



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LOS PESOS ECONÓMICOS EN EL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO, EN EL PERIODO 2024”**

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

**Autor:**

Alfonso David Toapanta Toledo

**Tutor:**

Edie Gabriel Molina Cuasapaz

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Toapanta Toledo Alfonso David, con cédula de ciudadanía No. 0105255301, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DE LOS PESOS ECONÓMICOS EN EL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO, EN EL PERIODO 2024"**, siendo el Médico Veterinario y Zootecnista Mtr. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, 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, 16 de agosto del 2024



Alfonso David Toapanta Toledo  
C.C: 0105255301  
**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 **TOAPANTA TOLEDO ALFONSO DAVID**, identificado con cédula de ciudadanía **0105255301** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE** y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE LOS PESOS ECONÓMICOS EN EL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO, EN EL PERIODO 2024**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Abril 2024 – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

Tema: “**EVALUACIÓN DE LOS PESOS ECONÓMICOS EN EL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO, EN EL PERIODO 2024**”,

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 16 días del mes de agosto del 2024.



Alfonso David Toapanta Toledo

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## **AVAIL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN DE LOS PESOS ECONÓMICOS EN EL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO, EN EL PERIODO 2024”**, de Toapanta Toledo Alfonso David, 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, 16 de agosto del 2024



MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.  
C.C: 1722547278  
**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: Toapanta Toledo Alfonso David, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LOS PESOS ECONÓMICOS EN EL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO, EN EL PERIODO 2024”**, 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, 16 de agosto del 2024



MVZ. Cristian Beltrán Romero, Mg  
C.C: 0501942940  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



MVZ. Cristian Arcos Alvarez, Mg  
C.C: 1803675634  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



MVZ. Alison Simancas Racines, Mg  
C.C: 0503001000  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco de todo corazón a la Universidad Técnica de Cotopaxi, que me dio la oportunidad de crecer académica y personalmente.*

*A los docentes, por su dedicación, paciencia y conocimientos compartidos durante todo este proceso; quienes han sido un pilar importante en mi formación.*

*A mis padres, por su apoyo incondicional, amor y sacrificio. Gracias por ser mi inspiración y por creer en mí en cada paso de este camino. Sin su apoyo, este logro no hubiera sido posible.*

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

***Alfonso David Toapanta Toledo***

## **DEDICATORIA**

*A mi padre René Toapanta y a mi madre Isabel Toledo que me brindan su apoyo incondicional. A mis hermanos que siempre confiaron que podía llegar al final de este proceso. A mi sobrino que viene en camino espero ser una inspiración para ti. A todos mis amigos que me quieren mucho en especial a mi amiga Andrea Quevedo, lo logré.*

*Alfonso David Toapanta Toledo*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LOS PESOS ECONÓMICOS EN EL ÍNDICE DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO SOSTENIBLE DE BOVINOS DE LECHE DE LA PARROQUIA TOACASO, EN EL PERIODO 2024”**

**Autor:**  
Toapanta Toledo Alfonso David

**RESUMEN**

Evaluar los pesos económicos en el índice de selección dentro del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso, surge de la necesidad de optimizar la asignación de recursos y mejorar la rentabilidad y competitividad del sector ganadero en la región por medio de la creación y tabulación de registros de datos. Se plantearon tres objetivos claves que ayudaron a determinar los pesos económicos más efectivos para las características principales en el mejoramiento genético, así mismo, examinar cómo estos pesos impactan en la rentabilidad y eficacia del programa, y por ende formular recomendaciones para ajustar los programas en base a los resultados obtenidos. La metodología adoptada fue por medio de un enfoque descriptivo observacional, que abarcó la recopilación de datos detallados sobre la genealogía, ganancia diaria de peso, producción y densidad de leche, así como los costos asociados a la explotación ganadera. Estos datos fueron analizados utilizando herramientas como Excel y programas de genética cuantitativa BLUP, permitiendo un análisis preciso de la influencia de las características evaluadas en los ingresos de los productores. Los resultados basados en la heredabilidad de las características mostraron que la ganancia diaria de peso, litros de leche producidos en 305 días y días abiertos con una heredabilidad de (0,28; 0,2; 0,14) respectivamente, fueron los aspectos más notables en lo que se refiere al mejoramiento genéticos sostenible de bovinos lecheros. Con una mención especial en lo que se refiere a longevidad con una heredabilidad de 0,18 por considerarse una característica de alto valor genético. Entre los impactos más importantes se destacan mejoras en la sincronización reproductiva, la utilización de inseminación artificial para incrementar el valor genético de los animales, y evitar la erosión del suelo y el efecto invernadero mediante una producción sostenible de la parroquia. Estos resultados denotan la importancia de ajustar los programas de mejoramiento genético basándose en datos económicos sólidos, con el fin de garantizar la sostenibilidad y rentabilidad del sector.

**Palabras clave:** mejoramiento genético, pesos económicos, bovinos de leche, eficiencia reproductiva, sostenibilidad.

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

**THEME: “EVALUATION OF THE ECONOMIC WEIGHTS IN THE SELECTION INDEX OF THE SUSTAINABLE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM OF DAIRY CATTLE IN THE TOACASO PARISH, IN THE PERIOD 2024”**

**Author:**  
Toapanta Toledo Alfonso David

**ABSTRACT**

Evaluating the economic weights in the selection index within the sustainable genetic improvement program for dairy cattle in the Toacaso parish, arises from the need to optimize the allocation of resources and improve the profitability and competitiveness of the livestock sector in the region through the creation and tabulation of data records. Three key objectives were proposed that helped to determine the most effective economic weights for the main characteristics in genetic improvement, also examine how these weights impact the profitability and effectiveness of the program, and therefore formulate recommendations to adjust the programs based on the obtained results. The adopted methodology was through a descriptive observational approach, which included the collection of detailed data on genealogy, daily weight gain, milk production and density, as well as the costs associated with livestock farming. These data were analyzed using tools such as Excel and BLUP quantitative genetics programs, which allow to do a precise analysis of the influence of the evaluated characteristics on the producers' incomes. The results based on the heritability of the features showed that daily weight gain, liters of milk produced in 305 days and open days with a heritability of (0,28; 0,2; 0,14) respectively, were the most notable aspects concerning with sustainable genetic improvement of dairy cattle. With a special mention regarding longevity with a heritability of 0.18, is considered a characteristic of high genetic value. Among the most important impacts, we have improvements in reproductive synchronization, the use of artificial insemination to increase the genetic value of animals, and avoiding soil erosion and the greenhouse effect through a sustainable production in the parish. These results denote the importance of adjusting genetic improvement programs based on solid economic data, in order to guarantee the sustainability and profitability of the sector.

**Keywords:** genetic improvement, economic weights, dairy cattle, reproductive efficiency, sustainability.

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
TABLA DE CONTENIDO .....	xi
INDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS .....	3
Directos: .....	3
Indirectos: .....	3
4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS .....	4
Objetivo General .....	4
Objetivos específicos: .....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	6
7.1. Pesos económicos .....	7
7.2. Producción de leche: .....	8
7.3. Calidad de la leche: .....	9
7.4. Longevidad: .....	10
7.5. Fertilidad: .....	11
7.6. Salud y resistencia a enfermedades: .....	12
7.7. Eficiencia alimenticia: .....	13
7.8. Conformación y estructura corporal: .....	14
7.9. Desafíos que enfrenta la evaluación de los pesos económicos .....	15
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	18
Hipótesis nula (H0): .....	18
Hipótesis alternativa (H1): .....	18

9.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:.....	18
9.1.	Área de investigación:.....	18
9.2.	Población de estudio: .....	19
9.3.	Duración del estudio: .....	20
9.4.	Diseño del Estudio: .....	20
9.5.	Recopilación de Datos: .....	20
9.6.	Análisis Económico: .....	21
9.7.	Pesos Económicos:.....	21
	Ganancia diaria de peso: .....	21
	Litraje de leche y su predicción.....	22
	Densidad de leche.....	22
9.8.	Desarrollo de Índices de Selección:.....	22
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	22
	VARIABLES CUALITATIVAS .....	23
10.1.	ESTADO REPRODUCTIVO .....	23
10.2.	PRESENCIA DE ENFERMEDADES .....	24
10.2.1.	MASTITIS .....	26
10.3.	DOCILIDAD DE LOS ANIMALES .....	27
10.4.	FACILIDAD DE ORDEÑO .....	28
	VARIABLES CUANTITATIVAS .....	29
10.5.	GANANCIA DIARIA DE PESO .....	29
10.5.1.	Ganancia diaria de peso en vacas .....	30
10.5.2.	Ganancia diaria de peso en vaconas .....	30
10.5.3.	Ganancia diaria de peso en terneras .....	31
10.5.4.	Ganancia diaria de peso en toretes .....	32
10.5.5.	Ganancia diaria de peso en terneros .....	32
10.5.6.	Promedio de ganancia diaria de peso .....	33
10.5.7.	ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA GANCIA DIARIA DE PESO .....	34
10.6.	ALTURA A LA CRUZ .....	35
10.6.1.	ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA ALTURA A LA CRUZ. ....	37
10.7.	EDAD EN MESES .....	39
10.7.1.	ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA EDAD EN MESES .....	41

10.8. LITROS DE LECHE EN 305 DÍAS.....	43
10.8.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LTS DE LECHE EN 305 DÍAS.....	44
10.9. DENSIDAD DE LECHE EN (g/l).....	46
10.9.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA DENSIDAD (G/L) .....	47
10.10. DÍAS ABIERTOS .....	48
10.10.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LOS DÍAS ABIERTOS.....	49
10.11. BENEFICIO ECONÓMICO .....	50
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	52
11.1. Impactos técnicos - económicos .....	52
11.2. Impactos ambientales.....	53
12. CONCLUSIONES:.....	53
13. RECOMENDACIONES: .....	54
14. BIBLIOGRAFÍA:.....	55

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Actividades en base a los objetivos y su desarrollo .....	5
<b>Tabla 2:</b> Razas bovinas con mayor producción de leche en litros.....	9
<b>Tabla 3:</b> Impacto económico de la preñez en la producción de leche .....	12
<b>Tabla 4:</b> Impacto económico de la preñez en la producción de leche .....	15
<b>Tabla 5:</b> Distribución de la población de estudio .....	20
<b>Tabla 6:</b> Estado reproductivo de las hembras .....	23
<b>Tabla 7:</b> Mayor tasa de preñez.....	24
<b>Tabla 8:</b> Productores con mayor ganancia diaria de peso, según el EBV calculado.....	34
<b>Tabla 9:</b> Animales con el mayor valor de cría.....	35
<b>Tabla 10:</b> Productores con un EBV normal para la altura a la cruz .....	37
<b>Tabla 11:</b> Animales con la mejor optimización EBV para la altura a la cruz .....	39
<b>Tabla 12:</b> Productores con mayor edad en meses según el EBV calculado .....	41
<b>Tabla 13:</b> Mejores animales para heredabilidad de la edad en meses .....	42
<b>Tabla 14:</b> Mejores productores para la producción de leche 305 días .....	44
<b>Tabla 15:</b> Ejemplares con mejor valor de cría estimado para litros de leche en 305 días .....	45
<b>Tabla 16:</b> Mejores productores según el EBV para la densidad en leche .....	47
<b>Tabla 17:</b> Mejores ejemplares según el EBV para la densidad de leche .....	48
<b>Tabla 18:</b> Mejores ejemplares para reducir los días abiertos según el EBV calculado.....	50
<b>Tabla 19:</b> Beneficio económico generado por ingresos y gastos totales .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de Toacaso .....	19
<b>Figura 2:</b> Presencia de enfermedades en los bovinos. ....	25
<b>Figura 3:</b> Mastitis presente en vacas .....	26
<b>Figura 4:</b> Docilidad del ganado por categorías.....	27
<b>Figura 5:</b> Distribución de la facilidad de ordeño en vacas .....	28
<b>Figura 6:</b> Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en vacas.....	30
<b>Figura 7:</b> Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en vaconas .....	30
<b>Figura 8:</b> Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en terneras.....	31
<b>Figura 9:</b> Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en toretes.....	32
<b>Figura 10:</b> Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en terneros .....	32
<b>Figura 11:</b> Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso total .....	33
<b>Figura 12:</b> Valor de cría estimado para la ganancia diaria de peso .....	34
<b>Figura 13:</b> Diagrama boxplot para la altura a la cruz categorizado .....	35
<b>Figura 14:</b> Diagrama boxplot para la altura a la cruz en vacas .....	36
<b>Figura 15:</b> Valor de cría estimado para la altura a la cruz.....	38
<b>Figura 16:</b> Diagrama boxplot para la edad en meses categorizada .....	39
<b>Figura 17:</b> Diagrama boxplot para la edad en vacas lecheras .....	40
<b>Figura 18:</b> Valor de cría estimado para heredabilidad en longevidad. ....	42
<b>Figura 19:</b> Diagrama boxplot para la producción de leche en 305 días .....	43
<b>Figura 20:</b> Diagrama de dispersión referente al EBV en litros de leche en 305 días.....	45
<b>Figura 21:</b> Diagrama boxplot para la densidad de leche .....	46
<b>Figura 22:</b> Valor de cría obtenido para la densidad de leche .....	47
<b>Figura 23:</b> Diagrama boxplot para los días abiertos.....	48
<b>Figura 24:</b> Gráfica de dispersión relacionada al EBV de días abiertos .....	49

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

Evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Toacaso, en el periodo 2024

**Fecha de inicio:** 23 de octubre de 2023

**Fecha de finalización:** 23 de agosto de 2024

**Lugar de ejecución:** Parroquia Toacaso - Cotopaxi

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

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

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

### **Equipo de Trabajo:**

**Tutor/a:** MVZ. Eddie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

**Estudiantes:** Alfonso David Toapanta Toledo

### **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

La evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche es de suma importancia al hablar de la ganadería actual, en particular, en la parroquia Toacaso. Esta investigación se sustenta por varios motivos fundamentales.

Uno de ellos es la optimización de los recursos, ya que en entornos con recursos limitados se deben determinar y asignar pesos económicos apropiados a diferentes criterios de selección óptimos en los programas de mejoramiento genético bovino. Esto maximizará la eficiencia del proceso de selección y garantizará que los recursos se asignen de manera óptima para lograr los objetivos de mejora genética.

La sostenibilidad económica del programa de mejoramiento genético de bovinos de leche es crucial para su continuidad a largo plazo. Al evaluar los pesos económicos en el índice de selección, se pueden identificar y priorizar aquellos criterios que tienen un mayor impacto en la rentabilidad y la viabilidad económica de los productores de leche en la parroquia Toacaso.

Mejorar el rendimiento del ganado a través de la correcta asignación de pesos económicos en el índice de selección puede influir directamente en la mejora del rendimiento productivo y reproductivo de los bovinos de leche. Al identificar los criterios que contribuyen de manera significativa a la rentabilidad y la eficiencia del sistema de producción, se pueden tomar decisiones más informadas para seleccionar animales con características deseables.

Generar un impacto en la competitividad del sector ganadero es fundamental, debido a que este sector se vuelve cada vez más competitivo y la adopción de prácticas de mejoramiento genético efectivas puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso para los productores de leche. Al evaluar y ajustar los pesos económicos en el índice de selección, se puede mejorar la competitividad del sector ganadero de la parroquia Toacaso.

En resumen, la evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso durante el periodo 2024 es fundamental para garantizar la eficiencia, la sostenibilidad económica y el éxito a largo plazo del sector ganadero en esta región (1).

### **3. BENEFICIARIOS**

#### **Directos:**

- 14 Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTC gen) de la parroquia, de los barrios o sectores

#### **Indirectos:**

- Ganaderos productores de leche de bovinos de la parroquia de Toacaso
- Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario

### **4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

El programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso, surge de la necesidad de evaluar los pesos económicos en el índice de selección genética, no obstante, es una ardua tarea ya que, a pesar de los esfuerzos por mejorar la calidad genética del ganado lechero, persisten incertidumbres y desafíos que deben abordarse de manera general.

La principal razón es la dificultad en la asignación de los recursos de buena manera. La asignación de recursos en el programa de mejoramiento genético puede no estar optimizada debido a la falta de información correcta sobre los pesos económicos de los diferentes criterios de selección. Llevando así a una utilización ineficiente de los recursos disponibles y por ende a limitar el progreso del programa en la mejora de la calidad genética del ganado bovino lechero.

El riesgo de pérdida de rentabilidad y competitividad hace evidente la falta de claridad sobre los pesos económicos en el índice de selección, lo que puede afectar la rentabilidad y la competitividad de los productores de leche en la parroquia Toacaso. Sin una selección adecuada de los animales con base en criterios económicos relevantes, los productores pueden enfrentarse a costos adicionales y a una menor eficiencia en la producción, lo que podría comprometer su viabilidad económica a largo plazo (2).

Además, los desafíos que se presentan al momento de tomar decisiones es crucial y la ausencia de la evaluación de los pesos económicos tomando en cuenta el índice de selección dificultan la toma de decisiones de mejor manera por parte de los productores y responsables del programa de mejoramiento genético. Sumado a esto, la falta de información sobre los criterios de

selección, tienen un mayor impacto económico que puede llevar a decisiones poco prácticas en la selección de animales, afectando negativamente los resultados del programa y la rentabilidad de los productores de este sector.

Uno de los problemas más grandes es posiblemente tratar de manejar un programa de mejoramiento genético sin tener una base de datos sólida, un claro ejemplo fue la introducción de vacas chilenas en la parroquia por medio del MAG lo cual no generó el impacto que se esperaba esto por falta de pruebas y bases de datos (3).

Ante este panorama, es evidente la necesidad de abordar el problema de la evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso. Identificar los pesos económicos óptimos de los diferentes criterios de selección permitirá mejorar la eficiencia, la rentabilidad y la competitividad del sector ganadero en la región.

## **5. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Evaluar los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la Parroquia Toacaso

### **Objetivos específicos:**

- Determinar los pesos económicos más efectivos para las características prioritarias en el programa de mejoramiento genético de bovinos de leche.
- Examinar cómo la integración de pesos económicos en los índices de selección afecta directamente la eficacia del mejoramiento genético y la rentabilidad en las operaciones ganaderas de producción lechera.
- Formular recomendaciones concretas para ajustar los programas de mejoramiento genético, fundamentadas en los resultados económicos obtenidos.

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

**Tabla 1:** *Actividades en base a los objetivos y su desarrollo*

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Determinar los pesos económicos más efectivos para las características prioritarias en el programa de mejoramiento genético de bovinos de leche	Definición de pesos económicos para las características de interés en programas de mejoramiento genético bovinos de leche.	Pesos económicos más efectivos para las características prioritarias en programas de mejoramiento genético de bovinos de leche.	Recopilación de información: UTC gen app Análisis estadístico: Excel Programas de genética cuantitativa: BLUP (selección de animales)
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Examinar cómo la integración de pesos económicos en los índices de selección afecta directamente la eficacia del mejoramiento genético y la rentabilidad en las operaciones ganaderas de producción lechera.	Estudio de la incorporación de valores económicos en los índices de selección del mejoramiento genético y la rentabilidad en las explotaciones ganaderas.	Informe sobre el impacto de la incorporación de valores económicos en los índices de selección del mejoramiento genético y la rentabilidad ganadera.	Recopilación de información: revisión bibliográfica Programas de genética cuantitativa Implementación: mesas redondas con los productores.

<b>Objetivo 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Formular recomendaciones concretas para ajustar los programas de mejoramiento genético, fundamentadas en los resultados económicos obtenidos.	Elaboración de sugerencias para adaptar los programas de mejora genética.	Una serie de recomendaciones concretas para adaptar los programas de mejora genética en función de los resultados económicos obtenidos.	Análisis de resultados: modelos económicos Desarrollo de recomendaciones: Reuniones con expertos Implementación: capacitaciones a los productores

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

El mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche, tiene una relación positiva con la evaluación de los pesos económicos, puesto que desempeñan un papel fundamental en la selección genética. En Ecuador, en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, se encuentra la parroquia Toacaso, inmersa en temas de mejoramiento genético donde la optimización de la producción lechera es esencial para el desarrollo agrícola y económico de la región. En este sentido, el programa de mejoramiento genético asume un rol protagónico al buscar potenciar las cualidades genéticas de los bovinos para incrementar su productividad y sostenibilidad a lo largo del tiempo (4).

La selección de los individuos que integrarán el programa de mejoramiento genético demanda un análisis, donde se consideren tanto los aspectos genéticos como los económicos. Los pesos económicos asignados a las distintas características de interés juegan un papel crucial en este proceso, ya que determinan la contribución relativa de cada una de ellas al valor económico total del animal. Estos pesos económicos, a su vez, están estrechamente ligados a los objetivos productivos y comerciales del sector lechero, así como a las condiciones específicas del entorno en el que se desarrolla el programa de mejoramiento genético (5).

Por lo tanto, esta investigación se propone analizar y evaluar los pesos económicos utilizados en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso. A través de un enfoque interdisciplinario que integre conocimientos de genética, economía y producción lechera, se buscará identificar aquellos pesos económicos que maximicen la eficiencia y la rentabilidad del programa, contribuyendo así al desarrollo sostenible del sector ganadero en la región (5).

### **7.1. Pesos económicos**

Los pesos económicos en vacas lecheras son valores numéricos que representan la contribución económica de cada característica o rasgo genético a la rentabilidad global de un animal en un sistema de producción lechera. Estos pesos económicos son utilizados en la selección de reproductores dentro de un programa de mejoramiento genético para bovinos lecheros (6).

Cada característica o rasgo, como la producción de leche, la calidad de la leche, la fertilidad, la longevidad, entre otros, tiene un impacto diferente en la rentabilidad del animal y, por lo tanto, se le asigna un peso económico específico. Estos pesos económicos son determinados mediante análisis económicos que consideran el valor monetario de cada característica en términos de ingresos adicionales, ahorros en costos o penalidades por defectos. Por ejemplo, una característica como la producción de leche puede tener un peso económico alto si genera mayores ingresos por la venta de leche, mientras que una característica como la fertilidad puede tener un peso económico más bajo, pero aun así significativo, debido a su impacto en la eficiencia reproductiva y los costos asociados con la reproducción asistida o el reemplazo de animales (7).

Los pesos económicos son utilizados en la construcción de índices de selección, donde se combinan las puntuaciones genéticas de múltiples características en un solo valor numérico que refleje la contribución relativa de cada característica a la rentabilidad global del animal. De esta manera, los productores pueden tomar decisiones informadas al seleccionar reproductores que maximicen la rentabilidad y la sostenibilidad de su rebaño lechero (8).

## **7.2, Producción de leche:**

La producción de leche es, sin duda, uno de los rasgos más cruciales en la industria lechera, ya que tiene un impacto directo en los ingresos generados por la venta de leche. La cantidad de leche producida por una vaca lechera no solo determina su valor económico individual, sino que también influye significativamente en la rentabilidad general de una operación lechera (9).

En un programa de mejoramiento genético sostenible, la evaluación de la producción de leche es fundamental para identificar y seleccionar animales cuyas características genéticas contribuyan a incrementar la producción de leche de manera eficiente y sostenible en el tiempo. Estas características incluyen, entre otras, la capacidad de la vaca para convertir eficientemente los recursos alimentarios en producción de leche, su longevidad productiva, resistencia a enfermedades y adaptabilidad a condiciones ambientales específicas (10).

El peso económico establecido a la producción de leche en el índice de selección de un programa de mejoramiento refleja la importancia relativa en comparación con los demás rasgos evaluados. Dado que la producción de leche tiene un impacto directo en los ingresos percibidos por las ventas de leche, es probable que se le dé un alto peso económico en el índice de selección. Esto significa que el proceso de selección favorecerá a los animales con mejores características genéticas que estén asociadas a la producción de leche, aumentando así la eficiencia y rentabilidad de la producción lechera (11).

La producción de leche se encuentra influenciada por una variedad de factores los cuales van más allá de la raza del ganado. Las condiciones nutricionales desempeñan un papel crucial, incluida una dieta equilibrada de piensos, una alimentación equilibrada, sales minerales y el acceso a agua de alta calidad son fundamentales. Además, las condiciones climáticas y la capacidad de las vacas para adaptarse a su entorno juegan un papel esencial en la producción de leche. Para clasificar a las vacas según su producción promedio de leche, es importante considerar varios criterios. Entre ellos se describe a su genética, su historial de producción, así como su capacidad para convertir eficientemente los recursos alimentarios en leche de alta calidad. Y más aún, hay que tener en cuenta su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas y ambientales específicas de cada región (12).

**Tabla 2:** Razas bovinas con mayor producción de leche en litros

Razas	Características	Altura en cm	Peso en kg	Litros por lactancia 305 días
<b>Holstein</b>	- Raza más pesada - Más productiva - Mejor ubre	152	680	10.000 - 12.000
<b>Jersey</b>	- Livianas y pequeñas - Buena calidad de leche - Dóciles	125	400 - 500	5.000 - 6.000
<b>Normando</b>	- Amplio pecho y abdomen - Buena musculatura - Doble propósito	140	700 - 800	6.000 - 7.000
<b>Pardo suizo</b>	- Adaptabilidad - Resistencia - Alta producción	135	600 - 700	10.000 - 12.000

Fuente: Cuellar Saenz J, 2021

### 7.3. Calidad de la leche:

La calidad de la leche es un aspecto fundamental en la producción lechera, ya que puede influir directamente en su valor comercial y en la rentabilidad de la operación. Varias son las influencias clave que definen la calidad de la leche (13), entre ellas:

- **Contenido de grasa:** La cantidad de grasa presente en la leche afecta su valor nutricional y su utilidad para la producción de productos lácteos como mantequilla, crema y queso. Las vacas que producen leche con un contenido de grasa más alto pueden tener un mayor valor económico debido a la mayor calidad y versatilidad de su leche (13).
- **Contenido de proteína:** La proteína es otro componente importante de la leche, que influye en su valor nutricional y en la capacidad de producción de productos lácteos de alta calidad. Una leche con un contenido de proteína óptimo es fundamental para la fabricación de quesos y otros productos lácteos (14).
- **Contenido de sólidos totales:** Los sólidos totales en la leche incluyen no solo grasa y proteína, sino también lactosa y minerales. Un mayor contenido de sólidos totales suele asociarse con una leche de mayor calidad y puede aumentar su valor comercial (15).

- **Contaminantes:** La presencia de contaminantes como las bacterias, células somáticas u otros agentes patógenos llegan a afectar negativamente la calidad y seguridad de la leche para el consumo humano. Por lo tanto, mantener altos niveles de higiene y control de calidad es crucial para garantizar la calidad de la leche producida en cada región o explotación ganadera (16).

En el programa de mejoramiento genético de bovinos de leche, la selección de animales con características genéticas que favorezcan una mayor calidad de leche tiene un impacto significativo en la rentabilidad y sostenibilidad de la producción, por medio de la expresión fenotípica de los genes. Por lo tanto, la calidad de la leche llega a tener un peso económico importante en el índice de selección, ya que influye directamente en el valor comercial de la leche producida. La implementación de prácticas de manejo adecuadas y la selección de animales con genes seleccionados para la calidad de la leche son aspectos importantes para mejorar la rentabilidad y competitividad en la producción lechera en la parroquia Toacaso (16).

#### **7.4. Longevidad:**

La longevidad de las vacas en un rebaño es un factor clave en la rentabilidad y sostenibilidad de la producción lechera. Cuando una vaca tiene una vida productiva más larga, puede generar mayores beneficios económicos a lo largo del tiempo (17). Algunos aspectos importantes relacionados con la longevidad en la producción lechera conforman varios aspectos descritos a continuación:

- **Eficiencia reproductiva:** Las vacas que tienen una vida productiva más larga tienen más oportunidades para reproducirse y producir crías, lo que contribuye a mantener o aumentar el tamaño del rebaño de manera más sostenible. Una buena eficiencia reproductiva es fundamental para maximizar la longevidad en un rebaño lechero (17).
- **Costos de reemplazo:** El reemplazo de vacas en el rebaño puede ser costoso, ya que implica la inversión en la adquisición de animales jóvenes, su crianza y su entrenamiento para la producción lechera. Por lo tanto, prolongar la vida productiva de las vacas existentes puede reducir significativamente los costos asociados con el reemplazo de animales (18).

- Experiencia y adaptación al medio: Con el tiempo, las vacas desarrollan una mayor adaptación a su entorno gracias a su experiencia, lo que puede contribuir de manera indirecta a una mejor producción de leche y a una mayor resistencia a enfermedades. Las vacas más longevas suelen ser más eficientes en la conversión de alimentos en leche y pueden ser menos propensas a problemas de salud, sin embargo, la vida productiva tiene mucho que ver en este aspecto, lo que resulta en menores costos veterinarios y una producción más consistente (19).

### **7.5. Fertilidad:**

La fertilidad de las vacas es un aspecto crucial en la eficiencia reproductiva del rebaño y, por ende, en la rentabilidad de la producción lechera. La capacidad de concebir y mantener la gestación afecta directamente la tasa de reproducción del rebaño, lo que puede tener importantes implicaciones económicas (20). Hay varios aspectos importantes a considerar en relación con la fertilidad en la producción lechera tales como:

- La tasa de concepción que se define como la capacidad de una vaca para concebir durante el período de inseminación artificial o monta natural es fundamental para mantener una tasa de concepción óptima en el rebaño. Las vacas con una alta fertilidad tienen más probabilidades de quedar preñadas en cada ciclo reproductivo, lo que contribuye a mantener una tasa de reproducción saludable en el rebaño (20).
- El intervalo entre partos, es el tiempo que transcurre entre el parto de una vaca y su siguiente concepción es un indicador importante de su fertilidad. Un intervalo entre partos cortos indica una buena fertilidad y una rápida recuperación postparto, lo que permite a la vaca volver a concebir más rápidamente y mantener una alta productividad a lo largo de su vida reproductiva (21).
- Las incidencias de enfermedades reproductivas pueden afectar negativamente la fertilidad de las vacas y reducir su capacidad para concebir y mantener la gestación. Controlar y prevenir enfermedades reproductivas como la metritis, la mastitis o las enfermedades venéreas es crucial para mantener una alta fertilidad en el rebaño (22).

- Mencionando la eficiencia en la inseminación artificial, puede verse afectada por la fertilidad de las vacas y su capacidad para concebir después de la inseminación. Maximizar la tasa de concepción y minimizar el número de servicios por concepción son aspectos clave para mejorar la eficiencia reproductiva y reducir los costos asociados con la reproducción (23).

Aunque, la fertilidad tiene un impacto negativo en la productividad de leche alterando los ingresos por meses de preñez y número de servicios de acuerdo a la vaca. Es necesario llegar a alterar los ingresos de venta de leche, puesto que, al momento del parto, la vaca alcanzará el pico de producción de leche y obtendrá una nueva cría, un potencial reemplazo. En el cuadro a continuación se denota lo mencionado (23).

**Tabla 3:** *Impacto económico de la preñez en la producción de leche*

Número de lactancia	Meses de gestación		
	1	4	7
1	\$ 110	\$ 279	\$ 578
2	\$ 285	\$ 525	\$ 756
3	\$ 336	\$ 562	\$ 726

Fuente: Davis, Universidad de Florida. J. Dairy Sci. Economic value of pregnancy in dairy cattle

#### **7.6. Salud y resistencia a enfermedades:**

La salud y la resistencia a enfermedades son aspectos fundamentales en la producción lechera, ya que tienen un impacto directo en los costos de atención veterinaria y medicamentos, así como en la productividad y rentabilidad del rebaño (24). Algunos puntos relevantes sobre este tema son los siguientes:

- Resistencia a enfermedades comunes: Las vacas que poseen una mayor resistencia a enfermedades como la mastitis, las enfermedades respiratorias y las enfermedades metabólicas tienen menos probabilidades de enfermarse y requerir tratamiento veterinario. Esto no solo reduce los costos asociados con la atención médica, sino que también minimiza la pérdida de producción y mejora el bienestar general del animal (24).

- **Tolerancia al ambiente:** Las vacas que logran adaptarse y sobrellevar condiciones ambientales difíciles, tales como las altas temperaturas, la humedad, sequía o cambios en la calidad del agua y del alimento, son menos propensas a sufrir estrés y enfermedades asociadas a estos cambios. Esto contribuye a mantener la salud del rebaño y reduce la necesidad de intervención veterinaria (25).
- **Longevidad y durabilidad:** Las vacas que son genéticamente más resistentes a enfermedades tienden a tener una vida productiva más larga y una mayor durabilidad en el rebaño. Esto reduce los costos relacionados con el reemplazo de animales y aumenta la rentabilidad a largo plazo, no obstante, las vacas que llegan a una edad avanzada son sacrificadas puesto que en edades más avanzadas la productividad puede descender (26).
- **Calidad de la leche y seguridad alimentaria:** La salud de las vacas también influye en la calidad y seguridad de la leche producida. Las vacas sanas producen leche de mejor calidad, con menores niveles de células somáticas y bacterias, lo que mejora su valor comercial y protege la salud del consumidor (27).

### **7.7. Eficiencia alimenticia:**

La eficiencia alimenticia en la producción lechera es un aspecto crucial para maximizar la rentabilidad y la sostenibilidad del negocio. Se refiere a la capacidad de las vacas para convertir eficientemente el alimento consumido en leche producida (28). Aquí se destacan algunos aspectos clave relacionados con este tema:

**Conversión de alimento:** Las vacas eficientes en la conversión de alimento pueden producir mayores volúmenes de leche con una menor ingesta de alimento. Esto no solo reduce los costos asociados con la alimentación, sino que también optimiza el uso de los recursos disponibles, como pasto, forraje, concentrados y suplementos (28).

**Calidad y equilibrio nutricional:** Una alimentación adecuada y balanceada es fundamental para maximizar la eficiencia alimenticia de las vacas lecheras. Una dieta bien formulada, que cumpla con los requerimientos nutricionales específicos de cada etapa de producción (como la lactancia, el período seco y la gestación), garantiza un óptimo rendimiento productivo y reproductivo (29).

Genética y selección animal: La selección de animales con características genéticas favorables para la eficiencia alimenticia puede mejorar significativamente la rentabilidad de la producción lechera. Vacas con genes que promueven una mejor conversión de alimento en leche tienen un mayor potencial para producir de manera rentable, incluso en condiciones de alimentación subóptimas (30).

Manejo y gestión de los alimentos: El monitoreo regular del consumo de alimento y la producción de leche, van de la mano junto con una gestión eficaz de la alimentación, estos aspectos son clave para mejorar la eficiencia alimenticia en las haciendas ganaderas. Identificar y corregir rápidamente cualquier problema relacionado con la alimentación ayuda a maximizar el rendimiento y minimizar los costos de producción (31).

#### **7.8. Conformación y estructura corporal:**

La conformación y estructura corporal de las vacas lecheras son aspectos importantes que pueden influir en su salud, capacidad de producción y valor económico a lo largo de su vida. Algunos puntos relevantes sobre este tema incluyen:

Salud y bienestar: Una conformación corporal adecuada puede contribuir a la salud y el bienestar general de la vaca. Una estructura corporal balanceada y una buena musculatura pueden ayudar a prevenir lesiones y problemas de salud relacionados con el movimiento y la postura (32).

Capacidad de producción: La conformación del cuerpo, especialmente la profundidad del cuerpo, la amplitud de pecho y la capacidad de ubre, puede influir en la capacidad de la vaca para producir y mantener una alta producción de leche. Una estructura corporal bien desarrollada puede permitir una mejor digestión, absorción de nutrientes y eficiencia en la conversión de alimento en leche (33).

Valor en el mercado de la carne: Al final de su vida productiva, las vacas lecheras pueden tener un valor económico en el mercado de la carne. La conformación y estructura corporal pueden influir en la calidad de la carne y, por lo tanto, en el valor final del animal en el mercado de la carne (33).

Uno de los principales problemas en la obtención de animales con un peso económico considerablemente bueno es la obtención de los mismos, como se mencionó anteriormente, el gobierno introdujo especies de vacas chilenas a la región de Toacaso, sin embargo, estos ejemplares solo llegaron a ciertos predios, por lo cual los propietarios de vacas con poco peso económico tienen que adquirir ejemplares mediante la compra de animales. En el Ecuador, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, también conocido como MAG, ha implementado precios de venta de los bovinos de acuerdo a su sexo, edad y etapa productiva, lo que podemos evidenciar en el cuadro a continuación (34).

**Tabla 4:** *Impacto económico de la preñez en la producción de leche*

Fin productivo			Carne		Leche	
Sexo	Clasificación	Edad	MIN	MAX	MIN	MAX
<b>Hembras</b>	Media	6 a 12 meses	\$ 220	\$ 500	\$ 250	\$ 350
	Fierro	12 a 18 meses	\$ 280	\$ 750	\$ 250	\$ 700
	Vientre	18 a 24 meses	\$ 350	\$ 1.400	\$ 380	\$ 800
	Vaca en producción	> 24 meses	\$ 320	\$ 1.600	\$ 450	\$ 950
	Vaca seca	> 24 meses	\$ 400	\$ 1.200	\$ 350	\$ 800
<b>Machos</b>	Torete	6 a 18 meses	\$ 250	\$ 700	\$ 300	\$ 700
	Toro	> 18 meses	\$ 450	\$ 1.800	\$ 550	\$ 1.800

Fuente: Levantamiento de información Proyecto Agro Seguro y Subsecretaría de Producción Pecuaria, 2019

Es por este motivo que el programa de mejoramiento genético de bovinos mediante la evaluación de los pesos económicos en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche, está en marcha no solo para ayudar a los productores a la obtención de sus propios ejemplares con un peso económico aceptable sino para seguir mejorando la genética de los mismos (34).

### 7.9. Desafíos que enfrenta la evaluación de los pesos económicos

Un problema común que enfrenta la evaluación de los pesos económicos en el contexto del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche es la asignación precisa de

valores económicos a cada uno de los rasgos o características evaluados. Esto puede ser especialmente desafiante debido a la interdependencia y la variabilidad de los factores involucrados en la producción lechera (35).

Otro desafío importante es la incertidumbre asociada con los cambios en las condiciones del mercado y en las preferencias del consumidor. Por ejemplo, los precios de los insumos agrícolas, el valor de la leche en el mercado y las regulaciones gubernamentales pueden fluctuar y afectar los pesos económicos asignados a ciertos rasgos (36).

Al analizar este tema, se evidencia que el precio de venta por litro de leche en Toacaso, oscila entre 0.37 a 0.40 centavos de dólar, es así que es importante considerar otros factores que pueden influir en la rentabilidad y viabilidad económica en lo que respecta a la producción lechera en la región (36). Algunos de estos factores incluyen varios factores que se evidencian.

Tal es el caso de los costos asociados con la alimentación del ganado, los cuidados veterinarios, el mantenimiento de las instalaciones y otros gastos operativos pueden variar y afectar la rentabilidad del negocio lechero, que no es más que definir los costos de producción (37).

Por su lado, las políticas agrícolas y los programas de apoyo del gobierno pueden tener un impacto bastante notable en la rentabilidad ganadera y en la producción lechera. Esto incluye subsidios, incentivos fiscales, programas de crédito y regulaciones relacionadas con la producción y comercialización de productos lácteos dentro y fuera del sector (38).

También cabe mencionar que la competencia con otros productores de leche, así como la demanda del mercado local y nacional, pueden influir en la capacidad de venta y en los precios obtenidos por la leche producida en Toacaso. Considerar estos factores en conjunto con el precio de venta por litro de leche permite una evaluación más completa de la viabilidad económica de la producción lechera en la región y facilita la toma de decisiones informadas por parte de los productores (39).

Además, la disponibilidad de una base de datos para respaldar la evaluación de los pesos económicos puede ser limitada por muchos motivos, especialmente en regiones donde la información agrícola y ganadera no está completamente desarrollada o actualizada o

posiblemente por el desconocimiento de los productores mismo. La interpretación y comunicación efectiva de los resultados de este estudio investigativo, también puede representar un desafío, ya que implica transmitir información de manera comprensible para los productores y otros interesados en la industria lo cual en ocasiones resulta ser algo complejo (40).

#### **7.10. Mejoramiento genético y métodos de selección**

El mejoramiento genético, es una de las principales herramientas utilizadas en genética animal, lo cual ayuda a obtener animales más adaptados y con características deseadas, por medio de registros de datos. La recolección y tabulación adecuada de los datos ayudan a estimar el mérito genético de los animales, así como su valor de cría y la precisión mediante valores de su heredabilidad. Es decir, el cálculo de una base de datos puede ayudar a comprender cómo los animales pueden transmitir sus características genotípicas para su expresión fenotípica (41).

Es por ello, que, al mencionar el índice de selección bovino, en lo que respecta al mejoramiento genético, se debe conocer cómo se realizarán los métodos de selección y cómo estos ayudan al correcto mejoramiento genético. Los métodos de selección de animales con características deseables se realizan por medio de la tabulación de datos, enfocándose no solo en las características más heredables sino precisamente en las características deseadas y por medio de la estimación de su valor de cría y su precisión para transmitir esta característica a las siguientes generaciones poblacionales (42).

Una de las herramientas que nos permite identificar estos criterios es el BLUP. Una herramienta de la genética cuantitativa, la cual integra matrices del pedigrí o genealogía de los animales y sus características genómicas, estos datos pueden ser calculados por medio de la heredabilidad para cada una de las características deseadas. No obstante, el uso del BLUP sin contar con la genealogía adecuada puede calcular datos imprecisos, lo cual se evidencia en la ganadería de pequeños productores, en donde la falta de bases de datos complica su tabulación correcta. (43)

Predecir cómo estos animales van a responder a esta selección es clave por ello se utilizan modelos de ecuaciones que pueden medir la respuesta a la selección de los individuos. Dicha respuesta es calculada mediante la multiplicación de la heredabilidad al cuadrado ( $h^2$ ) por la resta entre el valor promedio de los animales seleccionados menos el promedio de la población

para una característica en específico ( $x_s - x_p$ ). En sí se utiliza esta fórmula  $R = (h^2) * (x_s - x_p)$  para calcular la respuesta a la selección (44).

En resumen, la parroquia Toacaso tiene que lidiar con diversos desafíos, como la asignación precisa de valores, la incertidumbre del mercado, la disponibilidad de datos y la comunicación efectiva de los resultados, en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de los bovinos de leche. Las industrias son necesarias para superar estos desafíos. Es esencial comprender y valorar adecuadamente los factores críticos que afectan la rentabilidad y la sostenibilidad de la industria lechera, desde la producción de leche y la calidad del producto hasta la salud animal, la fertilidad, la eficiencia alimentaria y la conformación física. Tomando decisiones más precisas y desarrollando metodologías más sofisticadas, se puede impulsar la mejora continua del programa, asegurando un futuro próspero y sostenible para los productores y la industria en general (44).

## **8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula (H0):**

Los pesos económicos asignados a los diferentes rasgos evaluados en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso y la rentabilidad de la producción lechera, no permiten identificar los rasgos a mejorar y a los mejores animales.

### **Hipótesis alternativa (H1):**

Los pesos económicos asignados a los diferentes rasgos evaluados en el índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la parroquia Toacaso y la rentabilidad de la producción lechera, permiten identificar los rasgos a mejorar y a los mejores animales.

## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:**

### **9.1. Área de investigación:**

La parroquia de Toacaso, ubicada en la provincia de Cotopaxi al noroccidente del cantón Latacunga, abarca una extensión territorial de 21,32 km<sup>2</sup> y se eleva desde los 2.680 msnm hasta la cota más alta del Iliniza Sur, que alcanza los 5.248 msnm. Tradicionalmente conocida por sus climas fríos, especialmente en las zonas cercanas al páramo, la parroquia enfrenta actualmente una escasez de lluvias. Uno de los lugares más afectados por este fenómeno es Pintze Grande, donde no ha llovido durante más de un año, provocando que los suelos se

vuelvan arenosos y, en ocasiones, quebradizos. Sin embargo, los productores de esta zona han implementado métodos de riego por aspersión para mantener sus pastos, aunque en condiciones menos óptimas (45).

La región de Toacaso ha experimentado un desarrollo económico significativo, con su principal sustento en la agricultura y la ganadería, tanto para el consumo interno como para la comercialización a nivel provincial y nacional. Además, se llevan a cabo actividades artesanales y educativas en la comunidad. En el ámbito agrícola, se cultivan diversos productos como maíz, papas, cebada, cebolla, mellocos y, cada vez más, hortalizas no convencionales. Para la venta fuera de la región, se crían ovinos, porcinos y bovinos. En las últimas décadas, se ha promovido activamente la producción orgánica a través de múltiples proyectos, tanto liderados por la comunidad como iniciativas individuales de los agricultores y ganaderos. Un aspecto destacado es la cría y reproducción de bovinos lecheros, que constituye una de las principales fuentes de ingresos para los pequeños y medianos productores de la zona en lo que respecta a la venta de leche (46).

**Figura 1:** *Mapa de Toacaso*



Fuente: Google Maps

## 9.2. Población de estudio:

El trabajo de investigación y recopilación de datos, fue realizado en la parroquia de Toacaso con el apoyo de 14 productores de la zona. Los cuales se dividieron en varios sectores que son Pintze grande, Toacaso Centro, La libertad y Cuicuno Sur, en donde se contó con 130 cabezas de ganado en total.

**Tabla 5:** *Distribución de la población de estudio*

Cuenta de Categoría	Etiquetas de columna						Total general
Etiquetas de fila	Ternera	Ternero	Torete	Toro	Vaca	Vacona	
Cuicuno Sur			1				1
La Libertad	8	3	4		32	16	63
Pintze grande	2	1	5		10	3	21
Toacaso Centro	8	5	6		21	5	45
Total general	18	9	16	0	63	24	130

Fuente: Base de datos UTCgen

### 9.3. Duración del estudio:

A lo largo de un período de 3 meses, comprendido desde abril hasta junio, se llevará a cabo una evaluación de las estrategias implementadas. Este marco temporal permitirá un análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros asignados, así como la identificación de posibles tendencias o variaciones a lo largo del tiempo.

### 9.4. Diseño del Estudio:

El estudio que se llevó a cabo adoptó un enfoque descriptivo de tipo observacional, ya que se centró en la recopilación de datos de los pesos económicos de selección provenientes de la parroquia Toacaso. Esta metodología permitió una exploración detallada y precisa de los diversos aspectos relacionados con el tema de esta investigación (47).

### 9.5. Recopilación de Datos:

La recopilación de los datos inició al contactar con productores de bovinos de leche de la parroquia Toacaso y obtener su consentimiento para recopilar datos de sus explotaciones.

El registro de información detallada sobre la genealogía de los animales, ganancia diaria de peso (medida periódica), producción de leche (medida diaria o periódica), densidad de la leche,

costos asociados a la explotación se realizó en la app para celulares UTC gen, y también en hojas de cálculo Excel.

La recopilación de los datos e información fueron obtenidas a partir de la revisión de registros que, aunque eran muy escasos orientaban a generar predicciones de las futuras generaciones. Por el contrario, al obtener registros de información, se tuvo que seguir con el método observacional en las explotaciones ganaderas, recopilando datos con herramientas necesarias para dicho fin. Esto no solo da un conocimiento general de cómo se encuentra el estado de los animales, sino que nos plantea una base sólida para consolidar datos más precisos (48).

#### **9.6. Análisis Económico:**

En cuanto al análisis económico, se resolvió desglosar los costos de producción en categorías específicas como alimentación, manejo, atención veterinaria, infraestructura, entre otras.

Esto por medio de elaboración de registros en hojas de cálculo para facilitar la tabulación de datos de los mismos y obtener resultados concisos.

La finalidad de calcular el beneficio económico, se centra en la necesidad de conocer el verdadero peso económico que tiene el manejo de ganado lechero sobre los ingresos netos y totales en las explotaciones ganaderas (49).

#### **9.7. Pesos Económicos:**

El análisis económico además se centra en utilizar análisis de regresión u otras técnicas estadísticas para establecer la relación entre las características (ganancia diaria de peso, producción de leche, etc.) y el ingreso neto.

Las herramientas utilizadas para obtener esta información fueron de gran utilidad para cada parámetro tal es el caso de los datos cuantitativos como:

##### **Ganancia diaria de peso:**

La ganancia diaria de peso es un parámetro muy importante ya que esto nos indica cuán buena es la asimilación de los nutrientes de los animales del alimento y su conversión en propio peso vivo. Para este fin se utilizó herramientas de campo tales como la cinta bovinométrica especializada en pesaje de bovinos lecheros, obteniendo datos de los pesos e identificando la variación de los mismos en un periodo de tiempo se utilizaron herramientas tecnológicas para procesar los datos y obtener los resultados respectivos (50).

### **Litraje de leche y su predicción**

La productividad de una vaca lechera se ve mediada por cuantos litros de leche puede producir al día. Esta productividad alcanza su pico más alto dentro de los 2 a 3 meses post parto y tiene su punto más bajo al llegar al séptimo mes de preñez.

Es por ello que se realizó la toma de litraje en baldes graduados y se realizó una predicción de los litros de leche en los 305 días productivos de una vaca por medio de una herramienta desarrollada para tal fin (51).

### **Densidad de leche**

Lo que corresponde a la densidad de la leche es quizás el parámetro clave en la producción de ganado lechero, puesto a que esto nos ayuda a estimar la cantidad de sólidos totales presentes en la leche. Para este fin fue necesario un lactodensímetro y una tabla de corrección de la densidad de leche según la temperatura y los grados de leche presentes.

Calcular los pesos relativos asignando valores proporcionales a la contribución de cada característica al ingreso neto total mediante herramientas de cálculo desarrolladas en las hojas Excel como la herramienta denominada BLUP que predice un EBV (estimated breeding value) por medio de la aplicación de los datos obtenidos y el valor de confianza para cada parámetro de los pesos económicos.

### **9.8. Desarrollo de Índices de Selección:**

Diseñar índices de selección que incorporen los pesos económicos calculados.

Establecer la fórmula del índice, que podría ser una combinación lineal de las características con sus respectivos pesos o la utilización de la herramienta BLUP. Esto con el fin de ordenar los datos de manera más eficiente y entendible.

El uso de estas herramientas permitió el cálculo de los datos obtenidos, en el caso de la herramienta Excel, permitió la creación de las bases y la caracterización de cada criterio, mientras que el BLUP ayudó a comprender cuales fueron los mejores animales para cada característica seleccionada debido a que esta herramienta ayudó a calcular los datos de genética cuantitativa del presente estudio.

## **10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Los pesos económicos son de gran importancia cuando se habla de optimización y mejoramiento genético dentro de una zona en específico. Por ello se han tomado datos cualitativos y cuantitativos necesarios en el análisis y obtención de resultados.

## VARIABLES CUALITATIVAS

Para las variables cualitativas, se utilizó la herramienta de hoja de cálculo, que junto con la base de datos obtenida se pudo tabular los datos y obtener los siguientes resultados en este tipo de variables.

### 10.1. ESTADO REPRODUCTIVO

**Tabla 6:** *Estado reproductivo de las hembras*

<b>Cuenta de Estado reproductivo</b>	<b>Etiquetas de columna</b>			
<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Tenera</b>	<b>Vaca</b>	<b>Vacona</b>	<b>Total general</b>
Gestante		32	6	38
Inmadura	18		13	31
No gestante		31	5	36
<b>Total general</b>	<b>18</b>	<b>63</b>	<b>24</b>	<b>105</b>

Fuente: Base de datos UTCgen

Al analizar datos tabulados se ha determinado que en la parroquia de Toacaso se cuenta con un total de 105 hembras bovinas. Existen diversas consideraciones respecto al estado reproductivo de estas, clasificadas por categorías.

En el caso de las terneras, se ha observado que todas ellas son inmaduras, lo cual es esperado ya que aún no han desarrollado completamente sus estructuras digestivas y mucho menos las reproductivas.

Por otro lado, en la categoría de las vaconas, que comprende todas las hembras bovinas desde el desarrollo ruminal hasta antes de su primer parto, se muestra que la mayoría de estas aún son inmaduras. No obstante, ya se han identificado algunas en estado reproductivo, lo cual es un indicador positivo de desarrollo en esta categoría.

Respecto a las vacas, la proporción de aquellas que están gestantes es significativa, con 32 de un total de 63. Este dato es un buen indicador para la reproducción del hato, ya que sugiere una

alta tasa de preñez. Además, el número de vacas no gestantes es casi igual al de vacas gestantes, lo cual podría indicar la existencia de un ciclo de reproducción constante y estable dentro del hato (52).

La importancia del estado reproductivo al hablar de pesos económicos en bovinos lecheros tiene un motivo y es que la producción de leche se ve afectada por dichos estados. Los animales que tardan en desarrollarse, tardan en tener una preñez a una edad adecuada y por ende se tardan más en producir su primer litro de leche. Mientras que en un animal desarrollado se busca llegar a un equilibrio entre la fertilidad y la productividad ya que tienen una correlación negativa, no obstante, se puede sacar beneficios de ello como alcanzar los picos de producción postparto y mantener ciclos reproductivos regulares (53).

En el ámbito de estado reproductivo se ha concluido que el predio del señor Marco Negrete posee más alta tasa de preñez y menos vacas vacías. Debido a que varios estudios realizados en la provincia de Chimborazo demostraron que la productividad y reproductividad, aunque tienen una correlación negativa, son necesarios para mantener ciclos productivos óptimos (54).

**Tabla 7:** *Mayor tasa de preñez*

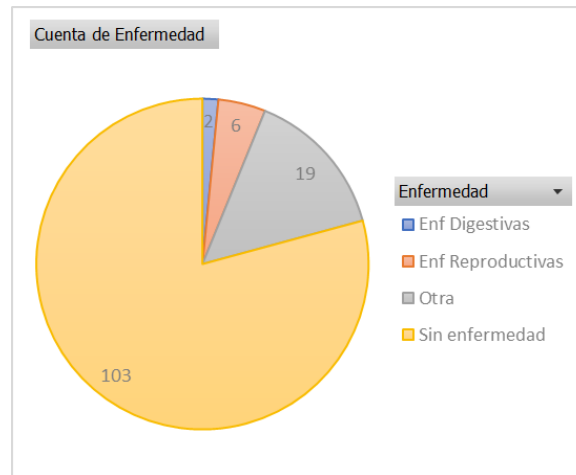
<b>Marco Negrete</b>	<b>Vacas</b>	<b>Vaconas</b>	<b>Total</b>
Gestantes	8	1	9
No gestantes	2	1	3

Fuente: Base de datos UTCgen

## **10.2. PRESENCIA DE ENFERMEDADES**

Las enfermedades que se presentan dentro de los hatos ganaderos, influyen de manera notable en los pesos económicos, puesto que la resistencia a enfermedades y una alta presencia de animales sanos significa menos visitas veterinarias y por ende un gasto menor en medicamentos.

**Figura 2:** *Presencia de enfermedades en los bovinos.*



Fuente: Base de datos UTCgen

Estudios realizados sobre el impacto de las enfermedades dentro de los hatos ganaderos muestran que la presencia de enfermedades influye de manera significativa en la economía puesto que un animal enfermo no produce ni se desarrolla como un animal sano, incluso puede llegar a generar costos económicos considerables (55).

En la figura de datos se puede observar que el índice calculado más alto se trata de individuos que no presentan o no han presentado una enfermedad aparente 103 de 130 bovinos. Esto nos indica que el manejo realizado en la parroquia de Toacaso en cuanto al aspecto sanitario se lleva de una manera óptima.

Por su lado, el ganado que presenta enfermedades que, aunque siga siendo una pequeña porción, tiene que ser tomado en cuenta ya que existen otros tipos de enfermedades como los casos las enfermedades de tipo oncológicas, respiratorias y cutáneas que se presentan en segunda instancia, presentando 19 casos de 130, un valor bastante aceptable puesto que estas enfermedades suelen presentarse de manera espontánea que en ocasiones suelen tener una solución rápida (56).

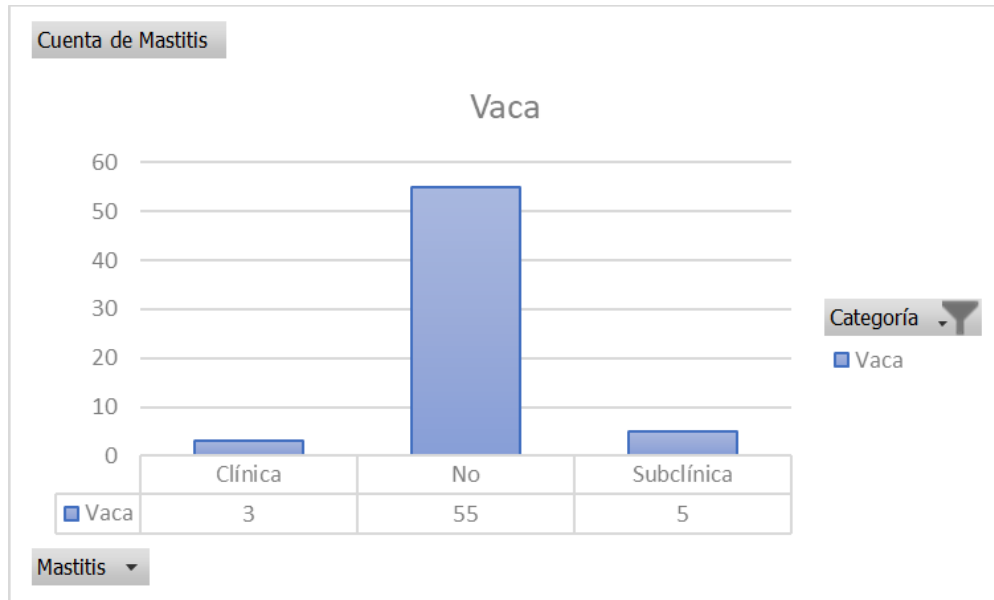
En cuanto las enfermedades digestivas se ha descrito tan solo 2 individuos enfermos de 130, esto se debe a que los alimentos ingeridos suelen ser de buena calidad, pero en ocasiones afecta al tracto digestivo especialmente en terneros y terneras ya sea por un cambio brusco de alimentación o por infecciones de microorganismos patógenos.

Por su parte las enfermedades reproductivas se presentan generalmente cuando los animales llegan a una madurez sexual y no se ha aplicado una vacuna preventiva. Tal es el caso de la vulvovaginitis, contenido uterino y estructuras persistentes en el tracto reproductivo de las

vacas y vaconas maduras. En Toacaso se han evidenciado 6 casos de vacas y vaconas que presentan enfermedades reproductivas de los 130 animales mencionados anteriormente (57).

### 10.2.1. MASTITIS

**Figura 3:** Mastitis presente en vacas



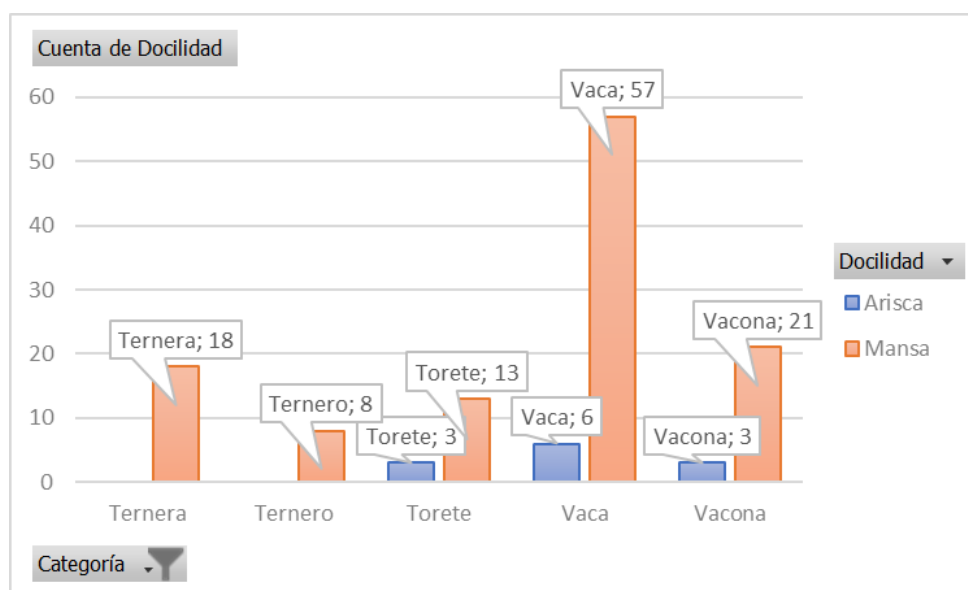
Fuente: Base de datos UTCgen

Por otro lado, la mastitis es una enfermedad asociada a las vacas lecheras y propia de ellas, es por esa razón que se ha realizado un análisis a parte, obteniendo que la mayoría de las vacas presentan un estado normal frente a la mastitis, y en toda la parroquia se han presentado 8 casos de mastitis siendo únicamente 3 casos los que se desarrollaron de forma clínica, mientras que los otros 5 casos se presentaron de forma subclínica, es decir sin presentar síntomas notables, solo identificables mediante pruebas de mastitis.

Hablando de términos económicos se dice que los costos asociados a mastitis incluyen disminución en la producción y calidad de leche reduciendo hasta un total de 2,5lts por ordeño, leche descartada por uso de antibióticos, gastos derivados de médicos veterinarios, compra de medicamentos, trabajo extra, descarte de vacas secundarias, representando costos de aproximadamente el 16% de los ingresos generados, y ocurrencia de enfermedades siendo la más frecuente la pérdida del cuarto por la infección e inflamación tal y como se menciona en estudios realizados en hatos ganaderos en Córdoba (58).

### 10.3. DOCILIDAD DE LOS ANIMALES

**Figura 4:** *Docilidad del ganado por categorías*



Fuente: Base de datos UTCgen

El impacto económico de un animal dócil frente a un animal arisco implica no solo el manejo sino el destino de los recursos alimenticios para afrontar situaciones de estrés. En el manejo veterinario, un animal dócil puede producir menos problemas ya sea en vacunación, desparasitación implementación de vitaminas y tratamientos frente a patologías. En cambio, un animal arisco puede no solo producir mayores complicaciones y un mayor tiempo de manejo, sino también una baja en la conversión alimenticia y menorar la producción lechera por acción de las hormonas de estrés (59).

En los datos obtenidos a partir de la recolección se puede evidenciar que, de los 130 animales, el 9.2% son ariscos y el 90.8% son mansos. Este alto porcentaje de animales mansos sugiere que el manejo general del ganado es eficaz para fomentar la docilidad.

Dividido por categorías se encuentra una mayor prevalencia de animales ariscos es en toretes, pero en vacas donde es clave para la producción lechera se encuentra aproximadamente el 10% de las vacas son ariscas, lo que podría ser considerado un nivel aceptable de docilidad en comparación con los beneficios y riesgos asociados al manejo de ganado vacuno.

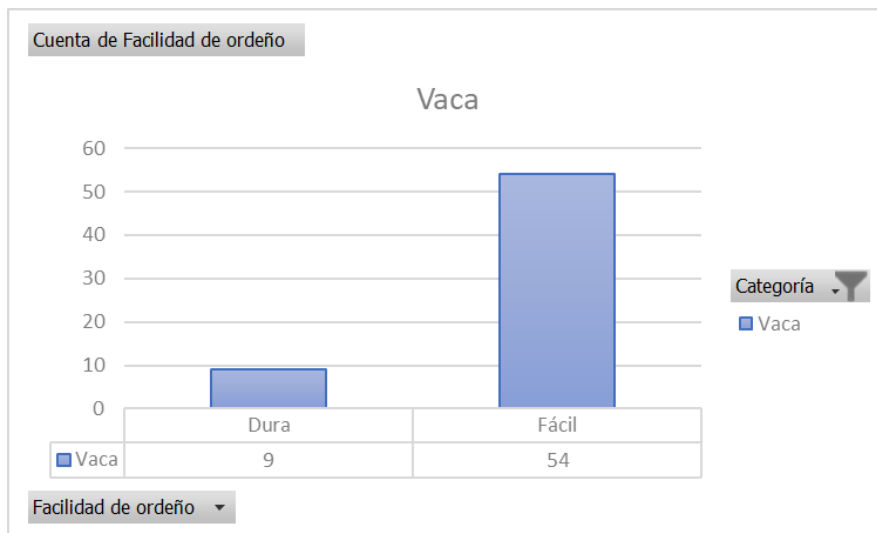
En vaconas y toretes se puede interpretar que un porcentaje menor (aproximadamente 19%) de los toretes son ariscos, lo cual es un indicio de que algunos de estos animales pueden mostrar comportamientos más agresivos o difíciles de manejar. Mientras que en las vaconas son

similares a los toretes, aproximadamente el 12.5% de las vaconas son ariscas, lo cual indica que la mayoría de estos animales jóvenes también son manejables.

En estudios realizados en la Universidad Politécnica de Chimborazo se denota que la docilidad de los animales es un rasgo fenotípico a tomar en cuenta al momento de realizar mejoramiento, ya que la descendencia puede adquirir este temperamento facilitando actividades como las visitas veterinarias, menorar el estrés y facilitar el ordeño (60).

#### 10.4. FACILIDAD DE ORDEÑO

**Figura 5:** Distribución de la facilidad de ordeño en vacas



Fuente: Base de datos UTCgen

El ordeño constituye la principal actividad económica en obtención de leche en predios lecheros, es por ello que se ha resuelto obtener datos para este parámetro, evidenciando que la mayor parte de las vacas evaluadas tienden a ser fáciles de ordeñar, esto en términos generales quiere decir que ya sea por el ordeño manual o mecánico los tiempos de ordeño serán menores y por ende menores complicaciones de producir enfermedades como la mastitis (61).

La facilidad del ordeño en todas las vacas estudiadas puede ser presentado en datos porcentuales teniendo que, del total de 63 vacas, aproximadamente el 14.3% son difíciles de ordeñar y el 85.7% son fáciles de ordeñar.

La evaluación de estas vacas no solo implica en cuán difícil puede ser la obtención de leche de este pequeño porcentaje sino incita a mejorar estas características fenotípicas ya sea por realización de técnicas de manejo apropiadas o por el manejo de mejoramiento genético

teniendo en cuenta estos datos. No se han realizado estudios muy a fondo sobre esto puesto que el ordeño mecánico ha desplazado muchas dificultades de ordeño no obstante es necesario hacer mención de este parámetro.

## **VARIABLES CUANTITATIVAS**

En el caso de las variables cuantitativas, las variables que se pueden cuantificar, se ha decidido tabular los datos para la ganancia diaria de peso, altura a la cruz, edad en meses, Producción de leche en 305 días, densidad de la leche y días abiertos. Estos datos proporcionan una clara idea de cómo influye el estado productivo y reproductivo directamente sobre los pesos económicos dentro de la parroquia de Toacaso en los animales estudiados.

### **10.5. GANANCIA DIARIA DE PESO**

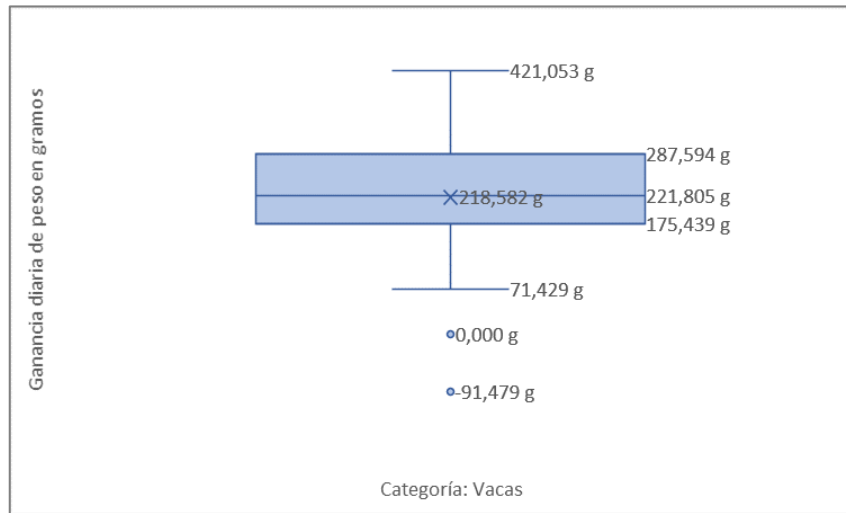
La ganancia diaria de peso es crucial en una explotación ganadera esto debido a que el crecimiento del ganado implica un menor tiempo de administración de leche a los terneros y terneras ahorrando litros de leche y optimizando la maduración de los animales a edades tempranas en su desarrollo.

En el ámbito económico representa un claro problema o una gran ventaja, esto dependiendo del manejo realizado en cada predio. Estudios han demostrado que los valores correctos para terneros deberían ser de entre 600 a 1000 gramos por día. No obstante, esto no se llega a cumplir por situaciones alimenticias y sanitarias principalmente (62).

En el análisis de datos realizados en la parroquia de Toacaso se pudieron evidenciar los siguientes aspectos que fueron divididos por categorías, puesto que la GDP es diferente en cada caso.

### 10.5.1. Ganancia diaria de peso en vacas

**Figura 6:** Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en vacas

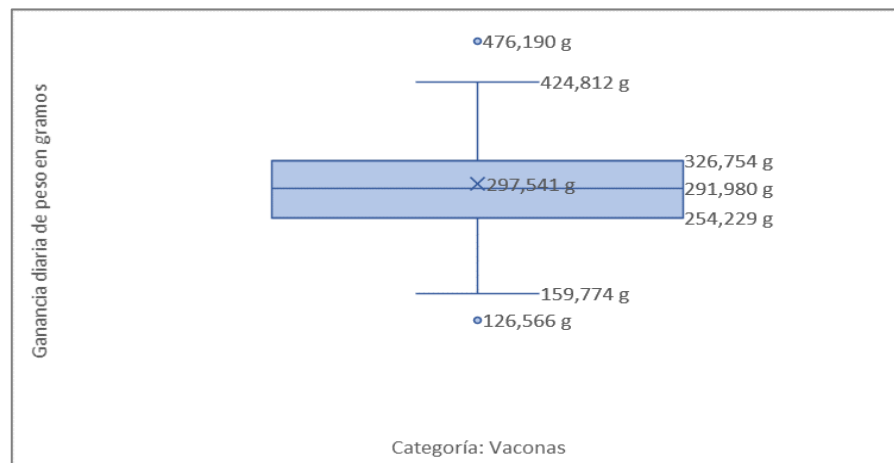


Fuente: Base de datos UTCgen

En el diagrama presentado se puede evidenciar que para las vacas se tiene una media de ganancia de peso de 218,58 gramos por día y que la mayoría de estos valores se encuentran dentro de caja. Por su lado, en los llamados bigotes encontramos el límite inferior siendo de 71,42 gramos por día y un límite superior de 421,05 gramos por día. Los valores tienden a presentar una distribución normal, lo que quiere decir que la mayoría de valores se encuentran cercanos a la media. Mientras que existen valores atípicos que se han alejado mucho de los límites tales como 0 y -91,47 gramos por día.

### 10.5.2. Ganancia diaria de peso en vaconas

**Figura 7:** Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en vaconas

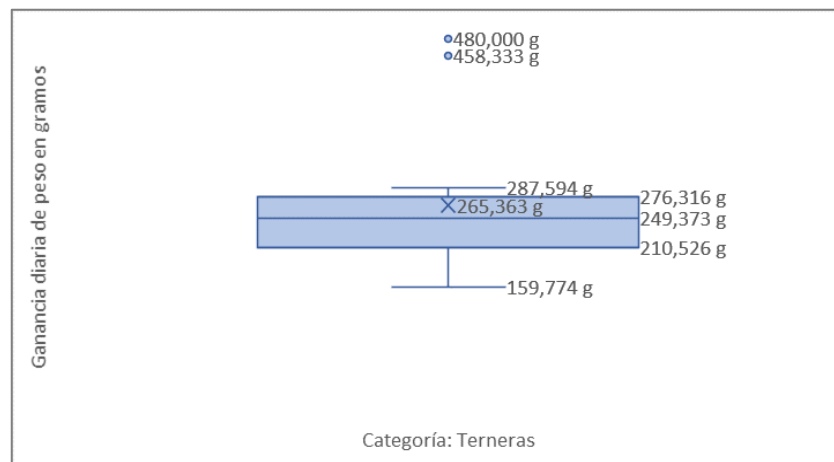


Fuente: Base de datos UTCgen

En la categoría de las vaconas encontramos datos algo similares, teniendo también una distribución de los datos que son aproximadamente normales, lo que quiere decir que la mayor cantidad de vaconas tienen una GDP cercana a la media. La ganancia diaria de peso media es de 291,97 gramos por día existiendo un límite superior de 424,81 gramos por día y un valor atípico superior de 476,19 gramos por día. Mientras que el límite inferior es de 159,77 gramos por día existiendo un valor atípico de 126,56 gramos por día.

### 10.5.3. Ganancia diaria de peso en terneras

**Figura 8:** Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en terneras

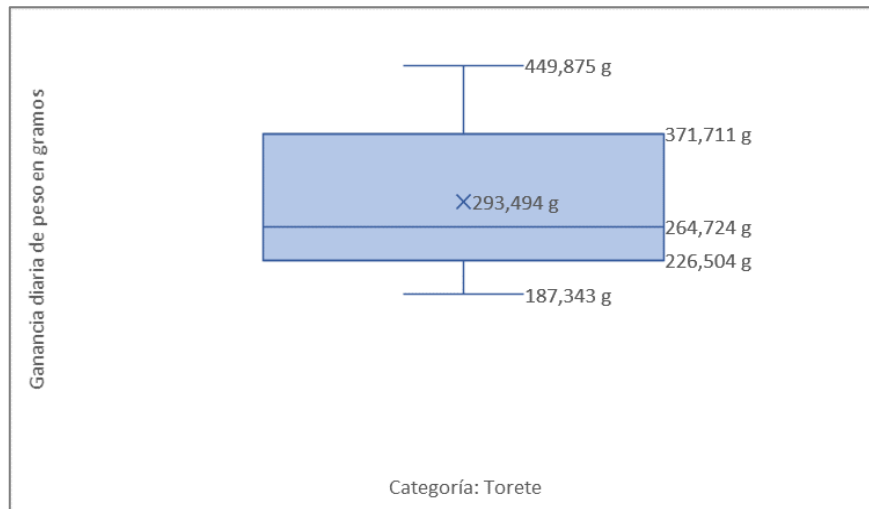


Fuente: Base de datos UTCgen

En el caso de las terneras se tiene una distribución diferente de los datos esto debido a que la media 265,36 gramos por día, se encuentra muy cercana al límite superior de datos y aunque la dispersión de datos sigue siendo mínima, la distribución de los datos se orienta a formar una gráfica de datos que tiende a ser asimétrica negativa. Esto puede explicar la razón de porque los animales de la parroquia tardan mucho tiempo en llegar a tener su primer servicio, pues la media se encuentra algo debajo de los límites aceptables de GDP que son aproximadamente de 400 a 700 gramos por día.

#### 10.5.4. Ganancia diaria de peso en toretes

**Figura 9:** Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en toretes

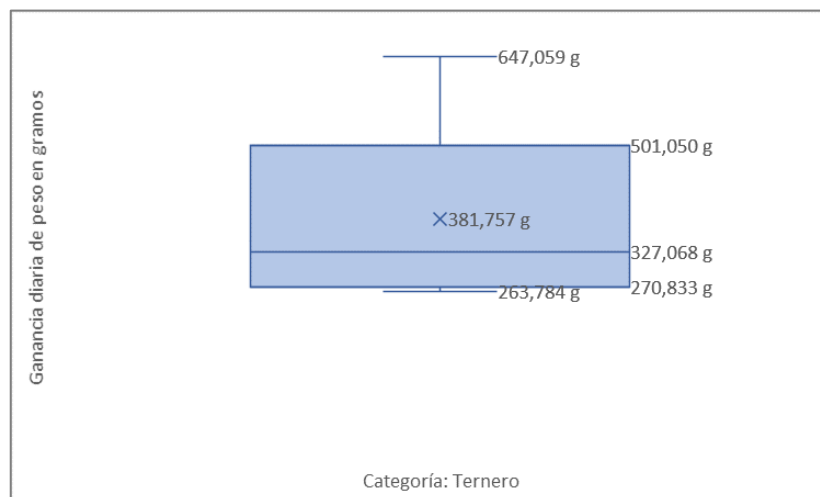


Fuente: Base de datos UTCgen

La dispersión de datos en la GDP en toretes es más notoria puesto que la caja se hace mucho más extensa, la media de 293,49 gramos por día está alejada de la mediana de 264,72 gramos por día. Además, la distribución de los datos no es normal, sino que presenta una tendencia asimétrica positiva con mayor dispersión.

#### 10.5.5. Ganancia diaria de peso en terneros

**Figura 10:** Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso en terneros

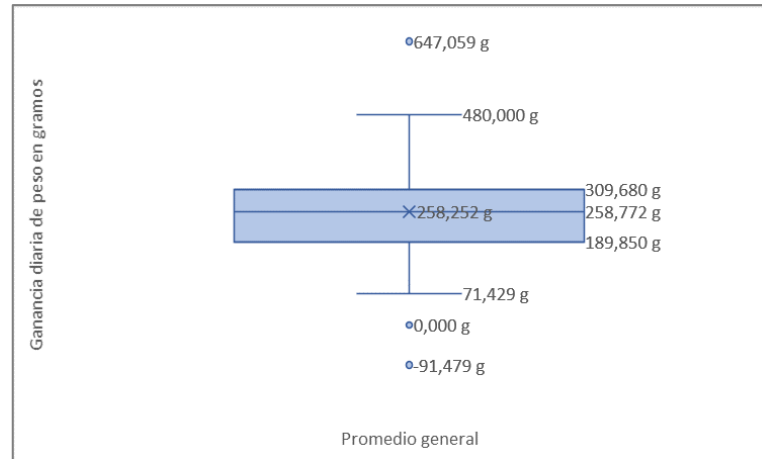


Fuente: Base de datos UTCgen

La distribución de los datos según los resultados obtenidos para la ganancia diaria de peso en terneros muestra una distribución asimétrica positiva puesto que la media de 381,75 gramos por día y la mediana de 327,06 gramos por día están más cercanos del límite inferior del diagrama.

#### 10.5.6. Promedio de ganancia diaria de peso

**Figura 11:** Diagrama boxplot para la ganancia diaria de peso total



Fuente: Base de datos UTCgen

En resumen, la ganancia diaria de peso en los animales evaluados de la parroquia de Toacaso muestran una media de 250,25 gramos por día llegando a valores tan alejados de la media tales como 647,05 gramos por día y a valores tan pequeños que inclusive son valores negativos puesto que pierde peso en vez de ganarlo. Este valor corresponde a un dato atípico de valor -91,47 gramos por día. Aun así, el diagrama nos presenta una distribución aproximadamente normal con poca dispersión de datos.

La ganancia diaria de peso o la pérdida diaria de peso se ven influenciadas por muchos aspectos, principalmente por la alimentación y presencia de enfermedades no solo digestivas sino cualquier tipo de enfermedad puesto que muchas veces esto deprime la conversión alimenticia. Otros factores que influyen son la raza, el valor genético, la alta producción lechera en el caso de las vacas y las condiciones ambientales asociadas a la adaptabilidad de los lugares en donde se encuentran (63).

Estudios realizados en vacas Jersey sobre la ganancia diaria de peso han demostrado que a pesar de animales relativamente pequeños pueden llegar a cumplir y pasar los 600 gramos por día exactamente pueden llegar a ganar 627 gramos por día que incluso en cruzamientos con otras razas pueden llegar a sobrepasar los 700 gramos por día en su etapa de crecimiento y pueden llegar a mantener un estado corporal muy bueno y una producción de alta calidad (64).

### 10.5.7. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA GANCIA DIARIA DE PESO

Para calcular el valor de cría estimado para el parámetro de ganancia diaria de peso se realizó mediante la herramienta del BLUP, esto con el fin de obtener datos que pueden ayudar a mejorar este parámetro. Consolidándose como los mejores productores los siguientes mencionados a continuación:

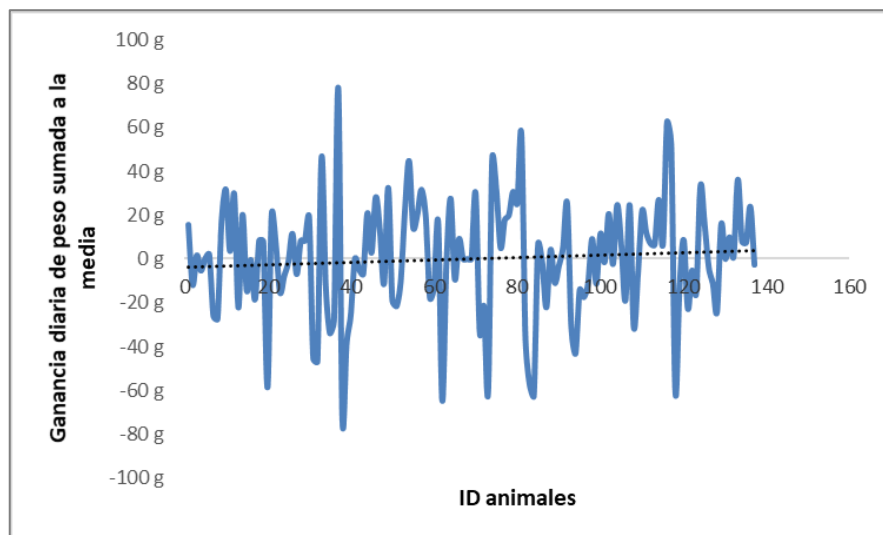
**Tabla 8:** *Productores con mayor ganancia diaria de peso, según el EBV calculado*

Productor	Solution GDP
Joselin Cabascango	449,8746867
Vilma Catota	351,7822334
Marcelo Catota	310,0731754
Rafael Toaquiza	306,4777079

Fuente: Base de datos UTCgen

No obstante, el valor de cría estimado para cada animal nos da una idea de que animales en específico necesitamos para mejorar la ganancia diaria de peso a partir de la media de ganancia diaria de peso presente en Toacaso que es de 250,50 gramos por día. El valor de heredabilidad tomado en cuenta fue de 0,28 para la GDP, este dato fue obtenido a partir de un artículo científico en donde se mencionó que este valor es el indicado para la heredabilidad en este rasgo (65).

**Figura 12:** *Valor de cría estimado para la ganancia diaria de peso*



Fuente: Base de datos UTCgen

El valor de cría estimado para la ganancia diaria de peso se puede representar mediante gráficos de dispersión, no obstante, para entender qué animales pueden generar la mejor ganancia diaria de peso y acercarse a la meta o a valores que se manejan en otros lugares se necesita seleccionar animales que tengan el mayor valor de cría, siempre y cuando la precisión esté o supere el 50%.

**Tabla 9:** *Animales con el mayor valor de cría*

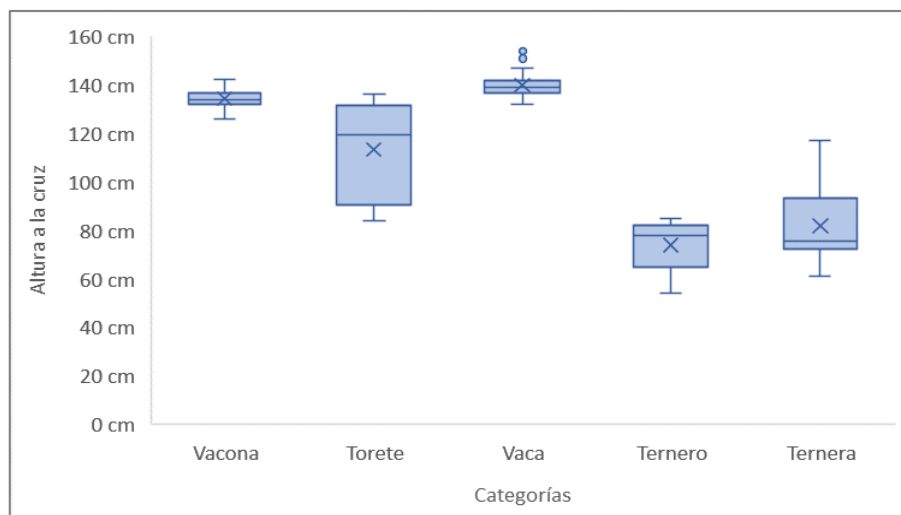
<b>ID</b>	<b>EBV</b>	<b>Accuracy</b>
Lancho Mcat	77,9572172	0,5417675
Burbuja PC	62,6210826	0,54459866
Martina BC	56,9219287	0,56723208
Nikky PC	52,0991689	0,54459866

Fuente: Base de datos UTCgen

En realidad, se podría elegir a todos los animales que generen un aumento en la GDP, no obstante, se ha decidido tomar mención especial en aquellos animales que pueden mejorar de manera significativa este parámetro, cabe recalcar que, aunque se debe tomar solo madres, se ha considerado al macho Lancho, debido a que es parte del programa de mejoramiento que se está desarrollando y ha resultado ser el animal con mejor EBV para la GDP.

## 10.6. ALTURA A LA CRUZ

**Figura 13:** *Diagrama boxplot para la altura a la cruz categorizado*



Fuente: Base de datos UTCgen

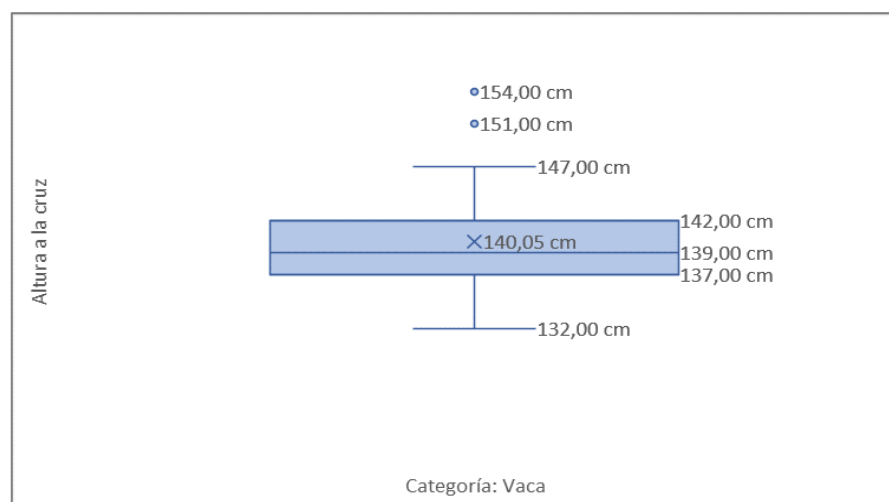
La altura a la cruz en los bovinos lecheros es relativa debido a que sólo se producen cambios notables en la etapa de crecimiento lo que dura alrededor de 2 años, pero también dependen de la raza, encontrando valores más altos en razas como las Holstein y menores valores en razas como las Jersey. No obstante, en la parroquia de Toacaso se ha podido evidenciar valores de altura muy parecidos entre las diferentes categorías un ejemplo de ello es la relación de altura que existe entre terneros y terneras. Esta relación podría incluso extenderse hasta las vaconas y los toretes, no obstante, por la falta de toretes estos datos se dispersan mucho.

Por otro lado, la altura a la cruz de las vacas no sólo está relacionada al tamaño, sino también a la capacidad de transmitir esos caracteres a sus hijas y su posterior mantenimiento económico, puesto que los animales muy altos son de manejo más caro, esto debido a que necesitan mayores recursos alimenticios para poder producir leche de forma eficiente, algo que no pasa en las vacas de menor estatura esto porque necesitan menos recursos alimenticios para poder producir una buena cantidad de leche a un menor costo de producción del mismo(66).

En algunos casos se puede evidenciar animales que son más altos que el promedio como es en el caso de las vacas, las cuales presentan 2 individuos que superan los 145 cm siendo animales menos manejables y más costosos de mantener.

Hacer un promedio de la altura de todos los animales es poco práctico por la razón de que, al existir diferentes categorías, pero para estimar la altura que se desea obtener en los bovinos se pueden tomar aquellos que tienen una altura constante como es el caso de las vacas, teniendo lo siguiente.

**Figura 14:** Diagrama boxplot para la altura a la cruz en vacas



Fuente: Base de datos UTCgen

Los datos promediados indican que la altura media a la cruz es de 140,05 cm. Dentro del conjunto de datos, se observan valores significativamente más altos, como el de un animal cuya altura a la cruz alcanza los 154 cm, lo que representa el extremo superior del rango de alturas. En el extremo opuesto, el menor valor registrado es de 132 cm, una altura que probablemente corresponde a una vaca joven, y que se considera un valor atípico en el diagrama debido a su notable diferencia respecto a la media.

En un estudio especializado en medir características de ganado lechero se ha podido constatar que la altura a la cruz de las diferentes razas lecheras varía esto debido a la conformación del animal, genética y condiciones ambientales. Tal es el caso de las vacas Holstein que, aunque no se describe una altura promedio sino una altura en específico de 152 cm, si se menciona que son relativamente más grandes que el resto de razas lecheras, por su parte la mención de ganado Jersey señala una altura a la cruz promedio de 125 cm. haciendo referencia a una altura aceptable si hablamos en el ámbito ecuatoriano puesto que la altura promedio de los ecuatorianos en caso de hombres es de 164 cm y de mujeres 152 cm (67).

#### **10.6.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA ALTURA A LA CRUZ**

La estimación del valor genético para la altura a la cruz resulta ser un poco ambiguo puesto que la población general de ganado no solo consta de animales adultos, sino también de animales en desarrollo, lo cual puede denotar datos un poco alterados, pero estarían dentro de los valores esperados. Por otro lado, el valor de cría obtenido para este parámetro es necesario debido a lo expuesto en relación a la altura de los ecuatorianos en promedio.

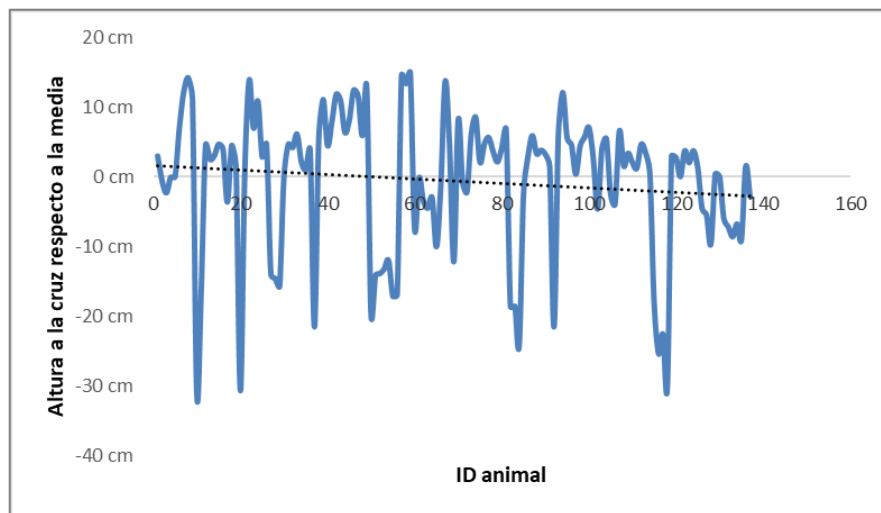
**Tabla 10:** *Productores con un EBV normal para la altura a la cruz*

<b>Productor</b>	<b>Solution</b>
Marcelo Catota	129,8475992
Rafael Toaquiza	129,5416036
Vilma Catota	129,4411765
Blanca Catota	126,7846154
Wilson segura	117,4089838

Fuente: Base de datos UTCgen

Para realizar el análisis del valor de cría en el parámetro de altura a la cruz, se realizó en la herramienta del BLUP y así poder obtener el valor de cría aproximado para cada animal. El valor de heredabilidad fue obtenido del libro *“Memorias de la conferencia internacional sobre sistemas y estrategias de mejoramiento bovino en el trópico”* donde nos menciona que la heredabilidad para la altura a la cruz está en un rango de 0,4 a 0,6 con un promedio de  $h=0,5$  (68). Tomando ese valor como referencia, se pudo obtener la siguiente gráfica de dispersión:

**Figura 15:** Valor de cría estimado para la altura a la cruz



Fuente: Base de datos UTCgen

El valor de cría que se obtuvo, es esencial puesto que no solo mide el valor genético de las vacas sino también de los animales inmaduros que en un posible futuro pueden presentar un valor de cría que pueda ayudar a mantener dentro de un rango aceptable la estatura del ganado no solo optimizando procesos de producción sino facilitando el manejo para los diferentes productores de la zona. En consecuencia, se pudo obtener estos animales como los que pueden mantener la media de la altura a la cruz que es de 123 cm en la población general.

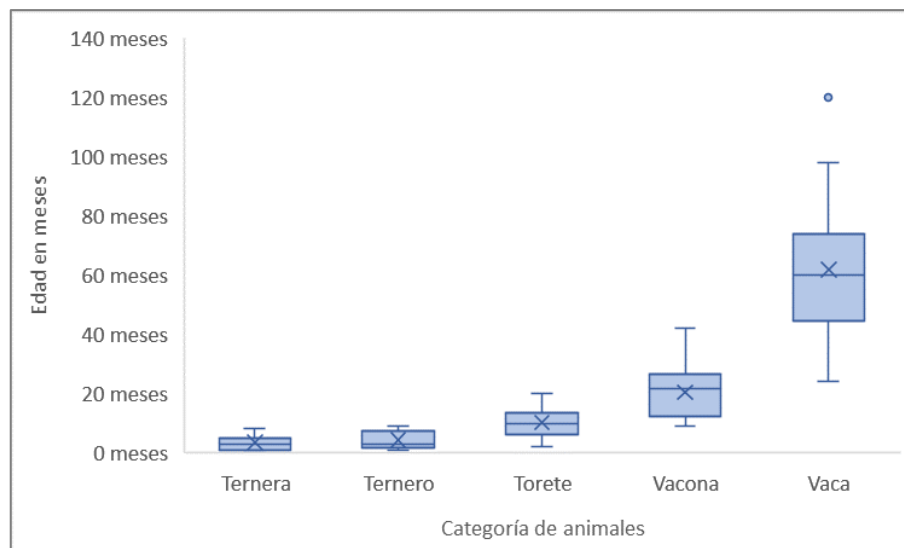
**Tabla 11:** *Animales con la mejor optimización EBV para la altura a la cruz*

ID	EBV	Accuracy
Silvia VC	5,86862745	0,65379735
Mishuka PC	5,6297181	0,70791849
Paloma BC	5,60769231	0,67936622
Sara GN	5,60233959	0,69830103
Del Proyecto PC	5,52476508	0,6911219
Rayada PC	5,42042462	0,70913367

Fuente: Base de datos UTCgen

El Valor de cría obtenido ayudará no solo a elegir de manera más eficiente estos animales, sino que proporcionará un aumento en la producción y mejorará los costos de producción de leche puesto que una vaca pequeña no necesita mucho alimento para producir un litro de leche.

## 10.7. EDAD EN MESES

**Figura 16:** *Diagrama boxplot para la edad en meses categorizada*

Fuente: Base de datos UTCgen

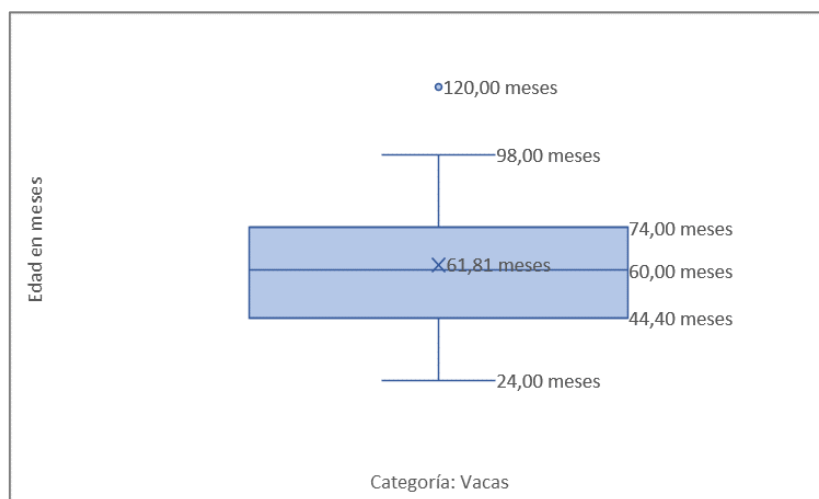
La edad en meses de los bovinos lecheros influye directamente en la economía de una explotación ganadera. Durante los primeros 24 meses, los animales no producen leche, lo que representa un costo para los productores de cada región debido a los gastos en alimentación y

cuidados veterinarios sin ingresos de remuneración por venta de leche. A partir de los 24 meses aproximadamente, las vacas comienzan a producir leche después de su primer parto, iniciando el retorno de la inversión, no obstante, este parámetro se ve influenciado mucho por la ganancia diaria de peso. Es el caso que se puede denotar en los meses que tiene un vacona de edad en el diagrama, lo cual indica que en promedio las vaconas poseen una edad de 20 meses aproximadamente. Siendo un dato muy negativo ya que a la edad de 24 meses deberían tener su primer parto, pero la falta de alimentación de calidad influye mucho en la edad al primer servicio (69).

En estudios realizados se menciona que el pico de producción se alcanza entre los 36 y 84 meses, período en el cual la producción de leche es máxima y, por ende, los ingresos son mayores. A medida que la vaca envejece, la producción de leche disminuye, lo que puede llevar a decisiones sobre la rentabilidad de mantenerla en la manada.

Es así que al analizar los datos de edad en vacas es necesario analizarlo a parte puesto que la producción y venta de leche es por la producción de leche de las vacas. En la parroquia de Toacaso se ha podido evidenciar que existe un gran número de vacas jóvenes, pero hay casos en los que las vacas llegan a edades avanzadas lo que se puede analizar en el cuadro a continuación (70).

**Figura 17:** Diagrama boxplot para la edad en vacas lecheras



Fuente: Base de datos UTCgen

Al analizar estos datos, podemos observar que la edad media de las vacas es de aproximadamente 62 meses. En el límite inferior, encontramos una vaca de 24 meses, lo que indica un manejo eficiente de este animal en particular. La distribución general de los datos

muestra poca dispersión, sugiriendo una distribución aproximadamente normal. En los límites superiores de la caja, identificamos una vaca de 98 meses, y entre los valores atípicos, se destaca una vaca de 120 meses. Aunque mantener una vaca de esta edad podría parecer una decisión cuestionable, su valor económico sigue siendo considerable.

### 10.7.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA EDAD EN MESES

En cuanto a la edad en meses, más conocido como longevidad de los animales, se ha discutido ampliamente de cómo debería ser el manejo de estos animales, puesto que como se mencionaba en los estudios realizados en otros lugares la media de producción se alcanzaba a los 84 meses como máximo. Sin embargo, la longevidad también representa un parámetro excepcional no solo por la adaptabilidad, sino por la resistencia a enfermedades.

Dicho esto, al analizar los datos mediante la herramienta BLUP se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 12:** *Productores con mayor edad en meses según el EBV calculado*

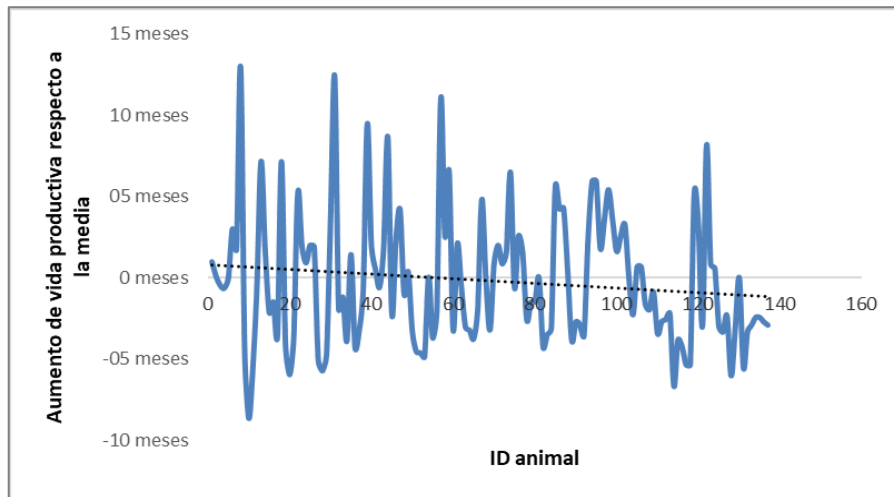
<b>Productor</b>	<b>Solution</b>
María Calo	49,97012579
Vilma Catota	45,29095355
Wilson segura	44,81355114
Pilar Chasi	40,93990363
Rafael Toaquiza	38,59818075

Fuente: Base de datos UTCgen

El valor de cría estimado para los animales estudiados de la parroquia de Toacaso, demostró que existen varios productores con animales más longevos, los cuales se han mantenido por su valor de cría y sus capacidades productivas y reproductivas. No obstante, en el lugar de estudio, se ha podido denotar que existe un equilibrio en cuanto a la edad en meses.

Para poder calcular el valor de cría en la presente investigación se basó en el artículo titulado “*Heredabilidad en rasgos de longevidad en vacas Mambí de Cuba*” Donde se menciona que la heredabilidad para la edad en meses es de 0,17 a 0,19 teniendo un promedio de 0,18, el cual fue utilizado para analizar los datos, teniendo así el siguiente diagrama (71).

**Figura 18:** Valor de cría estimado para heredabilidad en longevidad.



Fuente: Base de datos UTCgen

El valor de cría calculado muestra picos de edades de los animales, con una dispersión un poco alta, esto debido a la variabilidad de heredabilidad que puede existir entre todos los animales de estudio, es por ello que se han seleccionado los mejores animales para este parámetro.

**Tabla 13:** Mejores animales para heredabilidad de la edad en meses

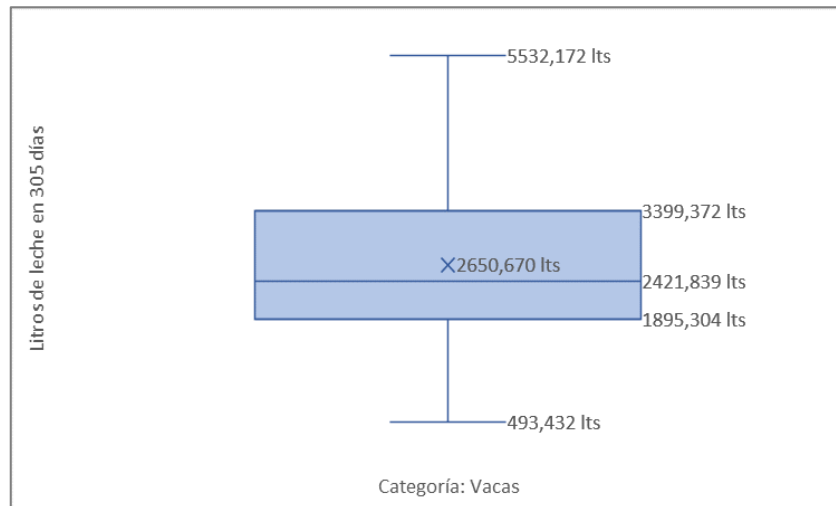
ID	EBV	Accuracy
Lupe MC	12,9653774	0,38620065
Tomasa MCat	12,4199075	0,40635418
Mariana MN	11,1039106	0,41789982
Dálmata GN	9,4889796	0,43777051
Charo GN	8,66412486	0,4369467

Fuente: Base de datos UTCgen

A pesar que el nivel de precisión no supere el 50% de los datos analizados puesto que la heredabilidad para este carácter es muy bajo se puede aun así sugerir un valor de cría estimado muy bueno, para los animales seleccionados ya que aumentarán alrededor de 8 meses hasta 12 meses más a la vida productiva del ganado lechero.

## 10.8. LITROS DE LECHE EN 305 DÍAS

**Figura 19:** Diagrama boxplot para la producción de leche en 305 días



Fuente: Base de datos UTCgen

Dentro del programa de mejoramiento genético y evaluación de los pesos económicos, la producción de leche dentro de 305 días juega un papel importante esto debido a que puede no solo interferir directamente en la producción lechera sino también en el ingreso económico y hasta puede ser un punto importante para calcular un valor de cría que puede transmitir a sus hijas.

En los datos obtenidos podemos evidenciar que la producción lechera en 305 días en la parroquia de Toacaso tiene una media de 2650,67 litros, lo que significa que un porcentaje aceptable de vacas tienen una producción diaria aceptable. Por otro lado, tenemos a las vacas que producen menos de este porcentaje y esto puede deberse al mes de gestación en el que se encuentran estas vacas puesto que al acercarse el séptimo mes de preñez la producción de leche puede verse afectada. Por el contrario, existen vacas que al ser altas productoras pueden llegar a producir más de 5000 litros por lactancia en 305 días de producción (72).

No obstante, la realidad del país no es muy alentadora ya que estudios realizados en la región ecuatoriana han demostrado que el promedio de producción de litros de leche puede llegar a ser 5 a 6 litros por día y como máximo 9 litros dejando una rentabilidad muy pequeña para los productores y disminuyendo considerablemente la producción que se puede obtener en condiciones favorables. Esto puede ser debido a que muchos productores no conocen el manejo apropiado de su ganado y pueden llegar a presentar problemas de crecimiento y producción de leche (73).

### 10.8.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LTS DE LECHE EN 305 DÍAS

Estimar el valor genético de los litros de leche y cómo esto podría afectar a las siguientes generaciones de vacas lecheras tiene una utilidad muy grande, debido a que esto afectará directamente ya sea de forma positiva o negativa al productor. Al analizar los datos de las vacas lecheras mediante el blup encontramos que los mejores productores para este aspecto son los siguientes:

**Tabla 14:** *Mejores productores para la producción de leche 305 días*

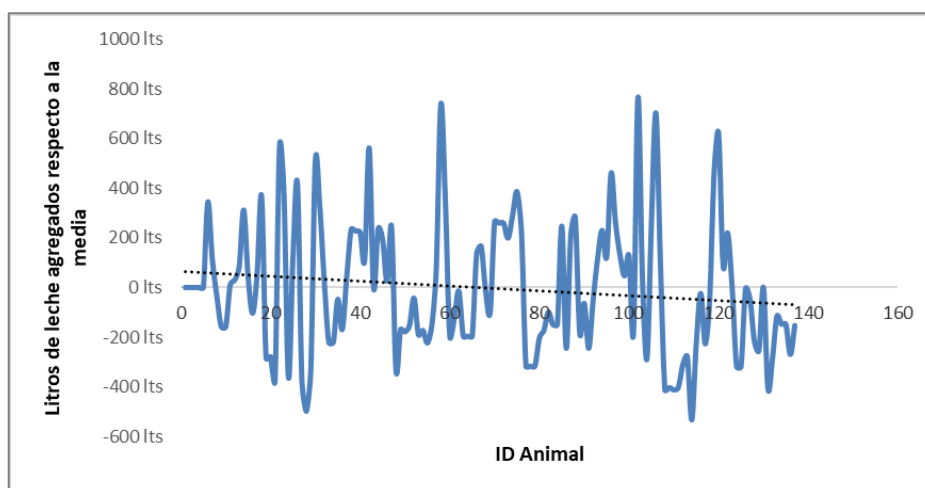
<b>Productor</b>	<b>Solution</b>
Wilson Segura	2637,784702
Pilar Chasi	1652,470884
Isabel Moreno	1502,159132
Marco Negrete	1337,443501
Rafael Toaquiza	1275,042348

Fuente: Base de datos UTCgen

Entre los mejores productores que se encuentran en la parroquia de Toacaso encontramos a Wilson Segura, un productor que según el valor de cría calculado puede contribuir con lactancias de 2637,78 litros en los 305 días de producción, no obstante, siendo necesario realizar el estudio mediante el BLUP, para conocer cuáles de los ejemplares pueden ser los mejores para este parámetro reproductivo.

Para realizar el cálculo de valor genético estimado se utilizó el valor de heredabilidad correspondiente a  $h=0,2$ , según se describe en el artículo titulado “*Estimación de parámetros y tendencias fenotípicas, ambientales y genéticas para características de producción de leche en bovinos overos colorados*” (74).

**Figura 20:** Diagrama de dispersión referente al EBV en litros de leche en 305 días



Fuente: Base de datos UTCgen

El diagrama presentado nos muestra que pueden llegar a existir animales que mejoren la producción de leche en 305, este diagrama nos da una idea de hasta qué punto se puede llegar a mejorar la producción de leche según la elección de los animales adecuados. Por este motivo se presentan a continuación los mejores ejemplares que destacan en el diagrama de dispersión.

**Tabla 15:** Ejemplares con mejor valor de cría estimado para litros de leche en 305 días

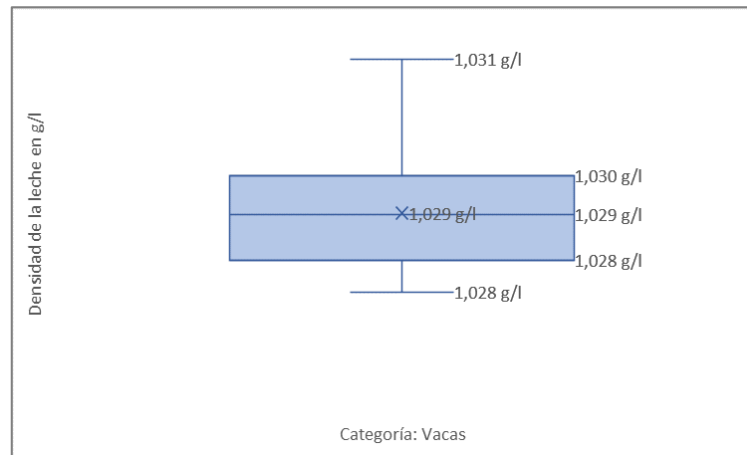
ID	EBV	Accuracy
Zayda PC	766,360181	0,51686755
Colorada MN	738,118751	0,48795004
Ramona PC	702,883991	0,51686755
Julisa RT	621,337947	0,49174456
Lola WS	568,080158	0,46479416
Jessica Antonieta GN	562,451849	0,5093021

Fuente: Base de datos UTCgen

Los ejemplares con mayor valor de cría representan un aumento de incluso 776, 36 lts con una precisión mayor al 50% respecto a la media de producción de leche que representa 2650 litros aproximadamente. Estos valores de cría pueden no solo mejorar la calidad de las reses sino también convertir predios poco productivos en más productivos.

## 10.9. DENSIDAD DE LECHE EN (g/l)

**Figura 21:** Diagrama boxplot para la densidad de leche



Fuente: Base de datos UTCgen

La calidad de la leche suele ser uno de los parámetros más importantes a considerar en su precio, debido a los sólidos totales que representa. El análisis de los datos indica que, para las vacas lecheras estudiadas, la densidad media es de 1,0290. Esto sugiere que la calidad de la leche en la parroquia se encuentra dentro de los parámetros aceptables. Sin embargo, algunas vacas pueden acercarse a los límites más bajos, lo cual puede deberse al tipo de alimentación o a su capacidad de producir leche a partir de la asimilación de alimentos.

La densidad de la leche también indica que el valor genético de una vaca puede ser óptimo para la selección cuando se encuentran ejemplares que no solo cumplen, sino que superan los estándares de calidad en cuanto al contenido de sólidos totales. En el caso de la parroquia, hay una vaca cuya densidad de leche alcanza 1,031, consolidándose como la vaca con mayor cantidad de sólidos en un litro de leche (75).

Estudios realizados en la provincia de Cotopaxi enfocados a pequeños productores han podido esclarecer que existe una densidad de 1,030 a 1,029 con márgenes de error muy pequeños y demostrando que estos valores se pueden llegar a cumplir en todo el sector puesto que se realizó el estudio con un nivel de confianza de 95%, que al comparar con los datos obtenidos previamente en la parroquia de Toacaso llegan a ser muy similares a lo ya estudiado (76).

### 10.9.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LA DENSIDAD (G/L)

La densidad de leche es quizás el segundo parámetro más importante a tomar en cuenta en la ganadería lechera esto debido a que la cantidad de sólidos presente en leche pueden aumentar el precio de leche y su valor nutricional. En la parroquia de Toacaso, una vez analizados los datos encontramos que los mejores productores para este ámbito son:

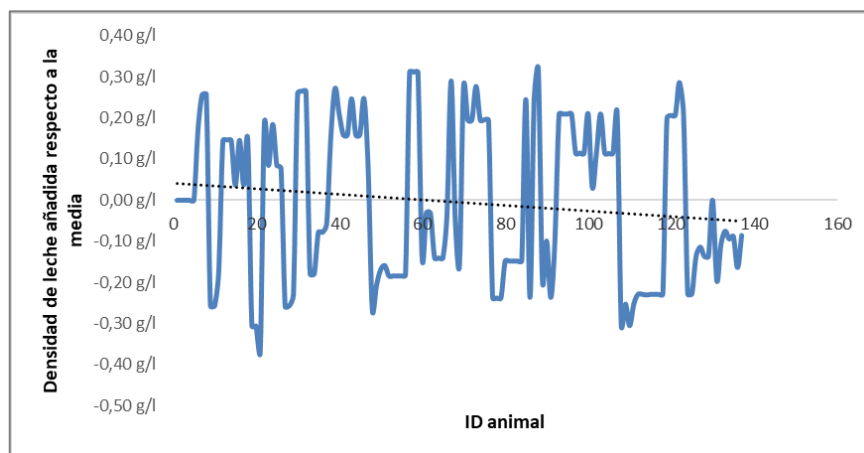
**Tabla 16:** Mejores productores según el EBV para la densidad en leche

Productor	Solution
Isabel Moreno	0,738223913
Wilson segura	0,659193005
Pilar Chasi	0,609858311
Marco Negrete	0,535052376
María Calo	0,514303571

Fuente: Base de datos UTCgen

La densidad de leche y la cantidad de sólidos, se ha descrito como un parámetro bastante heredable es por ello que se menciona que la heredabilidad para este carácter llega a ser de  $h=0,5$  según el artículo que se titula “FACTORES QUE AFECTAN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS DE LA LECHE” Obteniendo así una gráfica de dispersión en la que se puede denotar los picos de aumento en la densidad de leche (77).

**Figura 22:** Valor de cría obtenido para la densidad de leche



Fuente: Base de datos UTCgen

Los valores obtenidos en la tabla muestran picos sobre la media de hasta 0,3 puntos adicionados a la media de densidad de leche. Lo que quiere decir que los ejemplares seleccionados a partir del mejor, hasta el que no cambie la densidad puede generar un cambio y una mejora notable en el ámbito de la densidad de leche.

**Tabla 17:** *Mejores ejemplares según el EBV para la densidad de leche*

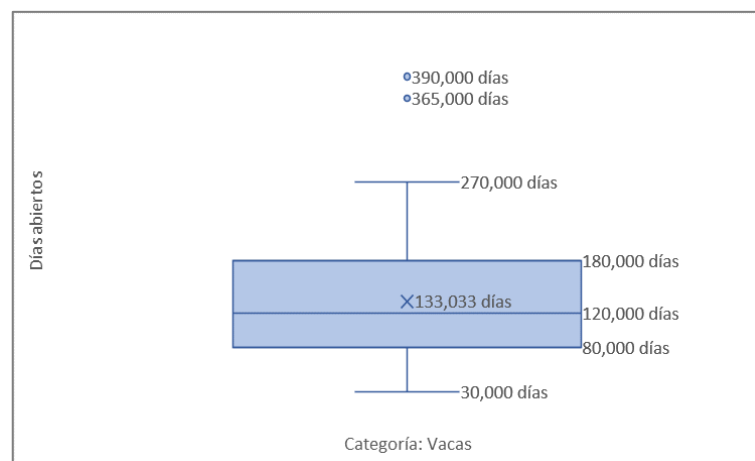
ID	EBV	Accuracy
Cachos VC	0,31786471	0,65304716
Mariana MN	0,3119	0,67194877
Colorada MN	0,31162	0,67194877
Leonarda MN	0,31148	0,67194877
Lola OP	0,29014615	0,50636968

Fuente: Base de datos UTCgen

Aunque en la solución los productores fueron mencionados, en este grupo se menciona a los mejores animales con el más alto EBV para la densidad de leche.

## 10.10. DÍAS ABIERTOS

**Figura 23:** *Diagrama boxplot para los días abiertos*



Fuente: Base de datos UTCgen

Por último pero no menos importante, la fertilidad es un parámetro importante puesto que mantener ciclos regulares ayuda a una producción continua de leche con picos que favorecen la economía, no obstante en los datos obtenidos en Toacaso se puede evidenciar que los problemas de días abiertos es muy grande puesto que se presenta una media de 133 días aproximadamente cuando lo indicado suele ser de 90 días regresando el celo a los 60 días y siendo fertilizada a los 90 mediante IA o por monta directa.

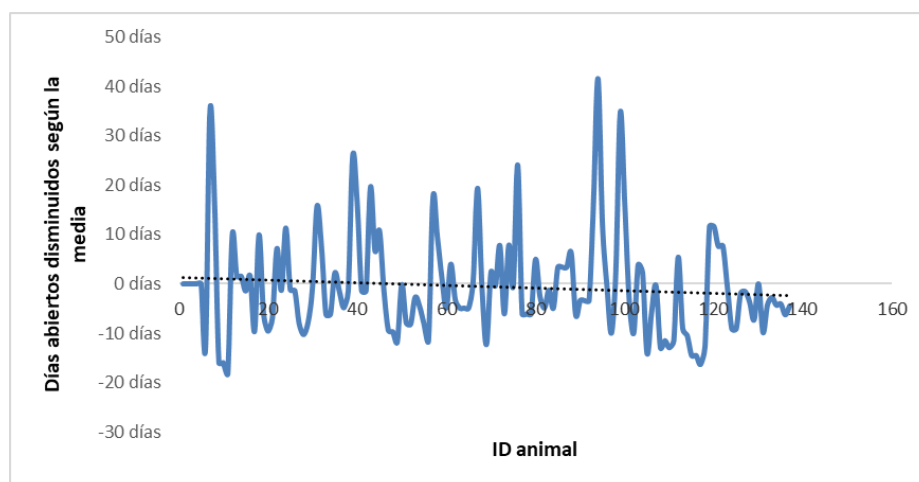
Los estudios realizados en la parroquia de Toacaso denotaron los siguientes resultados normales para los días abiertos, no obstante, no se puede emitir un criterio sin antes calcular el valor de cría estimado

Estudios realizados en bovinos lecheros indicaron que el máximo de días abiertos debe ser de alrededor de 85 días para así poder tener una vaca cíclica, se mencionan métodos que pueden ayudar a este fin, no obstante, el promedio de días abiertos en la parroquia de Toacaso están mucho más elevadas por lo cual la implementación de estas técnicas de manejo puede ayudar a reducir estos días (78).

### 10.10.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA LOS DÍAS ABIERTOS

En el caso de la estimación del valor genético para los días abiertos se trabajó con una heredabilidad promedio de  $h=0,14$  siendo un valor muy bajo de heredabilidad (79). No obstante, los mejores productores según el EBV resultaron ser los siguientes:

**Figura 24:** Gráfica de dispersión relacionada al EBV de días abiertos



Fuente: Base de datos UTCgen

Realizar un cuadro de los mejores productores es poco productivo debido a que en este parámetro debemos hacer mención especial a los ejemplares bovinos, lo que se logra calculando

cuál de ellos tenía el mejor valor de cría. En este caso en particular lo que nos interesa son los datos negativos teniendo hasta casi 20 días menos en los días abiertos de una vaca según la media.

**Tabla 18:** *Mejores ejemplares para reducir los días abiertos según el EBV calculado*

<b>ID</b>	<b>EBV</b>	<b>Accuracy</b>
Dominga MC	-18,1837717	0,34516036
Nikky PC	-16,3411881	0,39358458
Lola MC	-15,991879	0,34080272
Cerro MC	-15,991879	0,34080272
Esmeralda PC	-14,5262952	0,39358458

Fuente: Base de datos UTCgen

Los datos obtenidos para reducir los días abiertos se muestran con poca precisión de no más del 40% para los mejores animales, esto puesto que la heredabilidad para este carácter es muy bajo, pero de acuerdo a los datos se puede estimar que hay una probabilidad de transmitir estos valores a las hijas e hijos.

### **10.11. BENEFICIO ECONÓMICO**

Para entender el beneficio que se puede generar al tener claro los ingresos totales y gastos totales, nos ayuda a entender que tan bueno puede resultar ser la producción de leche teniendo en cuenta todos los aspectos productivos. A continuación, se presenta un análisis de los ingresos, gastos y beneficios generados por el grupo de productores de Toacaso. Esta información es crucial para entender la rentabilidad de cada productor y para identificar oportunidades de mejora.

**Tabla 19: Beneficio económico generado por ingresos y gastos totales**

<b>Productores</b>	<b>Ingresos Totales \$</b>	<b>Gastos Totales \$</b>	<b>Beneficio generado \$</b>
Joselyn Cabascango	95	59	36
Pilar Chasi	1631	1123	508
Rafael Toaquiza	505	452,5	52,5
Blanca Catota	540	325	215
Vilma Catota	328,5	224	104,5
Olga Pallasco	214	153	61
Marcelo Catota	1169,3	355	814,3
Marco Negrete	1570	545	1025
Matilde Negrete	266,4	172	94,4
Wilson Segura	345,3	169	176,3
María Calo	372,5	180	192,5
Isabel Moreno	520,5	209	311,5
Gabriela Vega	50	60	-10
Hilda Calo	64	59	5

Fuente: Base de datos UTCgen

El análisis de los datos de ingresos, gastos y beneficios generados por los productores revela que Marco Negrete es el productor más exitoso, con un beneficio de \$1025, mientras que Gabriela Vega presenta la única pérdida, con -\$10. Entre los productores que generan beneficios superiores a \$500 se encuentran Pilar Chasi (\$508), Marcelo Catota (\$814.3) y Marco Negrete (\$1025). En el extremo opuesto, los productores con beneficios menores a \$50 son Rafael Toaquiza (\$52.5, ligeramente superior a \$50), Gabriela Vega (-\$10) y Hilda Calo (\$5).

Hablando en términos generales, se deduce que el total de ingresos sumó \$8671.5, con un promedio de ingresos de \$619.39 por productor. Mientras que los gastos totales fueron de \$4085.5, lo que resultó en un promedio de \$291.82 en gastos por productor. Concluyendo así que, el beneficio total generado por todos los productores combinados fue de \$3586, con un promedio de beneficio de \$256.14 por productor de la parroquia de Toacaso.

El estudio de este análisis demuestra una diferencia significativa en la rentabilidad entre los productores, donde se puede destacar a algunos como muy rentables y a otros con márgenes de beneficio mucho más bajos o incluso generando pérdidas económicas.

No obstante, hay que recalcar que los productores que presentan el menor beneficio o incluso pérdidas, no es porque así lo sea puesto a que estos productores se dedican a la venta de animales exclusivamente para carne y en las etapas productivas pueden ahorrar recursos para no presentar pérdidas por producción de animales.

Cabe mencionar que según el Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG el precio de venta del litro de leche cruda es de 0,42 centavos puesto que la leche procesada se encuentra en un valor de 80 centavos. este valor puede aumentar en leche cruda por beneficios de calidad, no obstante, existen ocasiones que no se cumplen estos precios (80).

Por su parte, el mayor gasto generado en la parroquia de Toacaso resulta ser en gastos por alimentación al ganado con una media de 97,42 dólares, seguido de los gastos fijos con una media de 77,32 dólares y por último el gasto en potreros con una media de 38,71 dólares. Permitiéndonos evidenciar que al generar una mejora en estos aspectos podría generarse una mayor rentabilidad para la producción de leche en la parroquia de Toacaso, tomando en cuenta los aspectos de calidad, la genética y el mejoramiento, reduciendo costos y aumentando la eficacia y eficiencia de los animales.

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **11.1. Impactos técnicos - económicos**

Los impactos que genera este proyecto según los datos analizados nos llegan a esclarecer que se puede mejorar las condiciones de manejo mediante la sincronización de celos y por ende una sincronización de partos, puesto que lo ideal para una explotación ganadera es tener al menos el 70% de animales gestantes, algo que no se percibe en su totalidad en la parroquia.

La inseminación artificial, por su parte es un pilar fundamental para obtener animales con un valor genético más alto de acuerdo a las condiciones ambientales y productivas que se necesitan, es un trabajo que debe ir en relación con la sincronización y análisis de datos puesto que esto no solo proporcionará un beneficio económico, sino un impacto técnico muy marcado y una eficiencia reproductiva en toda la región estudiada.

## 11.2. Impactos ambientales

Juntamente con el proyecto de mejoramiento en el índice de los pesos económicos evaluados en la parroquia de Toacaso, se ha podido evidenciar que la región posee un clima muy seco y que las personas que tienen acceso al agua de riego se benefician por sobre otros productores, es por ello que si se puede generar suficientes recursos e implementar equipamiento óptimo para la producción de pasto y por ende producción de leche se puede evitar no solo la erosión del suelo sino también el efecto invernadero puesto que se mantendría una producción sostenible dentro de predio de los mismos productores, generando no solo un impacto ambiental sino también un impacto social y económico.

## 12. CONCLUSIONES:

- La determinación de los pesos económicos más efectivos para las características prioritarias en el programa de mejoramiento genético ha demostrado ser cruciales. Características como la producción de leche, calidad de leche, y resistencia a enfermedades son fundamentales para optimizar la rentabilidad. Sumado a esto, podemos denotar que no solo las características cuantitativas son necesarias, sino que también influyen características como el comportamiento de los animales, facilidad de ordeño y condiciones temperamentales.
- Por otro lado, la integración adecuada de los pesos económicos en los índices de selección puede llegar a mejorar significativamente la eficacia del mejoramiento genético. Esta integración permitirá seleccionar animales que no solo son genéticamente superiores sino también económicamente más rentables, optimizando así la producción y reduciendo costos operativos.
- Y, por último, se puede mencionar que los programas de mejoramiento genético que han ajustado sus índices de selección basados en los pesos económicos obtenidos pueden llegar a mostrar un aumento en la rentabilidad. Esto se reflejará en la mejora de la eficiencia productiva y la sostenibilidad económica de las operaciones ganaderas en la Parroquia de Toacaso.

En resumen, aplicar los conocimientos adquiridos de los datos obtenidos a partir del trabajo en campo pueden llegar a ser fundamentales para la implementación de programas de mejoramiento, seleccionando animales genéticamente más eficientes y con valores de cría deseados para cada parámetro, obteniendo así no solamente animales con una mejor conformación genética sino teniendo animales con un valor de cría óptimo para seguir

manteniendo y mejorando animales que tengan pesos económicos más marcados y por consecuencia una rentabilidad mayor para los productores de esta región.

### **13. RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda realizar ajustes periódicos de los pesos económicos en los índices de selección, basados en cambios de mercado y avances tecnológicos. Esto asegurará que los programas de mejoramiento genético se mantengan actualizados y sigan siendo rentables.
- Implementar programas de capacitación y educación para enseñar a la población de ganaderos locales sobre la importancia de los pesos económicos en el mejoramiento genético y en el programa de selección establecido.
- Fomentar la investigación en el área de mejoramiento genético y pesos económicos, para colaborar con instituciones académicas y de investigación. Esto puede proporcionar nuevas herramientas y metodologías que optimizarán aún más los programas de mejoramiento genético.
- Establecer sistemas de monitoreo y evaluación para dar seguimiento a las recomendaciones y su posterior impacto una vez implementadas. Esto con el fin de realizar ajustes necesarios y arreglar continuamente los programas de mejoramiento genético.

#### 14. BIBLIOGRAFÍA:

1. GAD parroquial rural Toacaso. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA DE TOACASO [Online] Gob.ec; 2020 [cited 2024 Apr 22]. Available from: [https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/10/PDOT\\_TOACASO\\_2020.pdf](https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/10/PDOT_TOACASO_2020.pdf)
2. Económico C, Humanos A, Conectividad EY, Participación Ciudadana PI. PARTE I-B DIAGNOSTICO DE LA PARROQUIA TOACASO [Internet]. Gob.ec; 2017 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2017/06/DIAGNOSTICO-FINAL-GADPR-TOACASO-2015-2016-B.pdf>
3. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Productores de Cotopaxi reciben vaconas chilenas para mejoramiento genético – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. MAG; 2017 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-cotopaxi-reciben-vaconas-chilenas-para-mejoramiento-genetico/>
4. GAD Parroquial de Toacaso. Situación Geográfica [Internet]. GAD Parroquial de Toacaso Cotopaxi; 2011 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/>
5. Galván PO. UNAM. MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE [Internet]. Unam.mx; 1991. [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.fmvez.unam.mx/fmvez/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
6. Ortuño Barba C, Chacón Marcheco E, Cartuche Macas L, Carrillo Álvarez I, Guevara Viera G. Scielo. PESOS ECONÓMICOS PARA UN ÍNDICE DE SELECCIÓN DE LA RAZA HOLSTEIN FRIESIAN EN EL ECUADOR. Chil J Agric Anim Sci [Internet]. 2023;39(2):164–73. [cited 2024 Apr 22]. Available from: <http://dx.doi.org/10.29393/chjaa39-14pecg50014>
7. Meekan C. Producción animal. RAZAS LECHERAS BOVINAS [Internet]. Com.ar. [cited 2024 Apr 22]. Available from: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/razas\\_lecheras/16-Capitulo\\_XIX-Razas\\_lecheras.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/razas_lecheras/16-Capitulo_XIX-Razas_lecheras.pdf)
8. Moya E. Importancia económica de la reproducción en el ganado lechero [Internet]. Ganadería.com; 2022 [cited 2024 Apr 22]. Available from:

- <https://www.ganaderia.com/destacado/importancia-economica-de-la-reproduccion-en-el-ganado-lechero>
9. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción y productos lácteos: El desarrollo del sector lechero [Internet]. FAO; 2024 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/dairy-development/es/>
  10. Campos R, Vélez M, Hernández E, García K, Molina R, Sánchez H, et al. Vista de El mejoramiento genético y la producción de leche. La esencia de una realidad de producción animal [Internet]. Universidad Nacional de Colombia; 2015 [cited 2024 Apr 22]. Available from: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/50263/55111](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/50263/55111)
  11. Sandino R. Algunas bases para la Correcta Selección de Vacas Lecheras [Internet]. Dialnet; 2018. [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjF0tu05NaFAxWRnIQIHTcIDzUQFnoECBsQAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6107422.pdf&usg=AOvVaw1SDevePLq1nVVGZaCxy2BC&opi=89978449>
  12. Cuéllar J. Razas bovinas especializadas en leche. [Internet] Veterinaria Digital; 2021 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-bovinas-especializadas-en-leche/>
  13. Angulo A J, Mahecha L L, Olivera A M. SÍNTESIS, COMPOSICIÓN Y MODIFICACIÓN DE LA GRASA DE LA LECHE BOVINA: Un nutriente valioso para la salud humana. Rev MVZ Cordoba [Internet]. Scielo; 2009 [cited 2024 Apr 22];14(3):1856–66. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682009000300010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000300010)
  14. Roca A. Aprende sobre las proteínas que contiene la leche [Internet]. La leche – Puleva; 2024 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.lechepuleva.es/la-leche/proteinas-de-la-leche>
  15. Ganadero C. ¿Qué factores inciden en el total de sólidos totales en la leche? [Internet]. Contexto Ganadero. 2020 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/que-factores-inciden-en-el-total-de-solidos-totales-en-la-leche>

16. Merli G, Ricciuti N. Microbiología de las aguas residuales-Aplicación de Biosólidos en Suelo Lic. Gustavo Fernando Merli M, Ricciuti INO. Seminario de Procesos Fundamentales Físico-Químicos y Microbiológicos Especialización y Maestría en Medio Ambiente Laboratorio de Química F.R. Bahía Blanca – U.T.N [Internet]. Edu.ar; 2009 [cited 2024 Apr 22]. Available from: [https://www.edutecne.utn.edu.ar/sem\\_fi\\_qui\\_micrb\\_09/microbiologia\\_leche.pdf](https://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf)
17. Jurado N. Factores determinantes de la eficiencia reproductiva en bovinos. [Internet] Edu.co; 2006 [cited 2024 Apr 22]. Available from: [https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35049/2020NéstorJurado.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=“Una%20excelente%20eficiencia%20reproductiva%20se,\(Tovio%2C%20s.f.p.6\).](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35049/2020NéstorJurado.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=“Una%20excelente%20eficiencia%20reproductiva%20se,(Tovio%2C%20s.f.p.6).)
18. Heinrichs J. Análisis económico para programas eficientes de reemplazo de vaquillas [Internet]. Psu.edu; 2020 [cited 2024 Apr 22]. Available from: <https://extension.psu.edu/analisis-economico-para-programas-eficientes-de-reemplazo-de-vaquillas>
19. Bossman D, Aacrea, del Norte Argentino CG, de Río Hondo T, del Estero. S, Vacuno E en G, et al. SELECCIÓN PARA LA ADAPTABILIDAD DEL GANADO VACUNO [Internet]. Com.ar; 2006 [cited 2024 Apr 22]. Available from: [https://www.produccion-animal.com.ar/clima\\_y\\_ambientacion/28-adaptacion\\_congreso\\_norte.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/28-adaptacion_congreso_norte.pdf)
20. UniformAgri. Tasa de concepción [Internet]. UNIFORM-Agri; 2020 [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.uniform-agri.com/es/blog-es/tasa-de-concepcion/>
21. Ossa G. FACTORES AMBIENTALES Y GENÉTICOS RELACIONADOS CON EL INTERVALO ENTRE PARTOS EN LA RAZA ROMOSINUANO [Internet]. Org.co. 2006 [cited 2024 Apr 23]. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682006000200004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000200004)
22. Gutiérrez J. Frecuencia de enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México [Internet]. Org.mx. [cited 2024 Apr 23]. Available from: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322020000100132](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322020000100132)
23. MAG ofrece servicio de inseminación artificial a bovinos – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. Gob.ec. [cited 2024 Apr 23]. Available from:

- <https://www.agricultura.gob.ec/mag-ofrece-servicio-de-inseminacion-artificial-a-bovinos/>
24. Mejoramiento genético para desarrollar vacas resistentes a enfermedades y a la crisis climática [Internet]. Ganaderia.com. [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.ganaderia.com/destacado/mejoramiento-genetico-para-desarrollar-vacas-resistentes-a-enfermedades-y-a-la-crisis-climatica>
  25. DiCYT A. Hallados genes potencialmente vinculados con la resistencia del ganado a las variaciones ambientales [Internet]. Dicyt.com. [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.dicyt.com/noticias/hallados-genes-potencialmente-vinculados-con-la-resistencia-del-ganado-a-las-variaciones-ambientales>
  26. Mishler J. ¿Cuánto tiempo viven las vacas y por qué no mueren de vejez? [Internet]. Sentient. 2023 [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://sentientmedia.org/es/la-mayoria-de-las-vacas-no-mueren-de-vejez/>
  27. SENASA COMUNICA. Consumo de agua segura y salud en vacas lecheras [Internet]. Gob.ar. [cited 2024 Apr 23]. Available from: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/consumo\\_de\\_agua\\_segura\\_y\\_salud.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/consumo_de_agua_segura_y_salud.pdf)
  28. Velasco Molina IJ, Ganadería 2016, Editores. BM. EFICIENCIA ALIMENTICIA DE UN BOVINO LECHERO [Internet]. Com.ar. [cited 2024 Apr 23]. Available from: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/externo/34-Eficiencia\\_alimenticia.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/34-Eficiencia_alimenticia.pdf)
  29. Chiarle A. Mejorando la eficiencia alimenticia en bovinos lecheros [Internet]. nutriNews, la revista de nutrición animal. nutriNews; 2022 [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://nutrinews.com/mejorando-la-eficiencia-alimenticia-en-bovinos-lecheros/>
  30. Mejorando la eficiencia alimentaria en ganado lechero [Internet]. Trouw Nutrition. 2021 [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.trouwnutrition.mx/noticias/noticias/meiorando-la-eficiencia-alimentaria-en-ganado-lechero/>
  31. MONITOREO Y CONTROL DE LA NUTRICIÓN Y SALUD EN VACAS LECHERAS [Internet]. Edu.uy. [cited 2024 Apr 23]. Available from: [https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/649/JB1998\\_D23-26.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/649/JB1998_D23-26.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

32. Aprende a cuidar del bienestar y salud del ganado lechero [Internet]. Blog. 2022 [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.corpmontana.com/blog/ganaderia/aprende-cuidar-bienestar-salud-ganado-lechero/>
33. MANUAL DE MANEJO Y ALIMENTACIÓN DE VACUNOS LECHEROS EN LA SIERRA [Internet]. Com.pe. [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-d-ganado.pdf>
34. Precios referenciales de ganado bovino, según su clasificación [Internet]. Gob.ec. [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/ANEXO-2.pdf>
35. del Río José Luis Pérez BSG. Valoración de ganado. Una aplicación al ganado vacuno de leche. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros. 2005;125–45.
36. Orozco M. Los cinco cambios que impone la Ley para fijar el precio de la leche [Internet]. Primicias. 2022 [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/leche-precio-ley-ecuador/>
37. Vista de Costo real de producción del litro de leche, en pequeños ganaderos de la comunidad de Sivicusig, cantón Sigchos, Ecuador [Internet]. Ciencialatina.org. [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/632/836>
38. El Ministro de Agricultura destaca el apoyo financiero y no financiero al sector ganadero – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. Gob.ec. [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/el-ministro-de-agricultura-destaca-el-apoyo-financiero-y-no-financiero-al-sector-ganadero/>
39. Ecuador CIL. El sector lácteo ecuatoriano se reactiva con miras positivas para el 2022 [Internet]. Centro de la Industria Láctea. Centro de la Industria Láctea; 2021 [cited 2024 Apr 23]. Available from: <https://www.cil-ecuador.org/post/el-sector-lácteo-ecuatoriano-se-reactiva-con-miras-positivas-para-el-2022>
40. DESAFÍOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL SIGLO XXI [Internet] Amelica.org. [cited 2024 Apr 23]. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/326/3263545010/html/>
41. Galvan PO. MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE [Internet]. Unam.mx. [citado el 19 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>

42. Galvis RD, Múnera EA, Marín AM. Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción. *Rev Colomb Cienc Pecu* [Internet]. 2005 [citado el 19 de agosto de 2024];18(3):228–39. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902005000300004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902005000300004)
43. Masuda Y, VanRaden PM, Tsuruta S, Lourenco DAL, Misztal I. Invited review: Unknown-parent groups and metafounders in single-step genomic BLUP. *J Dairy Sci* [Internet]. 2022 [citado el 19 de agosto de 2024];105(2):923–39. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34799109/>
44. G. C, M. P, O. y Aguilar I. R. OBJETIVOS DE SELECCION Y PROGRESO GENETICO [Internet]. Inia.uy. [citado el 19 de agosto de 2024]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9811/1/SAD392p60-68.pdf>
45. Gob.ec. [cited 2024 Apr 30]. Available from: <https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2017/06/DIAGNOSTICO-FINAL-GADPR-TOACASO-2015-2016-A.pdf>
46. Datos Generales [Internet]. GAD Parroquial de Toacaso. GAD Parroquial de Toacaso Cotopaxi; 2011 [cited 2024 Apr 30]. Available from: <https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/datos-generales/>
47. Veiga de Cabo J, Fuente Díez E de la, Zimmermann Verdejo M. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Med Segur Trab (Madr)* [Internet]. 2008 [cited 2024 Apr 30];54(210):81–8. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2008000100011](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011)
48. Manterola C, Otzen T. Observational studies. The most commonly used designs in clinical research [Internet]. Conicyt.cl. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v32n2/art42.pdf>
49. Fedea.net. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <http://documentos.fedea.net/pubs/dt/1991/dt-1991-03.pdf>
50. Intagri.com. [cited 2024 Jul 22]. Available from: [https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/conversion-alimenticia-en-bovinos#:~:text=Bovinos%20de%20engorda%20consumiendo%20alimento,frente%20al%20campo%2C%202019\).&text=El%20éxito%20de%20la%20engorda,engorda%20de%2070-90%20días.](https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/conversion-alimenticia-en-bovinos#:~:text=Bovinos%20de%20engorda%20consumiendo%20alimento,frente%20al%20campo%2C%202019).&text=El%20éxito%20de%20la%20engorda,engorda%20de%2070-90%20días.)

51. Importancia económica de la reproducción en el ganado lechero [Internet]. Ganaderia.com. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.ganaderia.com/destacado/importancia-economica-de-la-reproduccion-en-el-ganado-lechero>
52. Gob.pa. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.inec.gob.pa/archivos/P4661DEFINICIONES.pdf>
53. La reproducción en la vaca [Internet]. Ganaderia.com. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.ganaderia.com/destacado/La-reproduccion-en-la-vaca>
54. [cited 2024 Jul 23]. Available from: <http://file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Dialnet-ParametrosProductivosYReproductivosDelHatoLecheroB-9042695.pdf>
55. Rocha Valdez J, Gonzalez-Avalos R, Avila-Cisneros R, Peña-Revuelta B, Reyes-Romero A. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. Abanico Vet [Internet]. 2019 [cited 2024 Jul 22];9. Available from: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322019000100120&script=sci\\_arttext&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322019000100120&script=sci_arttext&tlng=es)
56. Veterinariadigital.com. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/enfermedades-comunes-del-ganado-vacuno/>
57. Del ternero A a. LRD la GH el N, Embrionarias PP, De infertilidad MP y. DG, la producción láctea. y. en C un AI en. Prevención de enfermedades reproductivas en vacas lecheras [Internet]. Gob.ar. [cited 2024 Jul 22]. Available from: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/prevencion\\_de\\_enfermedades\\_reproductivas.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/prevencion_de_enfermedades_reproductivas.pdf)
58. Vissio C, Agüero DA, Raspanti CG, Odierno LM, Larriestra AJ. Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba, Argentina. Arch Med Vet [Internet]. 2015 [cited 2024 Jul 22];47(1):7–14. Available from: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2015000100003](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2015000100003)
59. Arriazu ML. El impacto de la docilidad en el resultado económico [Internet]. Valor Carne. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.valorcarne.com.ar/el-impacto-de-la-docilidad-en-el-resultado-economico/>
60. Edu.ec. [cited 2024 Jul 23]. Available from: <http://cimogsys.esepoch.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2024-04-01-210108->

[MEJORAMIENTO% 20Y% 20JUZGAMIENTO% 20DEL% 20GANADO% 20LECHE RO.pdf](#)

61. Kruze J. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. Arch Med Vet [Internet]. 1998 [cited 2024 Jul 22];30(2):07–16. Available from: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X1998000200001](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1998000200001)
62. Org.co. [cited 2024 Jul 22]. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682005000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682005000100009)
63. Consideraciones sobre el rendimiento en canal del ganado de engorda [Internet]. Ganaderia.com. [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.ganaderia.com/destacado/consideraciones-sobre-el-rendimiento-en-canal-del-ganado-de-engorda>
64. Redalyc.org. [cited 2024 Jul 23]. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43711425007.pdf>
65. Redalyc.org. [cited 2024 Jul 24]. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639225004.pdf>
66. Unirioja.es. [cited 2024 Jul 23]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3243251.pdf>
67. Veterinariadigital.com. [cited 2024 Jul 23]. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-bovinas-especializadas-en-leche/>
68. Memorias de la Conferencia Internacional Sobre Sistemas Y Estrategias de Mejoramiento Bovino en El Tropico. Bib. Orton IICA/CATIE;
69. Hernández A, Ponce de León R, García SM, García R, Mora M, Gutiérrez M, et al. Parámetros genéticos en rasgos de la producción lechera y la longevidad de vacas Mambí de Cuba. Arch Zootec [Internet]. 2011 [cited 2024 Jul 23];60(231):513–20. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922011000300040](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922011000300040)
70. Orrego A J, Delgado C A, Echevarría C L. Vida productiva y principales causas de descarte de Vacas Holstein en la Cuenca de Lima. Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2003 [cited 2024 Jul 23];14(1):68–73. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172003000100012](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000100012)

71. Revista Cubana de Ciencia Agrícola [Internet]. Redalyc.org. 2008 [cited 2024 Jul 24]. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015494004.pdf>
72. Sheen R. S, Riesco D. A. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2002 [cited 2024 Jul 23];13(1):25–31. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172002000100004](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172002000100004)
73. Researchgate.net. [cited 2024 Jul 23]. Available from: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Produccion-promedio-de-leche-l-vaca-dia-por-regiones\\_fig4\\_318389360](https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Produccion-promedio-de-leche-l-vaca-dia-por-regiones_fig4_318389360)
74. Uribe HA, Smulders JP. Estimación de parámetros y tendencias fenotípicas, ambientales y genéticas para características de producción de leche en bovinos overos colorados. Arch Med Vet [Internet]. 2004 [cited 2024 Jul 25];36(2):137–46. Available from: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2004000200004&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2004000200004&script=sci_arttext)
75. Gob.pe. [cited 2024 Jul 23]. Available from: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/queso.pdf>
76. Guevara-Freire D, Montero-Recalde M, Valle L, Avilés-Esquivel D. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2019 [cited 2024 Jul 23];30(1):247–55. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172019000100025](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000100025)
77. Unirioja.es. [cited 2024 Jul 25]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166258>
78. La Torre W. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2001 [cited 2024 Jul 23];12(2):179–84. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172001000200022](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200022)
79. Ríos-Utrera Á, Hernández-Hernández VD, Villagómez Amezcua-Manjarréz E, Zárate-Martínez JP. No title [Internet]. Scielo.sa.cr. 2013 [cited 2024 Jul 25]. Available from: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212013000200006&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212013000200006&script=sci_arttext&tlng=en)

80. Gob.ec. [cited 2024 Jul 25]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/acuerdo-ministerial-no-394/>