



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

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

Autor:

Jacho Chicaiza Jonathan Javier

Tutor:

Arcos Álvarez Cristian Neptalí

LATACUNGA – ECUADOR Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jacho Chicaiza Jonathan Javier, con cédula de ciudadanía No. 0550345599, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO”**, siendo el Médico Veterinario y Zootecnista Mg. Cristian Neptalí Arcos Álvarez, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 20 de febrero del 2025



Jonathan Javier Jacho Chicaiza

C.C: 0550345599

ESTUDIANTE

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 **JACHO CHICAIZA JONATHAN JAVIER**, identificado con cédula de ciudadanía 0550345599 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Fecha de inicio de la carrera: Octubre 2020 – Marzo 2021

Fecha de finalización: Octubre 2024 - Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024 Tutor:

MVZ. Cristian Neptalí Arcos Álvarez, Mg.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas 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 20 días del mes de febrero del 2025.


Jonathan Javier Chicaiza
EL CEDENTE

Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO” de Jacho Chicaiza Jonathan Javier, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 20 de febrero del 2025



MVZ. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.

C.C: 1803675634

DOCENTE TUTOR

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: Jacho Chicaiza Jonathan Javier, con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO”**, 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, 20 de febrero del 2025



MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

C.C: 1722547278

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, Mg.

C.C: 1720299302

LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Bejarani Rivera Cristina Isabel, Mg.

C.C: 1802458651

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi padre Arturo Jacho y a mi madre Laura Chicaiza, por el apoyo incondicional que me han brindado durante todo este periodo estudiantil, sin el sacrificio de ellos no hubiese podido llegar a cumplir mis metas y objetivos anhelados.

A mi esposa Geovanna por todo el cariño y comprensión que me dedico en todo el tiempo que transcurrió hasta poder terminar mi carrera universitaria.

Gracias también a mi hermana Verónica por brindarme siempre su apoyo, y a todos aquellos familiares muy importantes en mi vida, que nunca desfallecieron en mi confianza para ver mis logros alcanzados.

Jonathan Javier Jacho Chicaiza

DEDICATORIA

Este trabajado de titulación le dedico a mi madre Laura Chicaiza y a mi hija Angela Geslybeth, por ser los pilares fundamentales en mi vida,

su tenacidad y lucha insaciable día tras día, han hecho de ello el gran ejemplo a seguir y poder culminar mi carrera profesional, con esfuerzo y dedicación he podido cumplir mis objetivos, lo logre.

Jacho Chicaiza Jonathan Javier

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

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

Autor: Jacho Chicaiza
Jonathan Javier

RESUMEN

En el Ecuador la producción lechera es generada por medianos y pequeños productores, siendo una actividad que promueve de sustento económico a numerosas familias en el país. El objetivo principal de esta investigación fue analizar de rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Toacaso. La metodología utilizada fue mediante una descripción observacional, que se basó en la recolección de información de los bovinos registrados en la base de datos UTCgen para evaluar los fenotipos como: edad en meses, altura a la cruz, días abiertos, lactancia a los 305 días y la densidad de leche. Para el análisis de datos se utiliza Excel y BLUP que es el mejor predictor lineal insesgado para obtener valores genéticos predichos. Los resultados obtenidos en los diferentes fenotipos son: la edad en meses de todos los hatos lecheros fue de 30 meses aproximadamente, la altura a la cruz en vacas de producción (1.35 cm), la ganancia diaria de peso en vaconas (51.84 gr/día), lactancia a los 305 (3072 litros), días abiertos (129 días), densidad de la leche (28,3 gr/ml). En el sector lechero el impacto más relevante de la economía es producir leche de la mejor calidad para lograr un precio de venta rentable. Los valores genéticos obtenidos de los fenotipos seleccionados en la parroquia de Toacaso, son valores de predicción que se dieron en ese tiempo, espacio y en los diferentes sistemas de producción, al escogerlos como reproductores tenemos posibilidades que las siguientes generaciones de estos animales muestren los objetivos de selección.

Palabras clave: Índice de selección, valor genético, mejoramiento genético, fenotipos, bovinos

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “PROFITABILITY ANALYSIS OF THE SELECTION INDEX IN THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM FOR DAIRY CATTLE IN TOACASO PARISH”.

Author: Jacho Chicaiza
Jonathan Javier

ABSTRAC

In Ecuador, milk production is mainly carried out by small and medium-sized producers, providing an essential source of income for many families across the country. Therefore, the main objective of this study was to analyze the profitability of the selection index used in the sustainable genetic improvement program for dairy cattle in Toacaso Parish. The research followed an observational approach, gathering data from cattle registered in the UTCgen database to analyze phenotypic traits, including age (in months), withers height, open days (the period between calving and conception), milk yield over 305 days, and milk density. Additionally, data analysis was conducted using Excel and BLUP (Best Linear Unbiased Predictor), a method for estimating genetic values. The findings showed that the average age of the dairy cattle in the study was approximately 30 months. Furthermore, the withers height of the cows in production averaged 1.35 m, while heifers gained weight at a rate of 51.84 g/day. In addition, the average milk production over a 305-day lactation period was 3,072 liters, with cows experiencing an average of 129 open days. Finally, the milk density was measured at 28.3 g/ml. In the dairy sector producing high-quality milk is crucial to ensure a profitable selling price. Thus, the genetic values obtained from the selected phenotypes in Toacaso Parish reflect the specific conditions of that time, location, and production system. By choosing the best-performing animals for breeding, there is potential for future generations to inherit and improve upon these desirable traits.

Keywords: selection index, genetic value, genetic improvement, phenotypes, cattle.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iv
VAVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vii

DEDICATORIA			
viii			RESUMEN
.....			ix
ABSTRAC			
.....			x
1. INFORMACIÓN			GENERAL
.....	1		
2. JUSTIFICACIÓN		DEL	PROYECTO
.....	1		
3. BENEFICIARIOS		DEL	PROYECTO
.....	2		
3.1. Directos			
.....			2
3.2. Indirectos.....			
..	2		
4. EL PROBLEMA		DE	INVESTIGACIÓN
.....	2		
5. OBJETIVOS			
.....			3
5.1. Objetivo			General
.....			3
5.2. Objetivos			Específicos
.....			3
6. FUNDAMENTACIÓN		CIENTÍFICO	TÉCNICA
.....	4		
6.1. Producción de leche en Ecuador			
4			
6.2. Mejoramiento			Genético
.....			4
6.3. Principios		de	selección
.....			5
6.4. Valor			genético
.....			5
6.5. Genotipo		y	Fenotipo
.....			6
6.6. Peso			Económico
.....			7
6.7. Índice		de	Selección
.....			8
6.8. Heredabilidad			
.....			9
6.9. Medio Ambiente			
10			
9.10. Longevidad			
10			

6.11.	Densidad de la leche	11
7.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	12
8.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	12
8.1.	Área De La Investigación	12
8.2.	Población De Estudio	13
8.3.	Duración Del Estudio	13
8.4.	Diseño Del Estudio	13
8.5.	Recopilación De Datos	14
9.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	16
9.1.	Edad en Meses	16
9.2.	Altura a la cruz	19
9.3.	Días Abiertos	20
9.4.	Ganancia De Peso Diaria (GDP)	22
9.5.	Lactancia a los 305 días	24
9.6.	Densidad de leche	25
9.7.	Costos de producción de la leche	27
9.8.	Escenarios económicos para la respuesta a la selección (RS).....	28
10.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	29
10.1.	Impacto social	29
10.2.	Impacto Económico	29
11.	CONCLUSIONES	30
12.	RECOMENDACIONES	31
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la leche en diferentes razas	12
Tabla 2. Distribución de la población de estudio	13
Tabla 3. Animales con mayor edad en meses, según el EBV calculado	18
Tabla 4. Animales mejores alturas a la cruz, según el EBV calculado	20
Tabla 5. Animales con menores días abiertos, según el EBV calculado	22
Tabla 6. Animales con mejor ganancia de peso en terneras, según el EBV calculado	24
Tabla 7. Animales con mejor Lactancia a 305 días, según el EBV calculado	25
Tabla 8. Costos de producción de la parroquia Toacaso	26
Tabla 9. Costos de producción de la parroquia Toacaso	27
Tabla 10. Respuesta a la selección (RS), simulador	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa Toacaso	13
Gráfico 2. Diagrama boxplot para edad en meses	17
Gráfico 3. Diagrama boxplot para la altura en la cruz de todos los animales	19
Figura 4. Diagrama boxplot para los días abierto de vacas	21
Figura 5. Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso	23
Figura 6. Diagrama boxplot para la estimación del valor genético de lactancia	24
Figura 7. Diagrama boxplot para la estimación del valor genético en densidad	26

1. INFORMACIÓN GENERAL

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

Fecha de inicio: Septiembre 2024 **Fecha de finalización:** Febrero 2025

Lugar de ejecución: Parroquia Toacaso - Cotopaxi

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

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

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

Equipo de Trabajo:

MVZ. Arcos Álvarez Cristian Neptalí, Mg. (Anexo 1)

Jacho Chicaiza Jonathan Javier (Anexo 2) **Área**

de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética.

Línea de investigación:

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

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el Ecuador la producción de leche es menos de 4 litros por en una hectárea al día., el 80% de la producción es generada por medianos y pequeños productores, lo que resulta ineficiente para los productores (1). En Colombia, se produce 69 litros de leche por hectárea al día, los diferentes sistemas de producción conllevan grandes desafíos en un mercado globalizado considerando los principales factores como: costos de producción, calidad de la leche y volúmenes (2). En el 2023, la producción de leche en el Ecuador fue de 5'581,133 litros al año, por su parte, la provincia de Cotopaxi aportó con el 12%. La región sierra de destaca con un rendimiento de 7.5 litros/vaca al día, esto es debido a la gran cantidad de ganado lechero y a los pastos que posee la región (3).

Desde ya hace varios años la producción de leche en la parroquia de Toacaso, ha sido una actividad de subsistencia, principalmente proporcionando sustento económico a numerosas

familias de la zona (4). La necesidad de mejorar al ganado lechero es fundamental, los constantes cambios climáticos, la productividad de los animales y los recursos naturales de la comunidad. Esta investigación está sustentada por varias razones fundamentales que son necesarias para seguir produciendo leche en la parroquia, como una forma de sustento económico de la población. La reducción de costos de producción, calidad de leche permite al productor aumentar sus ingresos, consideran que la innovación ganadera hace referencia a la mejora genética de ganado carne o leche, así mismo son cuatro los parámetros fundamentales para pensar en una adecuada gestión de la innovación: mejora genética, alimentación, sistema de pastoreo y el clima (5).

La relevancia de esta investigación es obtener una mayor cantidad de bovinos que representan una rentabilidad económica significativa dentro de los diferentes sistemas de producción a largo plazo, animales que han incrementado los valores genéticos deseados en la selección de bovinos lecheros, basados en criterios y características genéticas que representan una rentabilidad para los pequeños productores. El análisis de rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso es primordial, para garantizar una eficiencia en la sostenibilidad económica que establece el proyecto, a largo plazo los productores de esta zona tengan un aumento en la economía de esta región basada en actividades agropecuarias.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos

Los beneficiarios directos fueron productores asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTCgen) de leche en parroquia Toacaso.

3.2. Indirectos

Ganaderos productores de leche de bovinos de la parroquia Toacaso, investigadores principales del proyecto.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Entre los principales problemas que afecta al productor, es la selección de animales que tengan una rentabilidad a largo plazo dentro de la explotación, la falta de registros de los animales por parte de los propietarios puede dificultar a tomar decisiones en la selección de los animales con

las características genéticas deseadas. El 72% de sus habitantes se dedican a actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.(6)

En el Ecuador la ausencia de una evaluación genética de bovinos de leche presenta una posible pérdida en el sector agropecuario, la selección de los reproductores se realice de una manera empírica o tradicional. La selección de reproductores importados, se realiza en base a evaluaciones genéticas o programas de mejoramiento genético de los países de origen del animal, generando resultados bajos en fenotípicos en el país. (7)

La producción de leche en Toacaso es de 2,23 litros de leche de vaca por hectárea/día, lo que da como resultado una producción ineficiente en comparación a los 4 litros producidos por hectárea que se producen a nivel regional en el país. (8) En Toacaso esta labor se realiza entre los 2800 a 4000 m.s.n.m, al encontrarse a una mayor altura se requiere una mayor demanda nutricional para su mantenimiento vital de los animales necesitando de una inversión mayor para cubrir su gasto energético.(9)

Los pesos económicos que estiman a cada índice de selección en la producción lechera siguen siendo un pilar clave en la economía de la parroquia Toacaso, donde la necesidad de mejorar el ganado lechero y optimizar la gestión de la producción es primordial para enfrentar los desafíos económicos y cambios climáticos que presentan en la actualidad.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Analizar la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Toacaso

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar el valor genético de los fenotipos seleccionados dentro de cada parroquia.
- Estimar el peso económico del índice de selección de los fenotipos del programa de mejoramiento genético la parroquia Toacaso.
- Simular mediante escenarios económicos la respuesta a la selección del programa de mejoramiento genético

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1. Producción de leche en Ecuador

La producción de leche es una actividad importante para la economía nacional en el Ecuador, sobre todo en la región andina que dependen directamente de esta actividad. Los productores de leche ayudan a la seguridad alimentaria del país, es el único producto tradicional que ha dado ingresos más estables y en aumento a los pequeños productores en los últimos años (10).

En Ecuador la agricultura y la ganadería, son actividades productivas de subsistencia principalmente en familias del sector rural. Se ha tomado estrategias fundamentales para el incremento de la productividad de las pequeñas y medianas empresas, implementando programas de mejoramiento de la gestión empresarial (11). Los bovinos de leche tienen y tendrá un papel fundamental en el desarrollo agropecuario y en el crecimiento económico del país, depende del sector agropecuario que desarrolle y progrese la actividad agropecuaria (12). En 2023, la provincia de Cotopaxi aporta 12,250 litros diarios, con un promedio de 5.5 litros/vacas al día. En estas zonas se utiliza un sistema tradicional para criar ganado criollo y mestizo, resultado del cruce de razas como Holstein, Brown Swiss y Jersey, su alimentación se basa en plantas como: alfalfa, raigrás, trébol, vicia y avena (13).

6.2. Mejoramiento Genético

El mejoramiento genético del ganado lechero tiene como objetivo cambiar la proporción de ciertos genes para que, según el ambiente en el que vive el animal, pueda mostrar su máximo potencial en los rasgos que se buscan. Estos rasgos pueden ser cualitativos, como color del pelaje (rojo, blanco, negro), o cuantitativos, como la cantidad de leche, grasa y proteína que produce. Estos últimos son importantes para los productores, ya que permiten que los animales con los genes deseados se reproduzcan más que los demás. A medida que se realiza la selección de generación en generación, algunos genes se vuelven más comunes y otros menos comunes en la población (14).

El mejoramiento genético del ganado lechero es cambiar la proporción de ciertos genes para que, en el entorno en el que se encuentra el animal como el clima, la alimentación y el manejo, se expresen los rasgos deseados que ayuden a maximizar la producción para el ganadero. Por ello, el mejoramiento genético para la producción de leche busca aumentar los genes que favorecen una mayor producción de leche en las condiciones ambientales en las que la vaca

vive implementando un programa de mejoramiento genético, lo que combina los procesos de selección de animales y los sistemas de apareamiento, por lo que la selección implica dar diferentes tasas reproductivas a los distintos genotipos, pero la principal dificultad es identificar los animales deseables a través del mérito genético (15).

6.3. Principios de selección

Los rasgos cuantitativos del ganado lechero, como la producción de leche, grasa y proteína, son muy importantes para los productores, ya que afectan directamente la rentabilidad. A diferencia de los rasgos cualitativos, los rasgos cuantitativos no se dividen en categorías fijas pueden tener muchas posibilidades diferentes, esto se debe a dos factores: la gran cantidad de genes que influyen en la expresión de estos rasgos y el impacto del medio ambiente, que agrega variabilidad a los valores posibles de esos rasgos (16).

Los objetivos de selección deben ser considerados cuidadosamente teniendo en cuenta la situación en particular de cada productor lechero, la meta de selección es de obtener, vacas que le den al productor la más rentabilidad. Las características que hacen vacas lo más rentables posible incluyen lo siguiente: Producción de grandes cantidades de leche en cada lactancia, Longevidad, la leche producida posee el valor de mercado más alto. Las vacas que producen grandes cantidades de leche son más rentables debido a que, requieren menos alimento por unidad de leche producida (17).

La complejidad del productor es la selección de los toros en su programa de cruzamiento. Ello se debe a que disponemos, en base a la inseminación artificial, de métodos para evaluación genética de reproductores, que permiten estimar razonablemente su capacidad de transmisión hereditaria, a través de un parámetro conocido como diferencia predecible (PD). El valor de la PD puede ser negativo o positivo y permite establecer un ranking de reproductores basado en su capacidad de transmisión hereditaria (18).

6.4. Valor genético

El valor genético de un animal se define como su mérito genético o efecto que tienen los genes del animal en la producción, los valores genéticos estimados (EBV) se expresan como la diferencia entre la genética de un animal para cada rasgo seleccionado (19). BLUP es el mejor predictor lineal insesgado más utilizado como una herramienta para la obtención de valores genéticos

predichos, permite la identificación de los mejores animales como padres para las siguientes generaciones, también permite calificar a los animales por su mérito genético y estimar las diferencias genéticas de cada uno, también permite estimar de forma simultánea los efectos ambientales y genéticos (20).

El valor genético verdadero (TBV) nunca se conoce con exactitud, un animal solo puede transmitir una parte de sus genes a su descendencia, para eso utilizamos los fenotipos observados para obtener el valor genético estimado (EBV) y la capacidad de transmisión estimada (ETA). La información fenotípica más importante que podemos utilizar es el fenotipo del propio animal, luego la descendencia como: padre, madre, hermanos y progenie (21). Los últimos años los avances en metodologías estadísticas, computación, métodos numéricos y genética cuantitativa han sido muy rápidos. En Medicina Veterinaria, el objetivo es realizar modelos prácticos que reflejen lo más posible a la realidad. En genética cuantitativa, se emplean modelos para predecir los valores genéticos, estimar la respuesta a la selección y calcular los parámetros genéticos. Las evaluaciones genéticas precisas mejoran la capacidad de los productores para tomar decisiones acertadas sobre la selección de animales (22).

Los avances de la tecnología genómica han facilitado la genotipificación a bajo costo. Una posibilidad reciente para mejorar la estimación y selección del valor genético en la cría de ganado vacuno es el uso de información genómica. La información del ADN se ha utilizado para la verificación y asignación de paternidad. Mejorar el valor genético para estimar simultáneamente el efecto de estos miles de polimorfismos de nucleótido único (SNP) para una variedad de diferentes rasgos de desempeño (23).

6.5. Genotipo y Fenotipo

Los fenotipos son las características observables y medibles de un animal y el genotipo se refiere al conjunto de genes que son responsables de rasgos específicos, es decir que describe todo el conjunto de genes que un individuo ha heredado mientras que el fenotipo de un animal es la manifestación que se observa o el rasgo medible, en animales de producción como es la cantidad de leche que produce la vaca, su porcentaje de grasa en leche o el puntaje de conformación (24). La principal diferencia entre genotipo y fenotipo está en que el genotipo es la característica fija del animal, no cambia a lo largo de su vida y no se ve afectado por el ambiente, ejemplos claros son cuando un solo gen o un par de genes controla un rasgo como es el color de pelo mientras que el genotipo se va a mantener constante y el fenotipo es un reflejo

de ese genotipo, sin embargo para algunos rasgos, el fenotipo va a variar durante la vida del animal debido a los factores ambientales, lo que hace que el fenotipo no sea confiable del genotipo (25).

Los factores ambientales afectan al fenotipo, el genotipo de un individuo se hereda directamente de sus padres una combinación de alelos que poseen para un gen específico. El fenotipo está influenciado por el genotipo. Los alelos son genes con una sección de ADN que codifica un rasgo dominante o recesivo la disposición precisa de los nucleótidos en un gen puede diferir entre copias del mismo gen. Por lo tanto, un gen puede existir en diferentes formas en distintos organismos (26).

Los rasgos en el ganado bovino son características físicas de rendimiento que podemos medir, tanto los genes del animal y el medio ambiente en el que vive, rasgos económicamente importantes. Existen tres factores que determinan la productividad de rendimiento del ganado, sus genes, su entorno; la interacción entre sus genes y su entorno (27).

6.6. Peso Económico

Al hablar de pesos económicos se habla del aumento del beneficio que resulta del incremento genético de un rasgo específico, esto se calcula mediante la evaluación de diferencia de beneficios entre la situación actual y la situación en la que un rasgo aumenta en una unidad de medida, donde se mantiene constantes los demás rasgos (28).

La selección genética de rasgos importantes debería tener un valor económico como bien comercializable, reduciendo así los costos de producción en las explotaciones. La industria del ganado lechero, han evolucionado con el tiempo como respuesta a los cambios de las necesidades de los productores, consumidores y la sociedad con la ayuda de avances en la tecnologías y programas. El valor económico de los rasgos ha sido el motor de la selección genética, muchos países han optado por objetivos de selección más equilibrados al incluir más peso en características previamente infravaloradas que no son de rendimiento (29).

En el caso del ganado vacuno, se calcularon pesos económicos para los sistemas de producción láctea utilizando un modelo bioeconómico demostrando un fuerte impacto del sistema de precios de la leche, las cuotas y las condiciones de producción en la eficiencia económica de los sistemas lácteos y en la importancia económica de los rasgos evaluados, indicaron un

impacto comercial en la rentabilidad, así como en el nivel de los pesos económicos en las explotaciones. El impacto de los subsidios sobre el valor económico dependía de cómo se relacionaban los subsidios con el nivel de producción, con el número de animales y la producción de leche utilizando a el mismo valor de longevidad, peso vivo de las vacas que completaron la lactancia con una duración de al menos 240 días, y porcentaje del rebaño reemplazo (30).

6.7. Índice de Selección

El índice de selección elección son útiles para maximizar el beneficio económico y resumir el mérito genético de un animal en un solo valor económico, este valor indica como el impacto económico que tendrá el uso de ese animal para reproductor, se toma en cuenta características como su producción y su genética, al elegir reproductores porque cada rasgo es ponderado según su valor económico y su impacto en el sistema productivo (31). El índice de selección es un método de puntaje total en el cual se desarrolla una ecuación de regresión múltiple que da valores óptimos a la importancia económica de cada característica, la heredabilidad de cada característica y a las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las características, de manera que permite separar genotipos con base en la evaluación simultánea de varios caracteres y ordenar los animales basándose en el valor obtenido (32). Para la construcción de estos índices, se define el sistema de producción e identifica las características biológicas que afectan los ingresos y costos del sistema. Luego se calculan los valores económicos de cada característica, lo que indica el beneficio de incrementar cada una, manteniendo las demás constantes y considerando los costos adicionales. Finalmente, se corrigen los valores económicos tomando en cuenta la variabilidad genética de cada una de las características y las correlaciones genéticas entre ellas, con estas se va a obtener un valor o ponderador para cada característica, que se utiliza en el índice de selección (33).

Los índices de selección deben ser realizados para cada programa de mejoramiento d considerar las circunstancias de producción actuales y futuras en el sector lácteo, en bovinos lecheros se manejan tres tipos de caracteres: de producción (leche, grasa, proteína); funcionales (productividad, longevidad, crecimiento, conversión alimenticia, salud de la ubre), y de conformación (estatura, fortaleza, profundidad, anchura y ángulo de cadera, ángulo de patas, conformación de la ubre), los ingresos económicos están basados en la producción de leche, venta de pie de cría y animales. La eficiencia en los sistemas de producción lechera en distintos lugares del mundo ha sido el uso de índices económicos. Caracteres como: la edad al primer

parto, el intervalo parto-parto, la mortalidad y el porcentaje de natalidad y descarte, constituyen índices técnicos y gerenciales de importancia significativa, como indicadores de productividad, rendimiento y evolución de los sistemas de producción, así como de la rentabilidad del sistema de producción de leche (34).

A nivel mundial los índices de selección se basaron en mejorar la producción de leche (grasa, proteínas), mientras que en otros países incluían la conformación junto con la producción, salud y reproducción. Los rasgos de los índices de selección nacional se separaron en 3 componentes: la producción, fue reconocer su contribución a mayores ingresos; la durabilidad, rasgos que contribuyeran a aumentar las ganancias debido a una vida más larga de las vacas, por último, rasgos relacionados con la salud y el desempeño reproductivo (35). La evaluación y selección mediante índices de selección es importante en la cría de ganado lechero, ya que permite combinar información sobre varios rasgos en un solo valor, que se utiliza para tomar decisiones de selección no existe un objetivo de reproducción unificado para el ganado lechero que sea adecuado para todas las poblaciones, pero existen principios generales para construir índices de selección. Estos principios permiten desarrollar índices de selección que cumplan con los requisitos económicos, que dependen de las características de una población en particular (36).

6.8. Heredabilidad

La heredabilidad en bovinos se refiere al porcentaje de la variación en un rasgo específicos que se atribuye a la genética, en contraste la variación causada por factores ambientales, se considera una medida crucial en los programas de mejora genética porque nos indica que tan fácil o difícil será lograr avances genéticos en ese rasgo mediante la selección. Cuando más alta sea la heredabilidad de un rasgo más eficaz será la selección y mayor será el potencial para mejorar dicho rasgo en las generaciones futuras (37). La heredabilidad es la cantidad de transmisión de genes, el efecto sobre un rasgo fuerte, el rasgo es altamente hereditario mientras que el efecto cuando un rasgo es débil, es poco heredable y el entorno tiene la mayor influencia sobre ese rasgo. Algunos rasgos genéticos actúan de la mano unos con otros (38).

La heredabilidad se aplica a un único rasgo medido en animales de una población específica en un momento determinado. Las estimaciones de heredabilidad de un rasgo pueden diferir entre razas de ganado lechero y puede cambiar lentamente con el tiempo. La heredabilidad se utiliza para predecir la respuesta a la selección ayudando a los productores a decidir si es más eficiente

mejorar rasgos a través de la gestión o mediante la selección. Tomando como referencia la relación entre rendimiento (fenotipo) y valor genético (genotipo) de un animal individual, la heredabilidad mide la diferencia esperada en el valor genético de un animal, también sirve para comprender el rol de heredabilidad en la predicción de la respuesta a la selección. (39).

En bovinos, los rasgos que tienen alta heredabilidad es la condición corporal, estas suelen mostrar respuestas rápidas a la selección genéticas mientras que los rasgos con baja heredabilidad como la resistencia a enfermedades a algunas características reproductivas pueden ser más difíciles de mejorar solo a través de la selección genéticas, este es un factor determinante para evaluar el potencial de mejora genética y orientar las estrategias de selección de manera más eficiente (40).

6.9. Medio Ambiente

La expresión del genotipo de un animal se encuentra determinada por la interacción de factores climáticos y de manejo, donde se crean las condiciones para que ese genotipo se manifieste, los factores ambientales como la alimentación, y la sanidad tiene un gran y rápido impacto en el individuo, pero no se van a transmitir de una generación a otra (41).

Dentro de la producción de leche la genética influye en un 30% mientras que el entorno juega un papel aún más importante con un 70%. A lo largo del tiempo las generaciones en genética se convierte en un factor decisivo para mejorar la producción lechera, ya que es un factor heredable. Por ello el trabajo del genetista siempre será identificar a los animales con el mayor valor genético para la producción de leche y utilizarlos como reproductores para las siguientes generaciones (42). El ambiente no es idéntico en todas las especies ni individuos, la concentración de cada uno de los gases como: el oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y otros constituye la presión atmosférica, a medida que aumenta la altitud disminuye la presión atmosférica. (43).

9.10. Longevidad

La longevidad en las vacas lecheras ha ganado cada vez más atención en los últimos años, en gran parte debido a las consecuencias ambientales y económicas asociadas con el corto plazo. La corta longevidad y la práctica de sacrificar vacas lecheras a una edad temprana indican que los animales no se mantienen de tal manera que puedan funcionar en producción durante un

período prolongado (44). La longevidad funcional se obtiene corrigiendo la medida observada de longevidad verdadera por la producción láctea media del rebaño. Muchos ganaderos tienen la idea de que al seleccionar continuamente por producción de leche están afectando el estado físico del animal repercutiendo negativamente en su longevidad y desde hace tiempo se han venido utilizando los caracteres morfológicos como indicadores indirectos de la longevidad, ya que son recolectados de forma temprana en la vida del animal (45).

El bienestar animal permitiría que las vacas lecheras estuvieran sanas y productivas durante un período más largo. La longevidad se ha convertido en un indicador importante para medir la calidad de vida y el bienestar para los animales de granja. La longevidad está influenciada por dos requisitos: la primera es la elección de cuánto tiempo se utilizan las hembras para su productividad hasta ser reemplazadas por otras más jóvenes; el segundo es la elección de engordar a los animales machos o matarlos inmediatamente después del nacimiento (46).

Los programas de mejoramiento genético del ganado lechero cuentan con diferentes criterios de selección, un desafío presente en el ganado lechero es la corta vida productiva de los animales. La longevidad no es un rasgo fácil de medir debido al retraso en el registro de datos fenotípicos, lo que aumentaría el intervalo generacional. Considerando la importancia del negocio lácteo a nivel global, es esencial identificar no sólo los animales más productivos, sino los animales que combinan mejor producción, reproducción, longevidad y conformación, dando como resultados animales que contribuyan al aumento de la rentabilidad del sistema de producción en general. La decisión de sacrificar una vaca lechera incluya un componente económico relacionado con cuántas y qué vacas deben mantenerse en el rebaño para maximizar las ganancias, una razón para no sacrificar las vacas más viejas podría ser una reciente expansión de la granja, por razones económicas para las decisiones de sacrificio, hasta la fecha han examinado la relación entre las inversiones realizadas por el granjero y la longevidad de las vacas (47). La vida productiva de un vaca está determinada por la producción, fertilidad, salud y funcionalidad del animal, una mayor longevidad reduce los costos de inversión asociados con la cría de novillas completamente productivas. La reducción de la fertilidad conduce a mayores costos de producción como resultado del potencial limitado para la selección de novillas de reemplazo dentro de una granja. Una longevidad reducida también es un indicador de un bienestar animal deficiente (48).

6.11. Densidad de la leche

La densidad de la leche dependerá de la concentración los sólidos no grasos, esto se va a relacionar con sus componentes propios es decir agua, grasa, proteína, lactosa, minerales y sólidos no grasos. Por ello, la densidad de la leche entera es de aproximadamente 1,032 g/ml mientras que la leche diluida tiene menor densidad es decir 1,029 g/ml, la densidad también varía con la temperatura por ello los cambios de temperatura afectan especialmente en el punto de fusión de la materia grasa. La materia grasa cambia de estado físico de manera lenta lo que significa que la densidad no se estabiliza inmediatamente y puede tardar varias horas en ajustarse completamente (49).

Tabla 1. Composición de la leche en diferentes razas.

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas	Sólidos no grasos	Sólidos Totales
Ayrshire	4.00	3.53	4.67	0.68	8.90	12.90
Guernsey	4.95	3.91	4.93	0.74	9.40	14.61
Holstein F.	3.40	3.32	4.87	0.68	8.86	12.26
Jersey	5.37	3.92	4.93	0.71	9.54	14.91
Suizo Pardo	4.01	3.61	5.04	0.73	9.40	12.41

Fuente: Foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz

7. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0): La parroquia Toacaso no ha tenido un continuo progreso en la rentabilidad de sus animales gracias al índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche que se ha planteado con los productores de la zona.

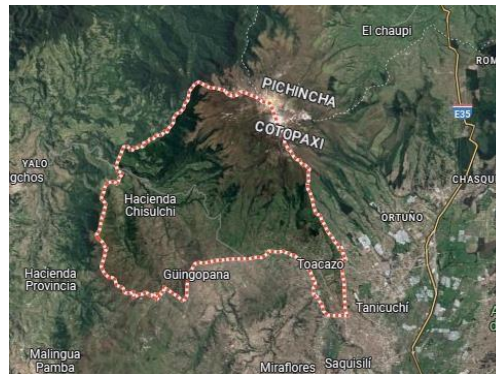
Hipótesis alternativa (H1): La parroquia Toacaso ha tenido un continuo progreso en la rentabilidad de sus animales gracias al índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche que se ha planteado con los productores de la zona.

8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

8.1. Área De La Investigación

La parroquia de Toacaso, se encuentra ubicada en el cantón de Latacunga, provincia de Cotopaxi, posee una temperatura de y una altura sobre el nivel del mar desde 2680 a 3500 metros sobre el nivel del mar, sus límites son: al norte con la parroquia Pastocalle y Chaupi, en el sur con el cantón Saquisilí y la parroquia Guaytacama, al este con la parroquia Tanicuchi y al oeste con el cantón Sigchos (50).

Figura 1. Área de Toacaso



Fuente: Google Maps

8.2. Población De Estudio

El presente trabajo fue realizado en la parroquia de Toacaso con el apoyo de 13 productores que habitan en los barrios de Pintze grande, Toacaso Centro, La Libertad y Cuicuno Sur, donde se contabilizó un total de 128 cabezas de ganado bovino.

Tabla 2. Distribución de la población de estudio

	Ternera	Ternero	Torete	Vaca	Vaona	Total
Cuicuno Sur	-	1	1	1	-	3
La Libertad	15	6	2	28	10	61
Pintze grande	3	8	6	8	3	28
Toacaso Centro	10	4	3	15	4	36
Total	28	19	12	52	17	128

Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

8.3. Duración Del Estudio

La investigación tuvo una duración de tres meses, desde noviembre del 2024 hasta enero del 2025. Este período permitió observar el desempeño de los productores en la producción láctea e identificar posibles factores que afectan el sistema de producción de leche.

8.4. Diseño Del Estudio

El diseño utilizado en esta investigación fue observacional, ya que los datos recolectados se centraron en la rentabilidad de los productores y las actividades ganaderas realizadas en la parroquia Toacaso. La metodología empleada permitió una exploración detallada de los objetivos planteados en el tema de la investigación.

8.5. Recopilación De Datos

La recolección de datos comenzó contactando a los productores de bovinos lecheros de la parroquia Toacaso y obteniendo su consentimiento para recopilar información sobre sus explotaciones. Se registró información detallada sobre la genealogía de los animales, el aumento diario de peso, la producción de leche, la densidad de la leche, edad en meses, altura a la cruz, días abiertos y los costos asociados a la explotación, utilizando la aplicación móvil UTC Gen.

Para continuar con el registro de los datos en la parroquia Toacaso, se actualizó la información de los animales en cada explotación, que ya estaba registrada en la aplicación UTC Gen. Se mantuvo el enfoque observacional en las explotaciones ganaderas, recopilando datos utilizando las herramientas necesarias para este fin.

- **Ganancia diaria de peso**

Para la recopilación de datos en la ganancia diaria de peso se utilizó la cinta bovino métrica, que es una de las alternativas que nos permite estimar pesos de una manera rápida de todos los animales en cualquier etapa de producción en el campo. Esta cinta bovino métrica es útil para estimar el peso (kilogramos, libras, etc.) de animales vivos, bovinos que son criados con fines de producción de carne y ganado lechero (51). Los pesos de los animales se realizaron cada mes, donde se realizaba una resta entre el peso final y peso inicial, la suma se divide para el número de días que transcurrieron desde la toma del peso inicial hasta el día de tomar el peso

final, luego estos resultados transformamos a gramos (gr), para saber la ganancia diaria de peso en gramos.

$$GDP(kg) = \frac{Pf - Po}{\text{días transcurridos}}$$

- **Lactancia a los 305 días**

Según Wiggans y Van Vleck, para obtener el estimado de producción a 305 días de lactancia para una vaca con base en los registros de producción reales, se utilizando factores de proyección se utiliza la siguiente fórmula:

$$P305 = \Sigma Y_i + FP_n * Y_n * (305 - n)$$

P305 = Producción de leche estimada a 305 días,

ΣY_i = Suma de la producción parcial entre el día 1 y el día n (último registro),

FP_n = Factor de proyección correspondiente al día n, según lactancia estándar, Y_n

= Producción real (kg) observada para el día n (último registro) (52).

- **Densidad**

Para medir la densidad de la leche se utiliza el lactodensímetro, al introducir dentro de una probeta o recipiente se podrá medir la densidad y la temperatura de la leche.

8.6. Manejo Del Estudio

En la parroquia de Toacaso se realizaba visitas constantes a los hatos ganaderos pertenecientes a los asociados al programa UTCgen, al momento de la recolección de datos con los propietarios de la parroquia se tomó en cuenta en entrar a un proceso de desparasitación y vitaminas de los animales por el motivo de seguir cumpliendo con su calendario establecido ya que este proceso los propietarios cada 3 meses aproximadamente, de igual manera se continuo realizando las inseminaciones artificiales, en este periodo en total se realizaron 11 inseminaciones artificiales, como resultado de los procesos realizados en los anteriores periodos tenemos como resultados el nacimiento de 8 crías hijas de los toros usados por el programa como reproductores.

De igual manera con el único fin de precautelar la sanidad y bienestar de los animales se realizaron pruebas de mastitis en los distintos hatos lecheros con los cuales se pudo observar que en la parroquia tienen un muy sistema de ordeño llevando a cabo todas las medidas de salubridad ya que tuvimos una mínima incidencia de caso de mastitis sub clínica. Por último, se procedió a realizar encuestas a los propietarios de cada hato con la finalidad de saber cuál es su costo de producción para poder observar si en la parroquia existe rentabilidad en sus producciones.

8.7. Análisis Económico

Para realizar el análisis económico de cada explotación, se desglosaron los costos de producción en categorías específicas, como alimentación, manejo, atención veterinaria, infraestructura, entre otras.

Los datos se ingresaron en tablas de Excel para calcular los ingresos de cada productor, basados en la producción de leche y considerando precios promedio o variables del mercado.

Este análisis nos permitirá determinar el ingreso neto, restando los costos totales de los ingresos, lo que refleja una de las realidades que enfrentan muchos de los pequeños productores de la parroquia Toacaso.

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

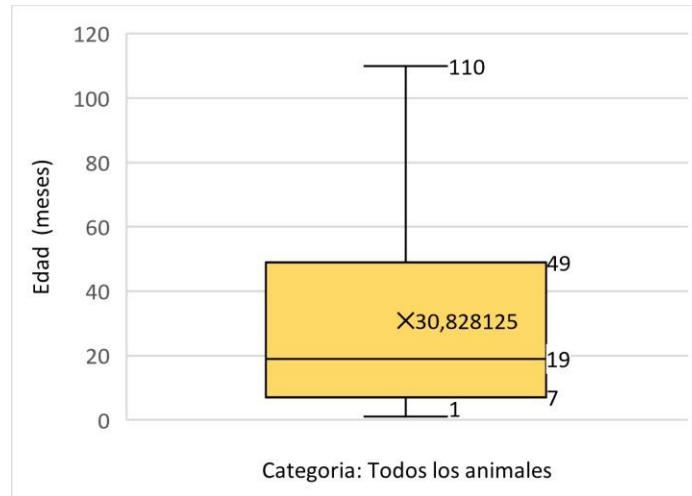
En la parroquia Toacaso perteneciente al cantón Latacunga se trabajó con una población de estudio de 128 animales entre vacas, vaconas, terneras, toretes y terneros, en el trabajo de investigación se evaluaron los fenotipos como: edad en meses, altura a la cruz, ganancia de peso diaria (GDP), periodo de lactancia en 305 días, densidad de la leche y días abiertos, estos caracteres fueron escogidos ya que influyen de manera fundamental en los valores económicos de cada producción lechera. Los valores fueron evaluados de forma cuantitativa.

9.1. Edad en Meses

En las industrias lecheras la vida productiva de las vacas en promedio es de entre 2,5-4 años, si las vacas paren por primera vez a los 2 años de edad, elevan su vida productiva entre 4,5 y 6 años. Sin embargo, en las últimas décadas las mejoras en el confort de las vacas, la reproducción y el mérito genético para la vida productiva no han llevado a un aumento notable de la vida productiva del ganado lechero (53). La edad al primer parto es un factor muy importante en la

vida productiva de una vaca, repercute en una mayor producción láctea y conduce a un menor consumo de alimento, derivando un menor costo de crianza.

Figura 2. Diagrama boxplot para edad en meses



Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

Los bovinos que pertenecen al proyecto de mejoramiento genético sostenible de bovinos lecheros la Parroquia Toacaso tienen un promedio de 30 meses de edad con intervalos de 19 a 49 meses, la mayoría de la población bovina están entre los 2-5 años de edad. Las vacas expresan su capacidad de producción de leche a los 6 años de edad, durante los 2 años de edad la vaca genera un 70% de su capacidad de producir leche; 3 años un 80% y en los 4-5 años de edad producen entre un 95-90 % del total que produce una vaca a los 6 años (54).

En Guatemala realizaron un análisis productivo y reproductivo de un hato lechero, donde encontraron una edad promedio de 3 años y 8 meses, esto se debe a una alta tasa de descarte debido a las ventas de vacas con problemas reproductivos o productivos (55). Un estudio realizado en la cuenca de Lima se encontró que el 57% de los animales llegan a tener 4 partos y un promedio de vida productiva en los establos lecheros de 42.9 ± 29.4 meses, las principales causas de descarte son los problemas de fertilidad y alteraciones de la ubre (56). Un estudio realizado en Honduras sobre la relación entre la edad del primer parto y la longevidad en vacas Holstein, las vacas poseen una media de 89.3 meses de edad, el primer parto a la edad de madurez adecuada proporciona una buena condición corporal para toda la vida donde la longevidad aumentó linealmente con la edad al primer parto de la vaca. Las diferencias se deben en parte a factores de manejo, que se espera que varíen entre las granjas (57).

La longevidad de las vacas lecheras se ve afectada por muchos factores, como factores inherentes (lactancia, salud, rasgos de conformación y desempeño reproductivo) y los factores externos (precio de la leche, nutrición, manejo, políticas, costo de alimentación y novillas de reemplaza), la heredabilidad para la longevidad es baja de 0,01-0,30. Sin embargo, es necesario seleccionar los rasgos de longevidad, que determinan el valor de utilización de las vacas lecheras y mejoren los beneficios económicos de las granjas lecheras (58).

Tabla 3. Animales con mayor edad en meses, según el EBV calculado

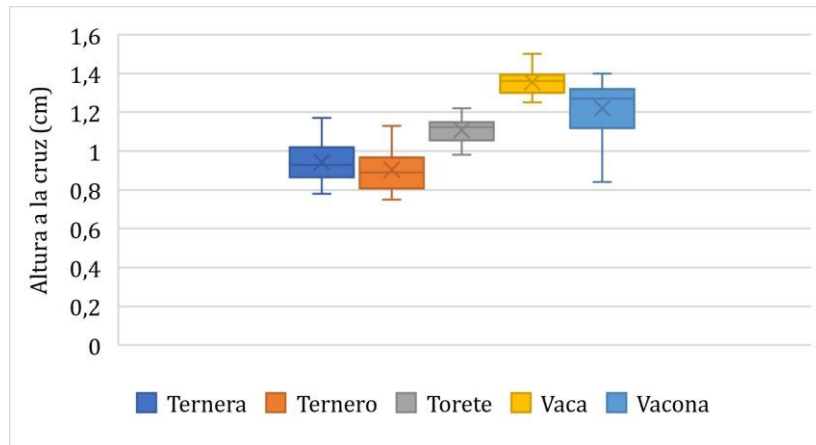
ID	EBV	Accuracy
Huesos PC	4,048	0,305
Zaida PC	1,797	0,305
Grandota PC	1,786	0,280
Leonela M Cat	1,786	0,280
Leonarda MN	2,266	0,280

Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

Según un análisis relacionado con el promedio de lactancia a 305 días y longevidad, se pudo seleccionar a 5 animales que tienen una mayor rentabilidad dentro de cada diferente sistema de producción de los pequeños productores, La vaca Huesos PC que tiene una confiabilidad del 30% y una estimación del valor genético de 4,04 para transmitir a su generación, este análisis fue realizadas en el BLUP. La vaca que tiene una edad de 109 meses (Huesos), representa un gran aporte económico para la productora Pilar Chasi con una producción promedio de leche por lactancia de 4625 litros por lactancia. Son animales que representan rentabilidad para los pequeños productores con una gran resistencia a enfermedades y adaptación al medio ambiente que posee la parroquia. Según Ferguson considera que la longevidad refleja la habilidad de una vaca para no ser eliminada por baja producción y/o baja fertilidad, debido a errores en el manejo reproductivo o por enfermedad (59).

9.2. Altura a la cruz

Figura 3. Diagrama boxplot para la altura en la cruz de todos los animales



Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

En el presente grafico se representan la altura a la cruz de todos los animales pertenecientes al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos lechero, los mismos que se encuentran divididos de acuerdo a su categoría productiva que corresponde. Las vacas presentan un promedio de 1,35cm para la altura de la cruz, con un intervalo desde 1,30- 1,39 cm. Estos animales representan un costo de producción más elevados, debido a su tamaño necesita un mayor requerimiento de nutrientes para su mantenimiento. Cabe destacar que este promedio es superior a los estándares de algunas razas de bovinos como: Holstein (129,5 cm), Brown Swiss (133, 8 cm), Jersey: (121,8 cm) y Criolla: (123,3 cm), como se muestra en el trabajo de Alvarado y Rodas (60). En 2011 Aguirre realizo un estudio de fenotípico y zoometrico del bovino criollo al sur de la serranía ecuatoriana, concluyendo que esos bovinos criollos son ejemplares pequeños con una altura a la cruz de 1,16 m los machos y 1,19 m las hembras, presentando una excelente adaptación, resistencia al clima y topografía irregular de la región (61). En Manabí se utilizaron una población de estudio 167 animales, distribuidos en toda la provincia de la costa dando como resultado que la raza criolla tienen una altura a la cruz de aproximadamente 128.20 cm (62).

En dos sitios de Argentina, se llevó a cabo un estudio sobre la altura a la cruz como indicadores productivos y reproductivos en vacas Holstein, los resultados obtenidos en vacas que presentaban una tercera lactancia ponen en evidencia que altas producciones de leche están asociadas con baja fertilidad, presentando animales con una altura promedio de 139-140 cm en el primer caso y 145-146 cm en el segundo, esos 6 cm de diferencia se traducen en mayores costos de mantenimiento (63). En Colombia se realizó un estudio bovinométrico relacionando a medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna, mostro que los animales con una edad aproximada de entre 4-5 años presento una altura a la cruz de 127 a 127,9 cm, mientras que en los reproductores, las medidas variaron de 139 a 132 cm (64).

Tabla 4. Animales mejores alturas a la cruz, según el EBV calculado

ID	EBV	Accuracy
Leonarda MN	-0,031	0,601
Leonela M Cat	-0,031	0,601
Bombom GN	-0,035	0,601
Marisol BC	-0,038	0,601
Roja IM	-0,042	0,601

Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

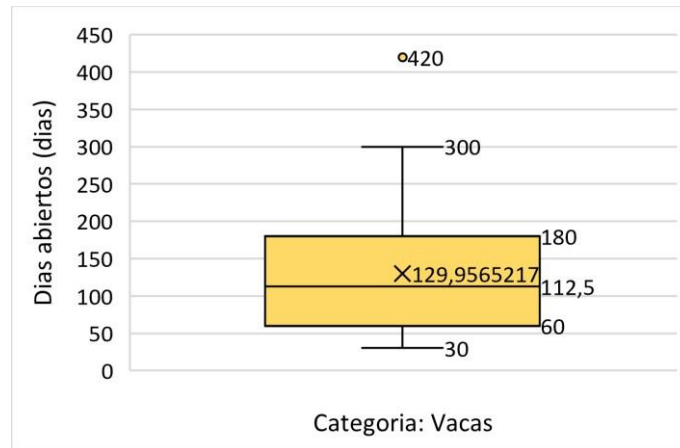
Para seleccionar a los mejores animales para el fenotipo de altura a la cruz, se relacionó con la productividad de lactancia a los 305 días y longevidad, siendo la vaca de nombre Leonarda perteneciente al productor Marco Negrete, posee una altura a la Cruz de 1,26 y un promedio en producción de 3985 lt/ leche por lactancia a los 305 días, una de los mejores animales para este fenotipo, pues a pesar de su tamaño corporal no ha tenido problemas en el parto, lo que representa una eficiencia en la conversión alimenticia. Un estudio realizado en Colombia se muestra que la heredabilidad o capacidad de transmitir el fenotipo de la altura a la cruz para las demás generaciones es de 0,37 en vacas lecheras que se produce en la zona (65).

9.3. Días Abiertos

El promedio de los días abiertos en vacas lecheras de la parroquia Toacaso es de 129 días aproximadamente, con un intervalo de 60 y 180 días, es inferior al estudio realizado por Analuisa en el 2004, donde realizo una evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de diez hatos lecheros en la provincia de Pichincha. Los promedios encontrados fueron desde

140 y 180 días. Este parámetro es el más utilizado para evaluar la eficiencia reproductiva de un hato lechero ya que está relacionado con los días al primer servicio y el intervalo entre partos (66).

Figura 4. Diagrama boxplot para los días abierto de vacas



Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

En la provincia de Pichincha, evaluaron la eficiencia productiva y reproductiva de 46 vacas Brown Swiss, con los datos registrado en los periodos 2018-2020, encontrando un promedio de 131 a 138 días abiertos (67). En la sabana de Bogotá a 2520 m.s.n.m, se analizaron 210 registros de reproducción de 72 vacas Holstein con edades entre 3 y 11 años, presentando con un promedio de 197 ± 137 días abiertos (68).

Según D.A. Morrow, para la producción lechera tenga rentabilidad en la producción de leche, las vacas deben tener días abiertos menores a 100 días, para llegar a la meta se debe implementar planes y medidas necesarias para cumplir (69). Los días abiertos es un período donde el hombre interfiere más frecuente con el proceso reproductivo, y durante el mismo tienen lugar la mayoría de los problemas asociados a la reproducción. Un estudio realizado por Córdova-Izquierdo A, Cervantes R, etc. determinaron que la retención placentaria tiene un efecto directo en la prolongación de los días abiertos, vacas que presentaron una retención placentaria obtuvieron un promedio de 228 días abiertos mientras que en los animales sin retención placentaria fue de 108 día (70).

Tabla 5. Animales con menores días abiertos, según el EBV calculado

ID	EBV	Accuracy
Lluvia BC	-18,115	0,439
Cachos VC	-16,736	0,439
Leonela M Cat	-16,736	0,439
Camila PC	-16,736	0,439
Georgina PC	-13,781	0,439

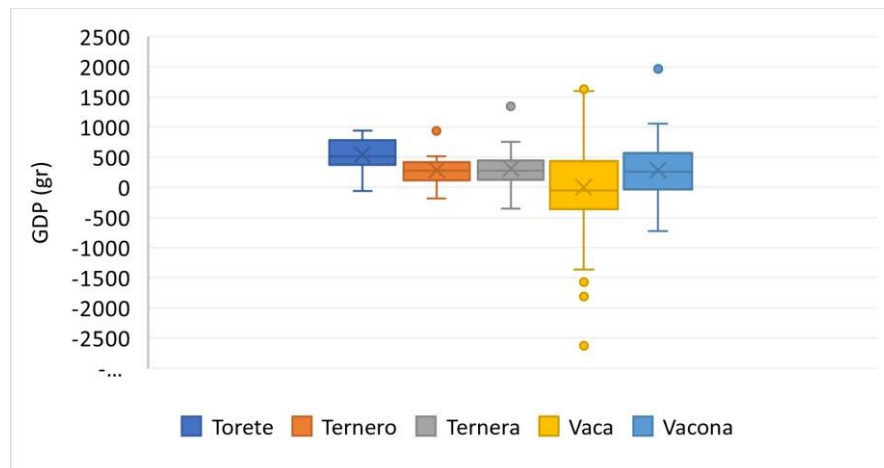
Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

La rentabilidad del ganado lechero está influenciada por la producción de leche y reproducción de los animales dentro del hato (71). En estudios realizados sobre la duración de los días abiertos con relación a la producción de leche por lactancia, una mayor producción de leche suele estar asociada a una menor fertilidad. Makulska, Stygar, etc estudiaron la relación entre la duración de los períodos de días abiertos y días secos en relación al rendimiento de la leche por lactancia completas de vacas Holstein-Friesian donde concluyeron que la estrategia más ventajosa para el manejo del hato lechero requiere un análisis exhaustivo, teniendo en cuenta aspectos productivos y económicos (72). Goyache encontró que los días abiertos es una característica reproductiva con considerable variabilidad genética, los valores de heredabilidad para días abiertos fueron entre 0,091- 0,197 para vacas (73).

9.4. Ganancia De Peso Diaria (GDP)

La ganancia de peso diaria en un animal se encuentra afectados por distintos factores externos a la genética, este carácter puede variar dependiendo la raza del animal, los factores ambientales, alimentación, el tipo de producción, suplementos alimenticios que se utilizan en la formulación de la dieta de los bovinos, etc.(74) La crianza de toretes en la parroquia Toacaso tienen como única finalidad la producción de carne, ya que la mayoría de productores utiliza más la inseminación artificial como método de reproducción, se analizaron 128 animales entre las categorías a evaluar son: terneros, terneras, toretes, vaconas y vacas.

Figura 5. Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso



Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

El promedio de ganancia diaria de peso en vacas es de 43.71 gr/día y para vaconas de 51.84 gr/día aproximadamente, este valor nos ayuda a observar que la ganancia de peso que existe es baja, esta ganancia de peso en vaconas puede llegar a ocasionar pérdidas económicas, si obtenemos una mayor ganancia de peso, las vaconas alcanzarán una fertilidad temprana para comenzar la reproducción.

En Venezuela, en un estudio realizado sobre el peso en novillas al primer servicio obtuvieron como promedio de 350g/d y 450g/ en novillas después del destete, el peso promedio para el primer servicio es entre los 300-340 kg, el cual debe buscarse una manera para obtener una mayor ganancia diaria de peso en las novillas para alcanzar la rentabilidad en la producción de leche (75).

La ganancia diaria de peso en la crianza de terneras y terneros presenta variaciones por diversos factores como: la raza, alimentación y manejo, sin embargo, por factores fisiológicos los terneros tienden a obtener mayor ganancia de peso diaria. Córdova A, menciona en un estudio realizado que la ganancia diaria de peso óptima en terneros y terneras oscila entre los 683 gr a 1310 gr al día (76). Vargas realizó un estudio en Costa Rica sobre la ganancia de peso en terneras de raza Jersey con un promedio de 0,727kg/día y la raza Reyna con 0,627 kg/día (77).

Tabla 6. Animales con mejor ganancia de peso en terneras, según el EBV calculado

ID	EBV	Accuracy
Luna Mcat	98,276	0,710
Martina BC	90,443	0,710
Estrella BC	88,235	0,710
Franchesca GN	81,615	0,710
Pirata PC	19,112	0,710

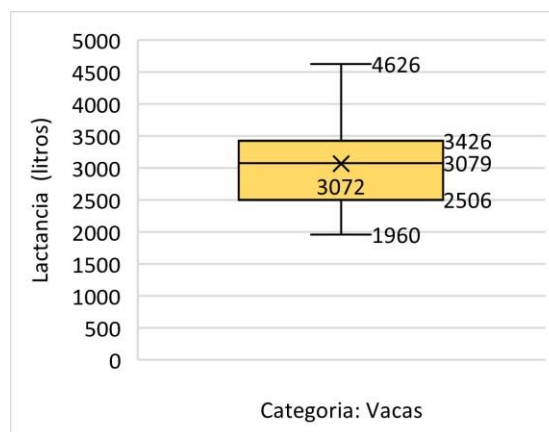
Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

La ganancia de peso en ternera representa una gran importancia económica en una producción para reemplazo, la ternera Luna del propietario Marco Catota tiene una ganancia diaria de peso de 213gr por día que presunto en las condiciones ambientales que ella actualmente vive, teniendo un EBV una ganancia de 98 gr/ día a su descendencia con una confiabilidad del 71%. La heredabilidad para ganancia diaria de peso es de 0,22 (78).

9.5. Lactancia a los 305 días

La producción de leche a sus 305 días o también conocida como lactancia es un aspecto demasiado importante ya que este nos ayuda a evaluar la rentabilidad, producción y eficiencia de los hatos productores de leche, por este motivo en la parroquia de Toacaso se trabajó con una población de 55 animales los cuales se encontraban en producción de leche, gracias a esto se obtuvo que existe una producción promedio de 3072 litros por lactancia en la parroquia.

Figura 6. Diagrama boxplot para la estimación del valor genético de lactancia



Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

Como podemos observar en el gráfico de producción láctea ajustada a los 305 días, tenemos una producción promedio de 3072 litros/lactancia es inferior al estudio realizado en Riobamba donde 88 vacas de raza Holstein en producción que fueron ajustadas a los 305 días de lactancia, obtuvieron como resultado un promedio de 3224,30 litros/lactancia, con un coeficiente de determinación de 98,21% (79). En Riobamba en el “Criadero Pacaguan” se determinó que el promedio de litros por lactancia ajustada a los 305 días de 60 vacas Holstein, es de 4929.18 litros/lactancia (80). Igual al estudio realizado por Reyes, Chávez, etc. En la provincia de Cotopaxi con un promedio de 4996 litros por lactancia (81). En Turquía la producción de leche por lactancia es de 7223 litros en promedio (82). En México el rango de heredabilidades estimadas para el ganado Holstein para la producción de leche es de 0.13 a 0.57, este carácter ha sido evaluado en índices de selección en combinación con características de reproducción, conformación, funcionales y longevidad del animal (83).

Tabla 7. *Animales con mejor Lactancia a 305 días, según el EBV calculado*

ID	ANIMAL	EBV	Accuracy
	Gabriela IM	476,02	0.353
	Colorada		
	MC	376,59	0.344
	HuesosPC	367,37	0.343

Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

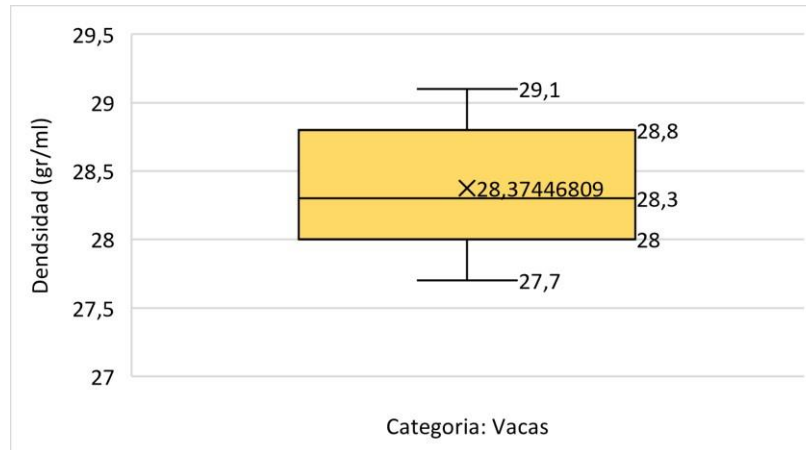
La lactancia tiene un alto peso económico en los ingresos de los productores ya que si se mejora la producción de litros de leche en cada animal obtendremos mayores ingresos, sin embargo, debemos tener en cuenta que estos ingresos sean mayores a nuestro costo de producción. La producción en su lactancia depende mucho de la alimentación y de la genética del animal.

9.6. Densidad de leche

La principal característica que se busca mejorar en los bovinos es la calidad de leche sin embargo debemos tener en cuenta que esta característica no tiene un alto porcentaje de heredabilidad, ya que esta se encuentra afectada por la calidad nutricional y la dieta alimenticia

que se les brinde a los animales, este fenotipo en la parroquia fue trabajado con una población de 55 animales.

Figura 7. Diagrama boxplot para la estimación del valor genético en densidad



Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

La densidad en la leche es lo que determina su calidad, sin embargo, podemos observar que en los hatos ganaderos de la parroquia se cuenta con un promedio de calidad de leche de 28.33 g/ml, sin embargo, podemos determinar que se cuenta con una calidad de leche normal ya que nos encontramos dentro de sus parámetros normales los cuales van de 28 a 32 g/ml (74). La densidad de la leche tiene un aspecto económico demasiado importante ya que en la actualidad las industrias lecheras brindan bonificaciones por la calidad que tiene un litro de leche, comúnmente en el Ecuador el litro de leche tiene un costo de 0.42 ctvs., sin embargo en la parroquia el precio de venta promedio es de 0.39 ctvs., debido a su calidad esto quiere decir que si logramos mejorar la calidad de leche podemos tener un aumento en la venta de 0.03 ctvs. por litro, mejorando mínimamente la rentabilidad.

Tabla 8 Costos de producción de la parroquia Toacaso

ID	EBV	Accuracy
Roja IM	4,17	0.325
Cecilia IM	4,05	0.323
Fortunata MN	3	0.313

Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

Por ejemplo, el litro de leche en la parroquia de Toacaso se vende en promedio a 0.39 ctvs., con una densidad de 28.33 gr, la parroquia produce 513 lt de leche al día esto genera un ingreso al día de \$200.07 a la parroquia, si nosotros aumentaríamos la densidad a 32 gr, el litro de leche venderíamos a 0.42 ctvs. Produciendo la misma cantidad de leche al día tendríamos un ingreso de \$215.46, gracias a esto nuestra rentabilidad e ingresos mejorarían en un pequeño porcentaje.

9.7. Costos de producción de la leche

La estimación del costo de producción del litro de leche fue realizada mediante el concepto costos fijos y costos variables. Los costos fijos incluyeron aquellos costos independientes del área de operación, tales como mano de obra, arrendamiento del terreno, servicios públicos, visita veterinaria, depreciación de instalaciones, equipos, mientras que los costos variables incluyeron aquellos costos que se modificaron de acuerdo con el volumen de producción, mantenimiento de los pastos, la sanidad y la alimentación animal. Los costos de alimentación incluyeron el costo del forraje y de los suplementos.

Tabla 9. Costos de producción de la parroquia Toacaso

Propietario	Precio de venta Lt/leche	Lt/leches mensuales	Gastos mensuales	Costo producción
Pilar Chasi	0,39	4800	600	0,12
Marco Negrete	0,39	2100	300	0,14
Marcelo Catota	0,39	1350	250	0,18
Blanca Catota	0,39	2100	400	0,19
Vilma Catota	0,39	1500	225	0,15
Matilde Negrete	0,4	1200	150	0,12
Rafael Toaquiza	0,39	840	200	0,23
Isabel Moreno	0,4	1500	175	0,12
PROMEDIO	0,39	1924	287,5	0,16

Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

A través de la tabla presentada podemos observar que los propietarios asociados al programa producen 1924 lt/leche al mes, lo cual es vendido en promedio 0.39 ctvs., obteniendo un costo de producción en promedio de 0.16 ctvs. por litro de leche. Este resultado es inferior al estudio realizado en el cantón Sigchos, perteneciente a la provincia de Cotopaxi, el costo de producción promedio del litro de leche tal cual lo consideran los ganaderos de la comunidad de Sivicusig es de 0,21 dólares con una desviación estándar de 0,10 dólares (75). Los gastos mensuales que se producen son por alimentación (plátano, balanceado, sales

minerales, etc.), sanidad (desparasitación, vitaminas, vacuna, etc.), manejo de terrenos (fertilizantes, abonos, arados, etc.) y mano de obra de las personas.

9.8. Escenarios económicos para la respuesta a la selección (RS)

Tabla 10. Respuesta a la selección (RS), simulador

Rasgos	GDP (gr)	Longevidad (meses)	Altura (cm)	Lactancia (litros)	DA (días)	Densidad (mg/ml)
Categoría	Terneritas	Vaca	Vaca	Vaca	Vaca	Vaca
AVG actual	139	39	1.35	3072	129	28.3
ID animal	Luna MCAT	Hueso PC	Leonarda MN	Gabriela IM	Lluvia BC	Roja IM
EBV	98	4.04	-0.03	476	-18	0.41
Accuracy	0.71	0.30	0.60	0.35	0.43	0.32
Generaciones	4	4	4	4	4	4
RS	491	44	1.28	3738	99	28.82

Fuente: Datos tomados del proyecto UTCgen

Si en 4 generaciones llegamos a tener los valores promedios que se estima en los escenarios económicos tendríamos una rentabilidad eficaz en la parroquia. La producción de leche en una lactancia y la densidad, influyen de manera directa en los ingresos económico que obtiene el productor por la comercialización del producto. El MAGAP ha implementación a los pequeños y grandes productores a tener buenas prácticas ganaderas en el hato lechero, haciendo una bonificación de 0,01 ctv. por tener un predio libre de enfermedades y 0,02 ctv. por litro adicional a predios con certificados de Buenas Prácticas Ganaderas (84).

Si tenemos una ganancia diaria de peso 417gr en terneritas, reduciríamos los costos económicos que se producen en la crianza de terneritas hasta llegar a la fertilidad y empiecen una producción de leche en menos tiempo. En todo sistema de producción de leche la crianza de remplazos es fundamental para tener una rentabilidad, no existe un método de

crianza específico, el propósito es lograr un peso de cubierta de las vaquillas en el menor tiempo posible, de modo que obtengamos una vaca sana y vigorosa (85). La reducción de los días abiertos en los pequeños productores influye a tener pérdidas económicas importantes en la producción de leche, la intervención de planes sanitarios, nutricionales y un buen manejo en la detención del celo nos aproximaríamos a tener un promedio de 99 días abiertos que se estima en los escenarios económicos de las siguientes generaciones. Los beneficios de un manejo reproductivo en bovinos lecheros facilitan la implementación de la inseminación artificial aumentando la producción de litros de leche durante la vida productiva del animal (86).

La altura a la cruz que se estima para las siguientes generaciones es de 1.28 cm. Una investigación realizada en Estados Unidos muestra que los productores lecheros orientados hacia la crianza de animales para exposiciones prefieren animales más altos y fuertes, mientras que, las vacas grandes poseen un consumo de materia seca mayor para los requerimientos de mantenimiento, las vacas pequeñas son más eficientes que las vacas grandes, por la reducción de requerimientos nutricionales y una mayor producción de leche (87).

La edad en meses para las vacas lecheras representa una rentabilidad beneficiaria para los productores, son animales adaptados a las condiciones climáticas de la parroquia y al sistema de producción que tienen los diferentes productores. Las vacas que viven más años en un hato lechero son valiosas por su tendencia a tener una mayor producción de leche a lo largo de su vida. La selección por la edad se encuentra influenciada por muchos factores como: no tener problemas con enfermedades reproductivas, mastitis, ubres, condición corporal, etc (87).

10. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

10.1. Impacto social

Las lecherías especializadas en el Ecuador generan una gran fuente de trabajo para los profesionales del área de ciencias naturales y recursos renovables, el sector ganadero lechero y cárnico del sector agropecuario ha implementado nuevas tecnologías que

mejoran la eficiencia y la rentabilidad en los productores. La innovación y uso de estas herramientas promueve a un desarrollo económico del país.

10.2. Impacto Económico

El sector agropecuario aporta una gran parte a la economía regional y nacional del país, la producción de leche en el país promueve mejorar la calidad del producto, para lograr vender a un precio justo en los mercados y así poder mejorar la rentabilidad de los pequeños y medianos productores.

11. CONCLUSIONES

- Los valores genéticos (EBV) obtenidos de los fenotipos seleccionados en la parroquia de Toacaso son valores de predicción que se dieron en ese tiempo, espacio y en los diferentes sistemas de producción, al escogerlos como reproductores tenemos posibilidades que las siguientes generaciones de estos animales muestren los objetivos de selección.
- En conclusión las características fenotípicas seleccionadas como: edad en meses, la ganancia diaria de peso, días abiertos, altura a la cruz, lactancia a los 305 días, y la densidad, tienen alto impacto económico en la rentabilidad y en las producciones lecheras de la parroquia, ya que estos aspectos van de la mano para la generación de ingresos, si un animal no tiene una buena ganancia de peso con una dieta alimenticia apropiada no se puede aumentar la producción y mejorar la calidad de la misma, lo que ocasiona una entrada de ingresos mínima disminuyendo la rentabilidad del productor.
- Como se menciona al nosotros mejorar la ganancia de peso diaria en terneras vamos a poder mejorar significativamente nuestra rentabilidad ya que llegando a tener una ganancia de peso de 491 gr/día, reduciríamos los costos de producción para que el animal llegue a su primer servicio, sin embargo si nuestra ganancia de peso fuera de 650 gr/día nuestro costo de alimentación reduciría, gracias a esto nuestros gastos disminuirían en más del 40% mejorando la rentabilidad y aumentando los ingresos económicos ya de los productores de la parroquia.

12. RECOMENDACIONES

- Brindar un mejor control de sanidad a los animales y la administración de suplementos alimenticios en dieta alimentaria a los animales puede producir una mayor rentabilidad para cada sistema de producción, no obstante, debemos de fijar los costos de producción y beneficios que conlleva a mantener un alto rendimiento económico dentro del hato lechero.
- Identificar factores económicos que influyan en la rentabilidad para el proyecto de mejoramiento genético en bovinos de leche en la parroquia Toacaso, basados en los datos obtenidos a través del transcurso de tiempo. Teniendo en cuenta que los recursos naturales que posee cada productor en la zona, son limitados y la producción lechera de los productores conlleva grandes desafíos.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Investigación P DE, Genético Sostenible Bovinos De Leche De La Parroquia Toacaso M DE, Periodo E EL, Maldonado Anderson Israel M, Racines Alison Cristina S. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA "ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE.
2. Carulla JE. Sistemas de producción lechera en Colombia [Internet]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/317017699>
3. Ficha-Sectorial-Ganader;a.
4. Gualberto Pincha L. PARTE I-A DIAGNOSTICO DE LA PARROQUIA TOACASO COMPONENTES BIOFÍSICO Y SOCIO-CULTURAL. 2014;
5. Barboza-Arias LM. Creación de competencias y capacidades en el subsector lechero costarricense. Política Económica para el Desarrollo Sostenible [Internet]. 31 de diciembre de 2016 [citado 17 de febrero de 2025];2(1). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312541980_Creacion_de_competencias_y_capacidades_en_el_subsector_lechero_costarricense
6. Randy Mikuna: De Toacaso a la olla Toacaso hacia la agroecología.
7. De Investigación P, Bustamante V, Victoria J, Cuasapaz M, Gabriel E. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA.
8. De Economía C, Chacón E, Gissell A. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACUTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA «La producción lechera y la innovación. Un estudio de caso la parroquia Toacazo-provincia de Cotopaxi».
9. Arboleda G, Antonio H, Naula T, Tutora JM, Veloz V, Maricela D. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA PROYECTO DE

INVESTIGACIÓN «ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE MÉRITO TOTAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO» Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médicos Veterinarios Autores.

10. De Economía D, Sociales YC, Miguel J, Flores T, Mas Verdú F. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.
11. Rosero GT, Cobo Cuña R. Determining management factors in dairy farms in Carchi, Ecuador Factores de gestión determinantes en las explotaciones lecheras de la provincia de Carchi, Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science. 2017;51(2).
12. Suárez David. LA GANADERÍA DE LECHE Y SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL PAÍS. Panorama. 2019;
13. SIPAE. Libre comercio y lácteos: La producción de leche en el Ecuador: Entre el Mercado Nacional y la Globalización. SIPAE. 2007;
14. El mejoramiento genetico en America Central- fdi:010022391- Horizon [Internet]. [citado 15 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010022391>
15. Martínez Niño CA, Manrique Perdomo C, Elzo MA. La evaluación genética de vacunos: una percepción histórica. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2012;25(2).
16. Lecheras E. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera.
17. Lecheras E, Ob B B Bj O, Je JJ, Wattiaux MA. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera C I I I O O O O N N N N.
18. De Carne B, Leche V, De C, De S, En R, De Leche P, et al. PRIMER SEMINARIO DE PRODUCCION ANIMAL.
19. Cattle genetics Why is genetic improvement important? [citado 15 de febrero de 2025]; Disponible en: www.mla.com.au/creative-commons
20. Espinoza-Villavicencio JL, Palacios-Espinosa A, Guerra-Iglesias D, González-Peña D, Ortega-Pérez R, Rodríguez-Almeida F. Comparación de dos modelos para la estimación de parámetros y valores genéticos del peso en Ganado Cebú. Agrociencia. 2008;42(1).
21. Informe técnico de Genesus [Internet]. [citado 15 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://genesus.com/es/accuracies-of-prediction/>
22. Niño CAM, Perdomo CM, Elzo MA. 293 Martínez CA et al. Evaluación genética de vacunos Cattle genetic evaluation: a historical perception ∝ La evaluación genética de vacunos: una percepción histórica A avaliação genética de bovinos: uma percepção histórica.

23. Berry DP, Spangler ML. Animal board invited review: Practical applications of genomic information in livestock. *animal*. 1 de noviembre de 2023;17(11):100996.
24. Rival A. DG. Genotipo y Fenotipo. *Palmas*. 2013;34(1).
25. Genomics explainer: genotype and phenotype | Garvan Institute of Medical Research [Internet]. [citado 15 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.garvan.org.au/newsresources/science-explained/genotype-phenotype>
26. Factores que afectan la expresión génica - Temas especiales - Manual MSD versión para profesionales [Internet]. [citado 15 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/temas-especiales/principios-generales-de-lagen%C3%A9tica-m%C3%A9dica/factores-que-afectan-la-expresi%C3%B3n-g%C3%A9nica?ruleredirectid=755>
27. M. AM, S. MA, R. FA. Evidências de interação genótipo x ambiente sobre características. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2005;34(2):489-95.
28. Blasco RA. LOS PESOS ECONÓMICOS EN MEJORA GENÉTICA ANIMALI. Vol. 9. 1995.
29. Miglior F, Fleming A, Malchiodi F, Brito LF, Martin P, Baes CF. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 2017;100(12).
30. Análisis económico de los sistemas de producción bovino lechero en el estado de Zacatecas, México. *Abanico Veterinario*. 2016;6(2).
31. Ravagnolo O, Soares De Lima JM, Pravia MI, Lema M. Índices de selección: Economía y genética en perfecta sintonía. *Inia*. 2019;59.
32. Restrepo G, Pizarro EJ, Quijano JH. Índices de selección y niveles independientes de descarte para dos características productivas y reproductivas en un hato holstein (*Bos taurus*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2009;21(2).
33. The Standard Cost and its Application in Agricultural Production in Ecuador O custo padrão e sua aplicação na produção agrícola no Equador. Disponible en: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
34. Miglior F, Muir BL, Van Doormaal BJ. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J Dairy Sci*. 2005;88(3).
35. VanRaden PM. Selection of dairy cattle for lifetime profit. *Proc 7th World Congr Genet Appl Livest Prod*. 2002;29.
36. Chin-Colli R, Magaña Monforte J, Segura Correa J, Núñez Domínguez R, Estrada-León R.

- Índices de selección para el mejoramiento productivo de bovinos suizo europeo en México. Ecosistemas y recursos agropecuarios. 2016;3(7).
37. Cassell B. Using Heritability for Genetic Improvement. Virginia Cooperative Extension. 2009;404(084).
 38. Moore DS, Shenk D. The heritability fallacy. Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci. 1 de enero de 2017;8(1-2).
 39. El uso de la heredabilidad para la mejora genética | The Cattle Site [Internet]. [citado 15 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www-thecattlesitecom.translate.google.com/articles/699/using-heritability-for-geneticimprovement?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
 40. Ríos-Utrera Á, Hernández-Hernández VD, Villagómez Amezcua-MA, Anjarréz E, Zárate-Martínez JP. Heredabilidad de características reproductivas de vacas Indubrasil. Agronomía Mesoamericana. 2013;24(2).
 41. M. AM, S. MA, R. FA. Evidências de interação genótipo x ambiente sobre características. Revista Brasileira de Zootecnia. 2005;34(2):489-95.
 42. Ochoa Galvan P. MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE. Vol. 5, Ciencia Veterinaria. 1991.
 43. Milder M V, Sarmiento A, Sergio M V, Moreno C. ADAPTACIÓN DEL GANADO BOVINO A LA ALTURA Volver a: Clima y ambientación [Internet]. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
 44. GANADO FRISÓN UTILIZANDO TÉCNICAS ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA Chirinos E DE. Vo l. E xt ra N.º 24. To rn o 11. JTEA. 2003.
 45. Vredenberg I, Han R, Mourits M, Hogeveen H, Steeneveld W. An Empirical Analysis on the Longevity of Dairy Cows in Relation to Economic Herd Performance. Front Vet Sci [Internet]. 12 de abril de 2021 [citado 15 de febrero de 2025];8:646672. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8071937/>
 46. Mello F de. Longevity in Dairy Cattle. Advances in Dairy Research. 2014;02(03).
 47. Owusu-Sekyere E, Nyman AK, Lindberg M, Adamie BA, Agenäs S, Hansson H. Dairy cow longevity: Impact of animal health and farmers' investment decisions. J Dairy Sci. 2023;106(5).
 48. A13103 (1).
 49. INGA ZAMBRANO LUIS FERNANDO.

50. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA TOACASO-2020.
51. Aguirre Riofrío EL, Armijos Cabrera DR, Zhinin Quezada L. Evaluación de métodos de pesaje en vivo y determinación del rendimiento a la canal en bovinos manejados al pastoreo. Tsafiqui - Revista Científica en Ciencias Sociales. 2014;(5).
2.
52. 2.
53. De Vries A, Marcondes MI. Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*. 1 de enero de 2020;14(S1):s155-64.
54. De C, Hembra LA, Lechera B, Sistema YD, Garantía De LA, Producción F, et al. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA MACHALA 2020 ROMERO BANCHON ESTEFANIA DEL CISNE MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA.
55. Campollo V, Maria J. Analisis productivo y reproductivo del hato lechero de Finca Monte Maria S.A en Guatemala.
56. Orrego A. J, Delgado C. A, Echevarría C. L. VIDA PRODUCTIVA Y PRINCIPALES CAUSAS DE DESCARTE DE VACAS HOLSTEIN EN LA CUENCA DE LIMA. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2013;14(1).
57. Copas Medina KA, Valladares Rodas M, Baeza Rodríguez JJ, Magaña Monforte JG, Segura Correa JC. Efecto de la edad al primer parto sobre la longevidad, el número de días en producción y la producción de leche durante la vida productiva de las vacas lecheras Holstein y Pardo Suizo en Honduras. *Rev Mex Cienc Pecu*. 2022;13(1).
58. Hu H, Mu T, Ma Y, Wang XP, Ma Y. Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle: A Review. Vol. 12, *Frontiers in Genetics*. 2021.
59. Gabriela A, Quintana M, Castillo Yáñez G. Como Mejorar La Vida Productiva De La Vaca Lechera.
60. Miguel Salinas Salinas J, Parroquia Zurmi E LA, Cantón Guaizimi D, Zamora Chinchipe P DE. AUTOR: "CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA POBLACIÓN BOVINA ADAPTADA A LAS CONDICIONES UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.
61. Fernando Cevallos Falquez Director O, Vicente Delgado Bermejo Quevedo -Los Ríos Ecuador J. UNIVERSIDAD DE CORDOBA FACULTAD DE VETERINARIA DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. 2012.

62. Fernando Cevallos Falquez Director O, Vicente Delgado Bermejo Quevedo -Los Ríos Ecuador J. UNIVERSIDAD DE CORDOBA FACULTAD DE VETERINARIA DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. 2012.
63. Marini PR, Charmandarian A, Krupick M, di Masso RJ. Altura a la cadera e indicadores productivos y reproductivos en vacas lecheras en pastoreo. Archivos de Zootecnia [Internet]. 2011 [citado 15 de febrero de 2025];60(232):1181-9. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922011000400033&lng=es&nrm=iso&tlng=es
64. Mahecha L, Angulo J, Manrique LP. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. Vol. 15, Rev Col Cienc Pec. 2002.
65. Corrales A J, Cerón-Muñoz M, Cañas A J, Herrera R C, Calvo C S. Parámetros genéticos de características de tipo y producción en ganado Holstein del departamento de Antioquia. Rev MVZ Cordoba [Internet]. 2012 [citado 16 de febrero de 2025];17(1):2870-7. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682012000100009&lng=en&nrm=iso&tlng=es
66. Alberto I, Aroca A, Zootecnista I. "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE DIEZ HATOS LECHEROS DE ALOAG, ALOASI, MACHACHI Y TAMBILLO EN LA PROVINCIA Previa a la obtención del Título de «EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE DIEZ HATOS LECHEROS DE ALOAG, ALOASI, MACHACHI Y TAMBILLO EN LA PROVINCIA PICHINCHA» Previa a la obtención del Título de "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE DIEZ HATOS LECHEROS DE ALOAG, ALOASI, MACHACHI Y TAMBILLO EN LA PROVINCIA.
67. Mireya Calero-Vaca GI, Augusto Almeida-López III F, Fahureguy Jiménez-Yáñez S, Fabián Maldonado-Arias DI, Alexandra Toalombo-Vargas P V. Ciencias Técnicas y Aplicadas Artículo de Investigación. 2022;7(5):1739-80. Disponible en: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
68. 16521.
69. Lecheras V, Parámetros I, Cavestany D. I i Instituto ^ ■ Nacional de! Investigación Agropecuaria U RUGUAY EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN.
70. Córdova-Izquierdo A, Cervantes RE, Betancurt SDP, Mancera EAV, Crispín RH, Mosqueda MDLJ, et al. Efecto de la retención placentaria sobre días abiertos en vacas. Vol. 18, Revista Electronica de Veterinaria. 2017.

71. Marti CF, Funk DA. Relationship Between Production and Days Open at Different Levels of Herd Production. *J Dairy Sci.* 1994;77(6):1682-90.
72. (PDF) ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN PARA VACAS LECHERAS DE ALTO RENDIMIENTO [Internet]. [citado 16 de febrero de 2025]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/267447853_REPRODUCTION_AND_PRODUCTI_ON_STRATEGIES_FOR_HIGH_YIELDING_DAIRY_COWS
73. Ríos-Utrera Á, Hernández-Hernández VD, Villagómez Amezcua-MAnjarréz E, Zárate-Martínez JP. Heredabilidad de características reproductivas de vacas Indubrasil. *Agronomía Mesoamericana.* 27 de noviembre de 2013;24(2):293.
74. Tarazona AM, Ceballos MC, Naranjo JF, Cuartas CA. Factors affecting forage intake and selectivity in ruminants. Vol. 25, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 2012.
75. González-Stagnaro C, Madrid-Bury N, Goicochea-Llaque J, González-Villalobos D, Rodríguez-Urbina MA. First Breeding in Dual Purpose Heifers. 2007;XVII:39-46.
76. GANANCIA DIARIA Y PESO AL DESTETE EN TERNEROS DE CRUCES *Bos taurus* CON *Bos indicus* EN TRÓPICO HÚMEDO [Internet]. [citado 16 de febrero de 2025]. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012202682005000100009
77. Rica Vargas-Rodríguez C, Fabián C, De C, De G, En P, Reyna-Jersey B, et al. *Agronomía Mesoamericana.* *Agronomía Mesoamericana* [Internet]. 2008 [citado 16 de febrero de 2025];19(2):227-32. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43711425007>
78. Veterinario M, Rivera Z, Hernán A, Cuasapaz M, Gabriel E. 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.
79. Dialnet-PersistenciaDeLaLactanciaEnVacasHolsteinMestizasEn-8383796.
80. De C, Zootécnica I, Silvana J, De G, Cruz LA. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE TIPO Y INGENIERA ZOOTECNISTA.
81. Reyes Silva FD, Chávez Cossío J, Condo Plaza LA, Marini PR. Asociación entre producción de leche y parámetros reproductivos en biotipos Holstein con diferente potencial productivo. *Ciencia Digital.* 3 de julio de 2020;4(3):6-23.
82. (PDF) ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE (REAL) A 305 DÍAS UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE

LECHE DURANTE LA LACTANCIA Y PRODUCCIÓN DE LECHE PARCIAL EN GANADO HOLSTEIN [Internet]. [citado 16 de febrero de 2025]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/374783878_ESTIMATION_OF_ACTUAL_305_DAYS_MILK_YIELD_USING_DIFFERENT_LACTATION_MILK_YIELD_PREDICTION_METHODS_AND_PARTIAL_MILK_YIELD_IN_HOLSTEIN_CATTLE

83. Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein-Friesian en pastoreo [Internet]. [citado 16 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000700002
84. Agricultura, Ganadería. GOBIERNO NACIONAL DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR o O Ministerio de EL MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERIA, ACUACULTURA Y PESCA. [citado 18 de febrero de 2025]; Disponible en: www.magap.gob.ec
85. Hazard S, Ingeniero T, Se AM. ALIMENTACION DE TERNEROS Y VAQUILLAS DE LECHERIA INTRODUCCIÓN.
86. Torre W La. Rev Inv Vet Perú 180.
87. Lecheras E, Ob B B Bj O, Je JJ, Wattiaux MA. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera.

