



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL
PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS
DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médicos
Veterinarios

Autores:

Chacón Pilaguano Erik Santiago

Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine

Tutora:

Simancas Racines Alison Cristina

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chacón Pilaguano Erik Santiago, con cédula de ciudadanía No. 0504327214; y, Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine, con cédula de ciudadanía No. 0504852930, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO**, siendo la MVZ, Simancas Alison, 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 febrero del 2025

Chacón Pilaguano Erik Santiago
CC: 0504327214
ESTUDIANTE

Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine
CC: 0504852930
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHACÓN PILAGUANO ERIK SANTIAGO** identificado con cédula de ciudadanía **0504327214**, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO**”, 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: Mayo 2020-Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2024-Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor. MVZ. Simancas Racines Alison Cristina, Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO**”

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

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

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

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

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de febrero del 2025.

Erik Santiago Chacón Pilaguano

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

EL CEDENTE

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PILATASIG PILATASIG EVELIN KATHERINE** identificada con cédula de ciudadanía **0504852930**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco, 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 “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Inicio de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 - Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor. MVZ. Simancas Racines Alison Cristina, Mg.

Tema: “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO**”

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.
- f) 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 febrero de 2025.

Evelin Katherine Pilatasig Pilatasig

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D

LA CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del proyecto de investigación con el título:

“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO”, de Chacón Pilaguano Erik Santiago y Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que este 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 febrero del 2025

MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

C.C: 0503001000

DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Chacón Pilaguano Erik Santiago y Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine, con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 17 de febrero del 2025

Dr. Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza, Mg.

C.C: 0501880132

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

C.C: 1722547278

LECTOR 2 (MIEMBRO)

MVZ. Bejarano Rivera Isabel Cristina, Mg.

C.C: 180245865-1

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinito amor y bondad, por guiar y bendecir mi camino. A mi mamá y a mi tío, por su apoyo incondicional, paciencia, dedicación, fortaleza y amor, que me han brindado a lo largo de mi vida, por ayudarme a vencer todo obstáculo, por todos sus sacrificios y esfuerzos que hicieron posible que concluya con éxito esta etapa de mi vida, mi eterno agradecimiento para ustedes que son lo más importante y valioso que tengo.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por ser mi segundo hogar, donde dejo en mi mente y espíritu los mejores recuerdos y enseñanzas.

A mis maestros, por todos sus conocimientos y valores que supieron impartirme e inculcarme para ser una mejor persona y profesional.

De manera especial a mi Tutora Dra. Alison Simancas, y al director del macroproyecto del cual forma parte esta investigación MVZ. Edie Molina, Mtr. Por su guía y apoyo en el presente proyecto.

Finalmente, mi mas sincero agradecimiento a los productores de Juan Montalvo, ya que su colaboración y disposición fueron fundamentales para la culminación de este trabajo de investigación. Su trabajo y esfuerzo diario son un ejemplo de ardua dedicación.

Erik Santiago Chacón Pilaguano.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino, permitiéndome alcanzar este logro con sabiduría y perseverancia.

A mi madre, Nelly, por su amor incondicional, esfuerzo y sacrificio, que han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante y cumplir mis metas. Gracias por ser mi mayor inspiración y mi pilar fundamental.

A mis hermanas, Susana, Johana y Mayra, y a mi hermano, William, por su apoyo inquebrantable, por creer en mí y motivarme en cada desafío, brindándome siempre su compañía y aliento.

A mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de formarme como Médica Veterinaria. A mis docentes de cada ciclo, quienes con paciencia y dedicación compartieron sus conocimientos, contribuyendo a mi crecimiento profesional. Un agradecimiento especial a mi tutora, la MVZ. Alison Simancas, por su guía y apoyo incondicional, y al MVZ. Edie Molina, quien nos brindó la oportunidad de ingresar al proyecto de mejoramiento genético, permitiéndonos desarrollar nuestro tema de investigación.

A mis amigos, con quienes compartí esta hermosa etapa universitaria desde el primer día, viviendo experiencias inolvidables, superando desafíos y celebrando triunfos. Gracias por su amistad, por su compañía en las buenas y en las malas, y por motivarme a seguir adelante cuando más lo necesitaba.

Por último, pero no menos importante, a mis queridas mascotas, quienes con su amor incondicional y compañía han sido un apoyo invaluable en mi formación y en mi vida

Evelin Katherine Pilatasig Pilatasig

DEDICATORIA

A mi madre, quien es el pilar de mi vida, por todo su sacrificio y esfuerzo para hacer de mí una persona de bien y a quien le debo todo lo que ahora soy.

A mi tío Pedro, por estar siempre pendiente de mí, por su apoyo e inmenso amor que me han dado las fuerzas para salir adelante.

A una persona muy especial en mi vida, mi Hermano, por sus sabios consejos y apoyo, impulsándome siempre a enfrentar cada problema de la vida y a conseguir cada uno de mis sueños.

A mi querida bisabuela, quien ahora descansa en el cielo. Por su amor incondicional, su fortaleza y las historias que dejaron huella en mi corazón. Aunque no esté físicamente presente, su legado vive en cada uno de mis logros, y este trabajo es una muestra de ello. Gracias por inspirarme con su ejemplo y enseñarme que el esfuerzo y la dedicación siempre valen la pena.

Erik Santiago Chacón Pilaguano.

DEDICATORIA

"Los sueños no se logran solos; detrás de cada meta alcanzada hay amor, esfuerzo y sacrificio."

Dedico este logro con todo mi corazón a mi familia, especialmente a mi madre, Nelly Pilatasig, quien con su amor incondicional, esfuerzo incansable y apoyo constante ha sido la base de mis éxitos. Su fortaleza y dedicación han sido mi mayor inspiración para seguir adelante.

A mis hermanas, Susana, Jhohana y Mayra, y a mi hermano, William, quienes siempre han creído en mí y me han impulsado a luchar por mis sueños. Su confianza en mi capacidad y sus palabras de aliento han sido un pilar fundamental en este camino.

A ustedes, que han estado conmigo en cada paso de esta travesía, les dedico este triunfo con gratitud y amor infinito.

"Este logro es tan mío como suyo, porque sin ustedes, este sueño no sería una realidad".

Evelin Katherine Pilatasig Pilatasig

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO”.

Autores:

Chacón Pilaguano Erik Santiago

Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine

RESUMEN

El presente estudio analizó la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Juan Montalvo, con el propósito de optimizar la eficiencia productiva y económica de los pequeños y medianos productores. La baja eficiencia productiva de los bovinos lecheros afecta la rentabilidad de los productores debido a la falta de información sobre el valor genético de los animales, lo que genera bajos niveles de producción, altos costos en alimentación y sanidad, y una reducida competitividad en el mercado. La metodología incluyó la recopilación de datos fenotípicos y genéticos de 66 bovinos pertenecientes a ocho productores locales, evaluando características como ganancia diaria de peso, densidad de leche y lactancia a 305 días. Se utilizó el modelo BLUP para determinar el valor genético de los fenotipos seleccionados, permitiendo evaluar su impacto en la producción lechera. Asimismo, se diseñaron tres escenarios de inversión (bajo, medio y alto costo) para estimar la rentabilidad del mejoramiento genético y su viabilidad económica en función de la inversión realizada. Los resultados evidenciaron que la implementación del índice de selección mejora significativamente la producción lechera y la rentabilidad de los hatos, con un incremento en la eficiencia reproductiva y en la calidad de la leche. Se observó que los animales con mayor índice genético presentaron mejores características fenotípicas y productivas, generando mayores ingresos para los productores sin necesidad de aumentar significativamente los costos de producción. Además, se identificó que la selección de bovinos con altos valores genéticos permite una mayor eficiencia en la conversión alimenticia y una reducción en los días abiertos, favoreciendo la rentabilidad del sistema productivo. Este estudio concluye que la selección genética es una estrategia clave para fortalecer la sostenibilidad del sector lechero en la parroquia Juan Montalvo y mejora la competitividad de los pequeños y medianos productores. Se recomienda fomentar políticas de apoyo e incentivos económicos para la adopción de programas de mejoramiento genético, así como la capacitación de los ganaderos en técnicas de selección y manejo genético, asegurando la sostenibilidad y rentabilidad del sector a largo plazo.

Palabras clave: mejoramiento genético, índice de selección, rentabilidad, producción lechera, sostenibilidad.

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

**TITLE: "PROFITABILITY ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX IN THE
SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY CATTLE
IN JUAN MONTALVO PARISH."**

Authors:

Chacón Pilaguano Erik Santiago

Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine

ABSTRACT

This study analyzes the profitability of the selection index in the sustainable genetic improvement program for dairy cattle in Juan Montalvo Parish, aiming to optimize the productive and economic efficiency of small and medium-sized producers. The low productive efficiency of dairy cattle affects farmers' profitability due to a lack of information on the genetic value of animals, leading to low production levels, high feeding and health costs, and reduced market competitiveness. The methodology included collecting phenotypic and genetic data from 66 cattle belonging to eight local producers, evaluating characteristics such as daily weight gain, milk density, and 305-day lactation. The BLUP model was used to determine the genetic value of the selected phenotypes, allowing an assessment of their impact on milk production. Additionally, three investment scenarios (low, medium, and high cost) were designed to estimate the profitability of genetic improvement and its economic viability based on the investment made. The results showed that implementing the selection index significantly improves milk production and herd profitability, increasing reproductive efficiency and milk quality. It was observed that animals with a higher genetic index exhibited better phenotypic and productive characteristics, generating higher income for producers without significantly increasing production costs. Moreover, selecting cattle with high genetic values allows for greater feed conversion efficiency and a reduction in open days, enhancing the profitability of the production system. This study concludes that genetic selection is a key strategy to strengthen the sustainability of the dairy sector in Juan Montalvo Parish and improve the competitiveness of small and medium-sized producers. It is recommended to promote support policies and financial incentives for adopting genetic improvement programs, as well as training farmers in selection techniques and genetic management, ensuring the sector's long-term sustainability and profitability.

Keywords: Genetic improvement, Selection index, Profitability, Milk production, Sustainability.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | iii |
| CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | vi |
| AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTPO DE INVESTIGACIÓN..... | ix |
| AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | x |
| <i>AGRADECIMIENTO</i> | xi |
| <i>AGRADECIMIENTO</i> | xii |
| <i>DEDICATORIA</i> | xiii |
| <i>DEDICATORIA</i> | xiv |
| RESUMEN | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | xvii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xx |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xxi |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL..... | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| 3. BENEFICIARIOS..... | 3 |
| 3.1. Beneficiarios Directos: | 3 |
| 3.2. Beneficiarios Indirectos: | 3 |
| 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 5. OBJETIVOS..... | 4 |
| 5.1. Objetivo general..... | 4 |
| 5.2. Objetivos específicos: | 5 |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS..... | 5 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA | 6 |
| 7.1. Programas de mejoramiento genético..... | 6 |

| | | |
|----------|---|----|
| 7.1.1. | Mejoramiento genético en bovinos | 6 |
| 7.1.2 | Heredabilidad o índice genético | 7 |
| 7.1.2. | Genotipo | 7 |
| 7.1.3. | Fenotipo | 8 |
| 7.1.4. | Índice de selección..... | 8 |
| 7.1.5. | Respuesta a la selección | 8 |
| 7.1.6. | Pesos económicos | 9 |
| 7.1.6.1. | Metodologías de la estimación de los pesos económicos | 9 |
| 7.2. | Manejo zootécnico | 10 |
| 7.2.1. | Manejo | 10 |
| 7.2.2. | Nutrición..... | 10 |
| 7.2.3. | Edad..... | 10 |
| 7.2.4. | Raza | 10 |
| 7.2.5. | Ganancia diaria de peso | 11 |
| 7.2.6. | Sistema de producción | 11 |
| 7.2.6.1. | Monta | 11 |
| 7.2.6.2. | Inseminación artificial | 12 |
| 7.2.7. | Días abiertos | 12 |
| 7.3. | Producción de leche | 12 |
| 7.3.1. | La producción de leche en Ecuador..... | 12 |
| 7.3.2. | El sector lechero en la parroquia Juan Montalvo | 13 |
| 7.3.3. | Razas lecheras de la parroquia Juan Montalvo | 14 |
| 7.3.3.1. | Holstein..... | 14 |
| 7.3.3.2. | Brown Swiss | 14 |
| 7.3.3.3. | Jersey | 14 |
| 7.3.4. | La calidad de la leche | 14 |
| 7.3.5. | Densidad..... | 15 |

| | | |
|--------|---|----|
| 7.3.6. | Lactancia a 305 días | 16 |
| 7.4. | Enfermedades..... | 16 |
| 7.4.1. | Virus de la Diarrea Viral Bovina..... | 16 |
| 7.4.2. | Leptospira | 16 |
| 7.4.3. | Virus Sincicial Respiratorio Bovino..... | 17 |
| 7.4.4. | Rinotraqueitis Infecciosa Bovina | 17 |
| 7.4.5. | Parainfluenza Tipo 3..... | 18 |
| 8. | VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 18 |
| 9. | METODOLOGÍA | 18 |
| 9.1. | Área de estudio | 18 |
| 9.2. | Población de estudio | 19 |
| 9.3. | Enfoque del estudio | 20 |
| 9.4. | Tipo de estudio..... | 21 |
| 9.5. | Recopilación de datos | 21 |
| 9.6. | Valor genético..... | 21 |
| 9.7. | Ganancia diaria de peso | 22 |
| 9.8. | Costo de producción | 22 |
| 9.9. | Calidad de la leche | 23 |
| 9.10. | Selección de reproductoras..... | 23 |
| 10. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 24 |
| 10.1. | Población de bovinos | 24 |
| 10.2. | Estado reproductivo..... | 25 |
| 10.3. | Estado de salud animal..... | 27 |
| 10.4. | Docilidad | 28 |
| 10.5. | Fenotipo de la ganancia diaria de peso..... | 30 |
| 10.7. | Fenotipo para lactancia a los 305 días..... | 32 |
| 10.9. | Fenotipo para la densidad de la leche..... | 35 |

| | | |
|--------|--|----|
| 10.11. | Costos de producción y beneficios del Productor | 38 |
| 10.12. | Análisis de las Correlaciones de costos..... | 39 |
| 10.13. | Escenarios de rentabilidad y costos asociados al mejoramiento genético. | 41 |
| 10.14. | Análisis de rentabilidad por escenario | 42 |
| 10.15. | Selección del escenario | 43 |
| 11. | IMPACTOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN..... | 44 |
| 11.1. | Impacto Social..... | 44 |
| 11.2. | Impacto Ambiental..... | 44 |
| 11.3. | Impacto Económico..... | 44 |
| 12. | CONCLUSIONES..... | 44 |
| 13. | RECOMENDACIONES | 45 |
| 14. | BIBLIOGRAFÍA..... | 46 |
| 15. | ANEXOS..... | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | Actividades y sistemas de tareas con relación a los objetivos..... | 5 |
| Tabla 2 | Pequeños y Medianos productores de leche..... | 20 |
| Tabla 3 | Distribución bovinos. | 24 |
| Tabla 4 | Estado de reproductivo..... | 25 |
| Tabla 5 | Estado de salud..... | 27 |
| Tabla 6 | Docilidad animal | 28 |
| Tabla 7 | Mejores animales con mayor EBV..... | 31 |
| Tabla 8 | Mejores animales respecto a su Fenotipo..... | 32 |
| Tabla 9 | Mejores animales respecto al EBV..... | 33 |
| Tabla 10 | Mejores animales respecto a su fenotipo..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Tabla 11 Mejores animales con mayor EBV | 36 |
| Tabla 12 Costos de producción de la leche | 38 |
| Tabla 13 Correlaciones de coeficientes de los costos..... | 40 |
| Tabla 14 Escenarios de rentabilidad | 41 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Mapa de la parroquia Juan Montalvo..... | 19 |
| Figura 2 Área de estudio..... | 19 |
| Figura 3 Distribución, Población Bovinos | 25 |
| Figura 4 Estado de gestación..... | 26 |
| Figura 5 Estado de salud | 27 |
| Figura 6 Docilidad..... | 29 |
| Figura 7 Fenotipo de la ganancia diaria de peso | 30 |
| Figura 8 Proyección del valor de estima de cría para GDP..... | 31 |
| Figura 9 Fenotipo para la lactancia a los 305 | 33 |
| Figura 10 Estima de cría para lactancia a los 305 días..... | 34 |
| Figura 11 Fenotipo para densidad de la leche | 35 |
| Figura 12 Valor de estima de cría para la densidad de leche | 37 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Análisis de rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Juan Montalvo.

Fecha de inicio: Abril 2024

Fecha de finalización: Marzo 2025

Lugar de ejecución: Parroquia Juan Montalvo – Cantón Latacunga – Provincia Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado:

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

Equipo de Trabajo:

Chacón Pilaguano Erik Santiago

Pilatasig Pilatasig Evelin Katherine

Tutora:

MVZ. Simancas Racines Alison Cristina (Anexo N° 1)

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN

La producción lechera en Ecuador enfrenta desafíos como la baja eficiencia del ganado, el aumento de los costos de alimentación y sanidad, y la falta de programas sostenibles de mejora genética en pequeños y medianos productores. Sin embargo, la diversidad geográfica del país ofrece condiciones favorables para la producción lechera, destacándose provincias como Pichincha, Santo Domingo, Cotopaxi, Manabí y Carchi, que generan más del 60% de la producción total. A pesar de esto, el consumo per cápita de leche en Ecuador es de 100 litros al año aproximado, una cifra inferior al promedio latinoamericano de 134 litros (1).

La implementación de estrategias basadas en la selección genética ha demostrado ser clave para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del sector lechero a nivel global. En este sentido, el presente estudio evalúa el impacto económico de la mejora genética en la producción lechera de la parroquia Juan Montalvo, con el propósito de generar información útil para la toma de decisiones de los productores (2). Los pequeños y medianos productores enfrentan limitaciones como la baja productividad individual del ganado debido a la falta de selección genética, los altos costos de alimentación, el desconocimiento del potencial genético de sus animales y su impacto en la rentabilidad. Por ello, es fundamental implementar programas de selección genética que permitan identificar los ejemplares más adecuados y desarrollar estrategias sostenibles de mejoramiento. Este estudio busca llenar ese vacío de conocimiento y proporcionar datos concretos sobre la rentabilidad de estos programas.

Los principales beneficios incluyen el aumento de la producción sin incrementar los costos operativos, mayor rentabilidad a largo plazo pese a los costos iniciales de selección y reproducción, uso eficiente de recursos, animales con mejor conversión alimenticia, la sostenibilidad al fortalecer la competitividad y estabilidad económica, y la generación de conocimiento técnico para optimizar la selección y manejo genético. El impacto de este estudio no solo beneficiará directamente a los productores lecheros de la parroquia Juan Montalvo, sino también a toda la cadena de valor de la industria láctea. Pequeños y medianos productores mejorarán su estabilidad económica, las asociaciones ganaderas podrán usar la información para hacer programas de mejora genética, la industria láctea y los consumidores se verán favorecidos con mayor calidad y cantidad de leche, y las instituciones académicas y gubernamentales podrán emplear los resultados para futuras investigaciones y políticas (3).

Este estudio justifica porque aborda un problema central para la producción lechera de la parroquia Juan Montalvo y demuestra, a través de un análisis económico, que la mejora genética es una estrategia viable para incrementar la rentabilidad y sostenibilidad del sector.

3. BENEFICIARIOS

3.1. Beneficiarios Directos:

- Pequeños y medianos ganaderos de la parroquia Juan Montalvo.
- Productores lecheros involucrados en programas de mejoramiento genético.
- Asociaciones y cooperativas ganaderas locales

3.2. Beneficiarios Indirectos:

- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario.
- Empresas proveedoras de insumos agropecuarios y servicios veterinarios.
- Industrias lácteas y plantas procesadoras de productos derivados de la leche.
- Consumidores finales, quienes se beneficiarán de productos lácteos de mejor calidad.
- Instituciones académicas y centros de investigación enfocados en producción animal. Organismos gubernamentales y entidades dedicadas al desarrollo rural.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, la producción lechera es una actividad clave en la seguridad alimentaria y la economía de muchos países. En América Latina y el Caribe, según la FAO, existen 3,3 millones de productores responsables de 81 millones de toneladas anuales de leche. Sin embargo, la región se caracteriza por una estructura productiva dominada por pequeños productores con bajos niveles de eficiencia. En la última década, el crecimiento de la productividad del sector lechero latinoamericano logró un 0,7% anual, impulsado por innovaciones tecnológicas (2,2%) que contrastan con una reducción en eficiencia (-1,5%). Esto señala que el avance en productividad depende fundamentalmente de mejorar el nivel de eficiencia (4).

En Ecuador, la producción lechera se beneficia de su diversidad geográfica y clima favorable. Según el Centro de la Industria Láctea (CIL), en 2023 la producción nacional alcanzó 5,7

millones de litros diarios, con el 51,8% dirigido a la industria formal. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 2022 el 55% de las unidades de producción agropecuaria (UPA) eran de gran escala, mientras que el 45% correspondía a pequeños y medianos productores. En Cotopaxi, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) reporta una reducción del 50% en la producción lechera debido a sequías y heladas, afectando el suministro de pasto (1,5).

La problemática de la parroquia Juan Montalvo radica en la baja eficiencia productiva de los bovinos lecheros, lo que afecta directamente la rentabilidad de los pequeños y medianos productores. La falta de información sobre el valor genético de los animales limita la optimización de los hatos, generando bajos niveles de producción, altos costos en alimentación y sanidad, y una reducida competitividad en el mercado.

Un factor a considerar es el costo inicial de implementar programas de mejoramiento genético. Aunque el presente estudio plantea distintos escenarios de inversión (bajo, medio y alto costo) para evaluar su rentabilidad, muchos productores son reacios a adoptarlos debido a la inseguridad sobre el retorno de la inversión. Esta situación se agrava por la escasa disponibilidad de financiamiento y el limitado apoyo institucional para fomentar la mejora genética.

Ante este contexto, el estudio busca analizar la rentabilidad económica de la selección genética en bovinos lecheros de la parroquia Juan Montalvo, proporcionando un análisis económico detallado que permita a los productores tomar decisiones informadas sobre su inversión, además se pretende demostrar que, a pesar de los costos iniciales, la aplicación de estrategias de mejoramiento genético puede incrementar la producción lechera y mejorar la rentabilidad, garantizando la sostenibilidad y competitividad del sector a largo plazo.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general.

Analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Juan Montalvo.

5.2. Objetivos específicos:

- Determinar el valor genético de los fenotipos seleccionados dentro de la parroquia Juan Montalvo.
- Evaluar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa de mejoramiento genético de la parroquia Juan Montalvo.
- Diseñar escenarios económicos la respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético.

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

Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas con relación a los objetivos

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

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Programas de mejoramiento genético

7.1.1. Mejoramiento genético en bovinos

El nivel genético de la ganadería ecuatoriana es muy bueno, pero aún no ha sido explotado a su máximo potencial, aunque cada vez hay más ganaderos que desarrollan sistemas de manejo que permiten a la genética de sus vacas expresarse. Al comparar la genética que tenemos aquí versus la de otros países estamos bastante bien, y si consideramos solamente la genética de los criaderos asociados a la Asociación Holstein Friesian del Ecuador, se podría decir que la Asociación está entre las tres mejores de Latinoamérica. Las políticas son establecidas por Agrocalidad para la importación de genética restringen un desarrollo: acorde al ritmo mundial, porque limitan el acceso a los toros más jóvenes, los cuales tienen el mayor potencial genético (6).

En los últimos 30 años, el ganado bovino especializado en lechería ha tenido un avance productivo espectacular, basado principalmente en el mejoramiento genético y las condiciones ambientales en que se desarrollan los animales.

La raza de mayor especialización en producción de leche a nivel mundial es la Holstein Friesian, cuyos niveles de producción duplican o triplican el promedio de producción de leche nacional, de 3000 litros por vaca. Sin embargo, la indeseada asociación entre altos niveles de producción y problemas funcionales-reproductivos en el ganado Holstein, ha dado inicio a investigaciones y debates sobre la conveniencia de seguir aumentando niveles productivos en las vacas.

El tipo o raza de la vaca lechera que se debe buscar, debe tener al menos las siguientes características:

- a) Un adecuado nivel de producción de leche,
- b) Un nivel de fertilidad que le permita entregar un ternero al año,
- c) Un sistema mamario y extremidades que le permitan mantenerse en el rebaño durante varias lactancias productivas.

7.1.2 Heredabilidad o índice genético

El sistema de producción de bovinos de doble propósito es predominante, representando aproximadamente el 19.5 % de la producción nacional de leche y el 40 % de carne (7). Este sistema está compuesto principalmente por animales cruzados entre razas europeas (*Bos taurus taurus*) y cebuinas (*Bos taurus indicus*), así como con ganado de origen desconocido, con una producción diaria de leche de entre 3 y 9 kg y una duración de lactación de 120 a 180 días. La heredabilidad de la producción láctea en ganado Holstein varía entre 0.13 y 0.57 para la primera lactancia, con una repetibilidad de 0.32 a 0.52 hasta el tercer parto. El mejoramiento genético en bovinos lecheros ha sido fundamental para el incremento en la productividad, siendo la genética responsable de aproximadamente el 30 % de la producción lechera, mientras que el ambiente influye en un 70 %. La selección de animales con alto valor genético es clave para mejorar la eficiencia productiva a lo largo de generaciones. La Asociación Holstein realiza evaluaciones genéticas, apoyados por el Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Bovinos Productores de Leche, cuyo objetivo es incrementar la rentabilidad de los establos mediante la recopilación de información genealógica y productiva. Sin embargo, es necesario ampliar la base de datos para incluir información de establos no registrados, con el fin de mejorar la precisión de las evaluaciones genéticas y optimizar la selección de reproductores (8,9).

$$\text{FENOTIPO} = \text{GENOTIPO} + \text{MEDIO AMBIENTE}$$

7.1.2. Genotipo

El genotipo se define como la composición genética de un organismo, equivalente al genoma o a la combinación alélica en un locus específico. En el contexto del mejoramiento genético del ganado lechero, representa el valor genético heredable que determina la capacidad productiva del individuo. A mediados del siglo XX, se desarrollaron modelos genéticos que permitieron, a través de pruebas en machos y hembras, estimar con precisión el valor genético para la producción de leche, lo que dio origen al "Modelo Animal", utilizado actualmente en la evaluación de reproductores (10,11).

7.1.3. Fenotipo

El fenotipo se refiere a las características observables de un individuo, resultado de la expresión de su información genética en interacción con el ambiente. En otras palabras, es la manifestación visible de un genotipo, la cual puede variar dependiendo de las condiciones en las que se desarrolle el organismo (12).

7.1.4. Índice de selección

El índice de selección es precedente a un método obtenido mediante una ecuación de regresión múltiple generando valores reales a la sugerencia económica de los aspectos heredables de características y correlación genética y fenotípica entre lo representativo de manera que ayuda a separar genotipo en selección simultánea de diferentes signos y adjuntar los animales relacionados con el número obtenido (13).

Para obtener el índice de selección, se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Identificar el sistema productivo que más se asemeje al tipo de trabajo que se realiza.
- Identificar los rasgos clave que se desean mejorar.
- Seleccionar los animales con mayor índice dentro del rango aceptable para la característica determinada.
- Utilizar los animales seleccionados como padres para la nueva generación (14).

7.1.5. Respuesta a la selección

Obtención medida como el cambio fenotípico de la población por generación, refleja claramente la efectividad de estos índices, conociendo valor genético medio entre la descendencia de los progenitores seleccionados para mejorar características específicas como la tolerancia de estrés, eficiencia productiva y la adaptabilidad general del ganado.

Otra consideración que no debe dejarse de lado es que cuando se realiza selección en alguna característica, posiblemente alguna otra característica tienda a variar también, algunas veces en la misma dirección (correlación positiva) o en la dirección opuesta (correlación negativa) (15).

7.1.6. Pesos económicos

Se refieren al incremento en el beneficio económico debido de una mejora genética en un rasgo específico, el cálculo de estos pesos económicos involucra la diferencia en los beneficios entre la situación actual y una situación hipotética en la que un rasgo aumenta en una unidad, conservando los demás rasgos, son esenciales para diseñar índices de selección que permitan optimizar el mejoramiento genético en función de los objetivos económicos de producción (16).

Para estimar los valores genéticos de dos o más características de manera conjunta, teniendo en cuenta las correlaciones entre ellas, se puede emplear la metodología BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) a través de un modelo multivariado. Este enfoque permite incluir tanto las variaciones como las covarianzas entre los rasgos, lo que garantiza que las correlaciones sean consideradas en el análisis (17).

7.1.6.1. Metodologías de la estimación de los pesos económicos

- a) **Función de beneficio:** Este método económico calcula la utilidad del sistema de producción a través del diseño de una función que considera tanto los ingresos como los costos, los ingresos pueden calcularse considerando la venta de terneros, vacas de descarte y la producción de leche, los costos pueden incluir alimentación, salud, mano de obra, reproducción y costos fijos.
- b) **Modelos bioeconómicos:** Derivan el valor económico de cada rasgo de interés, permitiendo una evaluación más completa del impacto de las características en la rentabilidad.
- c) **Modelos estadísticos:** Describen las relaciones cuantitativas entre los niveles de mérito genético y los niveles de insumos y productos de los hatos, en relación con las circunstancias de producción (18).

En Ecuador, una investigación determinó los pesos económicos de los caracteres productivos y reproductivos en la raza Holstein, encontrando que el peso económico para la producción de leche es de 24.71, el valor más alto entre los parámetros evaluados. Además, en este estudio, se realizó un aumento del 1% en el potencial genético para los parámetros de producción de leche, edad al primer parto, intervalo entre partos, peso vivo y vida productiva. Los valores económicos estimados revelaron cambios importantes en cuanto a precios y cantidad de producción de leche en los sistemas de producción a pastoreo en Ecuador (19).

7.2. Manejo zootécnico

7.2.1. Manejo

Las prácticas de manejo son fundamentales en la producción lechera. Aspectos como la higiene durante el ordeño, el bienestar animal y la gestión del estrés tienen un impacto directo en la cantidad y calidad de la leche producida. Un manejo deficiente puede provocar una disminución en la producción y problemas de salud en el ganado. Por ejemplo, el estrés térmico puede afectar negativamente la producción de leche y la salud de las vacas. Es importante tomar medidas para reducir el estrés térmico, como proporcionar sombra, agua fresca y sistemas de enfriamiento adecuados (20).

7.2.2. Nutrición

La alimentación es uno de los pilares en la producción lechera. Una dieta equilibrada que aporte la energía, proteínas, minerales y vitaminas necesarias es esencial para asegurar una alta producción y calidad de la leche. Desequilibrios o deficiencias nutricionales pueden reducir la producción y afectar negativamente la salud del animal. Por ejemplo, la relación forraje-concentrado en la dieta puede influir en el contenido de proteína de la leche. Reducir la cantidad de forraje y aumentar los concentrados puede incrementar el contenido de proteína, pero es necesario mantener un equilibrio para evitar trastornos digestivos y metabólicos.

7.2.3. Edad

La edad de la vaca influye en su capacidad de producción. Generalmente, las vacas alcanzan su pico de producción entre el tercer y quinto parto. Animales muy jóvenes o de mayor edad pueden mostrar una producción reducida. Es importante gestionar adecuadamente la reproducción y el ciclo de vida del ganado para maximizar la eficiencia productiva. Estudios han demostrado que la producción en la primera lactancia está influenciada por la tasa de crecimiento y la edad al primer parto, lo que tiene una correlación positiva con los niveles de producción de leche (21).

7.2.4. Raza

La raza del ganado determina en gran medida su potencial genético para la producción de leche. Algunas razas están especializadas en alta producción lechera, mientras que otras pueden tener una producción menor, pero con mayor contenido de sólidos como grasa y proteínas.

Seleccionar la raza adecuada según los objetivos de producción y las condiciones ambientales es esencial para el éxito en la lechería. Por ejemplo, en la producción caprina, se ha observado que la raza influye significativamente en la producción y composición de la leche, con diferencias notables entre razas en cuanto a la cantidad de leche producida y su contenido de grasa y proteína (22).

7.2.5. Ganancia diaria de peso

La crianza de terneras de reemplazo es un componente clave en la producción lechera, ya que permite obtener animales con un desarrollo adecuado en el menor tiempo posible sin afectar su productividad futura. Existen diversos métodos de crianza: con la madre, donde los terneros permanecen con ella entre 90 y 180 días; con vacas nodrizas, que alimentan a varios terneros según su capacidad; y la crianza artificial, en la que se emplea leche entera, sustitutos lácteos o calostro (23). La elección del sistema depende de los recursos disponibles y de los objetivos de la explotación. Un adecuado manejo nutricional favorece el crecimiento de los terneros, que deben alcanzar entre 90 y 120 kg a los tres meses y entre 170 y 220 kg a los seis meses, dependiendo de la raza y la alimentación suministrada. Además, la suplementación proteica y energética mejora la eficiencia alimentaria, optimizando la conversión del alimento en ganancia de peso (24).

En América Latina, la producción lechera ha evolucionado hacia modelos más intensivos, con tecnología avanzada y pasturas mejoradas que aumentan la rentabilidad del sector. Sin embargo, en algunas regiones, se ha implementado el sistema de doble propósito, que combina la producción de leche con la de carne, permitiendo que los machos descartados de las lecherías sean criados hasta alcanzar un peso adecuado para su comercialización o consumo interno. La combinación de razas especializadas, como los cruces entre Holstein o Jersey con ganado criollo, ha demostrado ser una estrategia eficiente en estos sistemas, ya que mejora la adaptación a condiciones adversas sin comprometer el rendimiento productivo (25).

7.2.6. Sistema de producción

7.2.6.1. Monta

Se puede realizar de dos maneras, libres o dirigidas, dentro del sistema libre el toro detecta los comportamientos de celo de las vacas y monta varias veces, un toro cubre entre 40 y 50 vacas al año, en hatos lechero grandes, los toros rotan, el ganadero es una parte fundamental ya que

es quien se encarga de la detección de calores y la programación de servicios, cada vaca es servida de una a dos veces.

7.2.6.2. Inseminación artificial

Es una de las tecnologías más utilizadas en ganadería, un solo toro puede servir a varias vacas, ya que un eyaculado puede cubrir entre 400 y 500 vacas, por lo tanto, puede producir semen para más de 50,000 vacas por año, además de tener ventajas, como la detección de toros de alta genética y controlar la propagación de enfermedades reproductivas, presenta altos costos de equipos y personal capacitado. Para la conservación del semen se utilizan métodos de congelación, con los que protegen la viabilidad de los espermatozoides para la inseminación (26).

7.2.7. Días abiertos

Los días abiertos representan el tiempo transcurrido entre el parto y la concepción exitosa de una vaca, lo que influye directamente en la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de la explotación lechera. Se calculan tomando en cuenta el intervalo entre ambos eventos y pueden oscilar entre 30 y 305 días debido a variaciones en el manejo y factores ambientales. Para vacas con preñez confirmada, este cálculo es directo, mientras que en aquellas sin diagnóstico de gestación se emplean modelos de estimación basados en regresión. La optimización de este parámetro es crucial, ya que periodos prolongados afectan la producción de leche y aumentan los costos de crianza y reemplazo (27). Factores como la nutrición, la detección eficiente del celo y el manejo adecuado postparto influyen en la reducción de los días abiertos. Para mantener una producción rentable, se busca que la concepción ocurra dentro de los 85 días posparto, permitiendo un intervalo entre partos cercano al año (28). Además, estudios han demostrado que un aumento en los días abiertos no solo prolonga la inactividad reproductiva, sino que también genera pérdidas económicas por disminución de la producción lechera y mayores costos operativos, afectando la sustentabilidad del sistema productivo (29).

7.3. Producción de leche

7.3.1. La producción de leche en Ecuador

La leche es un producto alimentario de un gran valor nutritivo, que contiene vitaminas (A, B12, D) y minerales como, (fósforo, potasio, calcio, magnesio, selenio, yodo, zinc) y es esencial para la alimentación del ser humano (30).

El sector lácteo tiene como actividad principal la producción de leche y sus derivados entre ellos queso, yogur, mantequilla y otros.

En Ecuador se producen aproximadamente 6,15 millones de litros diarios de leche cruda, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (datos 2020). La producción lechera representa una fuente de ingresos para casi 1,2 millones de personas. La industria láctea representa alrededor del 4% del PIB Agroalimentario del país, teniendo un gran impacto económico y un alto potencial de exportación. Conforme los datos del Servicio de Rentas Internas, en septiembre 2021 el sector lácteo tuvo un crecimiento de 10,92 %, comparando con el mismo mes del 2020 (31).

7.3.2. El sector lechero en la parroquia Juan Montalvo

A nivel nacional se estima que la producción lechera alcanza los 5,9 millones de litros diarios. De estos, la industria adquiere 3,9 millones de litros. En Cotopaxi se estima que la producción es de 590.000 litros por día, de los cuales, el 84% se destina a la venta. Sin embargo, desde 2010 hay una disminución en la demanda de leche que los ganaderos calculan en 15%. Los pequeños y medianos productores consideran que este problema ocurre porque se concede el registro sanitario para la elaboración de las bebidas lácteas sobre la base del suero (32).

“Algunos productores dejaron de lado el uso de la leche, para sustituirla por el suero, que es más barato”, aseguró José Fernández, productor. Y añadió que no se respetan los niveles de suero permitidos.

El precio para el litro de leche es de \$ 0,40, pero como no existe la suficiente demanda, se vende hasta en \$ 0,35. Algunos productores se quedan con decenas de litros, que son arrojados a las quebradas. El ingreso de lácteos por las fronteras acentúa este inconveniente (33).

Doscientas veinte y cinco inseminaciones artificiales a vacas han realizado el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través del Programa de Mejoramiento Genético y Repoblamiento Bovino, en el sector Santa Marianita, parroquia Juan Montalvo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, El propósito es mejorar la especie y la producción ganadera, para lo que las pajuelas (semen congelado) son seleccionadas de sementales de altas características productivas. Sesenta crías han nacido, como resultado de la inseminación artificial practicada en Juan Montalvo, lo que muestra índices productivos de 60% y 70% de concepción. Existen varias cosas a tener en cuenta cuando se escoge un lugar, tales

como la seguridad del animal y la del inseminador, la facilidad de su protección contra clima adverso (34).

7.3.3. Razas lecheras de la parroquia Juan Montalvo

7.3.3.1.Holstein

Es originaria de Holanda, considerada una de la más importante, en la producción lechera, sobresaliendo por su productividad, se caracteriza por su gran tamaño (600 – 800 kg) y por sus manchas negras y blanca, es reconocida por tener una producción de leche entre 25 y 35 litros diarios, con un rendimiento anual de 7.200 a 9.000 kg, cabe mencionar que tiene bajo porcentaje de grasa y solidos a diferencia de otras razas y puede reproducirse desde los 15 meses además puede realizarse su primer parto entre los 23 y 27 meses (35).

7.3.3.2.Brown Swiss

Es proveniente de los Alpes suizos, es una de las más antiguas y adaptables, destacada por su capacidad para prosperar en climas fríos como cálidos, es popular en diversas regiones, el ganado Brown Swiss en vacas, pesan entre 1300 y 1400 libras y en toros 2000 libras, su leche es apreciada por su alto contenido de grasa y proteína, en promedio una vaca produce más de 22,000 libras de leche es decir 2,600 galones durante la lactancia y su temperamento dócil contribuye a ser efectiva dentro en los hatos lecheros (36).

7.3.3.3.Jersey

Procedente de las Islas del Canal, es reconocida por su capacidad de producir leche de alta calidad ya que contiene valioso contenido de grasa y sólidos, las vacas jersey son de tamaño pequeño, que pueden llegar a pesar de 350 a 550kg, la leche que producen tiene un aporte nutricional notorio, por lo contrario, en términos de cantidad no es tan alto a diferencia de otras razas, es decir tiene un promedio de producción de 19 a 25 litros de leche por día (37).

7.3.4. La calidad de la leche

Las características nutricionales y microbiológicas son el eje fundamental para evaluar la calidad de la leche, dentro de las nutricionales incluye el porcentaje de proteínas, grasas, lactosa, minerales, vitaminas y solidos totales, mientras que las microbiológicas abarcan la presencia de bacterias, microorganismos patógenos y residuos de medicamentos, que pueden afectar a la salud del ser humano y a los procesos de transformación láctea, por ende los altos niveles de

bacterias y células somáticas no solo alteran las propiedades nutritivas y organolépticas, sino que también disminuye la vida útil de sus derivados.

En muchos países, el consumo de la leche cruda, agrava los riesgos de contraer enfermedades zoonóticas, debido a que no se realiza la pasteurización, donde se eliminan las bacterias, para garantizar una calidad láctea, es importante realizar buenas prácticas de ordeño y mantener una adecuada higiene de los recipientes de almacenamiento de la leche (38).

7.3.5. Densidad

La densidad de la leche es un parámetro físico que indica su composición y calidad. Según la normativa ecuatoriana, la densidad relativa de la leche cruda debe estar entre 1.029 y 1.033 a 15°C y entre 1.028 y 1.032 a 20°C. Si la densidad es inferior a estos valores, puede indicar adulteración con agua o una reducción en el contenido de sólidos no grasos. Por el contrario, una densidad superior puede deberse a la eliminación de grasa o la adición de sustancias no permitidas. Este parámetro es crucial para garantizar la calidad de la leche destinada al procesamiento y consumo (39).

Para corregir la medida de la densidad de la leche, se emplea una ecuación que ajusta la densidad relativa en función de la temperatura de la muestra y la temperatura de calibración del lactodensímetro, generalmente establecida en 15°C o 20°C. La ecuación utilizada es:

$$PC=PTA+0.0002(T-TLD)$$

Donde:

- PC: es la densidad corregida.
- PTA: es la densidad medida a la temperatura actual.
- T: es la temperatura de la muestra en °C.
- TLD: es la temperatura de calibración del lactodensímetro.

Este ajuste permite obtener una medición más precisa, asegurando que las variaciones de temperatura no afecten la interpretación de la calidad de la leche (40).

7.3.6. Lactancia a 305 días

Durante el periodo de la lactancia, la producción de leche, llega a aumentar desde el parto hasta obtener su máximo nivel entre la tercera y sexta semana, cabe mencionar que después, la producción empieza a disminuir de forma paulatina. La persistencia describe la capacidad de la vaca para mantener la producción constante a lo largo de la lactancia, dentro del manejo del ganado lechero, se suele emplear factores de ajuste, en cual se replique la producción parcial acumulada con la producción total esperada, ya que, estos factores permiten estimar la producción total en un periodo de 305 días (41).

7.4. Enfermedades

7.4.1. Virus de la Diarrea Viral Bovina

El virus de la diarrea viral bovina (DVB), del género *Pestivirus* y familia *Flaviviridae*, es un agente que ocasiona los graves problemas reproductivos en el ganado, como abortos, muerte embrionaria, teratogenia, infecciones persistentes y el nacimiento de animales débiles, causando importantes pérdidas económicas. Este virus se transmite de forma horizontal, mediante contacto directo entre animales, y de forma vertical, de madre a feto, lo que perpetúa la infección en el hato. Las hembras gestantes se exponen a cepas no citopáticas entre los días 25 y 125, dando la gestación a los animales inmunotolerantes (persistentemente o PI) que eliminan grandes cantidades del virus, una fuente constante de contagio. Aunque algunos animales PI aparentan ser normal, presentan retraso en el crecimiento, enfermedades recurrentes y aprobar antes de cumplir un año. Para controlar esta enfermedad, se implementan programas de aplicación, medidas de bioseguridad, como restringir el movimiento de animales, y la eliminación de individuos PI (42).

7.4.2. Leptospira

La leptospirosis es una zoonosis bacteriana de gran impacto en la industria pecuaria, ya que provoca abortos, mortinatos, infertilidad y reducción en la producción lechera, generando pérdidas económicas significativas. Es causada por espiroquetas del género *Leptospira*, las cuales son excretadas en la orina de mamíferos silvestres y domésticos, contaminando suelos y cuerpos de agua, lo que facilita la transmisión a otros animales y humanos a través de membranas mucosas o heridas en la piel. La especie patógena más común es *Leptospira interrogans*, con múltiples serogrupos y serovariedades que varían según la región y el

hospedador. En bovinos, el serovar *hardjo* es uno de los más frecuentes, mientras que en roedores, porcinos y caninos predominan *icterohaemorrhagiae*, *pomona* y *canicola*, respectivamente. En países tropicales y subtropicales, la prevalencia de la infección aún no está completamente determinada, pero en regiones como Estados Unidos se han reportado tasas entre el 35-50% (43,44).

7.4.3. Virus Sincicial Respiratorio Bovino

El virus respiratorio sincicial bovino (VRSB) es una de las principales causas de neumonía en terneros, afectando principalmente a aquellos estabulados durante sus primeros seis meses de vida (45). Este virus infecta el epitelio del tracto respiratorio, con mayor impacto en los bronquiolos, provocando bronquiolitis severa. Un virus similar en humanos, el VRS, genera patologías comparables en lactantes, aunque los estudios en modelos animales como ratones han sido clave para comprender su inmunología (46). La replicación del VRSB en cultivos celulares es complicada, lo que dificulta el desarrollo de vacunas eficaces, especialmente en terneros con niveles de anticuerpos maternos (MDA), ya que la respuesta inmune puede ser inadecuada o incluso exacerbar la enfermedad tras la exposición al virus. Este fenómeno ha sido documentado en vacunas humanas con virus inactivado, lo que resalta la importancia de comprender la inmunidad del VRSB para mejorar estrategias de control y prevención en el ganado (47).

7.4.4. Rinotraqueitis Infecciosa Bovina

La rinotraqueitis infecciosa bovina (RIB) es una enfermedad viral de distribución mundial causada por el herpesvirus bovino tipo 1 (VHB-1), perteneciente a la familia *Herpesviridae* y subfamilia *Alphaherpesvirida* (48) e. Afecta principalmente el tracto respiratorio y reproductivo del ganado, generando un impacto significativo en la productividad debido a la disminución de la producción de leche, pérdida de peso, abortos y mortalidad en casos graves (49). Su transmisión ocurre de manera directa, a través de secreciones respiratorias, oculares y genitales, o indirectamente mediante fómites, equipos contaminados, semen y embriones (50). Factores como estrés, transporte, altas densidades de animales y tratamientos con corticosteroides pueden reactivar infecciones latentes, favoreciendo la propagación del virus (51).

7.4.5. Parainfluenza Tipo 3

El virus de la parainfluenza bovina tipo 3 (bPI-3V) es una infección de distribución mundial que afecta a bovinos, ovinos, caprinos y otros rumiantes, además de primates no humanos, aunque su transmisión a humanos es limitada (52). Es una causa significativa de morbilidad y pérdidas económicas en la industria ganadera, ya que contribuye al complejo respiratorio bovino (CRB), una patología multifactorial en la que interactúa con otros virus como el virus respiratorio sincitial bovino y bacterias como *Mannheimia haemolytica* y *Pasteurella multocida* (53). La enfermedad clínica es más frecuente en terneros con una transferencia pasiva deficiente de anticuerpos maternos, manifestándose con fiebre, secreción nasal y tos seca. Su papel inmunosupresor favorece infecciones secundarias que agravan la neumonía enzoótica y el CRB en el ganado de engorde (54). La infección primaria por bPI-3V genera inflamación en el tracto respiratorio, predisponiendo a infecciones bacterianas secundarias que pueden causar daño pulmonar severo e incluso la muerte, lo que resalta la importancia de su control en los sistemas de producción bovina (55).

8. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis 1: El análisis del índice de selección permitió identificar factores genéticos de los fenotipos seleccionados, según los rasgos fenotípicos en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos en leche de la parroquia de Juan Montalvo.

Hipótesis 0: El análisis del índice de selección no permite identificar factores genéticos de los fenotipos seleccionados, según los rasgos fenotípicos para programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos en leche de la parroquia de Juan Montalvo.

De acuerdo al estudio se determina que la hipótesis uno cumple la condición para la cual es validado con el estudio mediante los resultados del sistema BLUP, por la razón la hipótesis nula queda descartada.

9. METODOLOGÍA

9.1. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la parroquia Juan Montalvo, ubicada en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, a una altitud de 3111 metros sobre el nivel del mar, es una zona de clima variable que oscila entre periodos fríos, secos, ventosos o lluviosos que

influye en la producción agropecuaria. La parroquia consta de 26 barrios, de los cuales 20 son rurales y 6 urbanos, siendo la ganadería lechera una de las principales actividades económicas. El estudio se enfoca en evaluar los beneficios económicos y hace énfasis en el impacto con la productividad y las implicaciones de los productores. Para ello, se ejecuta en tres barrios de la parroquia: Pusuchisi, Juan Pablo Segundo e Isimbo Uno, donde se concentran pequeños y medianos productores de leche interesados en el programa, permitiendo así una evaluación integral de la efectividad y viabilidad en el campo lechero (56).

Figura 1 Mapa de la parroquia Juan Montalvo



Fuente: https://servltga.latacunga.gob.ec/portal_ec/latacunga.php, consultado en diciembre de 2025

Figura 2 Área de estudio



Fuente: Mapa de Georreferenciación de la parroquia Juan Montalvo GAD – Latacunga, consultado en diciembre de 2025

9.2. Población de estudio

El estudio se llevó a cabo con la participación de ocho pequeños y medianos productores de leche y con 66 bovinos de diferentes edades y categorías productivas, incluyendo vacas,

vaconas, terneras, terneros y torete. La investigación consideró el seguimiento de cada animal, cabe mencionar que los animales ingresaban desde que nacen, permitiendo un análisis integral de su desarrollo y desempeño dentro del sistema productivo. El área de estudio abarcó los barrios Pusuchisi, Juan Pablo Segundo e Isimbo I, donde se evaluaron las condiciones de manejo, alimentación, genética y productividad de los hatos.

Tabla 2 Pequeños y Medianos productores de leche

| SECTOR | PROPIETARIO | CANTIDAD DE BOVINOS |
|-------------------|----------------------|----------------------------|
| ISIMBO UNO | María Olalla | 1 |
| | Nelly Pilatasig | 3 |
| | Subtotal | 4 |
| JUAN PABLO | Víctor Hugo Gallardo | 12 |
| | Subtotal | 12 |
| SEGUNDO | Cesar Gallardo | 18 |
| | Gladys Espín | 9 |
| | Subtotal | 50 |
| PUSUCHISI | Gloria Gallardo | 3 |
| | Laura Tapia | 10 |
| | María Gallardo | 10 |
| | Subtotal | 50 |
| TOTAL, | BOVINOS | 66 |

9.3. Enfoque del estudio

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recopilación de datos (ganancia diaria de peso, densidad, lactancia a 305 días y altura a la cruz) en el campo para

después ser procesados y tabulados, información generada que después será analizada e interpretada para obtener el resultado final.

9.4. Tipo de estudio

Esta investigación se caracteriza por ser de campo donde se aplicó un método de carácter descriptivo, para lo cual se empleó técnica de observación, entrevista y fichas para la recolección de información (Excel), los datos recopilados a través del proyecto están orientados hacia aspectos productivos, para la selección de bovinos productores de leche, estableciéndose como ejemplares prácticos para la mejora genética para lo cual se contactó a los productores, que se encontraban registrados dentro del proyecto, de la parroquia Juan Montalvo, con la finalidad de socializar y obtener su consentimiento para recopilar datos de su ganado, además, una vez empezado el levantamiento de la información se realizó el diagnóstico médico a el ganado, que incluían vacas vacías y vacas para confirmar la preñes guiado por el Dr. a cargo del proyecto de mejoramiento genético, además se procedió con desparasitación, vitaminización, a todos los animales, que se encontraban dentro del proyecto, si fuese el caso, y tratamientos de los mismos según el requerimiento.

9.5. Recopilación de datos

Se registró la información detallando la genealogía de los animales, considerando aspectos como: ganancia diaria de peso, producción de leche, densidad de la leche, costos asociados a la producción, los mismos que fueron ingresados en la base de datos Excel.

9.6. Valor genético

Para determinar el valor genético se realizó el estudio de campo por tres meses consecutivos (Octubre, Noviembre y Diciembre), del año 2024 donde se recopiló y registró información de los bovinos tales como: información genealógica, peso en kilogramos del animal para luego ser transformado a gramos, densidad de la leche utilizando el lactodensímetro, altura a la cruz del animal mediante la cinta métricas, la información recopilada fue registrada en la base de datos de Excel para su almacenamiento y posteriormente será evaluada mediante el método BLUP.

9.7. Ganancia diaria de peso

La ganancia de peso de los bovinos se registró por tres meses consecutivos (Octubre, Noviembre y Diciembre), para lo cual se utilizó la cinta bovino métrica, se registró la medición inicial de todos los bovinos en estudio en la base de datos de Excel, una vez obtenidos los datos, se procesó la información que permitió calcular la ganancia diaria de peso obtenido de los terneros, terneras, vaconas, toretes y vacas, los resultados obtenidos serán analizados e interpretados considerando las variables como alimentación y temporada climática del entorno.

Para determinar el aumento de peso a lo largo de los distintos meses y un promedio, se llevó a cabo el siguiente proceso.

Inicialmente se procede a calcular los días transcurridos, es decir los días que pasaron en el transcurso de la toma de datos de los tres meses, el primer dato se calcula de octubre a noviembre con 36 días y el segundo de noviembre a diciembre de 36 a 37 días.

Para la cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Días Transcurridos} = ((\text{Fecha 2}) + (\text{Fecha 1}))$$

Posteriormente se procedió a calcular la ganancia diaria de peso apoyándonos con una fórmula para mayor facilidad, empezando del (noviembre – octubre) y (diciembre – noviembre) y por último se procedió a sacar el promedio de los dos datos obtenidos de la ganancia de peso.

$$GDP = \frac{(\text{Peso 2}) - (\text{Peso 1})}{\text{Días Transcurridos}} * 1000$$

9.8. Costo de producción

Para calcular el costo de producción de la leche, se recopiló información con los pequeños y medianos productores de la zona en estudio, la información se obtuvo mediante una entrevista en la cual se consideró preguntas relacionadas con la inversión en la alimentación, gastos veterinarios, precio de venta de la leche, servicios básicos, costos de mano de obra, maquinaria, etc, según sea el caso.

9.9. Calidad de la leche

Para determinar la calidad de la leche se procedió a tomar la densidad de la leche, con ayuda del lactodensímetro, lo cual consistía en colocar el lactodensímetro, dentro del balde de leche, se esperó unos minutos y se procedió a ver la densidad y la temperatura para luego a través de una tabla, obtener la densidad corregida, posterior a eso se realizó el promedio de la densidad dentro de los tres meses, además se realizó un test de mastitis utilizando el reactivo CMT (California Mastitis Test), para lo cual se utilizó una paleta donde se colocó cantidades similares de leche de cada pezón con el reactivo. El procedimiento aplicado permitió detectar posibles anomalías en la composición de la leche, la presencia de células somáticas indicativas de mastitis, permitiendo obtener resultados completos de la calidad de la leche.

Fórmula del promedio de la densidad:

$$\text{Promedio} = \frac{(\text{Densidad 1}) + (\text{Densidad 2}) + (\text{Densidad 3})}{3}$$

9.10. Selección de reproductoras

Mediante la base de datos generada en el tiempo de estudio se recopiló datos los cuales fueron ingresados, tabulados, analizados e interpretados, según los resultados estadísticos obtenidos, se realizó la selección de reproductoras consideraron variables como la ganancia diaria de peso, la lactancia a 305 días, la calidad de la leche e ingresos económicos, este análisis tiene como finalidad identificar a los bovinos que se encuentran en condiciones óptimas y cumplen con los criterios de selección.

El cálculo de la respuesta a la selección se llevó a cabo mediante la aplicación de la siguiente fórmula para cada característica seleccionada:

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

Donde:

h^2 : es la heredabilidad de carácter

I: es la intensidad de selección

A: es la precisión de la estima del valor genético obtenido en el BLUP

IG: es el intervalo generacional

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación se desarrolló mediante la recopilación de datos en el campo de estudio para lo cual se consideró variables importantes y necesarias a ser analizadas previo a la selección, el estudio tiene como finalidad validar y conocer la autenticidad de la información y características requeridas para mejorar la rentabilidad de los productores.

A continuación, se presentan los datos recolectados en la parroquia Juan Montalvo:

10.1. Población de bovinos

En el área de estudio se trabajó con 8 productores de 3 barrios de la Parroquia Juan Montalvo con un total de 66 bovinos de diferentes categorías que se detalla a continuación:

Tabla 3 Distribución bovinos.

| PRODUCTORES | TERNERA | TERNERO | TORETE | VACONA | VACA | TOTAL, GENERAL |
|----------------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-------------------|
| Cesar Gallardo | 3 | 1 | | 4 | 10 | 18 |
| Gladys Espín | 3 | | 1 | 2 | 3 | 9 |
| Gloria Gallardo | 1 | | | | 2 | 3 |
| Laura Tapia | 3 | 1 | | | 6 | 10 |
| María Gallardo | 1 | | 2 | 1 | 6 | 10 |
| María Olalla | | | | 1 | | 1 |
| Nelly Pilatasig | | | 2 | 1 | | 3 |
| Víctor Hugo Gallardo | 5 | | | 1 | 6 | 12 |
| TOTAL GENERAL | 16 | 2 | 5 | 10 | 33 | 66 |

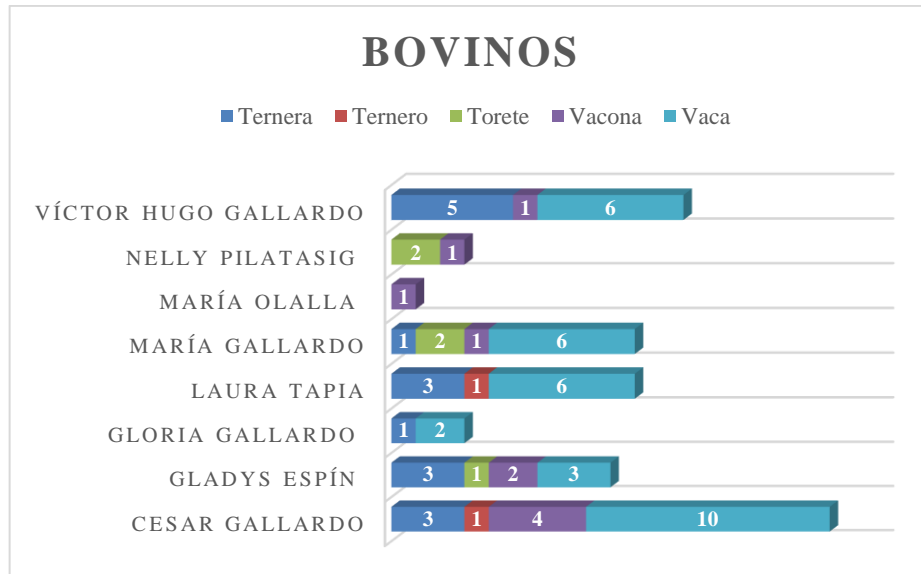


Figura 3. Distribución, Población Bovinos

La tabla 3 y la figura 3. Destalla los datos obtenidos y tabulados, se determina que los productores tienen en su mayoría vacas, se identificó 33 vacas, la mitad de la población en estudio, seguido de 16 terneras que están criando para productoras de leches, 10 vaconas 5 toretes y 2 terneros, dando como resultado 59 hembras y 7 machos existentes en el sector.

10.2. Estado reproductivo

De la población en estudio se determinó el estado de gestación con las siguientes variables:

Tabla 4 Estado de reproductivo

| Estado reproductivo | |
|----------------------------|-----------|
| Gestante | 20 |
| Inmadura | 19 |
| No gestante | 15 |
| Por confirmar Preñez | 5 |
| Macho | 7 |
| TOTAL | 66 |

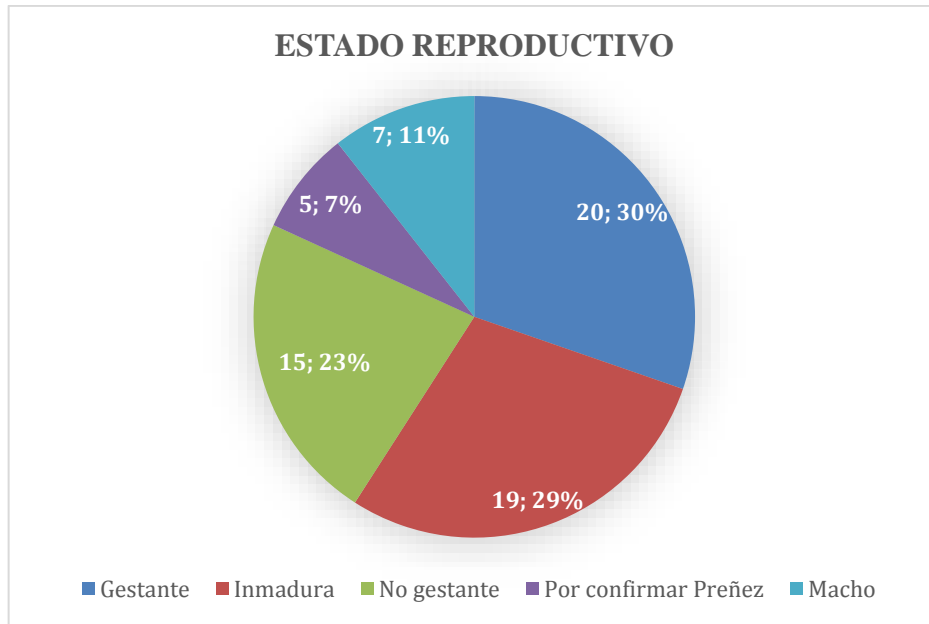


Figura 4 Estado de gestación.

La tabla 4 y la figura 4 representa la distribución del estado reproductivo de los 66 bovinos de la parroquia Juan Montalvo con, 20 vacas gestantes (30 %), seguido de 19 (29%) vaconas y terneras que todavía no han desarrollado su sistema reproductivo y se determina su estado de gestación inmadura, 15 vacas no gestantes (23 %) por diferentes motivos, 5 (7%) vacas que se encuentra por confirmar la preñez y 7 machos (11%) que por su naturaleza no son gestantes. El mayor porcentaje corresponde a las vacas gestantes, lo que indica una actividad reproductiva significativa para la parroquia, además las terneras y las vaconas representa una inversión a futuro dentro de cada productor y a la productividad dentro de cada hato lechero, destacando la importancia de un manejo adecuado para su desarrollo. Un estudio realizado por Horrach M, et al. (2020) analiza las tendencias actuales en la eficiencia reproductiva de sistemas bovinos con inseminación artificial, mencionan que la implementación de nuevas tecnologías, como la inseminación artificial a tiempo fijo, puede mejorar la eficacia reproductiva, además recalcan que el éxito de estas tecnologías depende de una organización y evaluación precisas de todo el proceso reproductivo, para lo cual recomienda que, para reducir el porcentaje de vacas no gestantes, es importante implementar prácticas de manejo que faciliten la detección de celo y una adecuada alimentación (57). Además, un estudio reciente evaluó la tasa de preñez en vacas repetidoras sometidas a IATF con semen fresco y protocolos hormonales echo por Monteros J, et al. (2025). El cual señala que la aplicación de estos protocolos puede ser una alternativa viable para mejorar la eficiencia reproductiva en los hatos lecheros(58).

10.3. Estado de salud animal

De los datos registrados se determina el siguiente estado:

Tabla 5 Estado de salud

| Estado de salud | |
|--------------------------|-----------|
| Enfermedad Reproductivas | 5 |
| Sin enfermedad | 61 |
| Total | 66 |

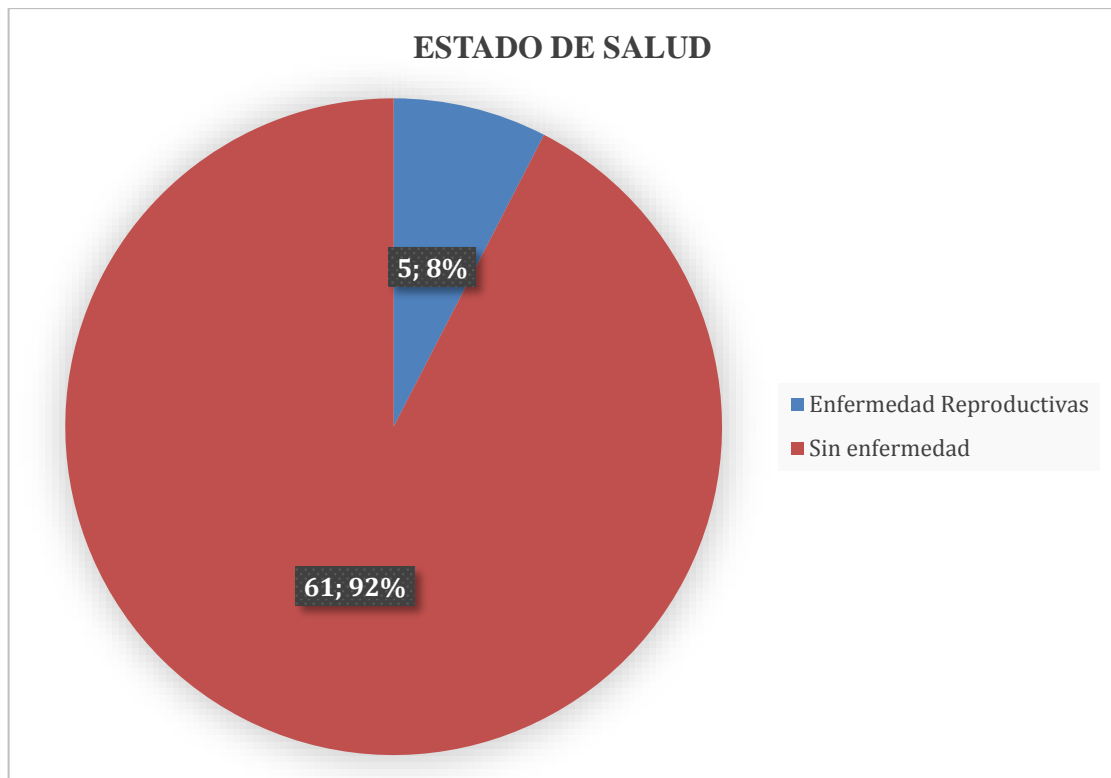


Figura 5 Estado de salud

Se puede analizar que en la tabla 5 y la figura 5, de un total de 66 bovinos evaluados, se observó que 61 animales (92.4%) no presentaban enfermedades, mientras que 5 animales (7.6%) fueron diagnosticados con enfermedades reproductivas. El diagnóstico fue realizado con la supervisión del docente encargado del proyecto. Los animales que requirieron tratamiento lo recibieron según sus necesidades específicas. Además, todos los bovinos dentro del programa de mejoramiento genético de la parroquia fueron desparasitados y administrados vitaminas. Es

importante mencionar que algunas vacas no presentaban celo desde hace meses, lo que puede estar relacionado con anestro posparto o deficiencias nutricionales. La presencia de un 7.6% de animales con enfermedades reproductivas es un indicador relevante, como lo menciona Gutiérrez H, et al. (2020) en un estudio realizado en Oaxaca, México, en el cual señala que estas afecciones pueden afectar significativamente la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de los grandes y pequeños productores, entre las enfermedades más comunes se encuentran la diarrea viral bovina (DVB), la rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR) y la leptospirosis, las cuales pueden provocar infertilidad, abortos y otros trastornos reproductivos, señalando su impacto en la productividad (59). De igual forma Severino L, et al. (2020) detalla que el anestro posparto es otra condición que afecta la eficacia reproductiva, caracterizada por la ausencia del ciclo estral después del parto. Factores como el amamantamiento continuo y una inadecuada condición corporal pueden alargar esta fase, este estudio indican que el amamantamiento inhibe la secreción de hormonas como la GnRH y la LH, que son esenciales para renovar de la actividad ovárica. Al mismo tiempo, una nutrición deficiente puede prolongando el periodo de anestro(60).

10.4. Docilidad

Se determinó la docilidad de los animales según los datos recopilados:

Tabla 6 Docilidad animal

| DOCILIDAD | TERNERA | TERNERO | TORETE | VACA | VACONA | TOTAL |
|------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|---------------|--------------|
| Indócil | 4 | 1 | 4 | 12 | 3 | 24 |
| Dócil | 12 | 1 | 1 | 21 | 7 | 42 |
| TOTAL | 16 | 2 | 5 | 33 | 10 | 66 |

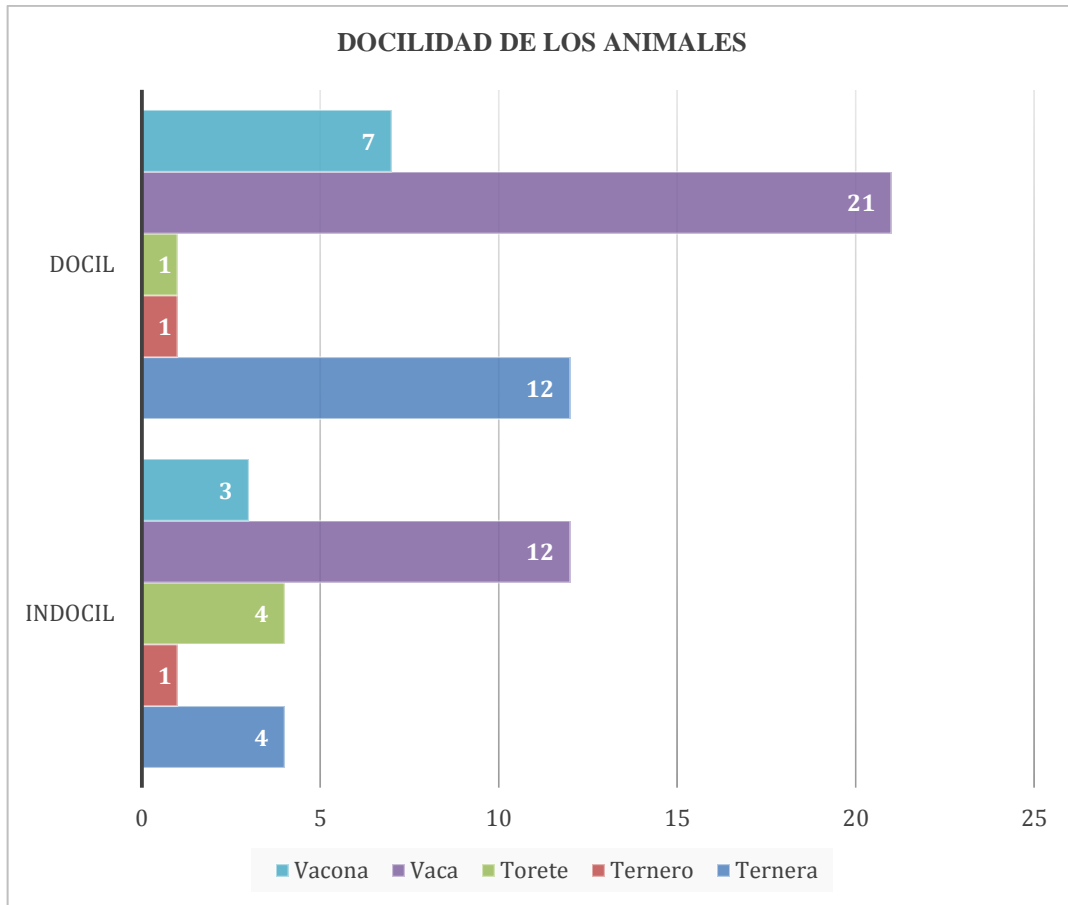


Figura 6 Docilidad

La tabla 6 y la figura 6, muestra la distribución de la docilidad en las diferentes categorías de los animales, en el cual se observa que las vacas y vaconas presentan un mayor número de individuos dóciles, esto puede deberse a su constante interacción con el personal encargado del ordeño y manejo diario, lo que favorece a tener un comportamiento más tranquilo, por otro lado los toretes muestran un mayor porcentaje de animales indóciles, que puede deberse a su etapa de desarrollo o a factores hormonales, lo que los hace tener comportamientos agresivos o defensivos y por último, los terneros y terneras que en su mayoría son dóciles debido a su menor exposición a situaciones de manejo en comparación con las vacas. Además, en un estudio realizado por Padilla C y Subirana A (2023) se analizó diversos factores que afectan el bienestar y comportamiento de las vacas lecheras en Bolivia. Lo cual destacaron que una relación adecuada entre el ser humano y el animal, especialmente durante el ordeño, es importante para reducir el estrés y promover comportamientos dóciles en las vacas igualmente resaltaron que el manejo adecuado y las condiciones ambientales óptimas son fundamentales para mantener un comportamiento dócil y una alta productividad en las vacas lecheras (61).

10.5. Fenotipo de la ganancia diaria de peso

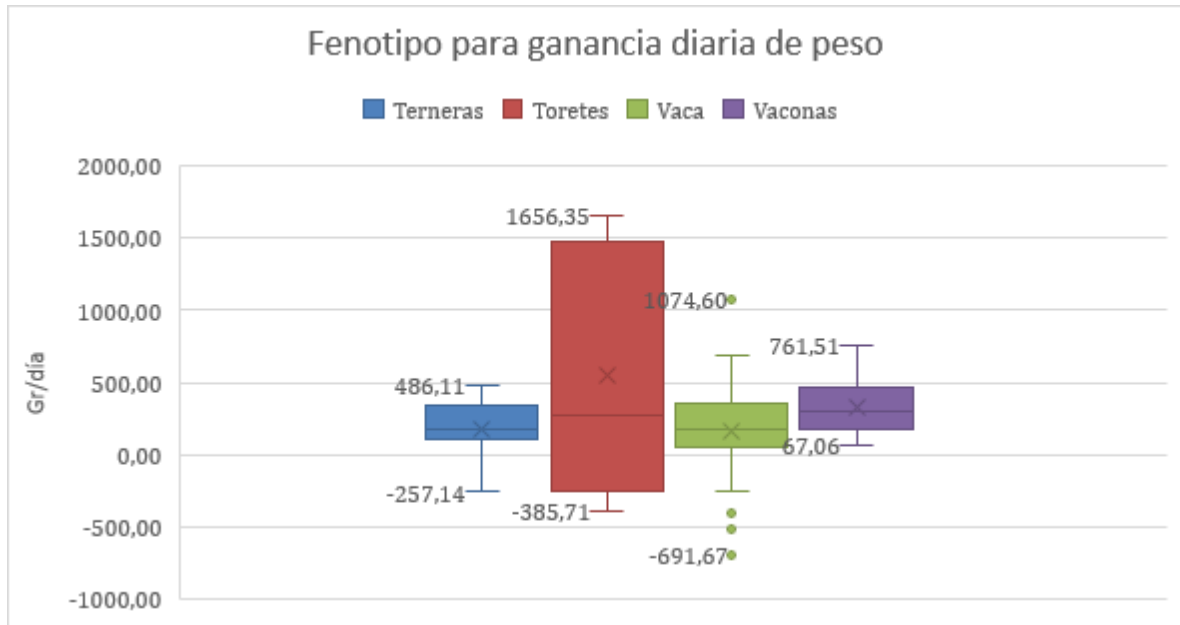


Figura 7 Fenotipo de la ganancia diaria de peso

El análisis de la figura 7 se basa en fenotipo, el cual muestra importantes diferencias entre categorías. En la categoría de vacas, el mayor fenotipo lo tiene Maya 1074.6, gr mientras que el menor lo tiene Ines -691.7 gr. Esto indica una gran variabilidad fenotípica dentro de esta categoría, lo que sugiere que factores ambientales pueden estar influyendo significativamente en la expresión fenotípica. En la categoría de vaconas, Martina 761.5 gr tiene el fenotipo más alto, mientras que Reyna 111.1 gr tiene el más bajo, lo que sugiere que, a diferencia de las vacas, la variabilidad en las vaconas es menor. En la categoría de terneros, Chocolate 486.1 lidera en fenotipo, mientras que Ramon -257.92 gr es la de menor desarrollo fenotípico, lo que resalta diferencias significativas entre animales jóvenes. En la categoría de toretes, Julianl 1656.3 gr es el mejor fenotípicamente, mientras que Julio -385.7 gr tiene el menor fenotipo, aunque irónicamente Julio es el mejor por EBV, lo que refuerza la importancia de no seleccionar solo por fenotipo.

10.6. Proyección del valor de estima de cría para ganancia diaria de peso

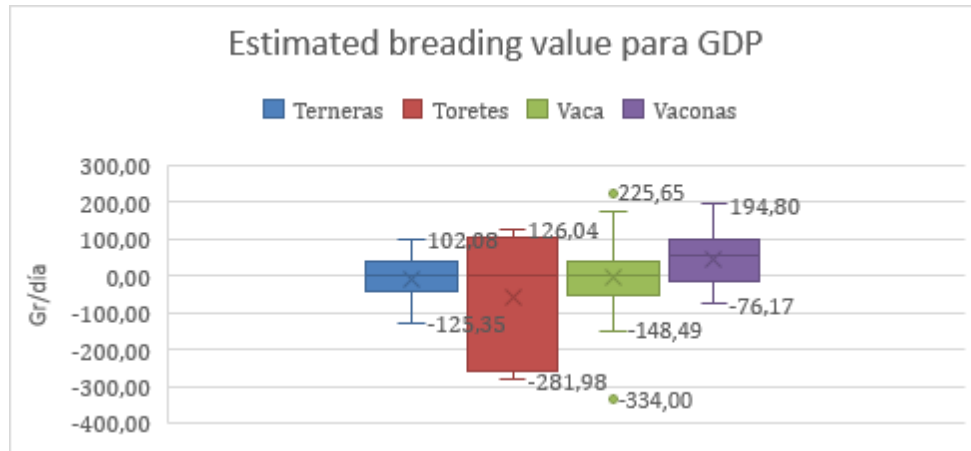


Figura 8 Proyección del valor de estima de cría para GDP

Por otro lado, la figura 8 basada en EBV muestra una que la categoría de vacas, Maya 225,65 gr tiene el mayor EBV, lo que confirma que es la mejor opción genética, mientras que la vaca Inés con -334,00 gr se señala como el peor EBV, lo que la hace un animal no recomendable para selección genética. En vaconas, Valentina con 194, 80 gr tiene el mejor EBV, mientras que Reyna -76,17 gr tiene el peor, lo que refuerza que no siempre un buen fenotipo es indicativo de un buen potencial genético. En terneros, Ursula 102.08 gr tiene el mejor EBV, mientras que Pintada -109.92 gr tiene el peor, lo que sugiere que la selección temprana basada en EBV puede ser clave. En toretes, Julio 126,04 gr tiene el mejor EBV, mientras que Ener -281,98, gr tiene el peor, lo que reafirma que el fenotipo y el EBV pueden ser divergentes.

Tabla 7 Mejores animales con mayor EBV

| ID | CATEGORÍA | PHENOTYPE | EBV | ACCURACY | PROYECCION DEL VALOR DE CRIA |
|-----------|-----------|-----------|---------|----------|------------------------------|
| Maya | Vaca | 1074,60 | 225,65 | 0,51 | 452,85 |
| Valentina | Vacona | 67,06 | 194, 80 | 0,44 | 422,00 |
| Ursula | Terneros | 214,28 | 102.08 | 0,52 | 329,28 |
| Julio | Toretos | -385,71 | 126,04 | 0,53 | 353,24 |

La ganancia de peso en terneros y vacas está relacionada con su desarrollo corporal, se determinó que las principales causales son: genética deficiente, nutrición deficiente, enfermedades y parásitos, el manejo y el estado fisiológico. Estudios recientes han profundizado en cómo estos elementos afectan el crecimiento y la eficiencia productiva en bovinos. Como lo puede corroborar, Ybalmea R. (2015), el cual señala que una nutrición

adecuada y prácticas de manejo eficientes son esenciales para garantizar un crecimiento óptimo en los terneros, lo que se optimiza en mejores tasas de ganancia de peso y, a largo plazo, en una mayor productividad en la etapa adulta. De igual manera, se enfatiza la importancia de la calidad del calostro y la suplementación adecuada para fortalecer el sistema inmunológico y promover un desarrollo saludable(62).

Con respecto a las vacas, la suplementación de minerales durante la lactancia tiene un impacto significativo en su condición corporal y en la eficiencia reproductiva. Un estudio realizado, Por Pineda V. y Valiente O. (2019) en el Bajo Chaco Paraguayo mostraron que los terneros suplementados tuvieron una ganancia diaria de peso significativamente mayor en comparación con los no suplementados. Además, aunque el porcentaje de preñez fue similar en ambos grupos, las vacas con terneros suplementados presentaron una mejor condición corporal al final del estudio, lo que señala que la suplementación no solo beneficia el crecimiento de los terneros, sino que también mejora la condición corporal de las vacas, lo que puede influir positivamente en su desempeño reproductivo (63).

Es importante señalar que tener estrategias de alimentación adecuadas tanto para terneros como para vacas. En terneros, una dieta bien formulada y procesada correctamente puede promover un desarrollo ruminal óptimo, Para las vacas, la suplementación durante la lactancia no solo favorece el crecimiento de sus crías, sino que también mantiene o mejora su condición corporal.

10.7. Fenotipo para lactancia a los 305 días

Tabla 8 Mejores animales respecto a su Fenotipo

| ID | PROPIETARIO | PHENOTYPE | EBV | ACCURACY | PROYECCION DEL VALOR DE CRIA |
|----------|----------------|-----------|--------|----------|------------------------------|
| Fortuna | Cesar Gallardo | 5381,10 | 449,42 | 0,53 | 3168,53 |
| Juana | Maria Gallardo | 5025,63 | 330,36 | 0,50 | 3049,47 |
| Cecilia | Cesar Gallardo | 4794,58 | 296,05 | 0,53 | 3015,16 |
| Agustina | Maria Gallardo | 4452,44 | 158,40 | 0,50 | 2877,51 |

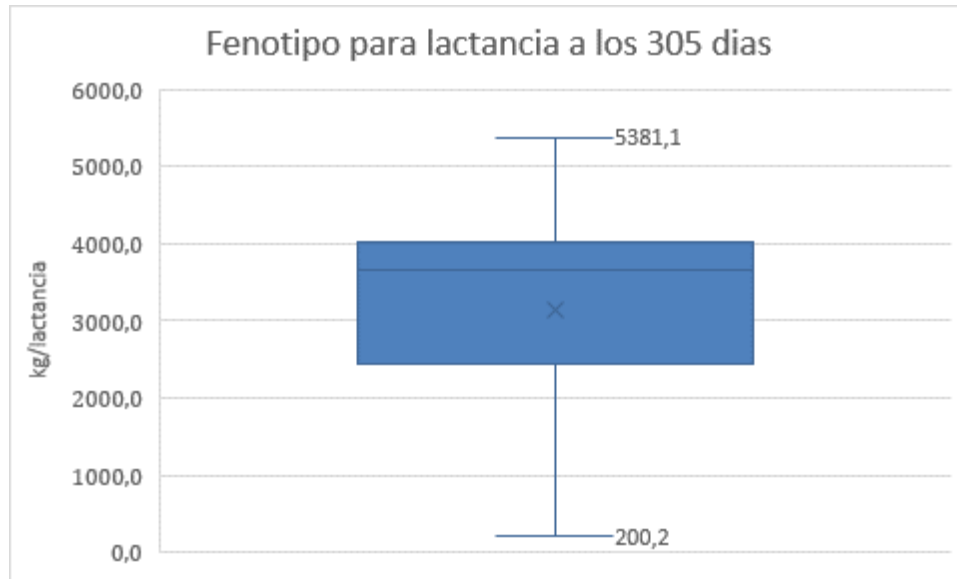


Figura 9 Fenotipo para la lactancia a los 305

La tabla 8 presenta los cuatro mejores animales seleccionados exclusivamente por su fenotipo en producción de leche ajustada a 305 días, destacando que la vaca Fortuna con mayor rendimiento de 5381,10 litros por lactancia, seguida por la vaca Juana con 5025,63 litros por lactancia, Cecilia 794,58 litros por lactancia y Agustina 4452,44 litros por lactancia. A pesar de estas diferencias en producción fenotípica, el EBV muestra variaciones, como Fortuna liderando con 449,42 litros por lactancia, indicando su alto potencial genético. El accuracy del EBV varía entre 0,50 y 0,53, lo que señala una confianza moderada. La figura 9 muestra el valor máximo que alcanza la lactancia a 305 días con un 5381,1 litro por lactancia que corresponde a la vaca Fortuna y el mínimo 200,2 litros por lactancia que corresponde a la vaca Valentina lo que evidencia una alta variabilidad en la producción de leche dentro de los animales evaluados de la parroquia.

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

Tabla 9 Mejores animales respecto al EBV

| ID | PROPIETARIO | PHENOTYPE | EBV | ACCURACY | PROYECCION DEL VALOR DE CRIA |
|------------|----------------------|-----------|--------|----------|------------------------------|
| Fortuna | Cesar Gallardo | 5381,10 | 449,42 | 0,53 | 3168,53 |
| Niña negra | Victor Hugo Gallardo | 3692,63 | 418,56 | 0,50 | 3137,67 |
| Juana | Maria Gallardo | 5025,63 | 330,36 | 0,50 | 3049,47 |
| Esperanza | Gloria Gallardo | 3959,23 | 312,86 | 0,21 | 3031,97 |

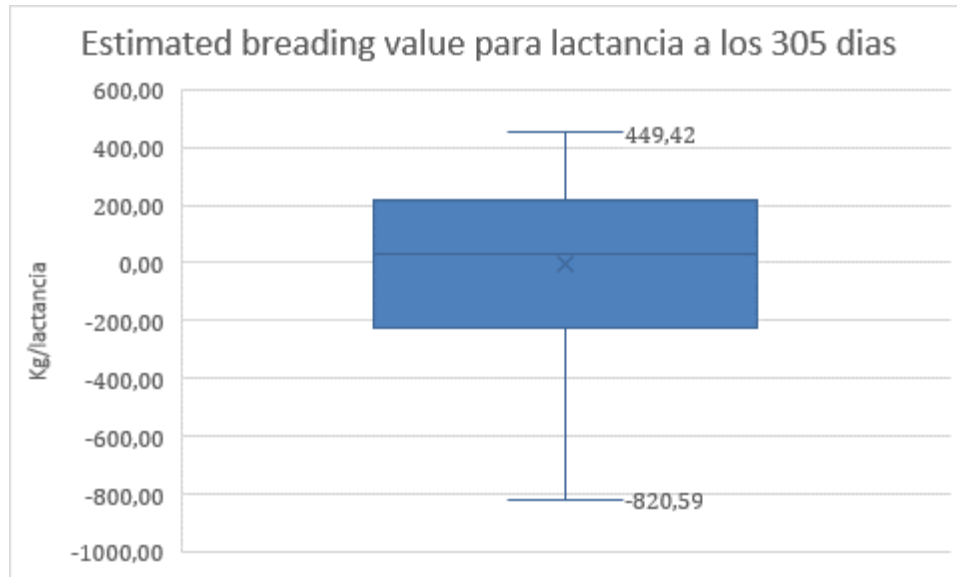


Figura 10 Estima de cría para lactancia a los 305 días

En el análisis de la tabla 9, se evaluaron cuatro vacas seleccionadas en función de su valor de cría estimado (EBV) para la producción de leche ajustada a 305 días. Los datos muestran que Fortuna presenta la mayor producción fenotípica con 5381,10 litros /lactancia y el EBV más alto de 449,42 litros /lactancia, lo que sugiere un alto potencial genético para la producción lechera. Además, otras vacas, como la Niña Negra, tienen una producción fenotípica menor de 3692,63 litros /lactancia, pero con un EBV elevado de 418,56 litros /lactancia, lo que indica un potencial genético significativo para mejorar la producción en su descendencia. El accuracy del EBV varía entre los animales escogidos, señalando como la más baja a Esperanza con un 0,21, lo que indica menor confiabilidad en su estimación en comparación con las otras vacas. Además, la figura 10, muestra la distribución de los valores de cría estimados para la producción de leche a 305 días, con un rango que oscila entre aproximadamente 449,42 litros /lactancia señalando a la vaca Fortuna y -820,59 litros /lactancia perteneciente a la vaca Ratona, lo que evidencia la variabilidad en el potencial genético dentro de la población evaluada.

Estos datos son relevantes con estudios previos que mencionan la importancia de considerar tanto los valores fenotípicos como genéticos en programas de mejoramiento. Por ejemplo, Pallette et al. (2023), mediante una investigación realizada en Cuenca de Lima, Perú han demostrado que la producción de leche ajustada a 305 días es un indicador clave para evaluar el rendimiento y potencial genético de las vacas lecheras, y reportó una producción promedio de 7166 litros en 305 días(64). Además otros autores como Condo et al. (2021), con un estudio echo en Ecuador, reportan una producción promedio de 3224,30 litros por lactancia ajustada a

305 días en vacas Holstein mestizas bajo sistemas de pastoreo(65), asimismo este estudio realizado en Argentina por Vallone et al. (2015), encontró que las vacas de primer parto de la raza Holstein produjeron en promedio 7162 litros en 305 días, mientras que las de la raza Pardo Suizo produjeron 6168 litros en el mismo período, recalcando que estas variaciones en la lactancia pueden deberse a factores como la genética, la alimentación y las prácticas de manejo (66).

10.9. Fenotipo para la densidad de la leche

Tabla 10 Mejores animales respecto a su fenotipo

| ID | Propietario | Phenotype | EBV | Accuracy | Proyección del valor de cría |
|--------------|----------------|-----------|-------|----------|------------------------------|
| Bernarda | Cesar Gallardo | 28,94 | 0,010 | 0,54 | 26,98 |
| Cristina | Laura Tapia | 28,93 | 0,077 | 0,54 | 27,04 |
| Juli | Cesar Gallardo | 28,87 | 0,055 | 0,54 | 27,02 |
| Jersey/Jessy | Cesar Gallardo | 28,83 | 0,058 | 0,54 | 27,03 |

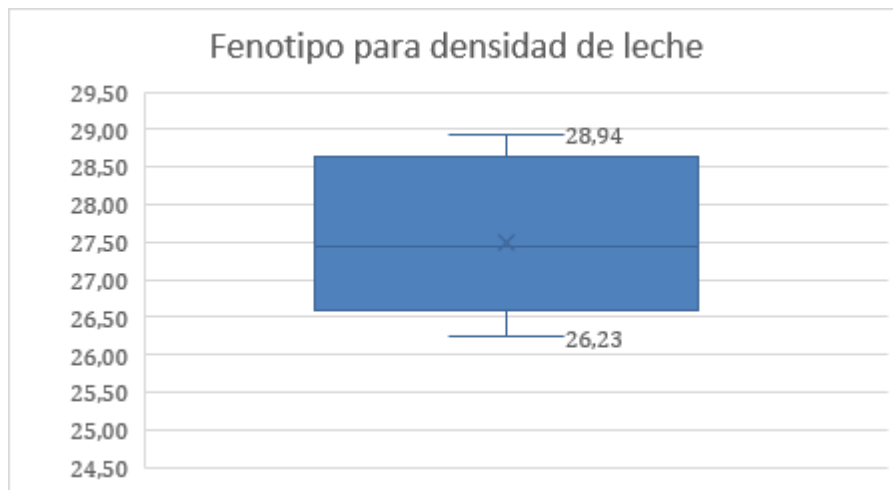


Figura 11 Fenotipo para densidad de la leche

Se seleccionaron los cuatro mejores animales en función de la densidad de la leche, eligiéndolos según su fenotipo como se puede ver en la tabla 10. Los valores de densidad registrados varían entre 28,83 y 28,94, siendo Bernarda la vaca con la mayor densidad 28,94 y Jersey/Jessy la de menor densidad 28,83. Se evaluó el valor estimado de cría (EBV), donde Cristina obtuvo el

mayor EBV, de 0,077, lo que indica un mayor potencial para transmitir esta característica a su descendencia, mientras que la vaca Bernarda tuvo el EBV más bajo a comparación de las demás de 0,010. El accuracy es igual en todas las vacas de 0,54 lo que significa que las valoraciones son moderadamente confiables. Por otro lado, en cuanto a la proyección del valor de cría, Cristina lidera con 27,04, seguida por Jersey/Jessy 27,03, Juli 27,02 y Bernarda con el valor más bajo 26,98. Al comparar estos resultados con el promedio de densidad de leche de la parroquia de Juan Montalvo que es de 26,96, se observa que los animales seleccionados están por encima de esta media, lo que confirma que tienen un mejor desempeño en esta característica. La figura 11 refuerza estos datos al mostrar los valores máximos (28,94) y mínimos, ejemplo la vaca Niña negra que tiene el valor más bajo de 26,23 de los fenotipos. Por lo cual se puede señalar que los cuatro animales seleccionados superan el promedio de la población en densidad de leche, y Cristina resalta como la mejor opción para la mejora genética debido a su alto EBV y su proyección en la descendencia.

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

Tabla 11 Mejores animales con mayor EBV

| ID | Propietario | Phenotype | EBV | Accuracy | Proyección del valor de cría |
|--------------|----------------|-----------|-------|----------|------------------------------|
| Cristina | Cesar Gallardo | 28,93 | 0,077 | 0,54 | 27,04 |
| Ratona | Laura Tapia | 27,07 | 0,077 | 0,51 | 27,04 |
| Jersey/Jessy | Cesar Gallardo | 28,83 | 0,058 | 0,54 | 27,03 |
| Juli | Cesar Gallardo | 28,87 | 0,055 | 0,54 | 27,02 |

En la tabla 11, se observa a los cuatro mejores animales con el mayor, valor de cría estimado (EBV), Cristina, dueño el señor César Gallardo, y Ratona, dueña la señora Laura Tapia, quienes obtuvieron los mayores EBV (0,077), lo que indica que poseen el mayor mérito genético. Sin embargo, su accuracy varía, Cristina tiene 0,54 y Ratona 0,51, lo que significa que el accuracy en Cristina es más confiable, que en de la Ratona. Por otro lado, Jersey/Jessy y Juli, también del señor César Gallardo, presentan valores de EBV positivos pero menores (0,058 y 0,055). Ambas vacas tienen una accuracy de 0,54, lo que indica una mayor confiabilidad en sus estimaciones, lo cual se determina que a pesar que Ratona tiene mayor EBV, tiene menos confiabilidad. El accuracy es factor esencial, ya que mide la confiabilidad del EBV de los animales, un valor más alto indica que el EBV es más estable y menos propenso a cambios, es importante mencionar que, en este estudio, los valores del accuracy son moderados, lo que

confirma que los cuatro animales seleccionados poseen un potencial genético superior al promedio poblacional.

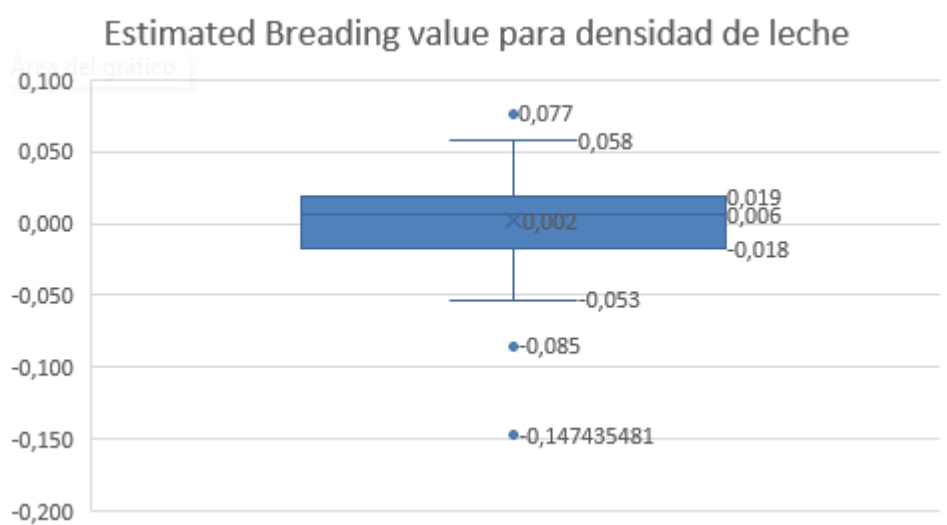


Figura 12 Valor de estima de cría para la densidad de leche

La figura 12 refuerza esta interpretación al mostrar la distribución del EBV en general de la parroquia. Se observa que los valores positivos, como los de Cristina y Ratona, están en el extremo superior, igualmente se puede observar que existen valores negativos en otros animales, por ejemplo, Chela que tiene -0,14, lo que indica que no todos los animales poseen una genética favorable para mejorar la densidad de la leche. Además, se puede ver que el promedio general del EBV es cercano a 0,002, lo que indica que existen animales con buenos y bajos méritos genéticos, en términos de selección, los animales con EBV altos y mayor accuracy son más confiables para la mejora genética, ya que su desempeño esperado tiene menor variabilidad y mayor impacto en la descendencia.

La densidad de la leche es un factor esencial que puede influir en la calidad y rendimiento de la misma, diversos estudios han analizado los factores que afectan la calidad de la leche y estrategias para su mejoramiento. Un estudio realizado por Nieto et al. (2020), señalan que la dieta de las vacas lecheras juega un papel fundamental en la composición y densidad de la leche, además dichos autores evalúan el efecto de la suplementación con ensilaje de haba alpargata y remolacha forrajera en la producción y calidad de la leche. Los resultados indicaron que la inclusión de estos ensilajes afectó positivamente la composición de la leche, incrementando los porcentajes de proteína y grasa, lo que puede estar relacionado con una mayor densidad (67). De igual forma otro estudio, realizado por Montero et al. (2021), en Panamá indica que la

densidad promedio de la leche cruda se sitúa entre 1,029 y 1,033 g/mL, y además que la leche producida en su país presenta características físico químicas acordes a normas internacionales, incluyendo una densidad dentro del rango ya mencionado(68).

10.11. Costos de producción y beneficios del Productor

La importancia de los costos de producción es incuestionable, conocer los costos de producción permite a los productores tomar decisiones sobre cambios, requeridos técnico o necesidades de financiamiento, entre otras, además de que les permite negociar en el mercado, a pesar de lo planteado anteriormente, muy pocos productores lo consideran, muchos de los productores llevan estimaciones económicas de forma empírica.

Tabla 12 Costos de producción de la leche

| PROPIETARIO | TOTAL LITROS MES | PRECIO DE VENTA DEL LITRO DE LECHE | GASTOS LECHE | COSTO PRODUCCIÓN POR LITRO | INGRESO LECHE | BENEFICIO |
|----------------------|------------------------|---|-----------------|----------------------------------|------------------|---------------|
| Cesar Gallardo | 2700 | 0,38 | 660,00 | 0,24 | 1.126,00 | 466,00 |
| Laura Tapia | 1500 | 0,38 | 676,00 | 0,45 | 570,00 | -106,00 |
| Gladys Espín | 600 | 0,36 | 201,00 | 0,34 | 216,00 | 15,00 |
| Gloria Gallardo | 240 | 0,36 | 89,00 | 0,37 | 86,40 | -2,60 |
| María Gallardo | 1200 | 0,38 | 676,00 | 0,56 | 456,00 | -220,00 |
| Nelly Pilatasig | 300 | 0,50 | 240,00 | 0,80 | 150,00 | -90,00 |
| María Olalla | 0 | - | 182,00 | - | - | -182,00 |
| Víctor Hugo Gallardo | 1350 | 0,38 | 330,00 | 0,24 | 1.213,00 | 883,00 |
| TOTAL | 7890,00 | 2,74 | 3.054,00 | 3,01 | 3.817,40 | 763,40 |
| PROMEDIO | 986,25 | 0,34 | 381,75 | 0,38 | 477,18 | 95,43 |

El análisis de costos de producción de la tabla 9, es un factor determinante en la rentabilidad de la producción lechera. Los datos recopilados reflejan variaciones en costos y beneficios entre diferentes productores, lo que permite identificar áreas de mejora en la gestión económica de los hatos. Según estudios menciona, la optimización de la alimentación y el manejo sanitario son aspectos clave para maximizar la producción lechera y reducir los costos operativos (69).

Según la información recolectada, los costos de producción incluyen gastos en alimentación, salud, manejo y otros insumos necesarios para el mantenimiento de las vacas en producción. En el estudio, el productor con mayor rentabilidad fue Víctor Hugo Gallardo, con un beneficio de \$883.00, mientras que otros productores, como María Gallardo y Laura Tapia, presentaron

pérdidas de hasta \$220.00 y \$106.00, respectivamente. Este resultado resalta la necesidad de optimizar los costos operativos y mejorar la eficiencia en la producción de leche. (García-Ruiz et al. (2016)) destacan que una adecuada selección genética y un manejo eficiente pueden generar aumentos significativos en la rentabilidad del productor (70).

El costo promedio de producción por litro de leche fue de \$0.38, con variaciones según el manejo y la productividad de cada hato. Se observó que aquellos productores con menores costos de alimentación y mejores prácticas de manejo lograron mayores márgenes de rentabilidad. Además, la importancia de registrar los costos de manera precisa se hace evidente, ya que muchos productores aún realizan cálculos empíricos sin considerar todos los factores de inversión (71).

Un caso particular es el de María Olalla, quien no obtuvo ingresos debido a que su vaca se encontraba en estado de gestación, lo que generó un déficit de \$182.00 solo en costos de mantenimiento. Este hallazgo resalta la importancia de planificar la reproducción y la gestión del ganado para evitar períodos de inactividad en la producción.

En conclusión, la implementación de estrategias para reducir costos sin afectar la calidad de la producción es clave para mejorar la rentabilidad. Se recomienda mejorar la eficiencia en la alimentación, optimizar el manejo del hato y aplicar tecnología para registrar y analizar los costos con mayor precisión. Además, es fundamental que los productores adopten prácticas de gestión financiera que les permitan tomar decisiones informadas y maximizar sus beneficios.

10.12. Análisis de las Correlaciones de costos

Las correlaciones ayudan a medir la relación entre dos variables. Un valor positivo indica que ambas variables tienden a aumentar juntas, mientras que un valor negativo indica una relación inversa.

Tabla 13 Correlaciones de coeficientes de los costos

| RELACIÓN | COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | INTERPRETACIÓN |
|--|----------------------------|--|
| Precio de Venta del Litro de Leche + Beneficio | 0.22 | Relación positiva pero débil. Un aumento en el precio de venta no implica necesariamente un gran aumento en los beneficios. |
| Beneficio + Costo | 0.05 | Relación casi nula. Un aumento en los costos no tiene un impacto significativo en los beneficios. |
| Beneficio + Costo de Producción por Litro | -0.31 | Relación negativa. A medida que el costo de producción aumenta, el beneficio disminuye, lo que sugiere que la eficiencia en costos es clave. |
| Beneficio + Ingreso de Leche | 0.85 | Relación positiva fuerte. Los productores con mayores ingresos por venta de leche tienden a tener mayores beneficios. |
| Costo de Producción + Precio de Venta del Litro de Leche | 0.80 | Relación positiva fuerte. Cuando el costo de producción es mayor, también tiende a haber un precio de venta más alto. |
| Ingreso de Leche + Total Litros Mensual | 0.86 | Relación muy fuerte. A mayor cantidad de litros vendidos, mayor ingreso total. |

Considerando que los productores con más ganancias (Víctor Hugo Gallardo y Cesar Gallardo) tienen costos bajos y altos ingresos, mientras que los productores con pérdidas tienen costos muy altos en relación con sus ingresos, para lo cual es necesario reducir costos de producción y buscar aumentar la producción de leche para mejorar la rentabilidad, para lo cual se recomienda replicar las estrategias de producción (alimentación) de los productores que obtienen una ganancia óptima, ver en la tabla 13.

Selección de la mejor vaca

Según los datos, la vaca ID 1 (Fortuna) es la mejor opción, ya que:

- Tiene la mayor producción de leche en 305 días (5,381.10 litros).
- Presenta el EBV más alto (449.42), lo que significa que su descendencia tendrá un excelente potencial de producción lechera.
- Su proyección de valor de cría es 3,168.53 litros, confirmando que sus crías heredarán una alta capacidad productiva.

Según los resultados obtenidos del Sistema BLUP, se plantea 3 escenarios que buscan brindar alternativas para mejorar la rentabilidad y costos de mejoramiento genético:

10.13. Escenarios de rentabilidad y costos asociados al mejoramiento genético.

Para evaluar la rentabilidad del programa de mejoramiento genético de los hatos lecheros, se han diseñado tres escenarios con diferentes niveles de inversión en alimentación, manejo y salud. Los valores presentados en la Tabla 10 han sido determinados mediante:

Datos históricos y proyecciones genéticas (EBV): Se han utilizado registros previos y evaluaciones del Valor Genético Estimado (EBV) para proyectar el desempeño a futuro de los animales en términos de producción de leche y ganancia diaria de peso, utilizando el método BLUP (72).

Incremento progresivo de costos según la inversión en alimentación y manejo: Es importante considerar que, a mayor inversión en insumos de calidad y mejores prácticas de manejo, se obtiene un mejor desempeño productivo.

Mejoras esperadas en producción y calidad con el programa de mejoramiento genético, de la parroquia de Juan Montalvo: La selección de animales con altos valores genéticos permite obtener optimizar la producción y una mejor calidad de la leche, (73).

Tabla 14 Escenarios de rentabilidad

| Variable | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario3 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Bajo Costo | Medio Costo | Alto Costo |
| Estimación del valor genético de ganancia diaria de peso (kg/día) | 0.6 | 0.8 | 1 |
| Proyección del valor de cría para lactancia (litros en 305 días) | 4,500 | 6,000 | 7,500 |
| Densidad de la leche (g/cm ³) | 1.03 | 1.035 | 1.04 |
| Costo de alimentación y manejo por vaca anual | \$150.00 | \$250.00 | \$350.00 |
| Costo de salud y seguimiento por vaca anual | \$50.00 | \$75.00 | \$100.00 |
| Costo total por vaca anual | \$220.00 | \$375.00 | \$600.00 |

10.14. Análisis de rentabilidad por escenario

Escenario 1 Bajo Costo:

Este escenario presenta una menor inversión de \$220.00 dólares anuales, pero su proyección de producción de leche es la más baja de 4,500 litros en 305 días. Puede ser adecuado para productores con recursos limitados, o sistemas de producción extensivos. Sin embargo, el menor gasto en alimentación y manejo podría limitar el potencial productivo del ganado y prolongar los periodos de recuperación entre lactancias. A continuación, se menciona algunas ventajas y desventajas del primer escenario.

- **Ventajas:** Requiere menor inversión inicial y gastos operativos bajos y es una alternativa viable para productores con presupuestos limitados.
- **Desventajas:** Baja producción de leche, menor retorno económico debido a la baja productividad y mayor riesgo de problemas de salud y menor mejora genética a largo plazo.

Escenario 2 Medio Costo: Este escenario aumenta la producción a 6,000 litros en 305 días con un costo moderado \$375.00 dólares anuales, lo que representa una mejora significativa en comparación del primer escenario. Es una opción equilibrada entre inversión y rendimiento, ideal para pequeños y medianos productores que buscan incrementar la rentabilidad sin comprometer demasiado su presupuesto. A continuación, se menciona algunas ventajas y desventajas del segundo escenario.

- **Ventajas:** Mejor relación costo-beneficio en comparación con el Escenario 1, mayor producción de leche, lo que permite un mejor retorno económico y la mejora en la calidad genética sin una inversión excesiva.
- **Desventajas:** Requiere un mayor nivel de manejo y control sobre la alimentación y la salud.

Escenario 3 Alto Costo: Implica la mayor inversión \$600 dólares anuales, pero también ofrece la mayor producción esperada de 7,500 litros en 305 días. Maximiza el retorno si el mercado paga un buen precio por la leche. Este enfoque es ideal para productores que buscan aprovechar al máximo el potencial genético de sus animales mediante un manejo intensivo y una nutrición mejorada. A continuación, se menciona algunas ventajas y desventajas del tercer escenario.

- **Ventajas:** Incrementa la producción de leche y la rentabilidad, favorece una mejor genética en las siguientes generaciones.
- **Desventajas:** Requiere una alta inversión inicial y un control adecuado del manejo y la rentabilidad depende del precio de mercado de la leche y la estabilidad de costos de producción.

10.15. Selección del escenario

En base al objetivo de la investigación de maximizar la producción y rentabilidad, el Escenario tres, es la mejor opción, ya que la vaca Fortuna 1 presenta un alto potencial genético que puede aprovecharse con una mejor alimentación y manejo, La inversión en este escenario permite obtener el mayor retorno económico a través del aumento en la producción de leche y la mejora de la genética del hato en futuras generaciones, cabe mencionar que fueron variables analizadas según los resultados obtenidos en el método BLUP, además se debe considerar el Escenario 2 Medio Costo, ya que también es propicio en caso de no contar con el presupuesto necesario, donde disminuiría la inversión en alimentación pero se proyecta una buena producción de leche.

Se determina que para la vaca ID 1, se debería aplicar el Escenario 1 Alto Costo, ya que garantizará una mayor producción y mejores crías en futuras generaciones, según las variables que presenta en el estudio.

Los resultados obtenidos en los tres escenarios de rentabilidad para dar respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético, enfocado a hatos lecheros, demuestran cómo diferentes niveles de inversión en alimentación, manejo y salud afectan la producción y rentabilidad. Un estudio realizado por, Marizancén M, y Pimentel L, (2017) afirman que la composición de la leche está regulada por varios factores, siendo uno de los más importantes la genética además, señalan que mediante la inseminación artificial es posible realizar cruzamientos precisos que mejoran la tasa de crecimiento de las crías, generando animales más rentables(74), asimismo, Larios et al. (2020), han demostrado que la implementación de evaluaciones genéticas ha influido en las tendencias genéticas de la producción lechera en razas como Suizo Americano y Jersey, aunque el progreso ha sido variable, lo que indica la necesidad de estrategias de selección más efectivas(75).

11. IMPACTOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

11.1. Impacto Social

Mejora en la calidad de vida de los productores al incrementar sus ingresos y asegurar la estabilidad económica del sector ganadero y capacitaciones en mejoramiento genético y cuidado de los bovinos beneficiando a los productores y comunidad.

11.2. Impacto Ambiental

Optimizar el uso de insumos para la producción lechera, referente a la alimentación de los bovinos en potreros u otros además fomentar prácticas sostenibles en la ganadería, basadas en el bienestar animal y concientizando la importancia del cuidado de los recursos naturales.

11.3. Impacto Económico

Incrementar la rentabilidad de los pequeños y medianos productores, al mejorar la producción y calidad de la leche, de forma que se reduzca los costos de inversión a largo plazo, mediante la selección de bovinos más eficientes y productivos en beneficio de los productores.

12. CONCLUSIONES

Se concluyó mediante la selección de fenotipos basados en el modelo BLUP que es eficaz para evaluar el potencial genético de los bovinos. Los bovinos con valores de EBV positivos altos presentan una mejor capacidad productiva para mejora genética sostenible, reduciendo tiempo de lactancia y aumentando la producción por bovino.

El mejoramiento genético del ganado lechero requiere una inversión inicial, pero genera beneficios económicos a largo plazo. Aunque los costos de alimentación y salud aumentan con animales de mejor genética, la mayor producción de leche compensa estos gastos. Como ejemplo, las vacas más productivas Fortuna con 5,381 litros en 305 días (EBV 449.42), esta selección genética ayuda especialmente a pequeños y medianos productores a optimizar sus recursos y mejorar su rentabilidad.

Se empleó 3 escenarios, 1 inversión mayor rentable a largo plazo debido a su producción lechera, 2 Medio Costo representa un punto de equilibrio entre inversión y productividad y el Escenario, 3 Bajo Costo es viable para productores con recursos limitados, aunque no maximiza la producción, pero implementación de estrategias de mitigación de costos. En general, la

aplicación genética basado en selección de fenotipos es clave para incrementar la rentabilidad y sostenibilidad de la producción lechera en la parroquia Juan Montalvo.

13. RECOMENDACIONES

Es fundamental implementar un sistema de seguimiento continuo a los productores involucrados en el programa de mejoramiento genético. Esto permitirá evaluar el impacto del proyecto en la rentabilidad de sus unidades productivas y detectar posibles dificultades en la aplicación de las recomendaciones técnicas. Se recomienda establecer visitas periódicas de asesoramiento técnico, realizar charlas de capacitación y sesiones de intercambio de experiencias entre los productores. Además, incentivar la participación de nuevas tecnologías, que contribuirá a fortalecer el compromiso y la sostenibilidad del programa.

Se recomienda garantizar una alimentación adecuada y manejo sanitario óptimo durante la gestación contribuirá al desarrollo de terneros saludables y a mejorar la producción lechera postparto, además capacitar a los productores en buenas prácticas de manejo reproductivo.

Dado que los costos de producción influyen directamente en la rentabilidad de las explotaciones lecheras, es recomendable realizar un análisis detallado de los factores que más impactan en los gastos de cada propietario. Se sugiere promover prácticas de alimentación eficiente basadas en el uso de forrajes de alta calidad y suplementación estratégica para reducir la dependencia de concentrados comerciales. Además, se pueden gestionar acuerdos con proveedores locales para la compra de insumos a precios preferenciales aquellos productores que están dentro del proyecto.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. Revista Gestión | Sector lácteo en Ecuador: una mirada a los desafíos y oportunidades [Internet]. [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://revistagestion.ec/analisis-economia-y-finanzas/sector-lacteo-en-ecuador-una-mirada-los-desafios-y-oportunidades/>
2. González H, García J, Guatibonza nés. Exenciones tributarias como factor diferenciador para la competitividad local y regional. Revista Estrategia Organizacional. 9 de marzo de 2022;11(1):131-54.
3. Revolucionando la industria láctea de Ecuador: un enfoque de innovación y el progreso [Internet]. 2023 [citado 10 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.cil-ecuador.org/post/revolucionando-la-industria-l%C3%A1ctea-de-ecuador-un-enfoque-de-innovaci%C3%B3n-y-el-progreso>
4. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Informe FAO analiza fortalezas y brechas de la producción láctea en América Latina y el Caribe | FAO en Ecuador | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. 2022 [citado 18 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1617635/>
5. Producción lechera en Cotopaxi se ha reducido en un 50% por falta de alimentos - La Gaceta [Internet]. [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://lagaceta.com.ec/produccion-lechera-en-cotopaxi-se-ha-reducido-en-un-50-por-falta-de-alimentos/>
6. PRIMICIAS. Productores de Cotopaxi, en alerta por abigeato y bajos precios de la leche [Internet]. 2022 [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productores-cotopaxi-alerta-abigeato-bajos-precios-leche-ecuador/>
7. Román S, Ruiz F, Romano J, Vásquez CG, Vega V, Román H, et al. Correlaciones genéticas entre producción de leche y características de crecimiento en una población multirracial. Rev Mex Cienc Pecu [Internet]. 1 de abril de 2018 [citado 30 de enero de 2025];9(2):316-27. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242018000200316&lng=es&nrm=iso&tlng=es

8. Parámetros genéticos para producción de leche de ganado Holstein en dos modalidades de control de producción [Internet]. [citado 30 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000400005
9. Pallete AE. Evaluación y selección de toros lecheros. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 2001 [citado 30 de enero de 2025];12(2):150-60. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200019&lng=es&nrm=iso&tlng=es
10. Céspedes Montealegre Carlos de. Epistasis y persistencia de la enfermedad. 2019;
11. Pallete AE. Evaluación y selección de toros lecheros. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 2001 [citado 30 de enero de 2025];12(2):150-60. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200019&lng=es&nrm=iso&tlng=es
12. Copelli S. Desde la herencia a la manipulación de los genes. Vol. (54) 11-4905-1100.
13. Restrepo GPEQJ. Índices de selección y niveles independientes de descarte para dos características productivas y reproductivas en un hato holstein (Bos taurus). 14 de junio de 2008;
14. Gatica M. Índice de Selección EBI: ¿Qué Mejorar y Cómo Mejorar a través de la Genética de Nuestro Rebaño? [Internet]. 2020 [citado 2 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://agrocolun.cl/indice-de-seleccion-ebi-que-mejorar-y-como-mejorar-50/>
15. Ciappesoni G; PMR. OBJETIVOS DE SELECCION Y PROGRESO GENETICO .
16. Cascante Segura S. Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa. octubre de 2021;
17. Salazar F. Objetivos de la mejora genética en bovinos de leche. 2012.

18. Cassandro M, Pretto D, Lopez-Villalobos N, De Marchi M, Penasa M. Estimación de valores económicos de las propiedades de coagulación de la leche en el ganado Holstein-Friesian italiano. *J Dairy Sci.* 1 de agosto de 2016;99(8):6619-26.
19. Ortuño Barba C, Chacón Marcheco E, Cartuche Macas L, Carrillo Alvarez I, Guevara Viera G, Ortuño Barba C, et al. PESOS ECONÓMICOS PARA UN ÍNDICE DE SELECCIÓN DE LA RAZA HOLSTEIN FRIESIAN EN EL ECUADOR. *Chilean journal of agricultural & animal sciences [Internet].* 2023 [citado 16 de febrero de 2025];39(2):164-76. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902023000200164&lng=es&nrm=iso&tlng=es
20. Pedraz De JR. Factores que afectan la producción de leche: causas y soluciones [Internet]. 2024 [citado 30 de enero de 2025]. Disponible en: <https://blog.centropediatria.es/factores-que-afectan-la-produccion-de-leche/>
21. Castillo Badilla GVLBHVFRZJJ. Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras de Costa Rica. 2018 [citado 30 de enero de 2025];30, núm. 1,. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.33430>
22. Salvador A, Martínez G. Factores que afectan la Producción y composición de la leche de cabra: revisión bibliográfica Factors that Affect Yield and Composition of Goat Milk: A Bibliographic Review.
23. Hazard S, Ingeniero T, Se AM. ALIMENTACION DE TERNEROS Y VAQUILLAS DE LECHERIA INTRODUCCIÓN.
24. Ferrufino Villalba FV. Ganancia de peso en vacas de descarte, alimentadas con dos porcentajes de raciones de balanceado en el Departamento de Misiones. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.* 21 de diciembre de 2023;7(6):2001-10.
25. Vargas C. COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE PESO EN BOVINOS REYNALD JERSEY Y JERSEY, DURANTE LA ETAPA DE DESARROLLO. *Agronomía Mesoamericana [Internet].* 2008 [citado 30 de enero de 2025];19(2):227-32. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43711425007>
26. Gómez Gasque R. REPRODUCCIÓN BOVINA. 2016 [citado 30 de enero de 2025]; Disponible en: www.produccion-animal.com.ar

27. La Torre W. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 2001 [citado 30 de enero de 2025];12(2):179-84. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200022&lng=es&nrm=iso&tlng=es
28. Temesgen M, Assen A, Gizaw T, Minalu B, Mersha A. Factores que afectan el intervalo entre el parto y la concepción (días abiertos) en vacas lecheras de las ciudades de Dessie y Kombolcha, Etiopía. PLoS One [Internet]. 1 de febrero de 2022 [citado 30 de enero de 2025];17(2):e0264029. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8853564/>
29. Vacas lecheras: Cómo valorar nuestra gestión de la reproducción [Internet]. [citado 30 de enero de 2025]. Disponible en: <https://ruminants.ceva.pro/es/reproduccion-en-vacas-lecheras>
30. Ionita E. La producción de leche en Ecuador [Internet]. 2022 [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
31. MAG y Agrocalidad inauguran laboratorio para control de calidad de la leche en Cotopaxi – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. 2023 [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/mag-y-agrocalidad-inauguran-laboratorio-para-control-de-calidad-de-la-leche-en-cotopaxi/>
32. Morais D. El Telégrafo - Ganaderos de Cotopaxi producen 590.000 litros de leche por día [Internet]. 2016 [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/193/1/ganaderos-de-cotopaxi-producen-590-000-litros-de-leche-por-dia>
33. Morais D. Ganaderos de Cotopaxi producen 590.000 litros de leche por día. [Internet]. 2016 [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: <https://history.edairynews.com/ecuador/ganaderos-de-cotopaxi-producen-590-000-litros-de-leche-por-dia/>
34. Chiluisa Bravo ES. La cadena productiva de la leche y la productividad en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga. 2019.

35. Buchanan D. ANIMALES QUE PRODUCEN ALIMENTOS LÁCTEOS | Principales razas de Bos taurus. Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition. 2002;284-92.
36. Michigan ME. Historia de las razas de vacas lecheras: Brown Swiss - Extensión de la MSU [Internet]. 2016 [citado 29 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.canr.msu.edu/news/history_of_dairy_cow_breeds_brown_swiss
37. Buchanan DS. Animales que producen productos lácteos: principales razas de Bos taurus. Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition. 2002;284-92.
38. Calderón A, García F, Martínez G. INDICADORES DE CALIDAD DE LECHE CRUDAS EN DIFERENTES REGIONES DE COLOMBIA INDICATORS OF RAW MILK QUALITY IN DIFFERENT REGIONS OF COLOMBIA. 2006.
39. Ecuador. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.
40. GUÍA PRÁCTICA N° 23 DENSIDAD QUÍMICA DE ALIMENTOS PROGRAMA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA. 2016.
41. Ochoa Galvan P. MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE. Ciencia Veterinaria. 1991;5.
42. Gómez Muñoz MA. Variación de la dinámica de los anticuerpos detectados en leche en el diagnóstico poblacional de algunas enfermedades reproductivas en bovinos de la región de Guatavita, Cundinamarca. 2021.
43. Hurtado CB, Uribe AO, Marco González Tous /. Seroepidemiología de la leptospirosis en bovinos con trastornos reproductivos en el municipio de Montería, Colombia. Rev Med Vet (Bogota) [Internet]. 2013 [citado 30 de enero de 2025];(26):47-55. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542013000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
44. Gonzalez Gontafalla FRPS. Caracterización de la leptospirosis bovina en Venezuela. Revisión breve sobre la enfermedad. 2015;16, núm. 2,;1-22.
45. Morrison W, Taylor G, Gaddum R, Ellis S. Contribución de los avances en inmunología al desarrollo de vacunas. Adv Vet Med. 1999;41.

46. Larsen LE. Virus respiratorio sincitial bovino (BRSV). *Acta Vet Scand* [Internet]. 2000 [citado 30 de enero de 2025];41(1):1-24. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10920473/>
47. Blodorn K, Hägglund S, Gavier D, Eléouët J, Riffault S, Pringle J, et al. Un modelo de virus respiratorio sincitial bovino con alta expresión clínica en terneros con inmunidad pasiva específica. *BMC Vet Res* [Internet]. 25 de marzo de 2015 [citado 30 de enero de 2025];11(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25890239/>
48. Muñoz AL, Motta-Delgado PA, Herrera W, Polania R, Cháves LC, Muñoz AL, et al. Prevalencia del virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina en el departamento del Caquetá, Amazonia Colombiana. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* [Internet]. 1 de enero de 2020 [citado 30 de enero de 2025];67(1):9-16. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522020000100009&lng=en&nrm=iso&tlng=es
49. Ortiz González A, Díaz Anaya A, Pulido Medellín M, Ortiz González A, Díaz Anaya A, Pulido Medellín M. Determinación de Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (BHV-1) en el municipio de Toca, Boyacá. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* [Internet]. abril de 2019 [citado 30 de enero de 2025];14(1):18-24. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072019000100018&lng=en&nrm=iso&tlng=es
50. Posado RBDSMJGJ. RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA Y VIRUS RESPIRATORIO SINCITAL BOVINO EN GANADO DE LIDIA EN SALAMANCA. *Arch Zootec*. 2013;62(238):12-21.
51. Posado R, Bartolomé D, San Miguel JM, García JJ. Rinotraqueítis infecciosa bovina y virus respiratorio sincitial bovino en ganado de Lidia en Salamanca. *Archivos de Zootecnia* [Internet]. 2013 [citado 30 de enero de 2025];62(238):181-90. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922013000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
52. Paramyxoviridae and Pneumoviridae. *Fenner's Veterinary Virology*. 2017;327-56.

53. Estudio seroepidemiológico del virus de parainfluenza 3 en bovinos del municipio de Montería (Colombia) con trastornos reproductivos [Internet]. [citado 30 de enero de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542010000200006
54. Ellis JA. Bovine parainfluenza-3 virus. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* [Internet]. noviembre de 2010 [citado 30 de enero de 2025];26(3):575-93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21056802/>
55. Fernández MA, Bulla DM, Díaz AM, Pulido MO, Fernández MA, Bulla DM, et al. Seroprevalencia y factores de riesgo del virus de parainfluenza 3 (VPI-3) en bovinos de Colombia. *Revista veterinaria* [Internet]. 2020 [citado 30 de enero de 2025];31(2):155-9. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402020000200155&lng=es&nrm=iso&tlng=es
56. Tapia M. Entre lo urbano y lo rural: Un análisis territorial de la realidad de la población rural de la parroquia Juan Montalvo. *CIENCIA UNEMI*. 31 de enero de 2023;16(41):1-17.
57. Horrach M, Bertot J, Vázquez Montes De Oca R, Garay &. Eficiencia reproductiva de sistemas vacunos en inseminación artificial. *Tendencias actuales y perspectivas. Rev prod anim*. 2020;32(3).
58. Monteros J, VargasTipan JA, Tomás García Herembás D, Parra Matute MP. Evaluación de la tasa de preñez en hembras bovinas repetidoras, mediante la aplicación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con semen fresco. *593 Digital Publisher CEIT* [Internet]. 15 de enero de 2025 [citado 17 de febrero de 2025];10(1):995-1008. Disponible en: https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/2902
59. Gutiérrez HJ, Palomares RG, Hernández BE, Leyva CJ, Díaz AE, Herrera LE, et al. Frecuencia de enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México. *Abanico veterinario* [Internet]. 2020 [citado 17 de febrero de 2025];10. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322020000100132&lng=es&nrm=iso&tlng=es
60. Severino LVH, Montiel PF, Ahuja ACDC, Gómez De Lucio H, Chay CAJ, Severino LVH, et al. Efecto del amamantamiento restringido y la complementación alimenticia sobre las

ganancias de peso y anestro posparto en vacas cárnicas. *Biotecnia* [Internet]. 18 de noviembre de 2020 [citado 17 de febrero de 2025];22(1):109-16. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562020000100109&lng=es&nrm=iso&tlng=es

61. Padilla CAM, Subirana AMG. Evaluación del estado de bienestar animal en vacas en producción. *Revista Científica de Veterinaria y Zootecnia UNITEPC* [Internet]. 30 de diciembre de 2023 [citado 17 de febrero de 2025];2(2):8-20. Disponible en: <https://investigacion.unitepc.edu.bo/revista/index.php/revista-veterinaria-zootecnia/article/view/65>

62. Ybalmea R. Alimentación y manejo del ternero, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2015;49(2):141-52.

63. Pineda V, Valiente O. Efecto de la suplementación sobre el peso del ternero y la preñez y condición corporal de vacas del Bajo Chaco Paraguayo. *Revista Veterinaria* [Internet]. 2019;30. Disponible en: www.vet.unne.edu.ar

64. Pallette A, García M, Céspedes P, Rodríguez Z. PRODUCTIVIDAD LECHERA EN VACAS HOLSTEIN DE LA CUENCA DE LIMA – PERÚ. *Anales Científicos*. 16 de junio de 2023;84(1):68-83.

65. Condo LRFCJMP. Persistencia de la lactancia en vacas Holstein mestizas en la sierra ecuatoriana. 12 de octubre de 2021;7:988-1003.

66. Vallone R, Camiletti E, Exner M, Mancuso W, Marini P. Análisis productivo y reproductivo de vacas lecheras Holstein, Pardo Suizo y sus cruza en un sistema a pastoreo. *Revista veterinaria* [Internet]. 2014 [citado 18 de febrero de 2025];25(1):40-4. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402014000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

67. Nieto D, Lagos E, Avellaneda Y, Castro E. Productividad de vacas lecheras suplementadas con ensilaje de haba alpargata o remolacha forrajera. *Agronomía Mesoamericana* [Internet]. 1 de agosto de 2020 [citado 18 de febrero de 2025];31(2):341-51. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212020000200341&lng=en&nrm=iso&tlng=es

68. Montero P, Ruiz GA, Fossatti A. Caracterización físico-química y correlación de la leche cruda de vaca según la clasificación asignada en Panamá. 2021 [citado 18 de febrero de 2025]; Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-1471-2741>
69. Vicente LRAGGJGM. Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein-Friesian en pastoreo. [citado 2 de febrero de 2025];vol.42. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000700002&script=sci_arttext
70. Seminario web lechero english: Info-Lechero 2.0 [Internet]. 2024 [citado 2 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://dairy.extension.wisc.edu/2024/08/20/seminario-web-lechero-en-espanol-el-break-info-lechero-2-0/>
71. Portal lácteo [Internet]. 2025 [citado 2 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/es/>
72. Iglesias M, Pía M. Cría y Mejoramiento Genético Animal (segunda parte). 2015 [citado 2 de febrero de 2025]; Disponible en: <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/TAB/>
73. Habib A, Akter S, Hossen S, Tanchangya P, et al. Selección asistida por marcadores: estado actual y perspectivas futuras en animales. Perumal S, A.R. T, Pachiappan P, editores. Sci Rep [Internet]. 2019 [citado 2 de febrero de 2025];7(1):1-15. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/263128388_Marker_assisted_selection_current_status_and_future_perspectives_in_crops_livestock_forestry_and_fish_FAO_Rome
74. Marizancén M; PL. Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. 2017;8.
75. Larios N, Ramírez R, Núñez R, García JG, Ruíz A, Larios N, et al. Impacto de las evaluaciones genéticas en las tendencias genéticas de bovinos Jersey y Suizo Americano en México. Nova scientia [Internet]. 12 de mayo de 2020 [citado 18 de febrero de 2025];12(24):0-0. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052020000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es