA DE VIDA****INFORMACIÓN GENERAL****Nombres y apellidos:** Yanara Alexandra Coba Mera**Estado civil:** Soltera**Nacionalidad:** ecuatoriana**Fecha y lugar de nacimiento:** Riobamba, 13 de enero de 2001**Cédula de identidad:** 0604933069**Teléfono:** 0982232177**Dirección:** Limonocha y El Ángel - Riobamba**Correo electrónico:** yaalcome1301@gmail.com**FORMACIÓN ACADÉMICA****Estudios primarios:** Colegio La Salle**Estudios Secundarios:** Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús”

Unidad Educativa “Riobamba”

Liceo Nuevo Mundo

**Estudios superiores:** Universidad Técnica de Cotopaxi



**Anexo 3.** Hoja de vida del tutor del proyecto**HOJA DE VIDA****DATOS PERSONALES****Apellidos:** Simancas Racines**Nombres:** Alison Cristina**Estado civil:** Casada**Cédula de ciudadanía:** 0503001000**Lugar y fecha de nacimiento:** 27/04/1993**Dirección domiciliaria:** Av. General Proaño**Teléfono convencional:** 032802179 / 032810935**Teléfono celular:** 0998606021**Correo electrónico:** alicris14@hotmail.com**En caso de emergencia contactarse con:** 0995127799**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TÍTULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT</b>	<b>CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT</b>
<b>TERCER</b>	MÉDICA VETERINARIA Y ZOOTECNISTA	2016-10-28	1020-2016- 1754885
	INGENIERÍA COMERCIAL	2016-11-16	1008-2016- 1762576
<b>CUARTO</b>	MASTER EN EPIDEMIOLOGÍA VETERINARIA Y SALUD PÚBLICA	2020-02-03	1005-2020- 2155524

**HISTORIAL PROFESIONAL****Facultad académica en la que labora:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**Carrera a la que pertenece:** Medicina Veterinaria**Área del conocimiento en la cual se desempeña:** Medicina Veterinaria y Zootecnista, Ingeniería Comercial y Epidemiología Veterinaria y Salud Pública.

### Anexo 4. Costos de producción

**Costo mes de Agosto**

**Determinación del Costo de Producción**

PRODUCTO Litros de leche		COSTO POR UNIDAD	
CANTIDAD	1706	COSTO FIJO UNITARIO	\$ 0,32
		COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 0,07
		COSTO TOTAL UNITARIO	\$ 0,39

Liste los costos asociados a la producción

CANTIDAD	MEDIDA	DETALLE	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE
		Rechazo		\$ 100,00
		Balanceado	\$ 69,00	
		Sal	\$ 23,00	
		Limpieza	\$ 3,50	

Base de datos excel de los costos de producción de cada productor

### Anexo 5. Excel Individual

Herd	ID nombre	Animal	ID arete	Código (anin)	Categoría	Sexo	Origen	Raza	Papá (P)	Sire	Mamá (M)	Dam	PP	MP	P
	1	1													
	2	2													
	3	3													
	4	4													
	5	5													
	6	6													
	7	7													
	8	8													
	9	9													
	10	10													
	11	11			Vaca	Hembra	Externo	Bizan							
	12	12			Vaca	Hembra	Propio	F1	Jersey		4	Holstein	18		
	13	13			Vacóna	Hembra	Propia	Holstein				Juana	19		
	14	14			Vaca	Hembra	Propia	Holstein				Zafiro	37		
	15	15													
	16	16													
	17	17													
	18	18			Vaca	Hembra	Propia	Holstein							
	19	19													
	20	20													
	21	21													
	22	22													
	23	23													
	24	24			Vaca	Hembra	Propia	Holstein							

Base de datos excel de los de los datos genealógicos y fenotípicos de cada animal

### Anexo 6. Método BLUP

Single Trait BLUP calculation										
Parameters										
Heritability	0,32									
Nr of animals	112									
Nr of herds	8									
nr of observations	112									
		Pedigree				Put 0 if unknown				
	Herd	Animal	Sire	Dam	Phenotype	Animal	EBV	Accuracy	Herd	Solution
8	0	1	0	0		1	-0,147	0,644	1	1,02
9	0	2	0	0		2	-0,071	0,597	2	0,68
10	0	3	0	0		3	0,051	0,597	3	0,57
11	0	4	0	0		4	0,019	0,602	4	0
12	0	5	0	0		5	0,052	0,597	5	0,486728
13	0	6	0	0		6	-0,076	0,587	6	0,541592
14	0	7	0	0		7	0,053	0,598	7	0,921738
15	0	8	0	0		8	-0,002	0,610	8	0,529661
16	0	9	0	0		9	-0,060	0,595	9	0
17	6	10	0	0	1,024	10	0,083	0,556	10	0
18	6	11	4	18	1,027	11	0,098	0,626	11	0
19	5	12	0	19		12	-0,191	0,593	12	0
20	3	13	0	37	1,026	13	0,132	0,556	13	0

Método BLUP para la estimación del valor genético de cada animal

### Anexo 7. Excel respuesta a la selección

Animal	EBV	Accuracy	Herd	Solution	RS GDP
50	165,052922	0,4688146			326,534942
53	156,591161	0,45832463			318,073181
92	126,990799	0,4574971			288,472819
30	125,952682	0,46754501			287,434702
17	118,696257	0,47081342	17	0	280,178277
24	106,022678	0,49942794	24	0	267,504698
87	105,696345	0,46411627			267,178365
99	100,983199	0,46070077			262,465219
23	95,2087848	0,4961296	23	0	260,690805
66	94,4254941	0,47098937			255,697514
61	93,4290075	0,46299109			254,911027
90	86,503759	0,47103867			247,985779
82	85,9062764	0,45234602			247,388296
98	76,5474318	0,43958984			238,029452
28	75,5899376	0,51512689			237,071958
13	72,9880322	0,47044196	13	0	234,470052
107	72,6711507	0,46154409			234,153171
97	70,6256111	0,45234602			232,107631
83	69,3158398	0,45234602			230,79786
26	64,6969146	0,52257968			226,178935
63	63,6992777	0,46299109			225,181298
35	59,8301529	0,46754501			221,312173

Base de datos excel de los de la respuesta a la selección de cada animal en base a los criterios de selección

**Anexo 8.** Toma de pesos de los animales, pesaje de la leche y toma de la densidad de la leche

**A**



**B**



**C**



Se realizó el pesaje de los animales con una cinta bovinométrica (A), para pesar la leche en kg se utilizó una balanza eléctrica (B) y para medir la densidad de la leche se utilizó un lactodensímetro y una probeta (C).



### Anexo 9. Selección de reproductores

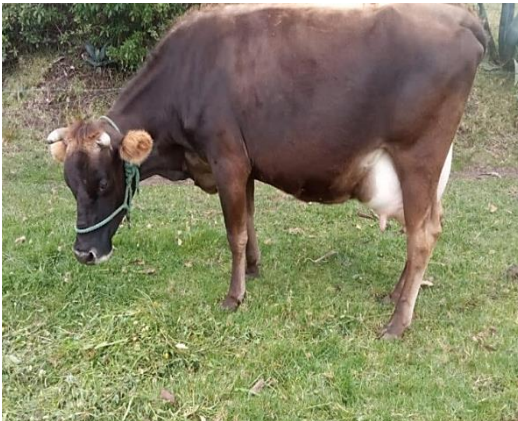
**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



La selección de los mejores animales se realizó conforme a los caracteres del objetivo de mejora, estas vacas cumplieron con 2 de los caracteres: La vaca Mía seleccionada para ganancia diaria de peso y producción de leche (A); la vaca Coralito seleccionada para producción y densidad de leche (B); la vaca Pillareña seleccionada para ganancia diaria de peso y producción de leche (C); la vaca Alegría seleccionada para producción y densidad de leche (D) y la vaca Zafiro seleccionada para producción y densidad de leche (E).

**Anexo 10.** 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 TANICUCHÍ”** presentado por: **Acosta Salazar Paola Nicoll y Coba Mera Yanara Alexandra** egresadas de la Carrera de: **Medicina Veterinaria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, Agosto del 2023.

Atentamente,

Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes



**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

CC: 0502666514