



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

SELECCIÓN DEL ÍNDICE DE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ANIMALES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA.

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

Autor:

Proaño Freire Favio Jonaiker

Tutor:

Arcos Álvarez Cristian Neptalí

Latacunga - Ecuador

Abril – 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Proaño Freire Favio Jonaiker, con cédula de ciudadanía N° 1750148668 declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“SELECCIÓN DEL ÍNDICE DE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ANIMALES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA”**, siendo MVZ, Mg. Arcos Álvarez Cristian Neptalí, Tutor del presente trabajo; y exijo 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, 15 de agosto del 2024



Favio Jonaiker Proaño Freire
Estudiante
CC: 1750148668

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PROAÑO FREIRE FAVIO JONAIKER**, identificado con cédula de ciudadanía **1750148668** 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 **“SELECCIÓN DEL ÍNDICE DE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ANIMALES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA”**, 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: Abril 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: MVZ. Arcos Álvarez Cristian Neptalí, Mg.

Tema: **“SELECCIÓN DEL ÍNDICE DE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ANIMALES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA”**.

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:

1. 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.
2. La publicación del trabajo de grado.
3. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
4. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
5. 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 15 días del mes de agosto del 2024.



Favio Jonaiker Proaño Freire

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“SELECCIÓN DEL ÍNDICE DE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ANIMALES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA”, de Proaño Freire Favio Jonaiker, de la carrera de Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2024


MVZ. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.
DOCENTE TUTOR
CC: 1803675734

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Prouño Freire Favio Jonaiker, con el título de Proyecto de Investigación: ***"SELECCIÓN DEL ÍNDICE DE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ANIMALES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA"***, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 15 de agosto del 2024



MVZ. Cristina Simancas Racines, Mg.
C.C: 0503001000
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



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



MVZ. Rafael Garzón Jarrín, PhD
C.C: 050109722-4
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente a la carrera de Medicina Veterinaria por impartirme todos los conocimientos adquiridos durante esta etapa de mi vida, así como también a todos mis docentes, un infinito agradecimiento.

Agradezco a mi familia, especialmente a mis padres por todos los consejos y apoyo incondicional que me brindaron durante todos estos años, también por darme un ejemplo de humildad, sacrificio y enseñarme el valor de las cosas.

A mis amistades, por ser unas excelentes personas y amigos/as; por formar parte de esta maravillosa etapa de mi vida, agradecerles por los buenos y malos momentos que pasamos juntos; por las experiencias y conocimientos que impartimos juntos durante estos años.

A la persona, compañera, amiga, Nangely Chingo por ser un pilar fundamental en mi vida tanto en la universidad como en mi vida

Y, por último, a mi tutor y guía MVZ. Mg. Cristian Nepali por su ayuda, paciencia y consejos brindados para el desarrollo de este proyecto.

Favio Jonaiker Proaño Freire

DEDICATORIA

A mi padre Wilmer por brindarme los consejos que me han servido hoy por hoy; por ayudarme a forjar mi carácter que me ha servido de mucho. A mi madre Susana, por darme lo que nunca nadie podrá darme jamás, palabras sinceras y amor incondicional.

A mis hermanos Joel y Jemmy, por la motivación, apoyo brindado y por los buenos momentos que pasamos en la niñez, sin ellos no podrían haber estado donde estoy hoy en día.

A la mejor persona que pude conocer en la universidad Nangely Chingo, por los momentos de apoyo incondicional, por los momentos felices y tristes que han mejorado significativamente mi vida, sin ella no tendría futuro.

A Dios, y a la Virgencita María, por todo y cada uno de mis logros, sin ellos no podría disfrutar mis momentos de felicidad y no podría aprender de las malas experiencias.

Que Dios me permita tenerlos muchos años más.

Favio Jonaiker Proaño Freire

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “SELECCIÓN DEL ÍNDICE DE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ANIMALES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA”.

Autor:

Proaño Freire Favio Jonaiker

RESUMEN

En la parroquia de Guaytacama como en el resto de la provincia de Cotopaxi, sus pobladores en su mayoría se dedican a la ganadería y agricultura, formando parte de los pequeños y medianos productores que conforma el Ecuador; por la falta de datos estadísticos confiables, como falta de programas que se dediquen a mejorar caracteres fenotípicos y genotípicos abarcando el ganado bovino, da como resultado baja productividad, eficiencia y eficacia, y una baja rentabilidad en torno a la producción lechera, por ende se ha llevado a cabo una investigación en la parroquia de Guaytacama, en la cuál 20 productores participan en un proyecto de mejoramiento, impulsado por la Universidad Técnica de Cotopaxi, con 97 bovinos, mediante registros de costos de producción, ganancia diaria de peso (GDP), producción de leche durante la lactancia (305 días), la densidad de leche, la altura mediante la altura de la cruz. Los resultados obtenidos mostraron que el precio promedio de producción de leche es de \$ 0,54 por litro de leche, con un beneficio mensual de \$19,90. Con relación a GDP el promedio es 321,13 gr lo que se estiman para alcanzar el valor estimado de 700 g/día, en las siguientes dos generaciones. En cuanto a la producción de leche promedio 1014,13 kg/día/lactancia, por lo que se estima que se requiere cuatro generaciones para alcanzar el resultado deseado de 5000 kg/día/lactancia. Así mismo en la densidad promedio es de 1.026 gr/ml, y podría alcanzar a el promedio estimado en tres generaciones, en cuestión de la altura de la cruz promedio es de 138cm, es necesario disminuir la altura para las siguientes generaciones. En cuestión a el coeficiente de correlación, no existe una correlación clara con la producción de leche mensual, En conclusión, el bajo beneficio mensual, como el alto costo de producción de leche por litro, junto con los índices bajos de la parroquia, da como resultado una ineficiencia en la rentabilidad económica, y resalta la falta de programas de mejoramiento genético.

Palabras clave: datos estadísticos, mejoramiento genético, ganancia diaria de peso, densidad rentabilidad económica, correlación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "SELECTION OF THE INDEX OF ECONOMICALLY IMPORTANT TRAITS OF ANIMALS IN THE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAMME IN CATTLE IN THE PARISH OF GUAYTACAMA"

AUTHOR:

Proaño Freire Favio Jonaiker

ABSTRAC

In the Guaytacama parish, as in the rest of the Cotopaxi province, the majority of the villagers are dedicated to the livestock farming and agriculture, being part of small and medium sized producers that makes up Ecuador, by the lack of reliable statistical data, as the lack of programs dedicated to the improvement of phenotypic and genotypic characteristics, including cattle, results in low productivity, efficiency and effectiveness, and a low profitability around milk production, therefore, an investigation has been carried out in the Guaytacama parish, in which 20 producers participate in an improvement project, promoted by the Universidad Técnica de Cotopaxi, with 97 cattle, through production cost records, daily weight gain (DWG), milk production during the lactation (305 days), milk density, the height though the height of the cross. The results obtained showed that the average milk production price is \$ 0.54 per liter of milk, with a monthly benefit of \$19.90. In relation to the DWG the average is 321,13gr what is estimated to achieve the estimated value of 700 g/day in the next two generations. In terms of average milk production is 1014,13 kg/day/lactation, therefore, it is estimated that four generations are required to achieve the desired result of 5,000 kg/day/lactation. Likewise, the average density is 1.026 gr/ml, and could reach the estimated average in three generations, at issue to the height of the average cross is 138 cm, it is necessary to decrease the height for the following generations. Regarding the correlation coefficient, there is not a clear correlation with the monthly milk production. In conclusion, the low monthly profit, such as the high cost of milk production per liter, along with the low rates of the parish, it gives as a result an inefficient in the economic profitability, and highlights the lack of genetic improvement programs.

Key words: statistical data, genetic improvement, daily weight gain, economic profitability density, correlation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC.....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1 Directo:	3
3.2 Indirecto:.....	3
4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS.....	5
5.1 Objetivo General:	5
5.2 Objetivos específicos:.....	5
6. SISTEMA DE TAREA Y ACTIVIDADES CON RESPECTO A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	7
7.1 Historia del ganado bovino en Ecuador	7
7.2 Sierra y provincia de Cotopaxi	7
7.3 Producción de leche en 305 días.....	7
7.4 La calidad de la leche.....	8
7.5 Ordeño tradicional.	8
7.6 Días abiertos.....	9
7.7 Mejoramiento genético	9
7.8 Estudios de reproducción biotecnología en Ecuador	9

7.9	La evolución de las herramientas genómicas aplicadas a la caracterización de poblaciones de ganado bovino.	10
7.10	Evaluaciones Genéticas Genómicas.	10
7.11	Mejora Continua y Aplicaciones Prácticas.	10
7.12	Impacto en la Industria Láctea.	11
7.13	Heredabilidad.	11
7.14	Clasificación Lineal.	11
7.15	Adaptación del ganado al medio ambiente.	12
7.16	Impacto en la Productividad.	12
7.17	Alimentación.	12
7.18	Sistema Intensivo.	12
7.19	Sistema Extensivo.	13
7.20	Condición corporal.	13
7.21	Enfermedades reproductivas.	13
7.22	Ausencia de programas de mejora genética en Ecuador.	13
7.23	Vitaminas para Bovinos.	14
7.24	Bloques de Sal Mineralizada.	14
7.25	Respuesta a la selección.	14
7.26	Parámetros de selección.	15
7.27	Fenotipos de importancia económica.	15
7.27.1	Producción de leche:	15
7.27.2	Peso al destete:	15
7.27.3	Ganancia de peso diaria:	15
7.27.4	Condición corporal:	15
7.27.5	Eficiencia reproductiva:	16
7.28	Modelos de selección.	16
7.28.1	Selección Natural:	16
7.28.2	Índices de selección:	16
7.28.3	Selección asistida por marcadores (MAS):	16
7.28.4	Selección genómica:	16
7.28.5	Modelos de evaluación genética: Método BLUP.	16
8	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.	17
9	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.	17
9.1	Tipo de investigación.	17
9.1.1	Observacional.	17

9.1	Modalidad de investigación.....	18
9.1.1	De Campo.....	18
9.1.2	Población de estudio.....	18
9.2	Relación de producción de leche y peso de las vacas.....	19
9.3	Calidad de la leche.....	19
9.4	Sanidad.....	19
9.5	Costo de producción.....	20
9.6	Estimación de valor genético.....	20
9.7	Respuesta de selección.....	20
9.8	Altura.....	21
10	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	21
10.1	Días abiertos.....	21
10.2	Ganancia diaria de peso.....	23
10.2.1	Estimación de valor genético (EBV) de GDP.....	23
10.2.2	Respuesta a la selección en función a GDP.....	25
10.3	Altura a la cruz.....	26
10.3.1	Respuesta a la selección de la altura de la cruz.....	28
10.4	Producción de leche a los 305 días.....	29
10.4.1	Estimación de valor genético de la producción de leche de 305 días.....	29
10.4.2	Respuesta a la selección de la producción de leche de 305 días.....	30
10.5	Densidad.....	30
10.5.1	Estimación de valor genético de la Densidad de la leche.....	31
10.5.2	Respuesta a la selección con un enfoque hacia la densidad de la leche.....	31
10.6	Sanidad.....	32
10.7	Valor económico.....	33
10.8	Modelo de selección con coeficiente de correlación.....	35
10.8.1	Coeficiente de relación frente a costos de producción de litros.....	37
10.8.2	Coeficiente de relación frente a gastos de sanidad mensual.....	37
10.8.3	Coeficiente de relación frente a gastos de alimentación mensual.....	38
10.8.4	Coeficiente de relación frente a gastos de IA mensual.....	39
10.8.5	Coeficiente de relación frente a gastos totales.....	39
10.8.6	Respuesta de coeficiente de correlación.....	40
11	IMPACTO.....	41
11.1	Impacto, social.....	41
11.2	Impacto económico.....	41

12	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	41
13	CONCLUSIONES.....	43
14	RECOMENDACIONES.	44
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistema de tareas basado en los objetivos planteados.....	6
Tabla 2: Promedio de la estimacion del valor genetico de la GDP.....	23
Tabla 3: Promedio de la estimacion del valor genetico de la GDP.....	26
Tabla 4: Costos de producción por litro de leche.....	33
Tabla 5: Producción mensual de leche frente a coeficiente de correlación.....	36
Tabla 6: Análisis de los insumos y materiales de oficina.....	43
Tabla 7: Análisis del presupuesto de gastos fijos.....	43
Tabla 8: Análisis del precio total del proyecto.....	43

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Google earth.....	18
Gráfico 2: Días abiertos.....	22
Gráfico 3: EBV de GDP.....	24
Gráfico 4: Estimación de respuesta a la selección de ganancia diaria de peso en vacas y vaconas	25
Gráfico 5: Estimación del valor genético a la altura a la cruz.....	27
Gráfico 6: Estimación de la respuesta a la selección de vacas a la altura de la cruz.....	28
Gráfico 7: Estimación asociado al valor genético de la P.L a 205 días.....	29
Gráfico 8: Estimación referente a la respuesta a la selección P.L 305.....	30
Gráfico 9: Estimación del valor genético de la densidad de la leche.	31
Gráfico 10: Respuesta a la selección referente a la densidad de la leche.....	32
Gráfico 11: Prueba de California Mastitis Test (CMT).....	32
Gráfico 12: Costos de producción de leche.....	35
Gráfico 13: Coeficiente de Correlación litros producidos mensuales con Costos de producción de litros.	37
Gráfico 14: Correlación litros producidos mensuales frente a gastos de sanidad mensual.....	37
Gráfico 15: Correlación de producción mensual de leche frente a gastos alimentación mensual.....	38
Gráfico 16: Correlación de producción mensual de leche frente a gastos de inseminación artificial (IA).....	39
Gráfico 17: Correlación de producción mensual de leche frente a gastos totales.....	39

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

Análisis del índice de selección total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Guaytacama.

Fecha de inicio: Abril 2024

Fecha de finalización: Agosto 2024

Lugar de ejecución: Parroquia Guaytacama

Facultad que auspicia: 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:

- **Tutor:**

Arcos Álvarez Cristian Neptalí, MVZ. Mg.

- **Estudiante:**

Proaño Freire Favio Jonaiker

Área de conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética.

Línea de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las razas nativas de ganado bovino en Ecuador son adecuadas para las condiciones específicas del país, aunque podrían ser menos eficientes en términos de producción. La mejora genética puede ayudar a mejorar sus habilidades productivas sin comprometer su resistencia y capacidad de adaptación a las condiciones rústicas. Esta estrategia es vital tanto para garantizar la seguridad alimentaria como para proteger el legado genético local (1).

El sector lácteo ecuatoriano desempeña un papel clave en la economía del país, ya que no solo garantiza la seguridad alimentaria de la población, además contribuye a los indicadores socioeconómicos del país, representando el 6,4 % del producto interno bruto (PIB) agrícola y alrededor del 0,6 % del PIB nacional, proporcionando ingresos a más de 1,5 millones de personas, según el Banco Central (2).

La selección de rasgos económicamente importantes en la producción de leche, como el aumento de peso y la calidad de la carne, es clave para mejorar la productividad. En Guaytacama, donde la producción ganadera es una importante fuente de sustento (3), el aumento de la productividad por animal puede tener un impacto significativo en los ingresos de los productores. Sin embargo, la producción lechera acarrea varios problemas entre ellos:

Las enfermedades del ganado pueden causar importantes pérdidas económicas. La región andina de Ecuador, donde se encuentra Guaytacama, presenta problemas específicos como la altitud y las variaciones climáticas. La selección de animales resistentes puede reducir los costes veterinarios y las pérdidas por mortalidad (4).

La eficiencia alimentaria es clave debido a la limitación de recursos y a las preocupaciones medioambientales. Los animales que pueden producir más con menos insumos no sólo son más rentables, sino también más sostenibles. Por lo tanto, alcanzar la sostenibilidad económica es vital para la continuidad de la actividad ganadera en Guaytacama. Y esto es posible, entre otras, con la implementación de un programa de mejoramiento genético bien diseñado que puede aumentar los ingresos de los productores a largo plazo (5). La elección de pajuelas, reproductores basados en fenotipos de interés sin evaluaciones genéticas. La mejora genética permite seleccionar animales con mejores rasgos en cuanto a producción de leche y carne, resistencia a las enfermedades y adaptación al medio. Estos aumentos no sólo hacen más rentables las explotaciones ganaderas, sino que también contribuyen a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico.

El proyecto utilizó herramientas técnicas para mejorar notablemente el registro del ganado, en particular de la producción lechera, que en muchos casos es la principal fuente de ingresos, así como determinar la heredabilidad y el valor económico, de rasgos como el aumento de peso, los litros de leche en 305 días, el tamaño corporal y la densidad de bolsas. Esto permitirá a los productores determinar la heredabilidad de los rasgos de producción y el valor genético de los animales. El programa proporcionará información final para identificar animales productivos económicamente efectivos basándose en características específicas, lo cual ayudará a promover el uso de genes que mejoran la ganancia financiera en la cría de pequeños agricultores.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Directo:

- Familias productoras involucradas en el programa de mejoramiento genético en la parroquia de Guaytacama.
- Pequeños y medianos productores asociados al proyecto de mejoramiento genético, en la provincia de Cotopaxi.

3.2 Indirecto:

- Consumidores y Productores de la leche
- Investigadores asociados al proyecto, con el fin de obtener el título de tercer nivel en la rama de medicina Veterinaria
- Doctores, ingenieros y alumnos de la carrera de Medicina Veterinaria.

4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En Ecuador sólo el 30% de los ganaderos llevan registros completos de producción y progenie (6), dando a entender que, sin esa información, es difícil identificar con precisión los animales con las mejores características económicas, lo que reduce su eficacia. Adicionalmente, el Ministerio de Agricultura de Ecuador, en principios de 2024, realizó un informe que detalla que menos del 15 % de los productores tienen acceso a tecnologías modernas de mejora genética (4). Esta brecha tecnológica limita la capacidad de los agricultores al no tener conocimiento previo a un intento de mejora. De la misma manera, aproximadamente el 65% de la producción de leche proviene de producciones familiares de leche (5), pero al contrario de contribuir con la economía de los pequeños productores, presentan dificultades como variaciones en los precios, problemas en la cadena de distribución, y la competencia de productos lácteos extranjeros.

Así mismo, Guaytacama, coincide con el resto del país, en su mayoría en zonas rurales, demostrando que no existen datos referentes a la producción, no hay registros de progenie, de genealogía, por ende, la implementación de programas de mejoramiento genético, como base la selección de animales tiende a ser complicada. Además de eso, en Guaytacama coexisten diversos sistemas de producción (extensivo, semi-intensivo e intensivo) (7).

Esta diversidad dificulta la implementación de programas consistentes de mejoramiento genético, ya que los rasgos principales pueden variar dependiendo cual es el sistema requerido para cada productor. En consecuencia, la falta de rentabilidad en las explotaciones lecheras, incentiva al cambio de producción, en el sector de Guaytacama, hacia las explotaciones de monocultivos como el brócoli, estas producciones se extienden agresivamente, siendo que 8.047 hectáreas (ha) han sido sembradas en Cotopaxi según ESPAC 2022 (8). teniendo un aumento considerable de 130.385 toneladas métricas (Tm) sembradas según ESPAC 2023 (9). arriesgando las explotaciones pecuarias, dotando a los productores con un sueldo fijo sin la necesidad de requerir sacrificios de tiempo y dinero, pero esta producción atenta con la seguridad alimentaria, por el hecho de que es exportado, a su vez, aporta negativamente a la salud del suelo, por el uso de pesticidas y fertilizantes.

Por lo tanto, es necesario implementar programas de mejoramiento genético, para aumentar la rentabilidad de la explotaciones, y garantizar el bienestar de las personas, a la par que produzca soberanía alimentaria, para lo cual se necesita implementar sistema de manejo de registros y homogeneizar a los productores en una asociación para estandarizar un sistema de producción,

sin la implementación de un programa de mejora de a poco va disminuir la producción de leche, y alimentos por la falta de rentabilidad económica, haciendo que los productores se dirijan a la producción de suelos o la renta de estos por un sueldo fijo, perdiendo tradición y una oportunidad de ser un país eficiente en el manejo de sus recursos naturales.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General:

Maximizar la productividad y eficiencia de la producción pecuaria mediante la evaluación de los caracteres de mayor importancia económica para la selección de marcadores en un programa de mejoramiento genético bovino en Cotopaxi, Guaytacama.

5.2 Objetivos específicos:

- Identificar fenotipos de importancia económica para la crianza de ganado bovino en la comunidad de Guaytacama.
- Analizar la respuesta a la selección de estos fenotipos en la productividad y rentabilidad de las producciones familiares de leche.
- Desarrollar un modelo de selección de indicadores basado en la identificación de rasgos económicamente relevantes que puedan ser aplicados al programa de producción ganadera de la región.

6. SISTEMA DE TAREA Y ACTIVIDADES CON RESPECTO A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Sistema de tareas basado en los objetivos planteados

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Identificar fenotipos de importancia económica.	Análisis de datos, utilizando el programa para medir el valor de cría estimado (EBV).	Identificación fenotipos por EBV, presentes en la parroquia de Guaytacama.	Tabla de datos en Excel.
Analizar la respuesta a la selección de fenotipos.	Análisis de datos recolectados de	Criterios de selección, incluyendo, ganancia diaria de leche, densidad de leche y altura.	Tabla de base de datos en Excel.
Desarrollar un modelo, basado en la identificación de rasgos económicamente relevantes	Análisis de rasgos económicamente rentables.	Análisis de correlación con respecto a la producción de litros mensuales.	Tabla de base de datos de Excel, Coeficiente de correlación.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

7.1 Historia del ganado bovino en Ecuador

Hacia 1500, los españoles llegaron a Ecuador e introdujeron la ganadería en el país. Los colonos trajeron consigo ganado vacuno, caballos, ovejas y otros animales. Durante el periodo colonial, la ganadería se convirtió en una importante fuente de ingresos, sobre todo en la sierra, donde el clima y los pastos eran favorables para la cría de animales. Las grandes haciendas agrícolas de los colonos españoles y criollos se convirtieron en importantes centros de cría de animales (10).

Durante los siglos XVII y XVIII, la cría de ganado era un medio de vida importante en Ecuador, especialmente en las regiones costeras y los valles andinos. La producción de carne y pieles se convirtió en parte integrante de la economía local. (11) Durante los siglos XIX y XX, la producción ganadera en Ecuador creció significativamente al aumentar la demanda de carne y productos lácteos. Las zonas montañosas y costeras se convirtieron en importantes centros de producción (12).

7.2 Sierra y provincia de Cotopaxi

Desde tiempos ancestrales, Cotopaxi ha sido reconocida por su producción de leche, con haciendas ganaderas históricamente dedicadas a esta actividad. A lo largo de los años, la provincia ha experimentado un crecimiento significativo en la producción de leche, alcanzando promedios de más de 400,000 litros por día, lo que representa aproximadamente el 7% de la producción nacional diaria de leche (10).

La provincia de Cotopaxi, ubicada en el centro de la Sierra, destaca como una de las mayores productoras. Se estima que Cotopaxi aporta cerca del 8-10% de la producción lechera nacional. Los cantones de Latacunga, Salcedo y Sigchos son los principales productores dentro de la provincia (13). En cuanto al número de cabezas de ganado, la Sierra alberga aproximadamente el 50% del hato bovino del Ecuador. Cotopaxi cuenta con alrededor de 250,000-260,000 cabezas, siendo una de las provincias con mayor población bovina en la región (13).

7.3 Producción de leche en 305 días

La producción de leche a los 300 o 305 días se considera el rendimiento lechero de referencia y determina el rendimiento lechero total durante el periodo de ordeño. Se considera ideal, ya que permite combinar la producción de leche con una reproducción eficaz durante todo el año (14).

La duración estándar de la temporada de ordeño es de 305 días, lo que significa que una vaca se ordeña durante 10 meses, es decir, un total de 305 días (14). Si el número de días es de 365 días o más en lugar de 305 días, suele significar que la vaca no ha parido en los tres meses siguientes al parto. Un registro de menos de 305 días puede indicar que la vaca no ha parido o ha parido antes de lo habitual, lo que sugiere que el ordeño no ha sido regular, continuo o lo suficientemente largo (13).

7.4 La calidad de la leche

Esta se refiere a los requisitos de "composición fisicoquímica" que debe cumplir la leche, incluyendo el contenido de sólidos totales, grasa y proteína. Según la normativa, la leche cruda debe tener unos valores de proteína de 2,9%, grasa de 3,0% y sólidos totales de 11,30%. Además, estos parámetros pueden variar según factores como el clima, raza, alimentación, estado de salud, edad y período de lactación del animal (14).

El contenido microbiano de la leche cruda, puede influir significativamente en la vida útil del producto final. La normativa establece que la leche cruda no debe superar las 700.000 UFC/mL de bacterias aerobias mesófilas para ser considerada de calidad estándar. Otros indicadores importantes incluyen el recuento en células somáticas (exclusivo para bovinos), el recuento de colonias de gérmenes a 30°C y la presencia de residuos de antibióticos (14) (15).

La calidad higiénica de la leche cruda puede verse afectada por condiciones inapropiadas de manipulación a lo largo de la cadena productiva, como el almacenamiento inadecuado a temperaturas altas, el uso de recipientes inapropiados, largos tiempos de transporte y alta temperatura ambiental. Estas prácticas pueden favorecer el crecimiento bacteriano y afectar negativamente las características organolépticas de la leche (15).

7.5 Ordeño tradicional.

Se refiere al ordeño manual, donde un experto ordeñador aprieta las ubres a mano para extraer la leche. Este método ha tenido una larga historia en la ganadería y sigue siendo preferido por pequeños ganaderos o explotaciones que desean mantenerse fieles a los métodos tradicionales.

Sin embargo, el ordeño manual requiere mucha mano de obra y puede ser poco práctico en explotaciones grandes debido a su lentitud y la cantidad de trabajo involucrado (16).

7.6 Días abiertos

El tiempo medio desde el parto hasta la primera ovulación es de unos 20 días, y desde el parto hasta la primera inseminación es de alrededor de 40 días. Cuanto más cercano esté el parto en una vaca, mayor será su productividad. Pero, si se extiende el período de gestación, se prolonga el lapso entre los partos, lo que reduce la producción y eleva los gastos de alimentación debido al mantenimiento del animal (17).

7.7 Mejoramiento genético

El mejoramiento genético bovinos es un proceso estructurada y regulado en busca de modificar y optimizar las características genéticas deseables, con el objetivo de mejorar su rendimiento productivo. Este proceso implica métodos como la selección y reproducción de animales que poseen genes vinculados a rasgos específicos deseados, tales como; la tasa de crecimiento, la calidad de la carne, la resistencia a enfermedades y la eficiencia reproductiva (5).

El mejoramiento genético es crucial para aumentar la eficiencia, sostenibilidad y productividad de las unidades ganaderas, permitiendo optimizar diversas características productivas y hacer frente a desafíos como la inversión económica elevada y la ausencia de registros detallados sobre la capacidad genética de los animales seleccionados. Además, el uso de tecnologías avanzadas como pruebas genómicas y biotecnologías reproductivas puede contribuir significativamente a la mejora genética del ganado bovino, facilitando la selección de animales superiores y la gestión eficiente de los recursos genéticos (18).

7.8 Estudios de reproducción biotecnología en Ecuador

Uno de los primeros estudios que se realizó en Ecuador fue en 1990 con la ayuda de agencias estadounidenses y se centró en la evaluación genética de la raza Holstein. El estudio puso de relieve la importancia de comprender la relación entre el genotipo y el medio ambiente, así como las características del ganado y el semen importados de EE.UU. El estudio demostró que las evaluaciones genéticas desarrolladas en EE.UU. no siempre son directamente aplicables en Ecuador debido a las diferencias en el manejo del rebaño, la calidad del forraje y las condiciones climáticas (19).

Hacia 2003, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador inició un programa de conservación de germoplasma con el apoyo de organizaciones como la FAO y el Instituto Internacional de Ganadería. El objetivo del programa es conservar y mejorar genéticamente la raza criolla, utilizando técnicas como el análisis morfométrico para identificar sus rasgos, y desarrollar prácticas de conservación que incluyan la inseminación artificial, los cruces para obtener los rasgos adecuados y la transferencia de embriones (19).

7.9 La evolución de las herramientas genómicas aplicadas a la caracterización de poblaciones de ganado bovino.

En los últimos años, el campo de la genómica, enfocado en especies como el ganado bovino, ha experimentado avances significativos. Este campo, dedicado al análisis de la organización, funcionamiento e interconexiones de los genes y todo el genoma, ha avanzado desde la creación de mapas genéticos y físicos hasta llegar a la secuenciación completa de genomas. El objetivo final de este desarrollo es adquirir una comprensión profunda de cómo funciona el ADN a nivel celular, abarcando temas como la regulación génica, la producción de proteínas y las interacciones entre ellas (20).

7.10 Evaluaciones Genéticas Genómicas.

La GPTA-PTA Genómico es una evaluación genética que utiliza información de marcadores ADN de un animal individual, junto con datos de sus padres y, en algunos casos, de su progenie o rendimiento. Este tipo de evaluación se inició para animales Holstein y Jersey mediante pruebas de toros realizadas en enero de 2009 por el Laboratorio de Programas de Mejoramiento Animal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-AIPL) (21).

Esta metodología combina información de análisis de marcadores ADN de un animal individual con información de padres o pedigrí, y puede incluir datos de progenie o desempeño para hembras (22).

7.11 Mejora Continua y Aplicaciones Prácticas.

Las evaluaciones genómicas han permitido una selección genómica más efectiva basada en asociaciones entre genotipos de marcadores SNP y rendimiento en diversas características como leche, células somáticas, vida productiva, tasa de preñez, entre otros (23).

La genómica animal es útil para gestionar consanguinidad y preservar diversidad genética en poblaciones bovinas. Herramientas como ssG BLUP mejoran la precisión en evaluaciones genéticas y conservación de diversidad genética (23).

7.12 Impacto en la Industria Láctea.

La adopción generalizada de evaluaciones genómicas ha transformado la industria láctea, permitiendo una selección precisa de toros y madres potenciales (24).

A través de herramientas estadísticas avanzadas, se calculan los valores genéticos estimados para cada individuo, basándose en la relación de ciertos pares de bases (SNPs) con características específicas, como la cantidad de grasa o la profundidad de la ubre. Este enfoque permite calcular el Valor Genómico Directo (DGV), que refleja la contribución genética de un animal a estas características (24).

7.13 Heredabilidad.

La heredabilidad en ganado bovino se refiere a la propensión genética de los animales a manifestar características específicas, como el intervalo entre partos o el crecimiento, que pueden ser transmitidas a las generaciones futuras (25).

Además de la heredabilidad, otro aspecto crucial es la correlación genética, que refleja cómo diferentes características están relacionadas entre sí a nivel genético. Este conocimiento permite identificar oportunidades para mejorar múltiples características simultáneamente mediante la selección de individuos con un perfil genético favorable (25).

7.14 Clasificación Lineal.

En los sistemas de producción de leche, la clasificación lineal permite realizar procesos de selección destinados a criar vacas con los mejores rasgos del rebaño o a corregir problemas de engorde (por ejemplo, ubre baja y pelvis estrecha) que puedan observarse en futuras crías. Además, la clasificación lineal permite evaluar cada rasgo de forma independiente, proporcionando una puntuación que permite clasificar y evaluar con respecto a la media de la raza (26).

Las principales razones para el descarte del ganado incluyen alteraciones en la ubre, problemas relacionados con las patas y pezuñas. El 15 % de los descartes involuntarios, son por problemas de las patas y pezuñas, mientras que alrededor del 26%, son problemas asociados a la ubre (26).

7.15 Adaptación del ganado al medio ambiente.

Los animales modifican su cuerpo para adaptarse a distintas condiciones ambientales, como el clima, y tienen distintas formas corporales según vivan en regiones frías, templadas o cálidas. El ganado que vive en regiones cálidas/tropicales tiene mayor superficie corporal, pelo más corto y menor pigmentación de la piel para disipar el calor, mientras que el ganado que vive en regiones más frías tiene menor superficie corporal, pelo más denso y menor pigmentación para retener el calor (27).

Las vacas lecheras de climas más cálidos/tropicales, como las vacas cebuinas, tienen una gran joroba, una barbilla grande y un pecho ancho para disipar el calor eficazmente. Las vacas lecheras de climas templados/fríos son más angulosas y más productivas en la producción de leche, pero tienden a engordar si no se aprovecha la capacidad de producción de leche (27).

7.16 Impacto en la Productividad.

Criar ganado en un ambiente no adecuado puede afectar su productividad, ya que el ganado adaptado al calor en zonas frías dedica energía a regular su temperatura, limitando su producción de carne/leche, y viceversa (28). El ambiente influye en la cantidad de leche que una vaca puede producir, aunque una vaca europea adaptada al frío podría producir bien en climas cálidos/tropicales con correctas condiciones de manejo.

7.17 Alimentación.

La alimentación de las vacas es un aspecto crucial para su salud, productividad y bienestar, variando según su estado productivo, sistema de crianza (extensivo o intensivo), y fase del ciclo productivo. Para mantener una condición corporal estable y optimizar la productividad, es esencial lograr un balance adecuado de energía y cumplir con todos los requerimientos nutricionales específicos de cada etapa del crecimiento y producción de las vacas (29).

7.18 Sistema Intensivo

En sistemas de ganadería intensiva, la alimentación de las vacas lecheras y de carne se basa principalmente en forrajes, que son mezclas de subproductos de maíz, cebada, harina de alfalfa, semillas de algodón y otros granos. Estos forrajes pueden contener conservantes químicos, antibióticos y otros aditivos para garantizar niveles óptimos de vitaminas y minerales, aunque su uso puede promover un engorde más rápido de lo natural (30).

7.19 Sistema Extensivo.

En contraste, el sistema de ganadería extensiva se basa en el pastoreo, permitiendo que las vacas se muevan libremente y accedan a pastos de primera calidad. Esta práctica ofrece una alimentación más natural, rica en ácidos grasos, antioxidantes y ciertos minerales, contribuyendo a una salud y sabor superior de la carne y la leche. Aunque en algunas épocas del año puede ser necesario complementar la dieta con piensos de calidad para cubrir nutrientes específicos que no se encuentran en el pasto (30).

7.20 Condición corporal.

La condición corporal ideal varía dentro de un cierto rango dependiendo de la fase de lactación. Las vacas delgadas necesitan suficiente grasa para mantener la lactancia y la producción de leche, pero al mismo tiempo, las vacas con mucho sobrepeso tendrán menos apetito y necesitarán reducir la ingesta de materia seca. Además, las vacas con sobrepeso corren un mayor riesgo de sufrir problemas metabólicos después del parto. Un buen nivel de grasa al parto garantiza que las vacas tengan reservas suficientes para el parto y la lactación. El peso seco ideal para una vaca no debe exceder de 3,0-3,75. Un porcentaje de grasa corporal entre 3,25 y 3,50 elimina el riesgo de problemas tras el parto (31).

Un bajo nivel de grasa durante el periodo seco se asocia a una mayor incidencia de infertilidad. Las vacas tienen un peso inferior al normal durante la lactación. El contenido de grasa en canal debe reducirse de menos de 1 unidad a 2,5 unidades por lactación. El bajo contenido en grasa debe alcanzarse en las 4-6 semanas siguientes al parto. Durante los primeros 100-120 días de lactación, el índice de masa corporal de la vaca debe situarse entre 2,5 y 3,5 (31).

7.21 Enfermedades reproductivas.

Las enfermedades reproductivas del ganado constituyen un grave problema en el sector ganadero, que afecta a la productividad y a la salud pública. Estas enfermedades pueden aparecer desde el momento de la inseminación hasta el nacimiento del ternero y causar pérdidas de embriones, abortos, mortalidad perinatal y diversos grados de infertilidad, lo que repercute directamente en la producción de leche y la rentabilidad del rebaño (32).

7.22 Ausencia de programas de mejora genética en Ecuador.

Ecuador carece de un programa a nivel nacional de mejoramiento genético bovino, sino que se importa a Ecuador material genético de diferentes orígenes sin tomar en cuenta la interacción

genotipo-ambiente y no se pueden evaluar los resultados por falta de organización e información. Sin embargo, para diseñar un programa de mejoramiento genético de bovinos adaptados a las condiciones ambientales locales, es necesario conocer los valores genéticos de los bovinos utilizados como material de reproducción en Ecuador (33).

Con el tiempo, el mestizaje ha provocado una pérdida de especificidad genética y étnica del ganado y, para que la industria ganadera se beneficie más de la productividad, la resistencia al invierno y la adaptabilidad a distintas regiones, se han desarrollado razas multinacionales, conocidas como cruza, que presentan rasgos de menor rendimiento, especialmente la calidad de la leche. La falta de conocimiento y difusión de estas prácticas entre los pequeños ganaderos ha limitado en cierta medida el nivel de producción del sector ganadero, debido sobre todo a la falta de comprensión de la relación coste-beneficio, que repercute directamente en la continuidad de la producción y la reproducción en las explotaciones ganaderas tradicionales y conduce a una peor comercialización de los productos, a un período de producción más largo y a una baja rentabilidad. La práctica tradicional del apareamiento natural es un factor de debilitamiento de la raza, que se refleja en la producción lechera debido a la endogamia. La falta de información es la principal razón del fracaso de estos programas (34).

7.23 Vitaminas para Bovinos.

Las vitaminas son coenzimas o precursores de coenzimas que facilitan las reacciones metabólicas. Las vitaminas hidrosolubles, como las vitaminas B y C, se encuentran principalmente en plantas y tejidos animales. Son cruciales para procesos como la síntesis de ADN, la reparación del DNA, la producción de energía y la resistencia al estrés oxidativo (35).

7.24 Bloques de Sal Mineralizada.

Una alternativa para asegurar la ingesta de minerales es mediante el uso de bloques de sal que también contienen minerales. Sin embargo, es importante leer la etiqueta para asegurar que cubren todos los requisitos minerales necesarios (35).

7.25 Respuesta a la selección.

La selección genética en el ganado vacuno es la herramienta más importante para mejorar continuamente las características productivas y reproductivas de las poblaciones bovinas. Este proceso se basa en los principios de la genética mendeliana y la tecnología moderna y tiene

como objetivo maximizar el rendimiento y la productividad del ganado. La respuesta a la selección es un indicador importante del éxito de estas intervenciones genéticas (36).

7.26 Parámetros de selección.

Los índices de selección combinan varios rasgos en un valor ponderado, lo que facilita la selección simultánea de diferentes rasgos. Estos indicadores pueden ser de naturaleza económica y centrarse en rasgos que aumentan el rendimiento económico. Por ejemplo, la producción lechera y la resistencia a las enfermedades pueden seleccionarse como indicadores para optimizar el rendimiento económico global del rebaño (37).

En genética animal, la “respuesta a la selección” se refiere al cambio en la media de una característica genética o fenotípica en una población después de una generación de selección. Este concepto es fundamental para los programas de mejoramiento genético y se utiliza para predecir cómo una población cambiará con el tiempo bajo diferentes regímenes de selección (37).

7.27 Fenotipos de importancia económica.

Los fenotipos de importancia económica en el ganado bovino incluyen características que afectan la productividad y rentabilidad de la explotación ganadera como (38):

7.27.1 Producción de leche:

Se mide en litros por día o por lactancia. Se utilizan registros diarios o mensuales para evaluar la producción total (38).

7.27.2 Peso al destete:

Se mide en kilogramos y se registra al momento del destete, generalmente entre los 6 y 8 meses de edad (39).

7.27.3 Ganancia de peso diaria:

Se calcula como la diferencia de peso entre dos momentos específicos, dividida por el número de días entre las mediciones (39).

7.27.4 Condición corporal:

Se evalúa mediante el puntaje de condición corporal (BCS), que varía de 1 (muy delgado) a 5 (muy gordo). Es útil para evaluar el estado nutricional y la eficiencia reproductiva (39).

7.27.5 Eficiencia reproductiva:

Se mide a través de parámetros, como el número de partos, el intervalo de estos, y el número de preñez efectiva (38).

7.28 Modelos de selección

7.28.1 Selección Natural:

Este proceso ocurre sin intervención humana, donde los animales más adaptados a su entorno sobreviven y se reproducen, transmitiendo sus características a la descendencia (40).

7.28.2 Índices de selección:

Estos índices permiten la selección simultánea de varias características, considerando tanto aspectos genéticos como la importancia económica de las características involucradas (40).

7.28.3 Selección asistida por marcadores (MAS):

Utiliza marcadores genéticos para seleccionar animales con características deseables, mejorando la precisión de la selección (41).

7.28.4 Selección genómica:

Esta técnica moderna utiliza información genética detallada para predecir el valor genético de los animales, aumentando la eficiencia de la selección (41).

7.28.5 Modelos de evaluación genética: Método BLUP

El método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) es un método estadístico ampliamente utilizado en la evaluación genética animal. El método proporciona predicciones precisas y fiables estimando el valor genético de un individuo a partir de datos fenotípicos y genotípicos.

Se basa en un modelo lineal mixto que separa los efectos genéticos de los ambientales. Esto se consigue incluyendo tanto efectos aleatorios como fijos en el modelo. Los efectos aleatorios reflejan la contribución genética del individuo, mientras que los efectos fijos incluyen factores como la edad, el sexo y la gestión (42).

7.29 Componentes del modelo BLUP.

- Efectos fijos: Son factores conocidos y medibles que afectan al rendimiento de los animales, como la alimentación, el manejo y las condiciones ambientales. Los efectos fijos se incluyen en el modelo para compensar las diferencias sistemáticas entre grupos de animales (43).
- Efectos aleatorios: reflejan la contribución genética del individuo. Estos efectos se consideran aleatorios porque varían entre individuos y no pueden controlarse directamente. Los efectos aleatorios permiten estimar el valor genético adicional de cada animal (43).

- Matriz de dispersión y covarianza: Esta matriz es la base del método BLUP porque describe las relaciones genéticas entre los individuos y la variabilidad de los efectos aleatorios. Esta matriz se utiliza para calcular los valores genéticos predichos (43).

El BLUP se utiliza en diversos programas de cría como; selección de reproductores, con el fin de identificar animales con un alto valor genético para las características deseadas, como la producción de leche, el crecimiento y la resistencia a las enfermedades; evaluación de los programas de cría, para analizar la eficacia de los programas de cría y ajustar las estrategias de cría; previsión del rendimiento, para estimar el rendimiento futuro de los animales en función de su valor genético (44).

La aplicación del BLUP requiere de datos fenotípicos y genotípicos como información detallada sobre el rendimiento y la genética de los animales; programas informáticos especializados: herramientas como VirtualBlup para facilitar el análisis y la interpretación de los datos (44).

8 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Se validó la hipótesis alternativa:

Los resultados del análisis de las variables del índice de selección de los bovinos en la parroquia de Guaytacama, tienen impacto positivo en el avance genéticos de las características seleccionadas de los animales del proyecto.

9 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

9.1 Tipo de investigación.

9.1.1 Observacional.

El estudio se fundamentó en un enfoque observacional, utilizando datos recopilados sobre los gastos asociados a la producción. Adicionalmente, se analizaron los registros de los especímenes incluidos en el programa de perfeccionamiento genético. Este análisis permitió calcular tanto el valor económico como el potencial genético de cada individuo. Con estos elementos, fue posible proyectar cómo responderían las características elegidas ante el proceso de selección. Finalmente, esta metodología facilitó la estimación de los objetivos deseados, tomando en cuenta el factor de heredabilidad.

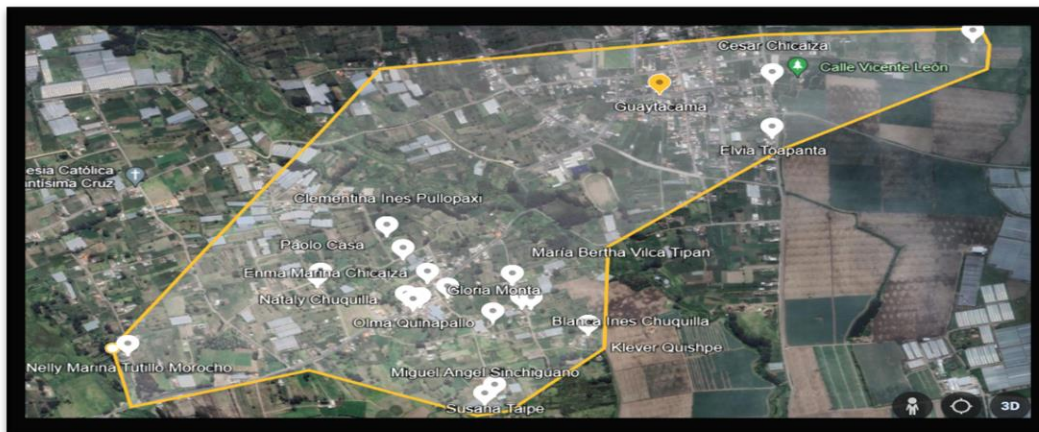
9.1 Modalidad de investigación.

9.1.1 De Campo.

Se recopiló información de propietarios involucrados en el proyecto de mejoramiento genético de la parroquia de Guaytacama, evaluando el valor genético y su respuesta a la selección de los caracteres elegidos para calcular el índice de mérito total.

La parroquia Guaytacama está situada a 0° 49' de latitud sur y 78° 39' de longitud oeste, a 2.906 metros sobre el nivel del mar, los límites de la parroquia de Guaytacama son; al norte Toacaso y Tanicuchi, al sur, San Felipe y Poaló, al oriente Rio Cutuchi y al occidente Saquisilí (45).

Gráfico 1: Google earth



9.1.2 Población de estudio.

Se recolectó datos de 97 bovinos de diferentes edades y razas de 20 productores familiares que están asociados al proyecto de mejoramiento, con 26 vacas de producción de la parroquia de Guaytacama de las comunidades de Pupana Sur, Pupana Norte y calle Vicente León.

Se realizaron visitas en el periodo de 21 de marzo de 2024 hasta el 30 de junio de 2024, a cada uno de los propietarios del proyecto para recolectar datos, los cuales se almacenaron en la base de datos de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se midió la densidad utilizando un lactodensímetro, y los pesos mensuales (kg) se registraron con una cinta bovinométrica. La altura de la cruz de cada animal (cm) se midió con una cinta métrica. La salud de la ubre se evaluó mediante la prueba de California para diagnosticar mastitis. También se evaluó la facilidad del ordeño y la producción de leche se midió con una balanza electrónica. Se

registraron la docilidad de los animales, los días de preñez, los nacimientos de las crías, y las inseminaciones, ya fueran por monta natural o artificial.

9.2 Relación de producción de leche y peso de las vacas.

Para la estimación del peso se tuvieron en cuenta parámetros relacionados con la producción de leche y el peso de las vacas; en este caso, la medición del perímetro torácico en cm y kg se realizó con un aparato de medición zoométrica, la cinta métrica para ganado (WIN TAPE), y se registró una vez al mes para cada propietario y para cada animal durante cuatro meses.

La producción lechera de las vacas se midió en el ordeño matinal con una báscula electrónica CAMRY. Tras el ordeño, se pesaron las vacas; esta información se utilizó para determinar los costes de producción y la prima mensual del productor basada en el precio de venta por litro de leche.

9.3 Calidad de la leche

Se mide utilizando un lactodensímetro (Quevenne 15-40GC) (46), que es un instrumento diseñado para determinar la densidad de la leche a una temperatura específica.

Se tomaron muestras durante 4 meses al finalizar el ordeño para poder evaluar la calidad de la leche de cada propietario.

9.4 Sanidad.

La sanidad en la producción de leche incluye la prevención de contaminaciones durante el ordeño, así como en las instalaciones, agua y alimentación. Las prácticas higiénicas durante el ordeño, tanto manual como de forma mecánica, son esenciales para asegurar la calidad de la leche (47).

La mastitis subclínica consiste en la inflamación de las ubres en el caso de las vacas, no se puede detectar al tacto ni en la leche, se requiere pruebas de laboratorio, como la prueba de mastitis California (CMT), para lograr diagnosticar (48). La Prueba CMT es una prueba rápida y eficaz que se utiliza en las vacas para detectar mastitis en vacas lecheras. Ayuda a identificar mastitis subclínicas midiendo el recuento de células somáticas (SCC) en la leche. Se mezcla una pequeña cantidad de leche de todos los pezones de la ubre de la vaca con un reactivo en una paleta de cuatro compartimentos, el reactivo reacciona con el ADN de las células somáticas

formando un gel, los resultados de la prueba se califican según la consistencia del gel, desde negativo (sin gel) hasta fuerte positivo (gel espeso) (49).

9.5 Costo de producción.

La recolección de datos se realizó durante 4 meses, se recopiló información de gastos referente a la alimentación, sanidad y precio varios de los propietarios, se registró litros de leche por meses, precio de la leche, y gastos información en una base de datos, de cada uno de los productores, y finalmente se calculó el promedio de la producción de leche.

9.6 Estimación de valor genético.

Para la recolección de datos se realizaron 4 mediciones, se recogieron datos mensualmente con una duración de cuatro meses, de la densidad de la leche, peso del animal en kilogramos, peso de la leche en kilogramos y altura a la cruz en centímetros y se recopiló en una matriz de Excel.

Se utilizó la ganancia de peso diaria mensual y se introdujo en una hoja de cálculo Excel mediante la fórmula: $GDP = ((\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{número de días}) \times 1000$.

A continuación, se utilizó la producción de leche de 305 días en Excel para calcular el número de días de lactación tomando el peso de la leche y la fecha del último parto, introduciéndose en la base de datos y calculando la producción de leche de 305 días de cada vaca.

Por último, se introdujeron los valores de peso corporal diario, producción de leche de 305 días y densidad lechera para determinar el valor genético de cada animal.

9.7 Respuesta de selección.

En el caso de la respuesta a la selección, los datos se obtuvieron por el método BLUP, se calculó la media de los fenotipos y se sumaron los valores individuales de cada animal para obtener la respuesta a la selección, se estimó la heredabilidad con datos previamente ya registrados en investigaciones anteriores. Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

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

Donde:

- h^2 : es la heredabilidad de cada carácter.
- i : es la intensidad de selección.
- a : es la precisión en la estimación del valor genético.
- IG es el tiempo estimado generacional.

9.8 Altura.

La altura de la cruz es un indicador clave del desarrollo esquelético del animal y puede influir en su rendimiento productivo, para calcular la altura de la cruz en ganado bovino, es necesario seguir un proceso específico que asegure una medición precisa y confiable, mediante el uso de, regla métrica o bovinométrica que es una herramienta especializada para medir diferentes partes del cuerpo de los bovinos, incluida la altura de la cruz (50).

Para medir, se coloca la regla métrica o bovinométrica perpendicularmente desde la cruz del animal hasta el suelo. La cruz se encuentra en la parte superior de los hombros del bovino, justo detrás del cuello (51).

10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

Los fenotipos de importancia económica para la crianza de ganado bovino en la parroquia de Guaytacama son días abiertos, que es el periodo entre parto y la preñez. Ganancia diaria de peso, que es la medida de un tiempo determinado a otro para poder promediar su ganancia diaria. Altura, la cual se mide con cinta bovinométrica, desde la cruz del animal hasta la superficie en la que pisa. Producción de leche, es la cantidad de leche que puede producir un animal en el rango de 305 días. Densidad de la leche, se refiere a la calidad de la leche.

10.1 Días abiertos.

Los días abiertos en la producción lechera bovina se refieren al período entre el parto de una vaca y su siguiente preñez exitosa. Este período es crucial porque influye directamente en la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de la explotación lechera (52). Un período de días abiertos más corto significa que la vaca puede tener más partos a lo largo de su vida productiva, lo que maximiza la producción de leche y la cantidad de terneros.

Cada día adicional que una vaca no está preñada representa una pérdida potencial de ingresos debido a la menor producción de leche y la necesidad de más recursos para mantener a la vaca sin producir. Idealmente, los días abiertos deberían ser de 85 a 90 días (53). Este intervalo permite que la vaca tenga un parto cada año, maximizando así la eficiencia de la producción lechera.

Los rangos altos de días abiertos, que pueden superar los 150 días, indican problemas en la eficiencia reproductiva y pueden ser causados por factores como enfermedades, mala nutrición, o fallos en la detección de celos. Por otro lado, rangos bajos, cercanos a los 85 días, son indicativos de una buena gestión reproductiva y un manejo adecuado de la salud y nutrición de las vacas (54).

En el análisis de los datos de los bovinos de la parroquia Guaytacama, se identificó un patrón interesante en cuanto al intervalo de días abiertos después del parto. Con un total de 25 animales de la parroquia de Guayacana, de 14 propietarios.

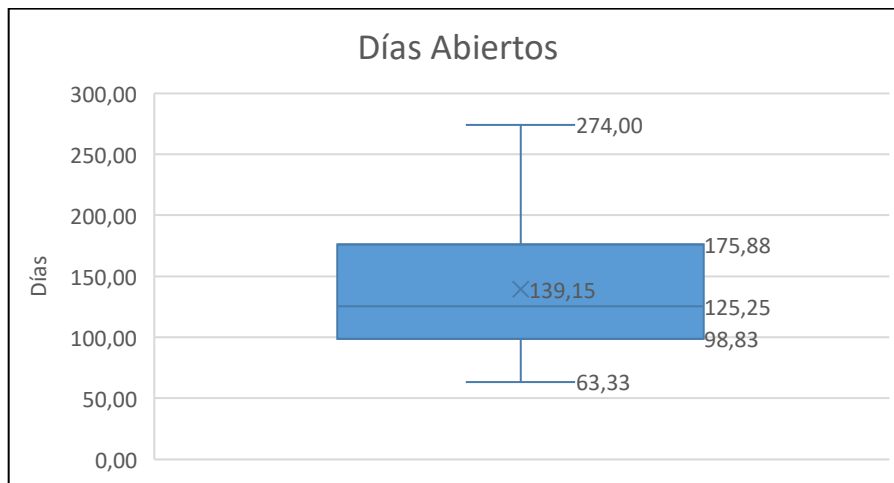


Gráfico 2: Días abiertos.

En la parroquia, se ha observado que los animales tardan en promedio 139 días en quedar preñados, después del parto. Este intervalo prolongado puede generar pérdidas económicas significativas para los productores, ya que cada día adicional sin preñez representa una disminución en la eficiencia reproductiva y en la producción de leche.

Un caso particular es el de la vaca Cachuda, que mostró un intervalo de días abiertos considerablemente menor. Este resultado positivo se atribuye a varios factores clave. En primer lugar, la vaca Cachuda recibió una dieta balanceada tanto antes como después del parto, lo que

favoreció su rápida recuperación y reanudación de los ciclos estrales. Además, la ausencia de complicaciones posparto, como la retención placentaria, la endometritis o la metritis, permitió que Cachuda volviera a ciclar y concebir en un período más corto. Este manejo nutricional y sanitario adecuado es fundamental para reducir los días abiertos y mejorar la eficiencia reproductiva. La endometritis y la metritis son infecciones uterinas que afectan al revestimiento del útero (endometrio) y todas sus capas. Estas condiciones pueden interferir con la secreción de hormonas esenciales como la GnRH (hormona liberadora de gonadotropina), FSH (hormona folículo estimulante y la LH (hormona luteinizante) (55), necesarias para la reanudación de ciclos estrales. La ausencia de estas infecciones en la vaca Cachuda permitió una recuperación hormonal más rápida y eficiente, lo cual proporciono un mejor rendimiento.

En contraste, se han registrado casos de animales con intervalos de días abiertos mucho más largos, llegando hasta 214 días. Estos casos suelen estar asociados con problemas reproductivos y deficiencias en el manejo nutricional y sanitario. Las principales causas de estos intervalos prolongados incluyen la retención placentaria, que puede retrasar la involución uterina y predisponer a infecciones, y las infecciones uterinas posparto, como la endometritis y la metritis, que interfieren con la recuperación y la reanudación de los ciclos estrales. Además, una condición corporal inadecuada, ya sea por desnutrición o sobrealimentación, puede afectar negativamente la fertilidad y prolongar los días abiertos.

10.2 Ganancia diaria de peso.

Se calculó la Ganancia Diaria de Peso (GDP) de 37 bovinos hembra (vientres, vacas, secas) y 23 Vaconas que pertenecen a 17 productores, en la parroquia de Guaytacama. Con una Accuracy del 40% y una heredabilidad de 0,35

10.2.1 Estimación de valor genético (EBV) de GDP.

Tabla 2: Promedio de la estimacion del valor genético de la GDP.

Categorías	Vaconas	Vacas	Terneros/a	Toretas
Promedio GDP	334,72	317,74	206,38	-104,15

El promedio fenotipico de la parroquia de la ganancia diaria de peso, en vaconas es de 334,72 gr, en cuestion de las vacas el promedio es 317,74 g, con relacion a terneros presentan un promedio de 206,38 gr, en lo que respecta a los toretes presentan un promedio de -104,15gr.

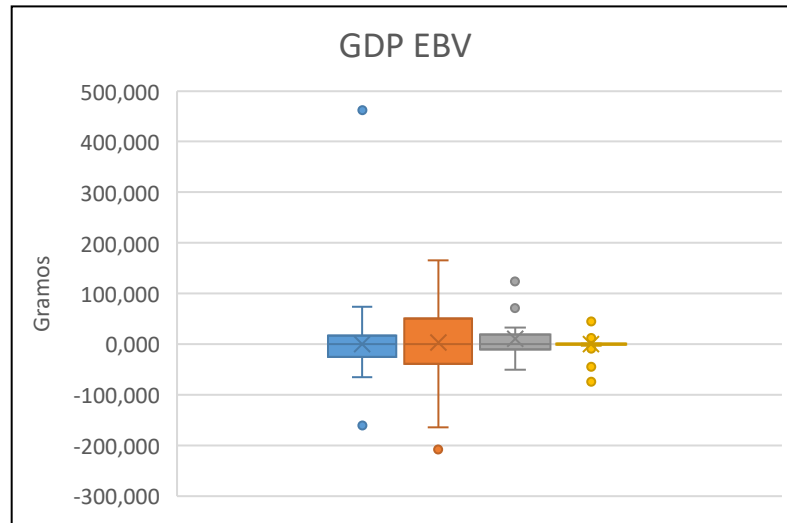


Gráfico 3: EBV de GDP.

El promedio de la parroquia en estimación de valor genético de la ganancia diaria de peso, en vacas es de 3,37 gr. La vaca con el mejor rendimiento destaca significativamente, alcanzando una ganancia diaria de 165,10 gr que la mejor, este valor es notablemente superior al promedio, lo que indica un excelente potencial genético para su crecimiento. En cuestion de las vaconas el promedio de su valor genetico es 0,54 gr, La vacona con mejor promedio presenta 462,01gr.

Los terneros presentan un promedio de 10,78 gr. El mejor presenta 124,14 gr, de GDP, en lo que respecta a toretes presentan un promedio de 0 gr. El mejor torete en ganancia diaria de peso presenta 44.46 gr.

En la parroquia de Guaytacama el mejor promedio de valor genetico de ganancia diaria de peso, presenta la categoria de terneros (10,78gr), seguido de las vacas (3,27 gr), continuando con las vaconas (0,54 gr), pero la peor categoria que presenta en esta parroquia es de toretes (0gr). Teniendo en cuenta que el mejor animal con ganancia diaria de peso es una vacona Luna con 462,01 gr de GDP.

Sin embargo, no todas las vacas muestran resultados positivos, existen dos casos particulares que presentan una perdida, con valores dentro de los rangos de -164,15 gr que representa una pérdida grave, pero a su vez se presenta una perdida excepcional y alarmante de -207,90 gr,

esto se debe a que vacas con este tipo de pérdida, parieron en el transcurso de la toma de datos. La gestación en sí misma es un período de alta demanda nutricional para la vaca, pero esta demanda aumenta significativamente después del parto, especialmente durante los primeros 60 días, que coinciden con el pico de lactancia, durante este tiempo, las necesidades energéticas de una vaca lactante son particularmente altas, lo que puede dificultar que la vaca mantenga o incremente su peso corporal (56).

Según Holgado et al (57), comenta que en el ganado bovino se pueden presentar una mayor ganancia de peso en los animales que están en sus primeros años de vida. En cuestión de los terneros, tienden a tener una mejora considerable, al momento de llegar a su etapa reproductiva, dando a entender que esta categoría, representa una mejoría, con relación a los toretes que tienen una muy baja ganancia diaria de peso, comparando el peor ejemplar de terneros (-50,94 gr) con el peor ejemplar de toretes (-74,20 gr).

Lo que se evidencia es un bajo promedio, con algunos casos excepcionales, ya que existen animales con valor genético más altos, esto se debe a su mejor alimentación o su cuidado, que pueden brindarles los productores, uno de los factores de baja ganancia son causados por partos, pero totalmente no es a causa de este factor, en Guaytacama hay animales que están perdiendo la GDP porque la mayoría de estos, están guardados en traspatios, no todos los productores de la comunidad tienen tierras para expandirse, no poseen recursos suficientes para esta actividad, en la mayoría de casos los animales suelen estar amarrados con sogas, ya sea cerca de propiedades de los productores o en potreros que limitan su acceso a los alimentos.

10.2.2 Respuesta a la selección en función a GDP.

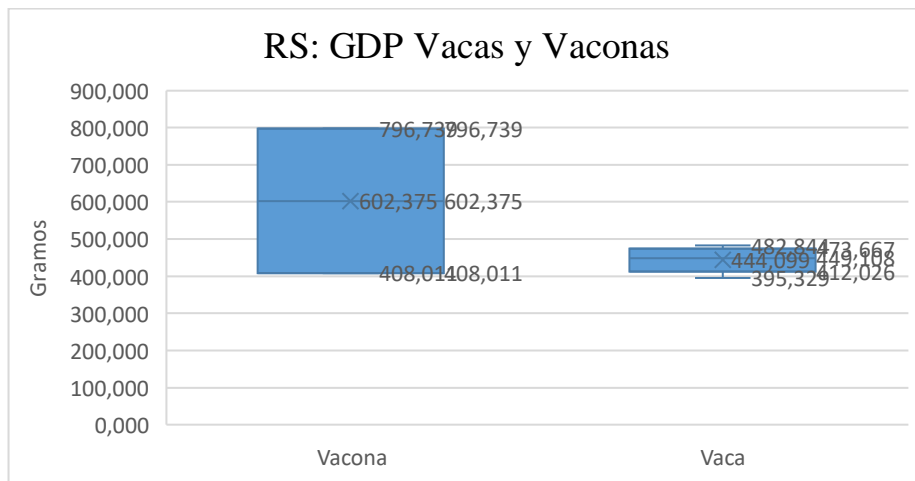


Gráfico 4: Estimación de respuesta a la selección de ganancia diaria de peso en vacas y vaconas

El promedio de la respuesta a la selección de GDP en vacas es 321,13 gr, además, la ganancia diaria de peso requerida de un animal bovino debe estar entre 600 a 700 gr/día. (61). Teniendo en cuenta el promedio fenotípico 317,74 gr., significa que la parroquia presenta una baja ganancia diaria de peso, pero con mejores condiciones alimentarias pueden tener una mejora considerable. Se escogieron 5 animales que presentan una respuesta a la selección con una ganancia diaria de peso de 395 gr, a 482 gr, para lo cual se estima en tres generaciones rendir la ganancia diaria de peso estimada.

El promedio de la respuesta a la selección de GDP en vaconas es 335,26gr, además, la ganancia diaria de peso requerida de un animal bovino debe estar entre 600 a 700 gr/día. (58). Lo cual representa una ganancia en comparación a las vacas, ya que presentan ganan aproximadamente 14,15 gr más, lo que no es una mejoría absoluta para la parroquia, ya que las vaconas como las vacas presentan una ganancia promedio muy baja a la esperada.

Por lo cual se escogieron dos vaconas con 408 gr y 796 gr de ganancia diaria de peso, se estima que en de una a dos generaciones se puede alcanzar la ganancia requerida.

El valor promedio de EBV es de 3,37 gr con un promedio de respuesta a la selección de 321,113, tomando en cuenta el promedio fenotípico 317,74 gr, se estima que se necesitaran dos generaciones para alcanzar el rendimiento deseado en ganancia diaria de peso. Mediante una selección genética adecuada es posible mejorar significativamente este parámetro.

10.3 Altura a la cruz.

La estimación del valor genético de la altura de la cruz de la parroquia de Guaytacama, se recolectaron los datos a un total de 97 animales entre ellos vacas reproductores, gestantes, vacías, secas, terneros y toros; se realizó mediante la aplicación BLUP, con un accuracy de 55% y una heredabilidad de 0.40.

10.2.1 Estimación de valor genético a altura a la cruz.

Tabla 3: Promedio de la estimacion del valor genético de la GDP.

Categoría	Vaconas	Vacas	Terneros/a	Toretas
Promedio cm	100,703704	138,54	91,5	112,15

El promedio fenotípico de la parroquia con relación a la altura a la cruz, en vaconas es de 100,70 cm, con relación a las vacas el promedio es 138,54 cm, en cuestión a terneros presentan un promedio de 91,5 cm, en lo que respecta a los toretes presentan un promedio de 112,15 cm.

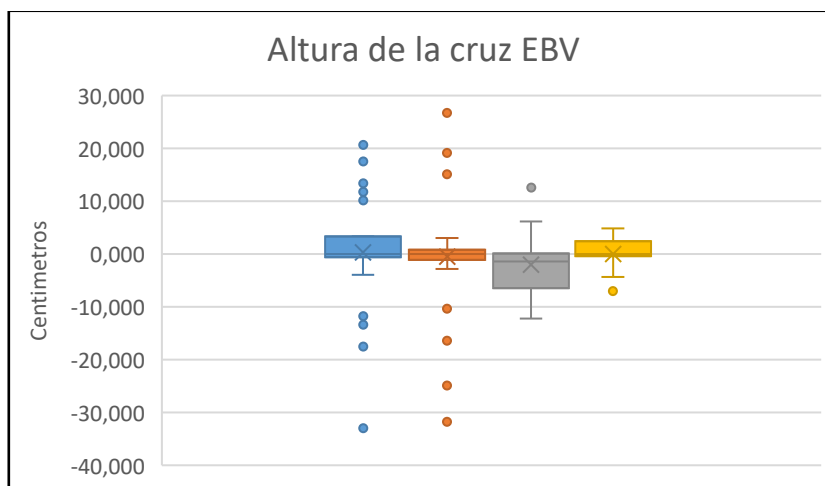


Gráfico 5: Estimación del valor genético a la altura a la cruz.

El promedio de valor genético de la altura de la cruz en vacas es de -0,526 cm, teniendo el mejor valor genético el cual es 26,68 cm, y el peor que es -37,71 cm. Las vacas de esta parroquia llegan a tener una altura de hasta 140 cm a 150 cm, lo que conlleva a pérdidas para productores que no pueden sustentar su alimentación.

El promedio de valor genético de la altura de la cruz en vaconas es de 0,25 cm, teniendo el mejor valor genético el cual es 20,64 cm, y el peor que es -32,96 cm. La altura de las vaconas en esta parroquia, llega a 140 cm, lo cual es desfavorable, porque aún no llegan a su etapa reproductiva, y pueden alcanzar mayor estatura con relación a las vacas.

Con respecto a terneros el promedio es de -1,98 cm con la mejora valor 12,50 cm y el peor de -12,20 cm.

Con relación a la categoría de toretes, su promedio es de 0 cm, de EBV, con su mejor valor de 4,80 cm, y al contrario su peor valor de -7,06 cm.

La relación entre la altura de la cruz, el consumo de alimento y la producción de leche depende de varios factores, como la raza, la genética y las condiciones sanitarias. La altura de la cruz de las vacas puede afectar a su consumo de alimento. Por lo general, las vacas más grandes consumen más debido a su mayor peso corporal. Sin embargo, esto no se traduce necesariamente en una mayor producción de leche (59). Por ende, para el proyecto se plantean

10.4 Producción de leche a los 305 días.

En la parroquia de Guaytacama, la producción de leche a los 305 días se realizó tomando datos de 14 productores, con un total de 25 bovinos hembras, en la parroquia de Guaytacama.

10.4.1 Estimación de valor genético de la producción de leche de 305 días.

El promedio de la parroquia de Guaytacama es de 1014,03 kg/lactancia, se utilizó la aplicación Blup para calcular su valor fenotípico, con una heredabilidad de 0.24 y una accuracy de 28% se obtuvo los siguientes resultados y se seleccionó a los 10 mejores animales que tiene la parroquia.

El animal que mostró el mayor valor genético (EBV) referente a la lactancia fue, Patucha (190,939 kg/vaca), seguido de Cachuda (189,473 kg/vaca), Maruja (161,5596 kg/vaca), Fortuna (149,003 kg/vaca), Querida (75,021 kg/vaca). Siendo que la vaca Juana presenta el resultado más bajo (-190,939 kg/vaca).

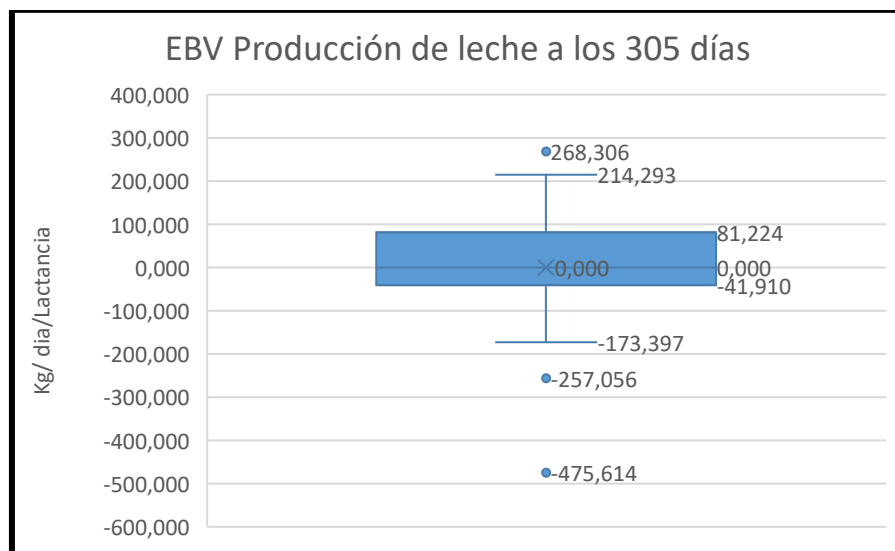


Gráfico 7: Estimación asociado al valor genético de la P.L a 205 días.

En Chambo, en la finca Isabela de Sasapud cuenta con un total de 107 vacas Holstein. De ellas, la mayor parte de su ganado están en su primera o segunda lactación y la producción media de leche es de 5 057 kg por lactación con un período de lactación de 305. Se constató que el 52,63 % de las vacas de esta explotación tenían una productividad baja. Por otra parte, se comprobó que el 47,37 % restante de las vacas eran productivas (61). Además, para contrastar es en la provincia de Pichincha, la producción diaria de leche por animal supera los 17 kg, con una producción de 5100 kg por lactancia de cada animal (62). En la parroquia de Guaytacama se

encontraron datos muy bajos en comparación, teniendo una producción promedio de 1014,03 kg/lactancia, lo que representa para los productores pérdidas económicas muy grandes.

10.4.2 Respuesta a la selección de la producción de leche de 305 días.

En la respuesta a la selección de producción de leche (PL) a 305 días de lactancia. Los 5 mejores animales para este fenotipo son: Patucha (1204,97 kg/vaca), Cachuda (1203,50 kg/vaca), Maruja (1175,59 kg/vaca), Fortuna (1163,03kg/vaca), Querida (1089,05 kg/vaca). La vaca con el resultado más bajo fue Juana (823,09 kg/vaca). El promedio que fenotípico es de 1014,03.

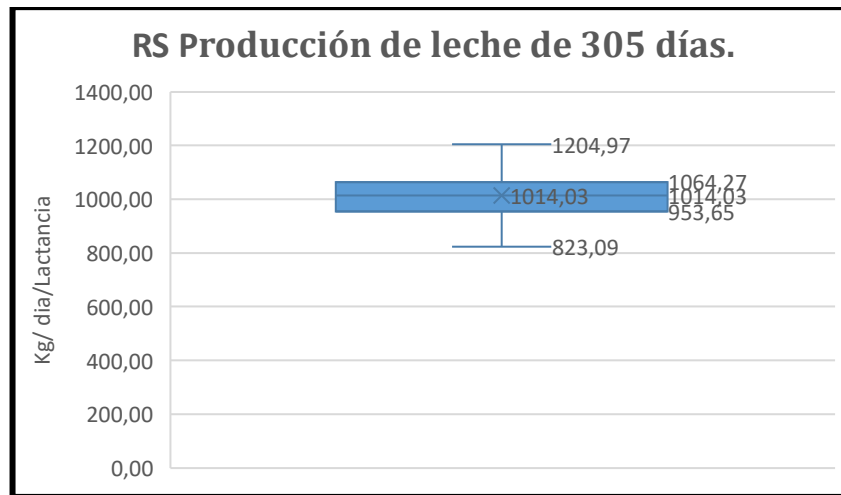


Gráfico 8: Estimación referente a la respuesta a la selección P.L 305.

El rendimiento deseado de producción de leche es (5000 kg/día/lactancia) considerando la heredabilidad del mejor animal (1204,97 kg/kg/día/lactancia) por ende el rendimiento de cada generación iría aumentando, por lo que se requieren 5 generaciones para alcanzar el resultado deseado.

10.5 Densidad.

Una de las cualidades más importantes que transmite la ganadería lechera es la leche, tanto en términos de producción como de calidad. Sin embargo, sólo se transmite una pequeña proporción de estos rasgos (20-25%), ya que hay que tener en cuenta muchos factores, como la alimentación, el régimen de ordeño, la fase de lactación, el número de partos y otros factores fisiológicos (63). Se analizaron un total de 25 vacas, 14 productores y mediante la heredabilidad de 0,30 y un accuracy del 32%.

10.5.1 Estimación de valor genético de la Densidad de la leche.

El promedio es de 1026,89 gr/ml. Se utilizó una heredabilidad de 0.30 y se obtuvo el valor de cría de cada animal.

Se midió la densidad de la leche durante 4 meses, en la parroquia de Guaytacama, la bovina hembra con mayor densidad es de 0,038 gr/ml de la propietaria Carmen Guayta con una producción de 6 Litros/Día, sin embargo, al contrario, presentando un valor mínimo de densidad de -0,05675 gr/ml.

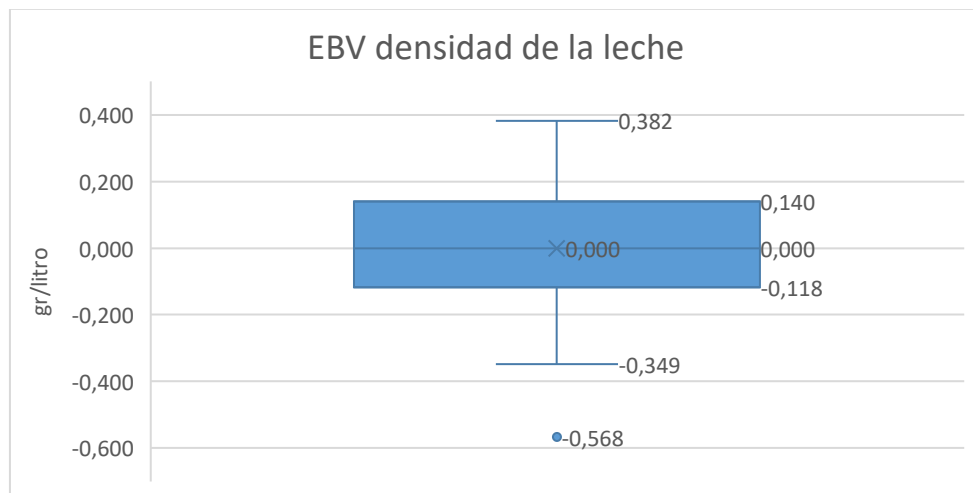


Gráfico 9: Estimación del valor genético de la densidad de la leche.

El promedio fenotípico para la densidad de leche de Guaytacama es de 1,02,77 con 25 vacas en producción, en comparación con Cusubamba, que presenta un promedio de 1,027 con un total de 46 vacas productoras de leche (64), que presenta una diferencia mínima en las dos parroquias siendo similares ya que están ubicadas en la provincia de Cotopaxi.

10.5.2 Respuesta a la selección con un enfoque hacia la densidad de la leche.

En la respuesta a la selección en cuanto a la densidad de la leche de las mejores 5 vacas son: Cornelia (1,02727g/ml), Querida (1027,24 g/ml), Bárbara (1,02712 g/ml), Juana (1,02710 g/ml), Dedal (1,02707 g/ml). El promedio del fenotipo es de 1,0271 g/ml.

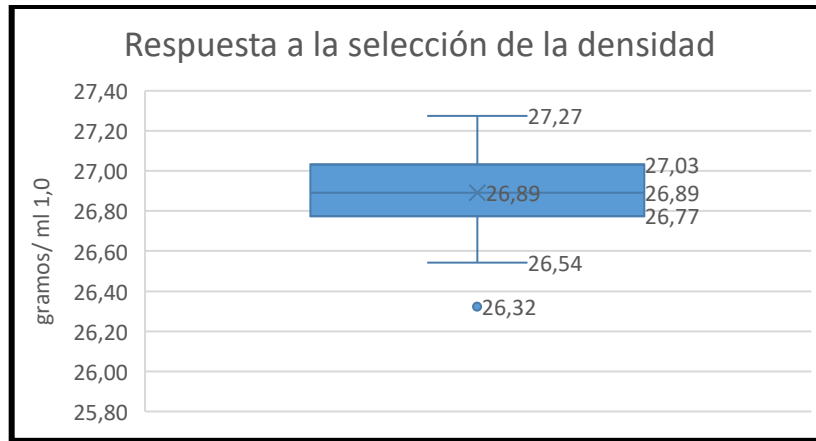


Gráfico 10: Respuesta a la selección referente a la densidad de la leche.

Según una investigación llevada a cabo por Inga Luis en 2017, se establece que la densidad óptima de la leche es de 1.032 gr/ml (65). Sin embargo, en la parroquia, se ha registrado un promedio de 1.027 gr/ml. Por lo tanto, si seleccionamos a la vaca Cornelia como una de nuestras vacas reproductoras con el objetivo de mejorar esta característica, podemos proyectar que alcanzaremos el estándar deseado de densidad en un plazo de tres generaciones.

10.6 Sanidad.

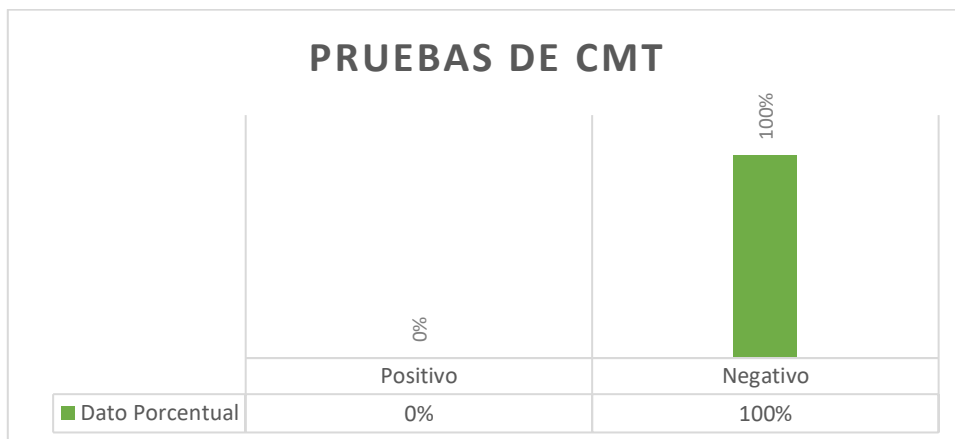


Gráfico 11: Prueba de California Mastitis Test (CMT)

En la parroquia de Guaytacama, la mejora genética de los animales lecheros se enfoca en la obtención de individuos con una buena producción y resistencia a enfermedades. En este sentido, los resultados de la prueba de California Mastitis Test (CMT) fueron negativos a mastitis, demostrando que los productores tienen buenas prácticas en el ordeño y cuidado de los animales. Con la ausencia de mastitis se puede afirmar que, en este parámetro, los productores, son más cuidadosos al momento de lavar la ubre de la vaca, usando agua limpia y

secándola con trapos limpios, así evitando una baja producción continua de leche, y el uso de medicamentos.

10.7 Valor económico.

En la (Tabla 10) se calcula el costo promedio de producción en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Guaytacama, tomando en consideración los litros de leche al mes, precio de venta (ltrs), gastos de leche y costos de producción de leche.

Tabla 4: Costos de producción por litro de leche

	Litro mes	Precio venta	Gastos de leche	Costos Producción por litro	de Ingresos de leche	Beneficio
Blanca Chuquilla	135	0,39	86,5	0,64	52,65	-33,85
Klever Quishpe	210	0,39	60,5	0,28	81,9	21,4
María Vilca	120	0,38	98,5	0,82	45,6	-52,9
Paolo Casa	90	0,38	20	0,22	34,2	84,2
Gloria Monta	240	0,38	121	0,50	91,2	-29,8
Miguel Chasi	120	0,37	59,5	0,49	44,4	-15,1
Narcisa Tutillo	120	0,4	99,5	0,82	48	98,5
Susana Taipe	510	0,38	58	0,11	193,8	135,8
Vilma Toaquiza	120	0,36	37	0,30	43,2	6,2
Clementina Pullopaxi	360	0,4	76,5	0,21	144	67,5
Miguel Sinchiguano	210	0,38	120,5	0,57	79,8	49,3
Nelly Tutillo	30	0,34	69,5	0,33	79,8	10,3

Olga Quinapallo	120	0,35	31	1,03	10,2	-20,8
Cesar Chicaiza	450	0,38	136	1,13	42	-94
Elvia Toapanta	210	0,38	91	0,20	171	80
Carmen Guayta	750	0,4	218	1,03	79,8	11,8
Suma	3795	6,06	1383	8,74	1241,55	318,55
Promedio	237,18	0,37	86,43	0,54	77,59	19,90

Con referencia a la producción de leche su media es de \$ 0,54 en la parroquia Guaytacama, Lo que se considera un costo elevado, ya que la media de venta de la leche es de \$ 0,37 , siendo que, por litro de leche, se está perdiendo alrededor de \$ 0.17, además que los ingresos que se pueden observar que el beneficio promedio mensual es de \$19.90 lo que se considera un beneficio pobre, sin tomar en cuenta la mensualidad de los propietarios, aunque algunos de estos, solo tienen la ganadería como único sustento, por ende bajo toda esta información, se puede decir que no es sustentable.

Los productores de la parroquia de Guayacana que forman parte del proyecto de mejoramiento genético de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), gastaron en promedio en sal (\$8,58), plátano (\$20,31), alfalfa (\$12), vacunas (\$16,25), vitaminas (\$ 3,3), medicamentos (\$8,4), servicios veterinarios (\$60), y servicios básicos (\$16,06). El costo más bajo que se encontró en la lista, son las vitaminas ya que con consideran el uso continuo de estas, solo las utilizan cuando ven a animal en bajas condición, y el costo más elevado son los servicios veterinarios, con relación a la inseminación artificial, ya que se piensa que al momento de entra al celo un animal, es necesario inseminarlo, cuando lo más recomendable es pasar el celo, ya sea el primero de una vaca o el primero después de parir, así prolongando más la capacidad reproductiva del animal. El porcentaje de gastos mensuales se puede observar en el Gráfico

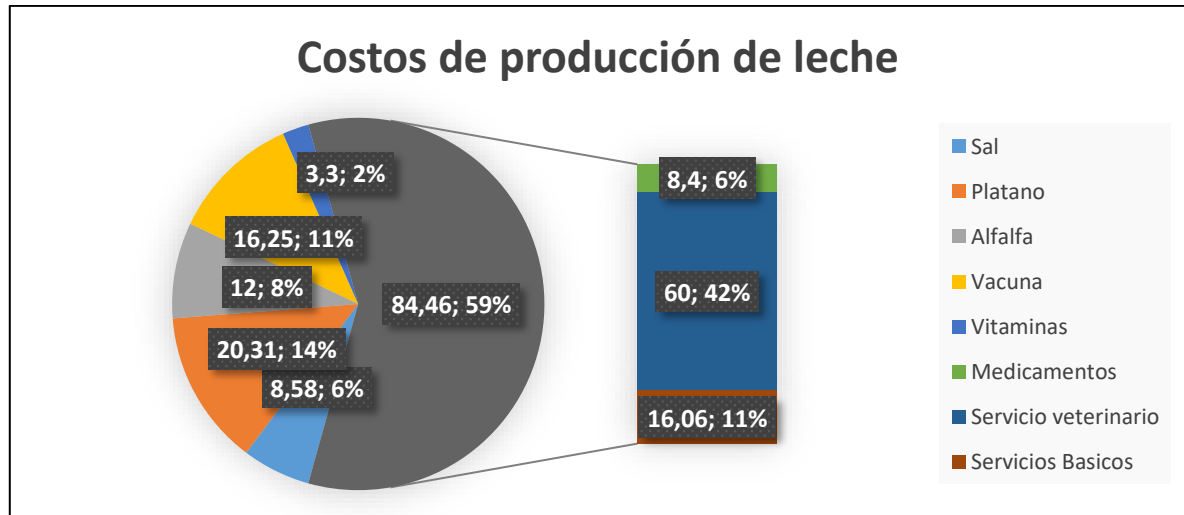


Gráfico 12: Costos de producción de leche.

En el ámbito de la producción lechera, se han identificado dos modelos de ganadería que presentan resultados significativamente diferentes en cuanto a costos y beneficios. En pequeñas propiedades rurales, como la zona de Sivicusig en el Cantón Sigchos, se estima que el costo promedio de producción es de \$0.43 por litro de leche. (66) Sin embargo, en ganaderías de doble propósito ubicadas en la región Caribe, se ha observado un modelo de producción más eficiente, con un costo medio anual de \$0.11 por litro de leche producida. Esto se traduce en un beneficio anual significativo, de \$5086,45, (67) lo que sugiere que estas ganaderías han encontrado una forma de reducir costos y aumentar la rentabilidad.

10.8 Modelo de selección con coeficiente de correlación.

En la parroquia de Guaytacama, para realizar el modelo de selección de indicadores basado en la identificación de rasgos económicamente relevantes que puedan ser aplicados al programa de producción ganadera de la región, se utilizó coeficiente de correlación en la base de datos de excel. Como parámetros entre (-1 y +1). Un coeficiente de +1 señala una correlación positiva perfecta, lo que implica que ambas variables se incrementan o disminuyen simultáneamente. En contraste, un coeficiente de -1 refleja una correlación negativa perfecta, donde una variable se incrementa mientras la otra disminuye. Un coeficiente de 0 indica la ausencia de una relación lineal entre las variables (68). La variable principal para estimar el coeficiente de correlación es la producción mensual de litros de leche, frente a ingresos mensuales por venta de leche, gastos de sanidad mensual, gastos de alimentación mensual, gastos de IA mensual y Gastos totales mensuales.

Tabla 5: Producción mensual de leche frente a coeficiente de correlación.

Producción mensual	Ingresos mensual /venta de leche	Gastos sanidad	Gastos alimentación	Gastos de IA	Gastos totales
135	52,65	8	48	20	382,5
210	81,90	6	33	20	1639,5
120	45,60	8	20	600	747,5
90	34,20	5	37	0	72
240	91,20	5	20	500	866
120	44,40	7	20	30	132,5
120	48,00	9	60	0	186,5
510	193,80	7	16	0	893
120	43,20	6	18	0	231
360	144,00	5	18	30	141,5
30	10,20	8	20	0	112,5
120	42,00	7	20	0	70
450	171,00	8	24	500	683
210	79,80	7	26	500	636
750	300,00	11	29	218	600

10.8.1 Coeficiente de relación frente a costos de producción de litros.

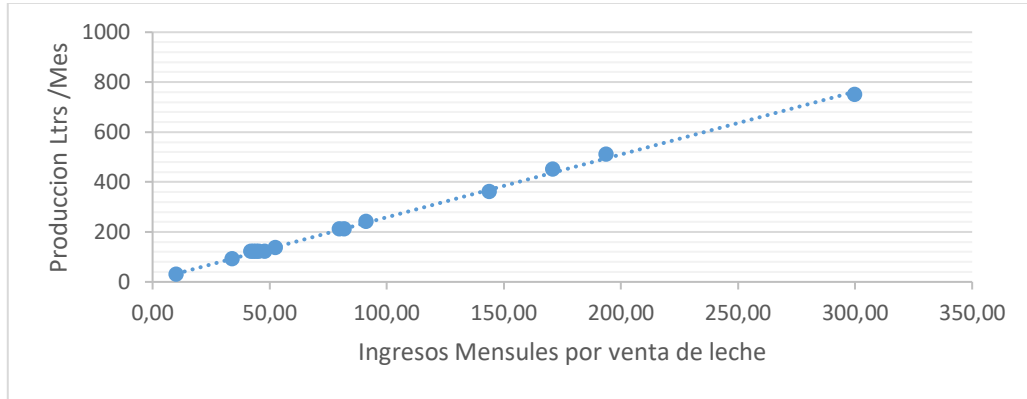


Gráfico 13: Coeficiente de Correlación litros producidos mensuales con Costos de producción de litros.

Chetroui, Rodica indica (69), que el coeficiente de correlación de 0.32 calculado entre el costo unitario de producción de leche y la tasa de ingresos indica un grado aceptable de correlación entre las dos variables. Dado los parámetros escogidos, de costos de producción de leche y el beneficio de la producción de leche, se analizó el coeficiente de correlación y su resultado (0,99) dando a entender que presenta una correlación fuerte, demostrando que a medida que aumenta la producción de leche, incrementan los ingresos, siendo la correlación más clara.

10.8.2 Coeficiente de relación frente a gastos de sanidad mensual.

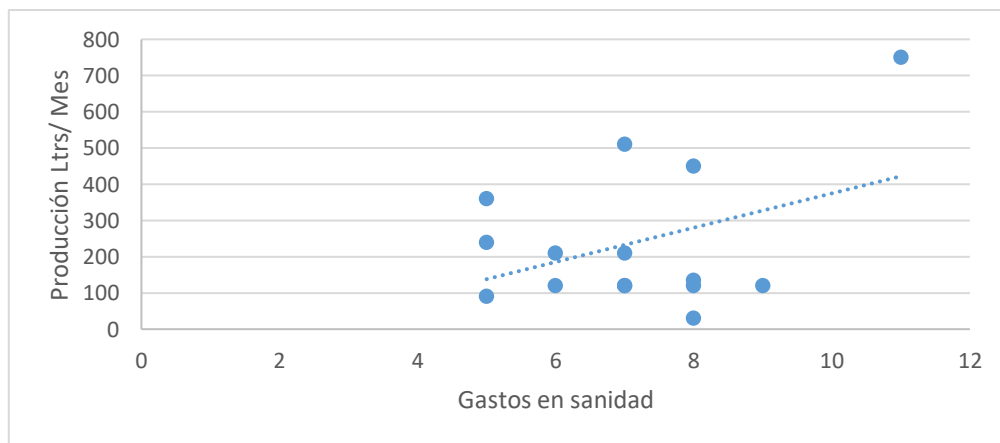


Gráfico 14: Correlación litros producidos mensuales frente a gastos de sanidad mensual.

La estimación de coeficiente de correlación entre producción mensual de leche y los gastos de sanidad, no presenta una relación clara, en cambio tiene una tendencia débil de 0,39, demostrando que, si aumentan la producción mensual de leche, va a tener un mínimo aumento con relación de los gastos por sanidad y un costo para los productores. Mejorando la calidad de

vida de los animales, con prácticas sanitarias, como evitar la acumulación de excremento en los corrales de los animales, limpiar con frecuencia los corrales de los animales, entre otras, pueden mejorar y disminuir los costos de sanidad hacia los productores.

10.8.3 Coeficiente de relación frente a gastos de alimentación mensual.

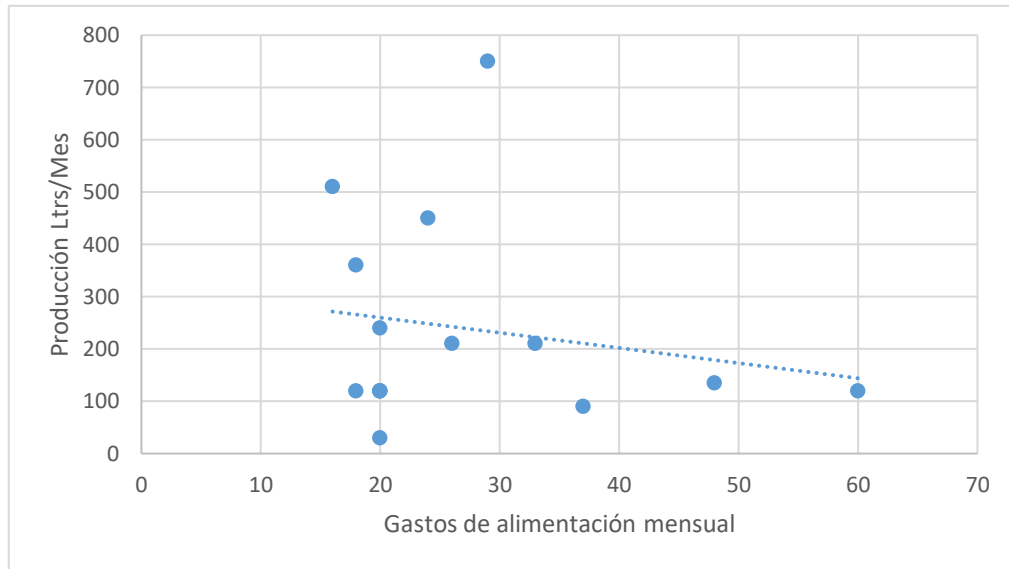


Gráfico 15: Correlación de producción mensual de leche frente a gastos alimentación mensual.

En el presente estudio, la relación a gastos de alimentación mensual tiene una correlación negativa (-0,18), aunque es débil, indicando que, en la parroquia, a mayor es la producción de leche menor son los gastos de alimentación, debido a una mejor alimentación, con nutrientes favorables, que puedan aprovechar los animales, no es necesario mayor cantidad de alimento, pero a su vez esta tendencia es muy baja y presentando una correlación neutra.

Para evitar una pérdida en relación a los gastos de alimentación, es necesario alimentar a los animales con alimentos nutritivos, que sean aprovechados por estos, aumentando la producción de leche y mejorando la rentabilidad de los productores.

10.8.4 Coeficiente de relación frente a gastos de IA mensual.

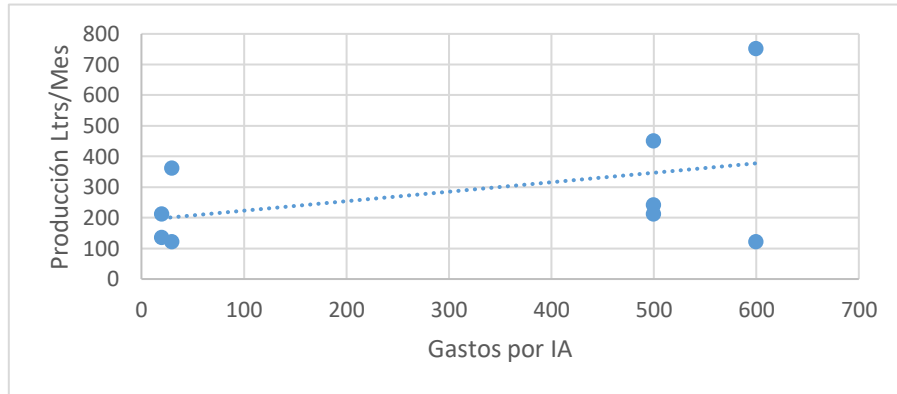


Gráfico 16: Correlación de producción mensual de leche frente a gastos de inseminación artificial (IA).

Los gastos de inseminación artificial presentan un gasto para los productores, siendo de los principales gastos, en el presente trabajo se estimó la correlación de producción de leche por litros mensuales con los gastos por IA (0,41), siendo una correlación positiva baja, demostrando que mientras la variable de producción de leche mensual aumente, los gastos de inseminación artificial aumentan mínimamente, esto demuestra que en la parroquia esta herramienta no es muy utilizada por su coste.

Siendo una herramienta sin carácter de selección por los propietarios, utilizando animales que son seleccionados por sus características, al contrario, solo por su físico, por esto el proyecto se enfoca en utilizar animales que se seleccionen por su fenotipo para cada uno de los animales.

10.8.5 Coeficiente de relación frente a gastos totales.

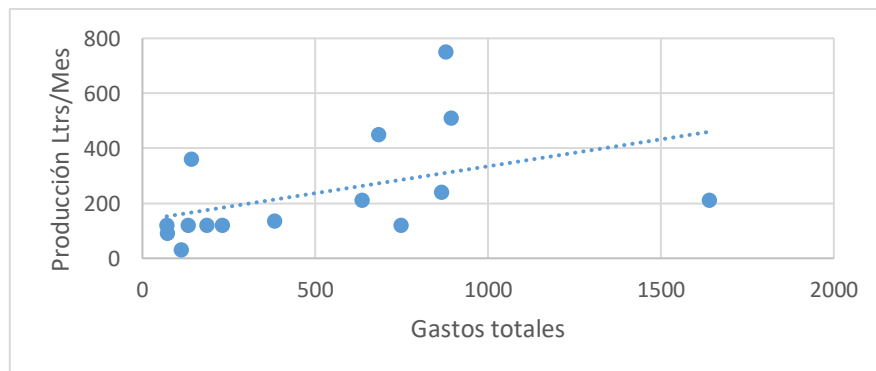


Gráfico 17: Correlación de producción mensual de leche frente a gastos totales.

Se calculó el coeficiente de correlación de producción mensual de litros de leche, con los gastos totales, como resultado es 0,44, es importante recordar que una correlación más cercana a 1 indica una relación más fuerte y significativa entre las variables. En un estudio realizado por Chetroui y Rodica en 2021 (69), se halló un coeficiente de correlación de 0,73 entre la producción promedio de leche y el valor total de la producción de leche, lo que sugiere una buena correlación entre estas dos variables. Este hallazgo indica una relación positiva y significativa. Al comparar la variable elegida, se puede concluir que, la correlación es particularmente débil, mostrando una tendencia positiva, dando a entender que mientras mayor producción de leche, aumentan los ligeramente los gastos totales.

10.8.6 Respuesta de coeficiente de correlación.

En la parroquia de Guaytacama, los valores del coeficiente de correlación relacionados con la producción de litros de leche son variados. Los ingresos por venta de leche presentan un coeficiente de 0,99. Los gastos en sanidad muestran un coeficiente de 0,39, y los gastos en alimentación tienen un valor negativo de -0,18. Además, los gastos en inseminación artificial tienen un coeficiente de 0,41, y los gastos totales alcanzan un valor de 0,44.

Los ingresos por la producción de leche en la parroquia de Guaytacama muestran una correlación positiva de 0,99. Esto indica que, a mayor producción mensual de leche, mayores son las ganancias mensuales, sin considerar los gastos totales y otros ingresos. Por otro lado, los ingresos totales de leche presentan una correlación negativa de -0,18, lo que sugiere que un aumento en los litros de leche reduce los gastos de alimentación. Esto implica que una buena alimentación balanceada puede disminuir la necesidad de grandes cantidades de alimento.

Además, las variables restantes presentan correlaciones de 0,39 y 0,41 sin mostrar una correlación directa clara. La correlación más alta, de 0,44, se observa en los gastos totales, lo que indica que no existe una correlación clara en los demás aspectos, como resultado en la parroquia de Guaytacama no existe una correlación clara con estas variables.

11 IMPACTO.

11.1 Impacto, social.

Mucha persona de esta parroquia se dedica a la ganadería con énfasis a la producción, producción ganadera, y la agricultura, los productores siguen avanzando con sus conocimientos con referencia al proyecto y teniendo un mejor cuidado de sus animales, lo cual evita un gasto innecesario en medicamentos o suplementos veterinarios, mejorando su rentabilidad,

11.2 Impacto económico.

Los pequeños ganaderos pueden aumentar su rentabilidad, mejorar su calidad de vida y satisfacer las necesidades de sus familias mediante una buena gestión ganadera. El proyecto pretende mejorar animales, que proporcionen un rendimiento económico superior al coste de producción para los productores, ya que la ganadería es la única fuente de sustento para la mayoría de ellos.

12 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

Insumos

Cantidad	Insumo	Precio unitario	Precio total
1	Radek (FEBENDAZOL)	54.6	54.6
1	Aguja desechable 18x1 1/2	4,50	4,50
1	Aguja desechable 18x1/2	4,50	4,50
2	Jeringas reutilizables 10 ml	10.5	21
1	Yatren	20,7	20,7
1	Livafos SE	19,4	19,4
1	Histaminex	6,4	6,4
1	Biovalgina	6,9	6,9
1	Sincromic	29	29
1	Lubricante ginecológico	16	16
1	Guantes ginecológico	6	6
1	Balanza	7.5	7.5
1	Cinta Bovinometrica	12.18	12.18
1	Lactodesímetro	40	40
1	Paleta para CMT	7.2	7.2
2	Caja de guantes Nitrilo M	6	12
1	Reactivo CMT litro	10.5	10.5
1	Ivermectina (Iverm amino) 200 ml	22	22
2	Bioorgan	24.3	48.6
TOTAL		308,18	348,98

Materiales de oficina

Cantidad	Materiales de oficina	Precio Unitario	Precio Total
3	Esferos	0,8	2,4
1	Carpeta	0.8	0.8
1	Resma de papel	5	5

1	Cuaderno	0.8	0.8
TOTAL			9

Tabla 6: Análisis de los insumos y materiales de oficina.

GASTOS FIJOS		
MESES	GASTOS FIJOS	COSTO TOTAL
120 días (4 meses)	Luz	60
120 días (4 meses)	Internet	80
120 días (4 meses)	Dato móviles (10 mensuales)	40
500 hojas	Impresiones 5 CtvS	25
120 días (4 meses)	pasajes 5 diario	600
120 días (4 meses)	Alimentación (3,0)	360
Total		1165

Tabla 7: Análisis del presupuesto de gastos fijos

PRECIO TOTAL PROYECTO	PRECIOS TOTALES
Insumos	348,98
Materiales oficina	9
Gastos fijos	1165
TOTAL	1.858,96

Tabla 8: Análisis del precio total del proyecto

13 CONCLUSIONES.

- La principal fortaleza de la parroquia de Guaytacama es la ganancia de peso diaria (GDP) ya que se puede alcanzar estándares deseables en las próximas dos generaciones, sin embargo, la principal debilidad es la densidad, la lactancia y la altura de la cruz ya

que estos caracteres tardan más tiempo en mejorar, por lo cual es una pérdida económica para los productores.

- En la respuesta a la selección la vaca que presenta una mejor GDP promedio de 321,13gr/día, puede llegar a alcanzar la ganancia diaria de peso mencionada, en dos generaciones. Para la producción de leche de 305 días promedio 1014,13 kg/día/lactancia, por lo que se estima que se requiere cuatro generaciones para alcanzar el resultado deseado, en cuanto a la densidad promedio es de 1.026 gr/ml, y podría alcanzar a el promedio estimado en tres generaciones, en cuestión de la altura de la cruz promedio es de 138,01 cm, lo que es necesario una mejorar este parámetro con bovinos machos que presenten un mejor fenotipo asociado a las características requeridas.
- La producción de leche en la parroquia de Guaytacama muestra una fuerte correlación positiva (0,99) con las ganancias mensuales, lo que sugiere que un aumento en la producción de leche se traduce en mayores ingresos. Sin embargo, los ingresos totales de leche tienen una correlación negativa con los gastos de alimentación (-0,18), indicando que una alimentación balanceada puede reducir la necesidad de grandes cantidades de alimento. Otros factores no muestran una correlación clara, excepto los gastos totales (0,44), que presentan la correlación más alta entre los datos analizados.

14 RECOMENDACIONES.

- Mejorar los registros, a un enfoque técnico hacia la genética de las vacas y de sus descendientes para poder alcanzar una mejor precisión, adicionalmente permite la selección de animales con características óptimas para cada rango, así maximizando la productividad.
- Mejorar la alimentación con una gran variedad y un equilibrio en forrajes que contengan nutrientes esenciales, además mejorar la calidad del agua que consumen los animales
- Implementar estrategias que reduzcan los costos de producción y optimicen la eficiencia del manejo con el uso de tecnologías modernas, capacitaciones, y establecer una unión para estabilizar los precios del mercado.

15. BIBLIOGRAFÍA.

1. Mera JFN, Macas LFC, Castillo CAC, Uvidia JAM. Vista de Estado actual de la caracterización de los Recursos Zoogenéticos en el Ecuador [Internet]. Edu.ec. 2023

- [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/755/637>
2. MAG. INFORME EJECUTIVO DE RENDICIÓN DE CUENTAS PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 2023 [Internet]. Gob.ec. 2023 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/03/MAG-Informe-Rendicion-de-Cuentas-2023.pdf>
 3. Casa Pérez JC. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CARRERA ECONOMÍA Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista. “Los niveles de ingresos y el desarrollo socioeconómico de los pequeños y medianos productores de la Cadena Láctea de la Parroquia Guaytacama” [Internet]. 2016 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22140/1/T3575e.pdf>
 4. Bonifaz N, Conlago F. Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba decaliforniamastitis test con identificación del agente etiológico, en paquiestancia, Ecuador [Internet]. Redalyc.org. 2016 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4760/476051632003/html/>
 5. Vispo N. Exploring new Technology and Innovation Management strategies in the Agricultural Production Units of Cotopaxi Province [Internet]. Bionatura. 2023 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.revistabionatura.com/2023.08.04.100.html>
 6. Esteisi MMJ, Victoria MYJ. “SELECCIÓN DE LOS ANIMALES EN BASE A LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE BOVINOS ACORDE AL OBJETIVO DE MEJORA GENÉTICA EN LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA [Internet]. [Latacunga; Ecuador]: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI; 2023 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10598/1/PC-002700.pdf>
 7. Quillupangui Miranda CI. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES “CAREN” MEDICINA VETERINARIA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA ASOCIATIVA COMUNITARIA EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista Autor

- [Internet]. 2019 Feb [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6350/6/PC-000545.pdf>
8. NEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [Internet]. 2023 Apr. Available from: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf
 9. NEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [Internet]. Ecuador en cifras. 2024 Apr [cited 2024 Jul 18]. Available from: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf
 10. Tapia D, Rafael Vizcarra, Rodrigo Lasso, Daniela Tapia Rodrigo Lasso, Marcela Jiménez, Flores M, Nuñez RB. LA LECHE DEL ECUADOR - Historia de la lechería ecuatoriana [Internet]. Gob.ec. 2015 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/La%20Leche%20del%20Ecuador.pdf
 11. Borchart C. La Audiencia de Quito Aspectos económicos y sociales (Siglos XVI-XVIII) [Internet]. Unm.edu. 1998 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1148&context=abya_yala
 12. Mora EA. RESUMEN DE HISTORIA DEL ECUADOR [Internet]. Edu.ec. 2008 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/836/1/AYALAE-CON0001-RESUMEN.pdf>
 13. ESPAC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [Internet]. Gob.ec. 2023 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf
 14. María Marcela Martínez M. CAGS. COMPOSITIONAL AND HYGIENIC QUALITY OF RAW MILK RECEIVED IN DAIRIES IN SUCRE, COLOMBIA [Internet]. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2014 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a11.pdf>

15. De los Reyes González Cu G, Sánchez BM, Vázquez RC. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz 2010 [Internet]. Www.uv.mx. 2010 [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELA_LECHECRUDA.pdf
16. Bonifaz García N y. NJR. Good milking practices and the hygienic quality of milk in Ecuador. La Granja, Revista de ciencias de la vida [Internet]. 15 de diciembre de 2011 [citado el 23 de junio de 2024];14(2):57. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/318390401_Buenas_practicas_de_orden_y_la_calidad_higienica_de_la_leche_en_el_Ecuador
17. Trujillo CD. CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE DOS HATOS LECHEROS UBICADOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, DURANTE EL PERIODO 2002 – 2003 [Internet]. [Riobsmbs Ecuador]: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO; 2005 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1846/1/17T0710.pdf>
18. Ruiz IMSF. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GANADO DE CARNE PARA EL TRÓPICO [Internet]. Agrobanco.com. 2013 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-c-ganado.pdf>
19. Cevallos A, de Landivar D, Martínez F, Ortíz H, Valarezo L, Guevara S, et al. MEJORAMIENTO GENETICO DEL GANADO BOVINO EN EL ECUADOR [Internet]. 1977 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/14463/CDEC21030163e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Janeth Ortega T, M.Sc, Luís García P. The bovine genome, methods and results of its analysis [Internet]. SciELO - Scientific Electronic Library Online. 2011 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682011000100017
21. ING. Sergio Baizabal Estévez MVZ. Humberto Sánchez Ortiz. LA GENÓMICA: MEJORANDO EL PROGRAMA GENÉTICO [Internet]. Www.uv.mx. 2010 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en:

- https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/LAGENOMICA_MEJORANDOELPROGRAMAGENETICO.pdf
22. Wattiaux MA. HABILIDAD DE TRANSMISION PREDICHA Y CONFIABILIDAD [Internet]. Una.ac.cr. [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/invest/16pta.pdf>
 23. Carlos González StagnaroNinoska Madrid BuryEleazar Soto Belloso. Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito [Internet]. Researchgate.net. 2011 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235989273_SELECCION_GENOMICA_TECNICA_INNOVADORA_AL_SERVICIO_DE_LA_MEJORA_GENETICA
 24. MVZ, MA, Esp. Cert. Arturo C. Sánchez Mejorada Porras*. GENÉTICA Y GENÓMICA [Internet]. Com.ar. 2014 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_en_general/29-genetica_genomica.pdf
 25. Dominguez-Viveros J, Rodríguez-Almeida FA, Núñez-Domínguez R, Ramírez-Valverde R, Ortega-Gutiérrez JÁ. Parámetros genéticos para caracteres asociados a la curva de crecimiento de bovinos Tropicarne. Ecosistemas Recur Agropecu [Internet]. 2016;4(10):81. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v4n10/2007-901X-era-4-10-00081.pdf>
 26. BEHAVIORAL ATTITUDE CHARACTERIZATION. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA RAZA BOVINA DE LIDIA: DIFERENCIACIÓN GENÉTICA DE LOS DISTINTOS ENCASTES DE LA RAZA ASÍ COMO LA CARACTERIZACIÓN DE LA ACTITUD COMPORTAMENTAL DE LA MISMA [Internet]. Resesbravas.com. [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://resesbravas.com/wp-content/uploads/2017/12/TESIS-DOCTORAL-ROCIO-PELAYO.pdf>
 27. Guayasamin JS. “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE TIPO Y PRODUCCIÓN EN GANADO HOLSTEIN DEL CRIADERO PACAGUAN [Internet]. Edu.ec. 2020 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14231/1/17T01621.pdf>
 28. Arias RA, Mader TL, Escobar PC. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch Med Vet [Internet]. 2008 [citado

- el 23 de junio de 2024];40(1):7–22. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002
29. Germán David Mendoza Martínez Y Raúl Ricalde Velasco. ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO CON DIETAS ALTAS EN GRANO [Internet]. Uam.mx. 2016 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>
30. Ing. César Andrés Pereira Morales, Dr. Carlos César Maycotte Morales, MsC. Beatriz Elena Restrepo, Dr. Francesco Mauro, Dr. Abel Calle Montes, Lic. María José Esther Velarde, Esp. Guillermo León Marín Serna, Ms.C. María Luisa Álvarez Mejía Ph. D. Henry Portela Guarín. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL I [Internet]. Calle 3 Carrera 10 Esquina Zona Industrial Villamaría: Espacio Gráfico Comunicaciones S.A; 2011 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4782/sistemas_produccion_animal_i.pdf
31. López FJ. RELATION BETWEEN CORPORAL CONDITION AND REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN HOLSTEIN COWS [Internet]. Google.com. febrero 27 de 2006 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwihouL3PCGAxW2QjABHcchBXQQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fdi.ernet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6117891.pdf&usq=AOvVaw16jW-pTG3FBsVc4rdWCfp&opi=89978449>
32. Bavera GA. ENFERMEDADES REPRODUCTIVAS [Internet]. produccion-animal.com.ar. 2005 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/35-enfermedades_reproduccion.pdf
33. Del Hierro Denisse Benitez Mario Caviedes José Luis Zambrano Carlos Yáñez Fabián Aguilar Mora MCMGALZSARAA. Memorias del PRIMER SIMPOSIO DE GENÉTICA Y GENÓMICA EN EL ECUADOR [Internet]. Archivos Académicos USFQ. 2020 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/download/1654/1810>

34. Mayra Alejandra Marizancén Silva & Lucerina Artunduaga Pimentel, editor. Genetic improvement in cattle through artificial insemination and artificial insemination at fixed time [Internet]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2020 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2050/2261>
35. Bauer D, Rush y Rick Rasby I, de Nebraska 2009 Univ, Uu. EE, de Nebraska. EEU. MINERALES Y VITAMINAS EN BOVINOS DE CARNE. CAPÍTULO 4 [Internet]. Com.ar. 2009 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf
36. Luis I, Firpo Brenta M. SELECCIÓN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO ANIMAL. Revista Angus, Bs As [Internet]. 2012;257:38–46. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_en_general/24-Seleccion_genetica.pdf
37. Gonzalez K. ✓ Mejoramiento Genético Bovino ◁ **【Información Completa】** [Internet]. Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión. 2017. Available from: <https://zoovetespasion.com/ganaderia-bovina/mejoramiento-genetico-bovino>
38. Bustillo Parrado JC, Melo Colina JA. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN GANADO BOVINO REPRODUCTIVE PARAMETERS AND REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN CATTLE [Internet]. 2020 Apr. Available from: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5334883-6e6a-4364-853a-26ebf486f3ad/content>
39. C. Fioretti DrC. Marcadores Genéticos [Internet]. Sitio Argentino de Producción Animal . 2008 [cited 2024 Jul 18]. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/85-marcadores-geneticos.pdf
40. Gonzalez K. ✓ Índices de selección para el mejoramiento en bovino [Internet]. Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión. Gestión Pecuaria; 2018 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://zoovetespasion.com/ganaderia/mejoramiento-genetico/indices-de-seleccion>

41. Bueno Pérez MVJA. Procesos de selección en bovinos [Internet]. Engormix. 2018 [cited 2024 Jul 18]. Available from: https://www.engormix.com/ganaderia/cruzamientos-ganado-carne/procesos-seleccion-bovinos_a42272/
42. Muñoz Flores MScR, González Verdejo EspC. Guía Práctica de Evaluación Genética Animal Con [Internet]. 2016 [cited 2024 Aug 15]. Available from: <https://www.virtualblup.cl/archivos/Gu%C3%ADa%20Pr%C3%A1ctica%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Gen%C9tica%20Animal%20con%20VirtualBlup.pdf>
43. Fernández C, Menéndez Buxadera L, Guerra W, Guerra C, Suárez D. Revista Cubana de Ciencia Agrícola [Internet]. 2008 [cited 2024 Aug 15]. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015413003.pdf>
44. Solarte C, Carlos P, Martínez A, Mario N, Cerón-Muñoz F. Modelos lineales para evaluación genética en animales [Internet]. 2024 [cited 2024 Aug 15]. Available from: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/39371/4/SolartePortilla%2C%20_%202024_%20Modeloslinealesevaluaciongeneticaanimales.pdf
45. GAD Parroquial de Guaytacama. Situación Geográfica | Página Oficial del GAD Guaytacama [Internet]. Guaytacama Web. [cited 2024 Jul 18]. Available from: <https://guaytacama.gob.ec/cotopaxi/?p=124>
46. Castillo Lopez RJ. DENSIDAD DE LA LECHE – Derivados Lacteos [Internet]. Derivados Lacteos. 2016. Available from: <http://derivadoslacteos.com/analisis-de-productos-lacteos/densidad-de-la-leche>
47. Lenin Cruz Siguenza E, Elizabeth Miño Cascante G, Eduardo Bastidas Alarcón F, Patricia Cruz Siguenza M. Situational Analysis of the Production of Milk and Cheese in Several Productive Sectors of Ecuador and Its Quality Under Ecuadorian NTE INEN Regulations. ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of STEAM. 2021 Sep 2;
48. Arauz EESMSc. mastitis subclínica [Internet]. Engormix. 2011 [cited 2024 Jul 18]. Available from: https://www.engormix.com/lecheria/mastitis-infecciones-ubre/mastitis-subclinica-influencia-produccion_a28995/
49. Echeverri Zuluaga JJ, Jaramillo MG, Restrepo Betancur LF. Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. 2010 Jan 1;7(1):49–57. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492010000100007#:~:text=Prueba%20de%20California%20Mastitis%20Test%20\(CMT\)&text=Es%20una%20prueba%20sencilla%20que](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492010000100007#:~:text=Prueba%20de%20California%20Mastitis%20Test%20(CMT)&text=Es%20una%20prueba%20sencilla%20que)

50. GIRÓN SÁNCHEZ CA. ESTIMACIÓN DEL PESO CORPORAL EN GANADO DE ENGORDE a TRAVÉS DE LA MEDICIÓN DEL PERÍMETRO TORÁXICO CON UNA CINTA MÉTRICA GRADUADA [Internet]. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA. 2006 [cited 2024 Jul 18]. Available from: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4123/1/Tesis%20Med%20Vet%20C%3%A9sar%20Cesar%20Gir%C3%B3n%20S%C3%A1nchez.pdf>
51. ASEAVA. SISTEMA DE CALIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE LA RAZA BOVINA ASTURIANA DE LOS VALLES CENTRO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL UNIVERSIDAD DE OVIEDO EN GIJÓN [Internet]. 2016 Sep [cited 2024 Jul 18]. Available from: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/anexo5unidos_tcm30-563179.pdf
52. López MA. IMPORTANCIA DE LOS DIAS ABIERTOS EN VACAS DE LECHE | Correctores Vitamínicos Alhambra S.L. [Internet]. Covialsl. 2016 [cited 2024 Jul 21]. Available from: <http://www.covialsl.com/importancia-de-los-dias-abiertos-en-vacas-de-leche/>
53. La Torre W. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 2001 Jul 1 [cited 2024 Jul 21];12(2):179–84. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200022
54. TOBÓN JG. EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS DÍAS ABIERTOS EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS EN UN HATO ESPECIALIZADO DEL NORTE DE ANTIOQUIA [Internet]. Repositorio Elpoli. 2017 [cited 2024 Jul 21]. Available from: <https://repositorio.elpoli.edu.co/server/api/core/bitstreams/81c0401a-cb69-451f-8bca-ecabf3f6c595/content>
55. Negasee D MSc Kassahun A. Clinical Metritis and Endometritis in Dairy Cattle: A Review. Veterinary Medicine – Open Journal. 2020 Nov 5;5(2):51–6.
56. TOBÓN JG. EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS DÍAS ABIERTOS EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS EN UN HATO ESPECIALIZADO DEL NORTE DE ANTIOQUIA [Internet]. Repositorio Elpoli. 2017 [cited 2024 Jul 21].

- Available from: <https://repositorio.elpoli.edu.co/server/api/core/bitstreams/81c0401a-cb69-451f-8bca-ecabf3f6c595/content>
57. Osorio-Arce MM, Segura-Correa JC. Cambios en el peso corporal durante la lactancia de vacas B. Taurus x B. Indicus en un sistema de doble propósito en el trópico Mexicano. *Revista Científica* [Internet]. 2009 Jun 1 [cited 2024 Jul 21];19(3):284–7. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000300011
58. Holgado F, Martínez B, Díaz A, Soraire J. Phenotypic influence of cow in birth weight and weight gain in Argentine criollo calves. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal*. 2016;8:13-5.
59. Córdova A, Rodríguez G, Córdova M, Córdova C, Pérez J. GANANCIA DIARIA Y PESO AL DESTETE EN TERNEROS DE CRUCES Bos taurus CON Bos indicus EN TRÓPICO HÚMEDO. *Revista MVZ Córdoba* [Internet]. 2005 Jun 1;10(1):589–92. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682005000100000
60. Basculassipac. Básculas para pesar ganado: calcula la ganancia diaria por peso [Internet]. www.basculassipac.es. 2016 [cited 2024 Jul 21]. Available from: <https://www.basculassipac.es/es/posts/calcular-la-ganancia-de-peso-en-bovinos>
61. Contextogadero. ¿Cómo debe ser la relación ideal entre peso y altura del bovino? [Internet]. *CONtexto Ganadero*. 2017 [cited 2024 Jul 21]. Available from: <https://www.contextogadero.com/ganaderia-sostenible/como-debe-ser-la-relacion-ideal-entre-peso-y-altura-del-bovino>
62. Caicedo JT, Zambrano JV, Marini PR. Relación entre peso vivo de vacas Nelore con indicadores de eficiencia productiva. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS* [Internet]. 2024 Jul 9 [cited 2024 Jul 21];6(5):119–32. Available from: <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1194/1634>
63. Avila Toapanta DR. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES MEDICINA VETERINARIA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico [Internet]. 2022 Aug. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9708/1/PC-002486.pdf>
64. Chusin Chusin KB, Correa Cepeda BF. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE

- BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA MULLIQUINDIL SANTA ANA [Internet]. Repositorio UTC. 2023 [cited 2024 Jul 20]. Available from: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10907/1/PC-002926.pdf>
65. VIERA VALENCIA MA. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LAMOLINA ~~J~ [Internet]. Repositorio La Molina. 2013. Available from: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1751/Q04.V665-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
66. Pacheco Laverde BA. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA PUJILÍ-LA MATRIZ [Internet]. 2023 Aug [cited 2024 Jul 21]. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10980/1/PC-002961.pdf>
67. Arango, J., Echeverri, J.J. Association of genetic breeding value of the bull with production traits in dairy cows in Colombia. Archivos De Zootecnia [Internet]. 2014 Jun 1 [cited 2023 Oct 18];63(242):227–37. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922014000200001
68. Ramírez W. The use of simple lineal correlation in veterinarian epidemiology. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria [Internet]. 2009 Jun [cited 2024 Aug 15];vol. 10, núm. 6(6):pp. 1-7. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63611646003.pdf>
69. Chetroui R. Correlation of technical-economic indicators at cow milk: Case studies [Internet]. 2021 [cited 2024 Aug 15] p. 29–34. Available from: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/263016/1/ICEADR-2021-p029>.