



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

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y  
REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL  
PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE  
LATACUNGA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médica  
Veterinaria

**Autora:**

Robayo Troncoso Erika Elizabeth

**Tutor:**

Molina Cuasapaz Edie Gabriel

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo – 2026**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Robayo Troncoso Erika Elizabeth, con cédula de ciudadanía No. 0550302244, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE LATACUNGA”**, siendo el Médico Veterinario 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, 24 de febrero del 2026

Erika Elizabeth Robayo Troncoso

C.C.:0550302244

**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 **ROBAYO TRONCOSO ERIKA ELIZABETH**, identificado con cédula de ciudadanía 055030224-4 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE LATACUNGA**”, 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: Octubre 2021- Marzo 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025- Marzo 2026

Tutor: MVZ. Mtr. Molina Cuasapaz Edie Gabriel

Tema: “**EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE LATACUNGA**”.

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 24 días del mes de febrero del 2026.

Erika Elizabeth Robayo Troncoso  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigsilema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE LATACUNGA”**, de Robayo Troncoso Erika Elizabeth, 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, 24 de febrero del 2026

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

CC: 1722547278

**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL 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, la postulante: Robayo Troncoso Erika Elizabeth, con el título del Proyecto de Investigación: **“EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE LATACUNGA”**, 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, 24 de febrero del 2026

Mvz. Dina Maricela Veloz, Msc.  
C.C:1720299302  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Msc. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.  
C.C:0501942940  
**LECTOR 2(MIEMBRO)**

Mvz. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.  
C.C:1803675634  
**LECTOR 3(MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

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

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

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

*Y, por último, a mi tutor y guía Mvz, Mtr. Edie Molina por su ayuda, paciencia y consejos brindados para el desarrollo de este proyecto.*

*Erika Elizabeth Robayo Troncoso*

## ***DEDICATORIA***

*A mi Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, por ser mi guía, mi fortaleza en los momentos difíciles y la luz que ilumino cada paso de este camino,*

*A mi madre que ahora me cuida desde el cielo, este logro también es para ella que murió sabiendo que lo lograría.*

*A mi mami Flor por brindarme los consejos que me han servido hoy por hoy; por ayudarme a forjar mi carácter que me ha servido de mucho y por su amor incondicional.*

*A Luis Fernando por haberme acompañado, por haber creído en mí, por todo su amor y sus palabras de ánimo.*

*Erika Elizabeth Robayo Troncoso*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**TÍTULO: “EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE LATACUNGA”.**

AUTOR: Robayo Troncoso Erika Elizabeth

**RESUMEN**

En el desarrollo de la investigación se evaluó la eficiencia productiva y reproductiva de 123 productores pertenecientes al programa UTCgen en las parroquias de Aláquez, Mulaló y Joseguango Bajo. El estudio consistió en la validación de un modelo de predicción de peso, la caracterización de la leche que producen y el análisis de impacto económico de dichos estos productores. Se determinó una correlación positiva y fuerte ( $R^2=0.6527$ ) entre el perímetro torácico y el peso estimado de los animales, que estableció la medida confiable del indicador para un manejo técnico en campo. Sin embargo, el análisis productivo reveló deficiencias en la calidad de la leche, con un promedio de grasa del 2,61 %, valor por debajo de los estándares normativos vigentes (3,5%). En el análisis reproductivo, se identificó un promedio de 186 días abiertos que compromete la curva de lactancia y la eficiencia de la finca. El análisis de impacto en la economía del productor, evidenció una heterogeneidad en los costos de producción, que van en un rango de \$0,09 y \$1,93 por litro de leche. En base a estos resultados, se concluye que la rentabilidad de los productores no depende del volumen de producción, sino de la estructura de costos fijos y la dependencia de insumos externos. Mientras que los sistemas de agricultura familiar logran utilidades de hasta \$0,35 por litro de leche, el 33 % opera con pérdidas o subsisten debido al alto costo del forraje y la falta de bonificaciones por calidad de la leche. Se recomienda implementar un plan nutricional a base de fibra para elevar los sólidos totales y aumentar la utilidad en las unidades de producción.

**PALABRAS CLAVE:** eficiencia reproductiva, productividad, perímetro torácico, calidad de leche, UTCgen,

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**THEME:**“ECONOMIC EFFECT OF PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN FAMILY DAIRY SYSTEMS OF THE UTCGEN PROGRAM IN THE EASTERN SECTOR OF LATACUNGA”.

**Author:**

Robayo Troncoso Erika Elizabeth

#### ABSTRACT

In the development of the research was evaluated the productive and reproductive efficiency of the 123 producers belonging to the UTCgen program in the parishes of Alaquez, Mulalo y Joseguango Bajo. The study consisted of validating a weight prediction model, the characterization of the milk they produced and the economic impact analysis of these producers. A strong positive correlation was determined ( $R^2=0.6527$ ) between chest circumference and estimated weight of the animals, establishing a reliable measurement of the indicator for technical management in the field. However, the production analysis revealed deficiencies in milk quality, with an average fat content of 2.61%, which is below current regulatory standards (3,5%). In the reproductive analysis, an average of 186 open days was identified, which compromises the lactation curve and the efficiency of the farm. The analysis of the impact on the producer's economy revealed heterogeneity in production costs, which range from \$0,09 and \$1,93 per liter of milk. Based on these results, it's concluded that producers' profitability doesn't depend on the production volume, but rather on the structure of fixed costs and dependence of external inputs. While family agricultural systems achieve profits of up to \$0.35 per liter of milk, 33% operate at a loss or survive due to the high cost of feed and the lack of bonuses for milk quality. It's recommended to implement a fiber based nutritional plan to increase total solids and profitability of production units.

**KEYWORDS:** reproductive efficiency, productivity, chest circumference, milk quality, UTCgen

## ÍNDICE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.....	v
AVAL APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
5. OBJETIVOS.....	6
6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
7.1. Historia del Bovino en el Ecuador.....	7
7.2. Ganadería en Cotopaxi .....	8
7.3. Reproducción bovina en la ganadería de Cotopaxi .....	9
7.4. Programa de mejoramiento genético UTCGen .....	10
7.5. Variación fenotípica en la reproducción de bovinos lecheros.....	10
7.6. Ciclo estral en bovinos lecheros .....	11
7.7. Inseminación artificial en bovinos lecheros.....	12
7.8. Salud reproductiva en bovinos lecheros .....	13
7.9. Nutrición en bovinos lecheros .....	14
7.10. Manejo del hato en bovinos lecheros .....	15

7.11. Calidad de la leche en bovinos lecheros .....	15
7.11.1. Parámetros de calidad .....	16
7.11.2 Composición de la leche de vaca.....	17
7.11.3 Requisitos fisicoquímicos de la leche.....	17
7.11.4 Requisitos para contaminantes en la leche .....	18
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	19
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	19
9.1. Ubicación.....	19
9.2. Localización geográfica.....	19
9.3. Población de estudio .....	21
9.4. Tipo de estudio .....	21
9.5. Manejo del estudio .....	21
9.6. Análisis estadístico .....	22
9.7. Procedimiento metodológico .....	22
9.7.1. Evaluación de la producción.....	22
9.7.2. Calidad de la leche.....	23
9.7.3. Morfología animal .....	23
9.7.4. Evaluación reproductiva.....	23
9.7.5. Procedimiento de Análisis Multivariado (Clusters) .....	24
9.7.6. Procedimiento para el análisis de impacto económico.....	25
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	25
10.1. Producción lechera y variabilidad .....	25
10.2. Calidad de la Leche .....	26
10.3. Morfología y peso de los animales .....	29
10.4. Reproducción.....	31
10.5. Análisis Multivariado y diagnóstico parroquial .....	32
10.6. Análisis del impacto económico.....	34
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	34
11.1. Impacto económico.....	34
11.2. Impacto Social .....	35

11.3. Impacto Ambiental .....	35
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	36
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
13.1. Conclusiones.....	37
13.2. Recomendaciones .....	37
14. BIBLIOGRAFÍA .....	39

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación.....	6
<b>Tabla 2.</b> Composición de la leche.....	17
<b>Tabla 3.</b> Requisitos fisicoquímicos de la leche.....	17
<b>Tabla 4.</b> Límites en contaminantes para la leche .....	18
<b>Tabla 5.</b> Requerimientos microbiológicos para la leche.....	18
<b>Tabla 6.</b> Valores obtenidos para la calidad de la leche.....	27
<b>Tabla 7.</b> Correlaciones para composición de la leche.....	29
<b>Tabla 8.</b> Modelo de Regresión Lineal para la predicción de peso en animales.....	29
<b>Tabla 9.</b> Diagnóstico por parroquia .....	33
<b>Tabla 10.</b> Análisis del impacto económico.....	34
<b>Tabla 11.</b> Resumen de gastos del proyecto de investigación.....	36

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del proyecto .....	19
<b>Figura 2.</b> Distribución de la producción de leche por parroquia .....	26
<b>Figura 3.</b> Composición de la leche .....	28
<b>Figura 4.</b> Relación perímetro torácico – peso estimado .....	30
<b>Figura 5.</b> Relación peso vivo – producción de leche.....	31

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del proyecto:**

**“EFECTO ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN SISTEMAS LECHEROS FAMILIARES DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL SECTOR ORIENTAL DE LATACUNGA”.**

**Fecha de inicio:**

Septiembre 2025

**Fecha de finalización:**

Marzo 2026

**Lugar de ejecución:**

Sector oriental de Latacunga, Parroquia Mulaló, Joseguango Bajo y Alaquez.

**Facultad que auspicia:**

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:**

Msc. Cristian Beltrán, Mg.

Mvz.Dina Veloz, Msc.

Mvz. Cristian Arcos

**Estudiante:**

Erika Elizabeth Robayo Troncoso

**Tutor:**

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

**Área de Conocimiento:** Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria.

**Sub área:** 64. Veterinaria

**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.

**Sublínea de investigación de la Carrera:**

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El estudio se realiza con el propósito de determinar el impacto económico de una baja eficiencia productiva y reproductiva en las unidades agropecuarias de producción de leche a nivel familiar. Tomando en cuenta que representa uno de los principales factores de pérdidas económicas del sector lechero familiar. Al analizar su efecto económico en hatos de los productores vinculados al programa UTCgen de Cotopaxi, se podrá cuantificar el verdadero costo de la baja fertilidad y así, diseñar estrategias accesibles para estos productores. Los resultados aportan datos concretos para ajustar dicho programa con enfoque en rasgos reproductivos, y herramientas de gestión para reducir costos y optimizar la producción de leche.

La economía y productividad del sector lechero dependen de la eficiencia reproductiva de los animales, tomando en cuenta que afecta de forma directa los costos de operación y su sostenibilidad. Es más acentuado a nivel de las pequeñas unidades familiares, los cuales tienen recursos muy limitados y los animales que poseen representa una inversión significativa. Mejorar los indicadores reproductivos como intervalo entre partos, tasa de concepción y edad al primer parto, es esencial para establecer la diferencia, como garantía de su rentabilidad y sostenibilidad.

La reproducción eficaz posibilita disminuir el periodo entre nacimientos, incrementar el ritmo de gestación, optimizar la tasa de reposición y, en consecuencia, incrementar la productividad de leche por unidad de tiempo. Cada vaca vacía en los sistemas de leche de pequeña escala implica pérdidas económicas acumulativas debido a la reducción en la producción y al incremento en los gastos de alimentación y gestión (1).

Los beneficiarios directos son los productores de leche de nivel familiar vinculados al programa UTCgen en la zona oriental del cantón Latacunga, los cuales pueden tener acceso a las estrategias productivas y reproductivas que estén a su alcance y les permita reducir pérdidas económicas. De la misma forma que se beneficia la Universidad Técnica de Cotopaxi, al contar con datos reales y concretos para el fortalecimiento de sus programas de mejora genética, lo cual servirá para orientar la toma de decisiones técnicas en el sector agropecuario y lechero.

Se debe tomar en cuenta las condiciones agroecológicas y sociales y económicas de la zona oriental de Latacunga, por lo que pueden requerir de un proceso de intervención y asesoría técnica distinta. UTCgen es un programa que promueve la Universidad Técnica de Cotopaxi, y desempeña un rol muy importante en la implementación de estrategias de mejora genética. En base a estos aspectos, se quiere de un análisis cuantitativo de como estas acciones impactan en la economía y en la reproducción y la producción de leche en los entornos lecheros familiares (2).

El proyecto impacta en la estabilidad económica de las familias del área rural, donde los recursos son escasos. Las decisiones técnicas que derivan, ayudan a reducir la vulnerabilidad económica y fortalecen la seguridad alimentaria de la localidad (3). Académicamente, la investigación es un aporte en la consolidación del conocimiento científico y técnico sobre los sistemas familiares de producción agropecuaria. Este ámbito favorece la formación de profesionales capaces de responder a las necesidades del territorio donde prestaran sus servicios.

Diversas investigaciones han evidenciado que las dificultades reproductivas representan una de las principales razones de pérdidas económicas en hatos de ganado, dado que impactan directamente en la durabilidad productiva de las vacas y la eficiencia del sistema en general (4). En el escenario ecuatoriano, es un factor determinante para un sistema económicamente viable.

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

#### **3.1 Directos**

- Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible (UTGgen) del sector oriental de Latacunga.
- Las investigadoras principales del proyecto, requisito previo a la obtención del Título en Medicina Veterinaria.

#### **3.2 Beneficiarios indirectos**

- Ganaderos productores de leche de bovinos del sector oriental de Latacunga.
- Estudiantes y docentes de la carrera de Medicina Veterinaria.

### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para Ecuador, la ganadería de leche constituye un pilar fundamental en la economía de las zonas rurales y es esencial para la seguridad alimentaria a nivel nacional. Su aporte al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario es significativo, como característica principal se tiene que el 75% de las unidades de producción son sistemas agropecuarios a nivel familiar. Los sistemas constituyen el sustento económico de las familias rurales, y actualmente enfrentan el reto de mejorar sus indicadores de eficiencia para garantizar la rentabilidad, tomando en cuenta el creciente aumento de los costos de producción y la variabilidad del mercado nacional (5). En este contexto, la capacidad competitiva de los sistemas lecheros en la región depende del manejo reproductivo eficiente que les garantice optimizar la producción por animal.

En las parroquias lecheras de Cotopaxi, los sistemas familiares enfrentan bajos índices reproductivos que limitan su productividad y sostenibilidad económica. Entre los problemas se tienen largos intervalos entre partos (mayor a 400 días se considera subóptimo), el objetivo debe acercarse a los 365 días para maximizar la eficiencia reproductiva (6). Otro aspecto es la baja tasa de concepción, menor al 35 % indica dificultades en el manejo reproductivo (7) y, elevados días abiertos (mayor a 130 días), comienza a afectar la rentabilidad del sistema (8), se incrementan los costos por pérdida de lactancias, gastos en inseminaciones repetidas y tratamientos de infertilidad. Aunque el programa UTCgen promueve el mejoramiento genético, no se ha evaluado como la eficacia reproductiva de estos animales impacta en la economía de pequeños productores, donde los márgenes de ganancia son estrechos y la ineficacia puede llevar al endeudamiento o abandono de la actividad.

Las familias que habitan en la zona oriental del cantón Latacunga, dependen económicamente de las actividades agropecuarias para obtener sus ingresos, y, aun cuando cuentan con el respaldo técnico del programa UTCgen, encargado de impulsar el mejoramiento genético y capacitar a la comunidad en las actividades productivas, los indicadores de eficacia reproductiva en los hatos familiares están por debajo de los valores óptimos, lo cual representa una amenaza para la rentabilidad y la sostenibilidad de los sistemas productivos a nivel familiar.

La producción lechera a nivel familiar en el sector oriental de Latacunga es esencial para el sustento de cientos de familias que hacen vida en la zona. Se han realizado recientemente investigaciones en la región que revelan dificultades reproductivas como la metritis. Estos eventos están limitando tanto la producción como la viabilidad económica de estos sistemas bajo el programa UTCgen (9).

Un estudio en parroquias nororientales identificó que aproximadamente el 20 % de las vacas presentaban metritis, lo que impactó negativamente en los ciclos reproductivos y generó pérdidas económicas considerables (10). Adicionalmente, en las fincas donde se desarrolló el proyecto, se encontró que cerca del 36 % del rebaño lograron preñarse de las vacas que eran acíclicas y, tras inseminaciones artificiales solo el 61 % lograron preñarse, lo que confirma la recurrencia de ineficacias reproductivas que perjudican la productividad.

Estas disfunciones reproductivas obligan a los productores a asumir mayores gastos en alimentación y manejo sanitario debido a la prolongación de los periodos improductivos. A su vez, el incremento de los costos y la disminución de los volúmenes de leche, reducen el margen económico, lo cual amenaza la sostenibilidad de las fincas familiares (11).

Si bien el programa UTCgen ha promovido acciones de mejoramiento genético y seguimiento técnico, no existe, hasta ahora, una evaluación clara y cuantificable de como los indicadores reproductivos se traducen en beneficios o pérdidas económicas, además de una planificación eficiente de la producción lechera a nivel local (12).

En el sector oriental de Latacunga los aspectos más destacados que afectan la eficiencia reproductiva, es la falta de minerales en el suelo, esto repercute negativamente en múltiples procesos fisiológicos, especialmente los relacionados con la reproducción. La ausencia de un

control de las vacunas virales afecta gravemente, ya que muchas enfermedades impactan directamente el apto reproductor de la fertilidad, el desarrollo fetal o la viabilidad del embrión. Sumado a esta problemática, se tiene la falta de registros ya que esto permite identificar problemas a tiempo, optimizar decisiones de manejo, y maximizar la productividad del hato.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto económico de la eficiencia productiva y reproductiva en sistemas lecheros familiares del programa UTCgen en las parroquias de la provincia de Cotopaxi.

### 5.2 Objetivos Específicos

- Determinar los indicadores productivos y reproductivos en los sistemas lecheros familiares mediante trabajo de campo para establecer parámetros de eficiencia dentro del programa UTCgen.
- Cuantificar el impacto económico de la eficiencia productiva y reproductiva mediante costos para establecer sostenibilidad.
- Proponer un plan de manejo reproductivo basadas en evidencias bibliográfica y de campo para mejorar la sustentabilidad de los sistemas lecheros familiares.

## 6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

**Tabla 1.** Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Determinar los indicadores productivos y reproductivos en los sistemas familiares mediante trabajo de campo para establecer parámetros de eficiencia dentro del programa UTCgen.	Aplicar las fórmulas para poder analizar los indicadores reproductivos	Recopilación de información: UTC gen app	Propuesta de acciones para mejorar la productividad lechera mediante manejo reproductivo eficiente

<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
Cuantificar el impacto económico de la eficiencia productiva y reproductiva mediante costos para establecer sostenibilidad.	Tabulación de datos económicos de cada propietario.	Recolección de datos en campo	Costos de producción, rentabilidad e impacto generado por la eficacia el programa

<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
Proponer un plan de manejo reproductivo basadas en evidencias bibliográfica y de campo para mejorar la sustentabilidad de los sistemas lecheros familiares.	Recomendaciones	Impartir los conocimientos	Recomendaciones específicas

Fuente: Directa

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **7.1. Historia del Bovino en el Ecuador**

La historia del bovino en Ecuador comienza tras la llegada de los colonizadores españoles en el siglo XVI. Los primeros animales de la especie *Bos taurus* fueron traídos desde España y las islas del Caribe, principalmente para cubrir necesidades de trabajo, alimentación y expansión agrícola en el nuevo territorio (13). Se trataba de ganado ibérico rústico que con el tiempo se adaptó a los diversos ecosistemas ecuatorianos.

Durante la época colonial, el ganado bovino fue introducido progresivamente en las regiones de la Sierra y Costa. En los Andes, su uso se orientó a la producción lechera y de trabajo en el campo, mientras que en la Costa se desarrollaron grandes haciendas ganaderas orientadas a la

carne. Estos sistemas eran sostenidos por mano de obra indígena y se convirtieron en estructuras fundamentales del modelo agroproductivo de la Colonia (14).

La llegada y permanencia del ganado ibérico en Ecuador dio origen a razas criollas, caracterizadas por su rusticidad, resistencia a enfermedades y capacidad de adaptación a terrenos difíciles. Aunque poco explotadas comercialmente, estas razas continúan existiendo en regiones de difícil acceso, como en zonas rurales de la Sierra Central y el Sur del país (15).

A partir del siglo XX, especialmente desde los años 50, se impulsó la introducción de razas extranjeras con fines de mejoramiento genético. Razas lecheras como Holstein, Brown Swiss y Jersey fueron cruzadas con ganado criollo para aumentar la producción de leche, mientras que razas cárnicas como Brahman y Charolais se utilizaron para incrementar la productividad en zonas tropicales (16). Estas prácticas marcaron un cambio estructural en la ganadería ecuatoriana.

En la actualidad, Ecuador cuenta con una población bovina estimada en más de 4 millones de cabezas. La actividad ganadera está dividida principalmente entre sistemas de doble propósito en la Costa y Amazonía, y producción lechera intensiva en la Sierra. A pesar de la modernización, aún subsisten poblaciones criollas sin intervención genética, especialmente en comunidades campesinas (17).

## **7.2. Ganadería en Cotopaxi**

Cotopaxi es una Provincia andina con una agroeconomía diversificada que integra cultivos y producción pecuaria. Según el Plan de Ordenamiento Territorial (2019), el inventario de ganado vacuno ascendía a 309.495 cabezas, con una media de 8,77 L/vaca/día y un volumen diario estimado de 767.855 L de leche (18). En esta zona subtropical de la provincia los sistemas agropecuarios funcionan de forma combinada produciendo leche y carne, pero la mayoría del ganado vacuno se mantiene para la producción de leche.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para el año 2022, invirtió más de USD 1,5 M en la formación, asistencia técnica y mejora genética para 335 ganaderos de Cotopaxi. Se llevaron a cabo 315 inseminaciones artificiales y se creó un corredor genético provincial (19). De manera simultánea, el MAG atendió a 1.248 bovinos y ovinos con ultrasonografía ginecológica, desparasitación, entre otros servicios veterinarios en diversas parroquias del

sector rural. El programa de mejoramiento genético brindó 1.424 capacitaciones, asistencia técnica a 16.121 ganaderos durante la Expo Cotopaxi 2022, y además se distribuyeron 26.630 kg de forraje y 261 pajuelas reproductivas (20).

Los centros agropecuarios comunitarios (CDPAC), para 2023, entregaron paquetes tecnológicos, títulos de propiedad a más de 1.800 productores, se les brindó asistencia técnica y se les dotó de herramientas como motoguadañas y picadoras de pasto, para el fortalecimiento de la producción de leche y carne (21). La ganadería local ha sido afectada por eventos naturales como erupciones y ceniza del volcán Cotopaxi. Para el mismo año, se reportaron descensos del 15 % en producción lechera en cantones como Mejía y Latacunga, con deterioro en pastos y problemas sanitarios en el ganado (22).

### **7.3. Reproducción bovina en la ganadería de Cotopaxi**

En Cotopaxi, la eficiencia reproductiva bovina es clave para sostener la producción lechera, que representa el eje económico de numerosas familias campesinas. La reproducción exitosa determina la continuidad de la producción láctea, el reemplazo de vientres y el equilibrio económico del hato. Sin embargo, existen múltiples limitantes técnicas y ambientales que afectan los índices reproductivos (23).

Muchos productores de Cotopaxi aún dependen de la monta natural sin registros reproductivos, lo cual retrasa la detección de problemas como anestro, infertilidad o bajas tasas de concepción. Los problemas más recurrentes, relacionados con las deficiencias reproductivas en la zona tienen que ver con las deficiencias en la alimentación del rebaño, infecciones uterinas sin diagnóstico y falta de suplementación de minerales como el fósforo o selenio, fundamentales para la ciclicidad (24).

En apoyo a la problemática que se presenta en estos sectores, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) actúa conjuntamente con la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) para impulsar el uso de tecnologías como la inseminación artificial (IA), la sincronización de celos y la evaluación ultrasonográfica del aparato reproductor animal. Para el año 2022 se intervinieron las fincas de Latacunga y Pujilí donde se realizaron más de 300 inseminaciones con razas Holstein y Jersey, como promoción de la mejora genética. Prácticas como los protocolos hormonales en la sincronización de estro (Ovsynch y PGF2 $\alpha$ ) se pueden

implementar para reducir el intervalo entre partos e incrementar el porcentaje de preñez en ganaderías de media escala (25).

Para mejorar la eficiencia reproductiva de las unidades productivas, es clave que se realicen capaciten los ganaderos en la identificación del estro, normas de higiene en la IA y evaluaciones postparto. En 2023, más de 1.200 productores en Cotopaxi fueron capacitados mediante talleres técnicos impulsados por el MAG, fortaleciendo el conocimiento sobre fisiología reproductiva, nutrición pre-servicio y salud uterina (26).

#### **7.4. Programa de mejoramiento genético UTCGen**

A nivel local, programas como UTCGen promueven la recolección y registro de datos reproductivos como fechas de servicio, partos, fallas de concepción, para evaluar la heredabilidad en función de que se adapten a las condiciones altas andinas de Ecuador (27). Tomando en cuenta que la heredabilidad de los caracteres reproductivos en los animales es baja, se deben implementar estrategias de mejora centradas en:

- La selección indirecta (por ejemplo, seleccionar por vida productiva, que correlaciona con fertilidad).
- Uso de genética de alta confiabilidad (toros con pruebas de fertilidad).
- Control riguroso del ambiente: salud uterina, balance energético, detección de celo y bienestar (28).

#### **7.5. Variación fenotípica en la reproducción de bovinos lecheros**

Se refiere a la diversidad observada en características medibles de un organismo, producto de la interacción entre factores genéticos y ambientales. En la reproducción de bovinos lecheros, esta variación puede observarse en parámetros como la edad al primer parto, intervalo entre partos, días abiertos, y tasas de concepción, reflejando tanto la influencia genética como la de factores no genéticos (29).

La variación fenotípica permite distinguir los efectos genéticos heredables de aquellos generados por el manejo, la alimentación y el medio ambiente, por lo tanto, es importante en la identificación de oportunidades de mejora en los sistemas ganaderos (30). La identificación eficiente de esta variabilidad es determinante en el diseño de programas de selección y manejo

adecuado del rebaño, garantizando así la eficiencia reproductiva. Esta variabilidad viene dada por:

- Diferencias genéticas entre individuos. Genes que controlan la fertilidad y otros aspectos reproductivos del animal.
- Condiciones ambientales como el clima, manejo, alimentación, salud y estrés.
- Animales con el mismo genotipo se pueden comportar distinto bajo diferentes condiciones externas, aumentando la variabilidad fenotípica.

Los sistemas de producción lechera a nivel familiar, que forman parte del programa UTCgen en Latacunga región oriental, presentan una variabilidad fenotípica alta a consecuencia de la heterogeneidad en manejo y los recursos, lo que hace requiere que se registre sistemáticamente para que las intervenciones sean óptimas (31). El análisis de la variación fenotípica se realiza mediante estudios estadísticos que descomponen la variabilidad total en componentes genéticos y ambientales, usando herramientas como el análisis de varianza (ANOVA) y modelos mixtos. Esta información es fundamental para (32):

- Determinar la heredabilidad de caracteres reproductivos.
- Identificar prácticas de manejo que reducen la variabilidad negativa.
- Optimizar programas de mejoramiento genético y reproductivo.

## **7.6 Ciclo estral en bovinos lecheros**

El ciclo estral en bovinos lecheros es el período comprendido entre dos manifestaciones consecutivas de estro o celo, y generalmente tiene una duración promedio de 21 días, aunque puede variar entre 18 y 24 días según factores individuales y ambientales (33). Este ciclo es fundamental para la reproducción, ya que determina la ventana temporal en la cual la vaca es fértil y puede concebir. El ciclo estral se divide en cuatro fases principales (34):

- **Proestro:** Se inicia con el desarrollo folicular en los ovarios y la preparación del endometrio. Su duración es de aproximadamente de 3 a 4 días y se caracteriza por la disminución en la producción de progesterona y aumento del estrógeno.
- **Estro (celo):** La duración de la fase es de 12 a 18 horas y es cuando ocurre la receptividad sexual y ovulación. La vaca muestra signos de celo y receptiva al toro o inseminación artificial.

- **Metaestro:** Le sigue al estro con una duración de 3 a 5 días. Se forma el cuerpo lúteo y aumenta la producción de progesterona para conservar el embarazo en caso de concepción.
- **Diestro:** Fase de máxima actividad del cuerpo lúteo, con alta concentración de progesterona que inhibe el estro. Dura cerca de 12-14 días.

El ciclo estral puede verse alterado por diversos factores como (35):

- Estrés térmico y ambiental.
- Estado nutricional.
- Enfermedades reproductivas.
- Manejo y genética del hato.

Estas alteraciones pueden provocar ciclos anovulatorios, estros silenciosos o infertilidad temporal, afectando la productividad lechera. El conocimiento preciso del ciclo estral es vital para optimizar el momento de la inseminación artificial o monta natural, logrando así una mayor tasa de preñez y eficiencia reproductiva. En sistemas familiares y comerciales, la detección eficaz del estro es uno de los pilares para el éxito reproductivo (36).

### **7.7 Inseminación artificial en bovinos lecheros**

La inseminación artificial (IA) es una técnica reproductiva que consiste en depositar semen de un toro seleccionado dentro del tracto reproductor de la vaca en celo, sin necesidad de la monta natural (37). Esta práctica ha revolucionado la ganadería lechera al permitir un mejor control genético, aumentar la tasa de fertilidad y reducir riesgos sanitarios.

Para una inseminación exitosa, es fundamental la correcta detección del estro, ya que la IA debe realizarse durante el período óptimo de fertilidad de la vaca, generalmente entre 6 y 24 horas después del inicio del celo. El semen puede ser fresco o congelado, siendo este último el más utilizado por su facilidad de almacenamiento y transporte (38). La técnica requiere entrenamiento del personal para asegurar una correcta deposición del semen en el cuerpo uterino, lo que maximiza las probabilidades de concepción. El éxito de la inseminación artificial depende de múltiples factores, entre ellos (39):

- **Calidad del semen:** movilidad, concentración y viabilidad espermática.

- Etapa reproductiva y condiciones de salud del animal. Requiere de un ciclo estral normal y ausencia de infecciones.
- Buena alimentación y condiciones ambientales que reduzcan el estrés.
- Formación del inseminador en las habilidades técnicas y exigir experiencia comprobada.

La implementación de inseminación artificial se usa como estrategia para mejorar la genética de forma acelerada en los rebaños, simultáneamente, contribuye con el aumento de la productividad lechera y la rentabilidad de los sistemas de explotación a nivel familiar y de mercado. Con la IA se disminuye el riesgo de transmisión de enfermedades venéreas, como garantía de bioseguridad. En programas como UTCgen en Ecuador, la IA ha sido un pilar clave para mejorar la calidad genética y la eficiencia reproductiva en sistemas lecheros familiares (40).

### **7.8 Salud reproductiva en bovinos lecheros**

La salud reproductiva en bovinos lecheros es un aspecto fundamental para garantizar la productividad y rentabilidad de las explotaciones. Un estado óptimo de salud reproductiva permite una adecuada tasa de concepción, reducción del intervalo entre partos y mejor desempeño general del hato. Los problemas reproductivos no solo afectan la producción de leche, sino también aumentan los costos asociados a tratamientos veterinarios y reemplazos de animales. Entre las principales enfermedades que afectan la salud reproductiva de las vacas lecheras se encuentran (41):

- Metritis y endometritis: infecciones uterinas postparto que pueden prolongar el intervalo entre partos y disminuir la fertilidad.
- Quistes ováricos: alteraciones hormonales que afectan el ciclo estral y la ovulación.
- Retención de placenta: dificulta la recuperación uterina y predispone a infecciones.
- Abortos y mortalidad embrionaria: causados por infecciones, deficiencias nutricionales o factores ambientales.

Diversos factores pueden influir en la salud reproductiva de los bovinos lecheros, tales como (42):

- Manejo nutricional deficiente que afecta el balance energético
- Condiciones sanitarias y control de enfermedades infecciosas.
- Estrés ambiental y manejo inadecuado durante el período reproductivo.

- Calidad genética y programas de mejoramiento.

Para optimizar la salud reproductiva, se recomiendan prácticas como (43):

- Implementar programas de prevención y control sanitario (vacunación, diagnóstico temprano).
- Asegurar una nutrición balanceada, especialmente en el periparto.
- Capacitar al personal en detección de celo y manejo reproductivo.
- Uso adecuado de biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial y la sincronización.

### **7.9 Nutrición en bovinos lecheros**

La nutrición adecuada es esencial para el rendimiento productivo y reproductivo de los bovinos lecheros. Una alimentación balanceada garantiza un suministro adecuado de nutrientes para mantener la producción de leche, la salud general y la capacidad reproductiva del animal. La desnutrición o desequilibrios alimenticios pueden afectar negativamente la producción y aumentar la incidencia de enfermedades (44). Los bovinos lecheros requieren una dieta equilibrada que incluya:

- Energía: fundamental para el mantenimiento, producción y reproducción. Se obtiene principalmente de carbohidratos y grasas.
- Proteínas: necesarias para la síntesis de leche y tejidos corporales.
- Vitaminas y minerales: esenciales para procesos metabólicos y la función inmunológica, destacando el calcio, fósforo, magnesio, vitaminas A, D y E.
- Agua: el recurso más importante, ya que la leche está compuesta principalmente por agua.

La nutrición debe ajustarse según la etapa productiva del bovino (45):

- Periodo seco: se busca mantener el estado corporal y preparar el animal para el siguiente ciclo.
- Periodo de transición: se incrementan nutrientes para prevenir trastornos metabólicos y apoyar el inicio de la lactancia.
- Lactancia: alta demanda energética y proteica para sostener la producción de leche.

El balance energético negativo, común en vacas lecheras de alta producción, puede retrasar la recuperación del ciclo estral y disminuir la fertilidad. Por ello, un manejo nutricional adecuado es vital para mejorar los índices reproductivos y la eficiencia productiva (46).

### **7.10 Manejo del hato en bovinos lecheros**

El manejo adecuado del hato lechero es fundamental para maximizar la producción, mantener la salud animal y mejorar la rentabilidad del sistema productivo. Requiere de la implementación de prácticas adecuadas de alimentación, reproducción, salud animal, sanidad y control de variables ambientales que puedan afectar a los animales (47).

Para garantizar una eficiente reproducción se debe mejorar los intervalos entre partos, aumentar la productividad y optimizar la calidad genética del hato. Se requiere una detección oportuna del celo, ejecutar la inseminación artificial o monta natural y llevar a cabo el seguimiento del estado reproductivo. Es esencial que se prevenga y controlen las enfermedades para garantizar el bienestar y disminuir pérdidas financieras. Como prácticas recomendadas se deben aplicar programas de vacunación, desparasitaciones, tomar medidas higiénicas en el ordeño y monitorear constantemente la salud animal (48).

Alimentar adecuadamente a los animales es primordial para elevar los niveles productivos y la salud. Se debe suministrar una dieta ajustada a las diferentes etapas en la que se encuentra el animal y conforme a las condiciones ambientales, suministrar suficiente agua limpia y los nutrientes esenciales. El ambiente adecuado se conforma por espacios suficientes, con buena ventilación, sombra y protección contra condiciones climáticas adversas, esto como contribución al bienestar y reducción del estrés en los animales. Llevar registros detallados sobre producción, reproducción, salud y alimentación facilita la toma de decisiones y la identificación de áreas de mejora en el manejo del hato (49).

### **7.11. Calidad de la leche en bovinos lecheros**

Es la prioridad en los sistemas productivos de leche, puesto que influye directamente en la seguridad alimentaria, el valor comercial y la satisfacción del consumidor. Se evalúa en términos físicos, químicos y microbiológicos, así como en aspectos relacionados con la higiene y manejo durante la producción (50). La calidad de la leche está determinada por múltiples factores, entre ellos (51):

- Sanidad del animal: Enfermedades como la mastitis pueden alterar la composición y aumentar la carga bacteriana.
- Alimentación: Una dieta balanceada contribuye a la calidad nutricional y estabilidad de la leche.
- Manejo y ordeño: Técnicas adecuadas de ordeño, limpieza de las ubres y equipos reducen la contaminación.
- Condiciones de almacenamiento: La refrigeración inmediata y correcta minimizan el crecimiento microbiano.

### ***7.11.1. Parámetros de calidad***

Conforme a lo establecido por Cisneros (52), los parámetros que se establecen para determinar la calidad de la leche son:

- Composición química: Mayoritariamente es un 88 % agua, posee grasa (3,4 %), proteína (3,2 %), lactosa (4,7 %) y sólidos totales (12 %), que influyen en el valor nutritivo y procesamiento. Además de 0,7 % de minerales, principalmente calcio, magnesio, potasio, hierro. Entre las vitaminas presentes están la D, A, B12).
- Recuento bacteriano: Indicador de higiene durante la producción y almacenamiento.
- Conteo de células somáticas (CCS): Refleja el estado sanitario de la glándula mamaria; niveles elevados indican infecciones.

La calidad de la leche afecta el precio que reciben los productores, ya que las industrias lácteas establecen estándares mínimos para su aceptación. La mejora continua en calidad reduce pérdidas económicas y mejora la competitividad del sistema productivo. Contribuye de manera importante al suministro necesario de minerales y vitaminas ya mencionados. Sus derivados constituyen productos nutritivos y su inclusión en la dieta diaria diversifica la alimentación.

Debido a su riqueza nutricional, la leche es un alimento fundamental en el metabolismo humano, ya que aporta aminoácidos esenciales para el desarrollo. La leche y productos lácteos son consumidos cotidianamente y, a nivel comercial, constituyen uno de los artículos más demandados para satisfacer la canasta básica alimentaria (53).

### 7.11.2 Composición de la leche de vaca

Según Bustamante et al. (53), la composición de la leche varía según las especies del bovino, estirpe, edad y alimentación; estrechamente relacionado con el sistema agropecuario, el ambiente y la época. En la Tabla 2 se muestran la composición nutricional del producto.

**Tabla 2.** Composición de la leche

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Agua	87,00
Materias Grasas	3,9
Proteína	3,3
Proteína del suero	0,7
Lactosa	5,00
Minerales	0,70
Sólidos no grasos	8,2
Total de sólidos.	11,205

Fuente: Adaptado de Bustamante et al. (53)

### 7.11.3 Requisitos fisicoquímicos de la leche

La normativa actual establecida define los requisitos fisicoquímicos que se requieren para la leche que va a proceso industrial. Para Paredes (54), la grasa y la proteína son componentes de la leche que están directamente relacionados con su valor nutricional. Son requisitos que deben ser analizados en laboratorios acreditados para confirmar que el alimento presenta los requerimientos nutricionales y sanitarios exigidos, asegurando así su inocuidad y calidad (55). Este control presenta ante el productor y comprador, las cualidades para optar a un mercado competitivo. Para los requerimientos fisicoquímicos exigidos al producto, se presenta la Tabla 3.

**Tabla 3.** Requisitos fisicoquímicos de la leche

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Grasa	(%)	3,00	
Proteínas	(%)	2,9	
Sólidos totales	(%)	11,2	
Sólidos no grasos	(%)	8,2	

Cenizas (%)	(%)	0,65	
Densidad relativa	20°C g/ml	1,028	1,032
Acidez titulable como ácido láctico		0,13	0,17
Punto crioscópico	° C	-0,53	-0,512

Fuente: Adaptado de NTE INEN 9. Leche cruda. Requisitos (55)

#### 7.11.4 Requisitos para contaminantes en la leche

La norma ecuatoriana NTE INEN 9 (55) define los límites críticos para contaminantes en leche cruda, para asegurar su calidad e inocuidad. La norma controla la presencia de restos de antibióticos, pesticidas entre otros compuestos químicos, así como la contaminación por microorganismos patógenos como *Salmonella* y *Escherichia coli*. Además de los límites para micotoxinas, metales pesados y otros agentes contaminantes, así evitar las enfermedades transmitidas por los alimentos.

La norma regula los restos de medicamentos, químicos de uso agrícola y metales, para eliminar los peligros potenciales para la población. La Tabla 4 detalla el valor máximo permitido para cada contaminante, conforme a la normativa ecuatoriana NTE INEN 9. Leche cruda (55).

**Tabla 4.** Límites en contaminantes para la leche

Requisito	Límite Máximo	Ensayo
Plomo, mg/kg	0,02	ISO/TS 6733
Aflatoxina M1, µg/Kg	0,5	ISO 14674

Fuente: Adaptado de NTE INEN 9. Leche cruda. Requisitos (55)

Para los requerimientos microbiológicos en el producto, la Tabla 5 presenta los límites máximos permitidos conforme a lo requerido por la Norma NTE INEN 9. Leche cruda (55).

**Tabla 5.** Requerimientos microbiológicos para la leche

Requisitos	Límite máximo	Ensayo
Recuento de células somáticas/cm <sup>3</sup>	7,0×10 <sup>6</sup>	AOAC – 978.26
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm <sup>3</sup>	1,5×10 <sup>6</sup>	NTE INEM 1529:5

Fuente: Adaptado de NTE INEN 9. Leche cruda. Requisitos (55)

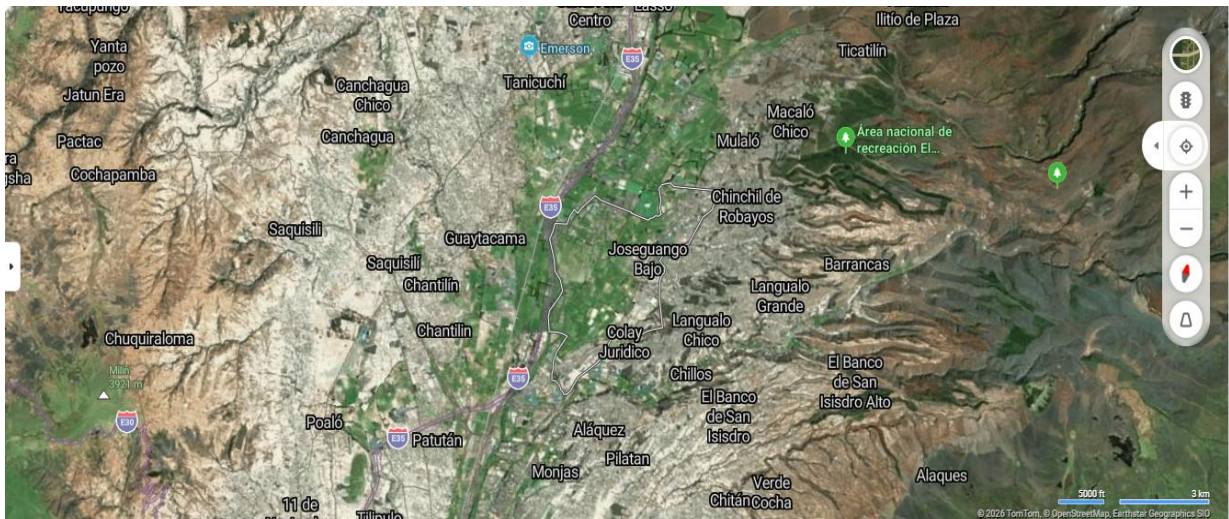
## 8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Los sistemas lecheros familiares con menor intervalo entre partos presentaran mejores resultados económicos en comparación con aquellos con ciclos reproductivos prolongados.

## 9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1. Ubicación

El estudio se desarrolló en el sector oriental del Cantón Latacunga de la provincia Cotopaxi, específicamente en las Parroquias Joseguango Bajo, Aláquez y Mulatú.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del proyecto

Fuente: Google Maps (56)

### 9.2. Localización geográfica

La Parroquia Mulatú en la provincia de Cotopaxi del Cantón Latacunga, se extiende sobre las faldas del volcán Cotopaxi en un aproximado de 50.942,48 hectáreas. Es una zona de eminente actividad volcánica y erosiva. Su altitud va de los 3.000 a 5.897 metros sobre el nivel del mar y presenta variaciones de latitud. Sus límites geográficos son (57):

**Norte:** Cantón Mejía.

**Sur:** Parroquias Aláquez y Joseguango Bajo.

**Este:** Provincia de Napo.

**Oeste:** Parroquias Pastocalle, Tanicuchí y Guaytacama.

Con predominio de un clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo en la zona interandina, cuyas temperaturas medias anuales van de los 12°C a 20°C. estas temperaturas disminuir 0 °C en el

páramo. Las precipitaciones están entre 500 y 1.500 mm al año, variando conforme a la zona, en el páramo llueve más que al sur de la parroquia. Es un territorio con gran actividad agrícola y ganadera, con gran potencial agropecuario en la zona alta, donde se destaca la participación de empresas privadas dedicadas a la producción de lácteos y de flores de consumo nacional y, brócoli de exportación. Las áreas ganaderas se ubican en la parte oriental de la parroquia, caracterizada por extensos pastizales, administrados por hatos reconocidos. Otro sector de la economía parroquial lo constituye el sector maderero como generadores de empleo en las comunidades (57).

La Parroquia Joseguango Bajo se ubica al centro del cantón Latacunga con una reducida extensión de territorio de 18,41 Km<sup>2</sup>. En cuanto a su localización se presentan las coordenadas UTM, X=766821, Y=9909000, y las geográficas: 0°49'21,287" S - 78°36'9,381" O. Delimitada por (55):

**Norte:** Parroquia Mulaló

**Sur:** Parroquia Aláquez

**Este:** Aláquez y Mulaló

**Oeste:** Parroquia Guaytacama y Tanicuchí, vía panamericana E35 Latacunga – Quito y el río Cutuchi.

La parroquia Joseguango Bajo se encuentra a una distancia de 11 Km al norte del cantón Latacunga. Tiene un relieve que facilita la agricultura y ganadería, con tierras fértiles y productivas. Con un clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo, característico de zonas por encima de los 3.200 msnm, con temperaturas que oscilan entre 10 °C y 12 °C, y variaciones hasta 0 °C y 20 °C como máximo. Con una precipitación al año en toda la parroquia de 500 a 750 mm. Las actividades del sector primario son la agricultura, la minería, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza, la pesca y piscicultura. En el sector ganadero, la parroquia registra unas 1875 cabezas de ganado (58).

La parroquia Aláquez se ubica en las coordenadas geográficas UTM 9910546m S y 764325 m O, muy cerca del volcán Cotopaxi. A 9,1 km al norte de la cabecera cantonal, con una altitud de 2836 msnm. Cubre una superficie de 144km<sup>2</sup>. Está delimitada por (59):

**Norte:** Parroquias Joseguango Bajo y Mulaló.

**Sur:** Cabecera cantonal y provincial.

**Este:** Provincia de Napo.

**Oeste:** Guaytacama.

De clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo y Ecuatorial de Alta Monta, las precipitaciones van de 500 a 700 mm al año y en algunas zonas alcanzan los 1250 mm por año. La temperatura varía de 12 a 14 °C. Su economía se basa en actividades agrícolas y pecuarias. Se cultivan diversidad de rubros básicos para la alimentación y se dedican a la crianza de bovinos, porcinos y especies menores como el cuy y gallinas. Alrededor de 5068 cabezas de ganado se establecen para la producción lechera (88,4 %) y el resto es para carne (59).

### **9.3. Población de estudio**

El análisis de datos se llevó a cabo en un grupo de 117 cabezas de ganado bovino de diversas razas y edades, propiedad de 23 ganaderos participantes en el proyecto de mejoramiento genético. Este grupo pertenece a las parroquias Mulaló, Joseguango Bajo y Aláquez del Programa UTCgen en el sector oriental de Latacunga.

### **9.4. Tipo de estudio**

Para el presente proyecto se aplica un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), con alcance descriptivo. De tipo observacional debido a las distintas características que se encontraron en el campo de estudio, directamente de las fincas y de los registros del programa UTCgen. Y se consideró como no experimental, ya que se llevó a cabo sin manipulación de variables, centrándose únicamente en la observación del entorno para su análisis posterior. Es correlacional porque demostró cómo la variación en los días abiertos o partos afectó de forma directa sobre las ganancias o pérdidas.

### **9.5. Manejo del estudio**

El proyecto de investigación se centró en la toma de datos actualizados de cada uno de los animales, se proporcionó asesoramiento técnico durante las visitas a cada productor, que incluyeron aplicaciones de vitaminas, desparasitantes y vacunas. Esto se complementó con chequeos ginecológicos que se programaron con fechas específicas, con el fin de implementar un plan completo de inseminación artificial.

Con el propósito de evaluar el efecto económico reproductivo y productivo, se recopilaron datos de cada una de las vacas reproductoras involucradas en el proyecto. Para realizar la evaluación de los factores reproductivos se estudiaron 75 animales en la Parroquia Joseguango Bajo, 9 en Aláquez y 33 en Mulaló. Los aspectos evaluados fueron: Morfología animal, producción lechera, calidad de la leche y reproducción.

## **9.6. Análisis estadístico**

Los resultados cuantitativos obtenidos en estudio de campo se sistematizaron y fueron procesados en el software *Microsoft Excel*, donde se depuraron los datos y se procedió al cálculo de las variables como días abiertos, inseminaciones promedio, animales inseminados y vacías. Se utilizó la estadística descriptiva para caracterizar la situación actual de los productores en las diferentes parroquias, entre estas las medidas de tendencia central para el cálculo de promedios en el intervalo entre partos y días abiertos. Las medidas de dispersión como el cálculo de la desviación estándar para entender la variabilidad entre parroquias. Y frecuencias para representar los porcentajes de vacas que cumplen con los parámetros ideales versus vacas con problemas reproductivos.

El análisis de correlación y comparación evaluó el efecto económico y empleó las siguientes pruebas: Análisis de Varianza (ANOVA) se utilizó para comparar las medias de producción entre las parroquias Mulaló, Joseguango Bajo y Aláquez y determinar si existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con un nivel de confianza del 95 %, correlación de Pearson para determinar la fuerza de la relación entre la producción y calidad y morfología animal.

El software especializado para validar los resultados como R (RStudio) se usó para ejecutar las pruebas de significancia y generar gráficos de cajas (boxplots) que muestren la caracterización de la producción por parroquias. Los datos fueron serán analizados a través del modelo lineal para establecer la significancia. Para clasificar los sistemas lecheros e identificar patrones grupales, se realizó un Análisis de Conglomerados (*Cluster Analysis*) mediante el método de vinculación jerárquica de *Ward*.

## **9.7. Procedimiento metodológico**

### **9.7.1. Evaluación de la producción**

La producción de leche se pesa para calcular los rendimientos diarios por parroquia y determinar los promedios que permitieron establecer la variabilidad (CV) y las diferencias

significativas entre estas localidades. En función de dichas diferencias se hacen o no las pruebas de comparación que determinaron la parroquia con el mayor rendimiento diario de leche (L/día). Para el cálculo de la producción se aplica la media aritmética:

$$\sum_{i=0}^n \frac{\text{Producción diaria de todos los animales}}{\text{Número total de animales en producción}}$$

El porcentaje de lactancia indicó la proporción de vacas que se encontraban produciendo leche frente al total de animales hembras en edad adulta. Se procedió a identificar el estado de cada animal (lactante o seca) para obtener el porcentaje de vacas en ordeño. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Lactancia} = \frac{\text{Vacas en producción}}{\text{Total de vacas adultas}} \times 100$$

#### **9.7.2. Calidad de la leche**

Para obtener los parámetros de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y pH, se aplicó un muestreo de la leche obtenida durante los ordeños matutinos y vespertinos de los animales. Las muestras se sometieron a los análisis bromatológicos respectivos con analizadores tipo Lactoscan y equipos de medición como pHmetro, lactodensímetro, entre otros. Los datos se someten al análisis correlacional para establecer la calidad de la producción.

#### **9.7.3. Morfología animal**

Se determinó peso promedio referencial, perímetro torácico e índice corporal por edad de los animales en cada una de las parroquias. Se evalúan terneras, novillas, adultas y viejas, para lo cual se utilizó la fórmula del modelo, donde a cada cm de perímetro torácico le corresponde una cantidad en 1,31 kg de peso. Los datos permiten realizar el análisis comparativo del desempeño morfológico y la cantidad y calidad de la producción.

#### **9.7.4. Evaluación reproductiva**

Se realizó un análisis de los registros en las fichas del programa UTCgen para calcular los indicadores clave:

**Días Abiertos promedio.** Se identificó la cantidad de vacas en cada sector que superan los 110 días abiertos, ya que este es el punto donde empieza la pérdida económica. Estos constituyen el intervalo entre las fechas de concepción y la fecha del parto. Para su cálculo se utilizó la fórmula:

$$\text{Días abiertos} = \text{Fecha de concepción} - \text{Fecha de parto}$$

**Diagnóstico de gestación:** Los datos de vacías versus inseminadas se validaron mediante palpación rectal o ecografía realizada por los técnicos del programa.

**Inseminaciones promedio.** Este indicador es fundamental para medir la eficiencia del técnico de inseminación y la fertilidad en la finca. Basados en los registros del programa UTCgen, se seleccionaron las vacas en estado de preñez confirmado. Para cada una se contabilizaron las inseminaciones registradas antes de la concepción. El promedio se obtiene dividiendo el número total de servicios realizados entre el número de animales que efectivamente quedaron gestantes.

$$\text{Promedio de Inseminación} = \frac{\text{Total de Inseminaciones}}{\text{Número de vacas preñadas}}$$

**Cálculo de eficiencia de pajueta:** Se realizó un seguimiento individual por toro (*Bachelor*, *Quicksilver*, *Springfield*) cruzando el número de servicios realizados con los diagnósticos de preñez positivos para obtener la tasa de concepción.

#### **9.7.5. Procedimiento de Análisis Multivariado (Clusters)**

Para identificar los *clusters* naturales se realizó el Análisis de Conglomerados (*Cluster Analysis*) a través del método de ligamiento promedio o Ward que agrupó a los animales basados en la similitud de sus variables. Se agruparon las vacas por su comportamiento productivo y biológico, lo que permitió dar recomendaciones diferenciadas en cada grupo.

### ***9.7.6. Procedimiento para el análisis de impacto económico***

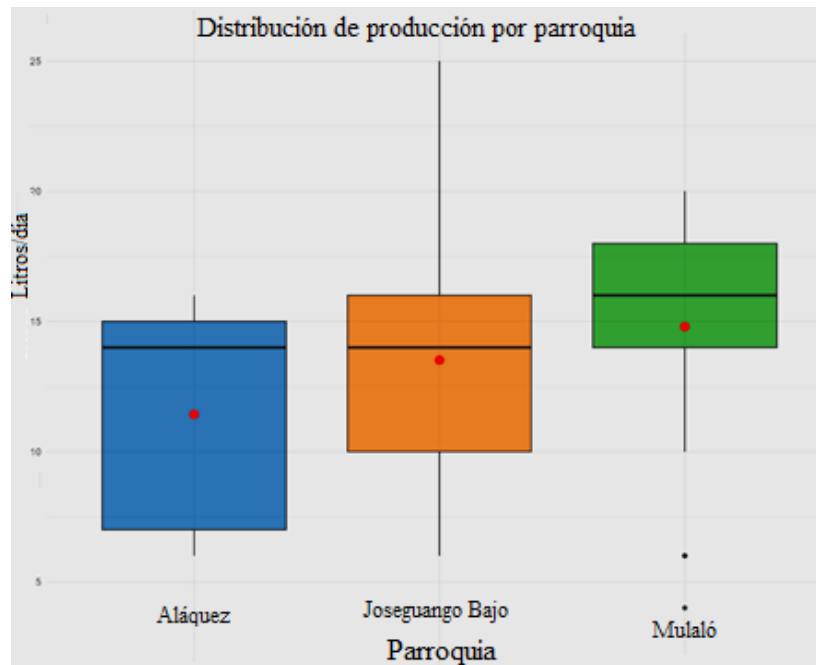
Se analizaron los gastos e ingresos de los productores del sistema UTCgen para establecer su rentabilidad y generar estrategias que le permitan mejorar los ingresos familiares.

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

### **10.1. Producción lechera y variabilidad**

Para el análisis de la distribución de la producción de leche por parroquias se determinó que el promedio general fue de 13,8 litros por día en un Rango de 4 a 25 L/día. Mulaló presentó 14,7 L/día en promedio, Joseguango Bajo 13,9 L/día y Aláquez 10,5 L/día. Para el análisis estadístico de la variable en referencia, el ANOVA dio como resultado  $p=0.201$ , lo que establece que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) en la producción de leche de las parroquias estudiadas. Es decir que la localidad no influye en el volumen de litros de leche que se obtienen al día en esta zona de estudio. Las implicaciones prácticas establecen que el manejo nutricional agropecuario y las condiciones climáticas entre estos sectores de Latacunga parecen ser similares entre parroquias. La variabilidad fue moderada con un  $CV=34.8\%$ .

En la Figura 2 se presenta el gráfico de cajas (boxplot) donde se observa que existe un solapamiento entre los rangos intercuartílicos de las tres zonas. Sin embargo, se resalta la presencia de valores atípicos en Mulaló alrededor de 4 y 6 L/día y dispersión en Joseguango Bajo desde 6 hasta 25 L/día, lo que quiere decir que la variabilidad productiva se debe a factores de manejo individual de cada finca familiar más que a su ubicación específica. Para Aláquez concentró sus datos en producciones bajas de 7 a 14 L/día.



**Figura 2.** Distribución de la producción de leche por parroquia

Fuente: Directa

Para Jumbo y Tunala (60) las características genéticas y factores ambientales influyen en la producción de leche, al igual que la alimentación de los animales, esto lo determinaron en su investigación, al obtener una producción baja en sector de Chantilín, y concluyeron que el sistema productivo de leche se ve afectado por estos factores. Esto concuerda con los resultados obtenidos para la zona del presente estudio, con un promedio de 13.8 L/día que se considera baja en comparación con el potencial genético de la zona mayor a 20 L/día, lo que indica limitaciones probablemente nutricionales o de manejo ambiental y la variabilidad observada que no es significativa, pero si requiere de una estandarización de los procesos.

## 10.2. Calidad de la Leche

Los resultados de la evaluación de los parámetros de calidad para la leche que se produce en las parroquias objeto de estudio, se presentan en la Tabla 6. En esta se enumeran los componentes como grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y pH. El porcentaje de grasa, componente que se considera crítico en la producción (2.61 %), se encuentra por debajo del valor mínimo establecido en norma NTE INEN 9: 2012 para leche cruda, un porcentaje mayor a 3.5 %. La proteína (3.32 %) y lactosa (4.85 %) se encuentran en el valor aceptable por la norma vigente. Se observaron correlaciones negativas entre producción vs. proteína (-0.172) y lactosa (-0.185).

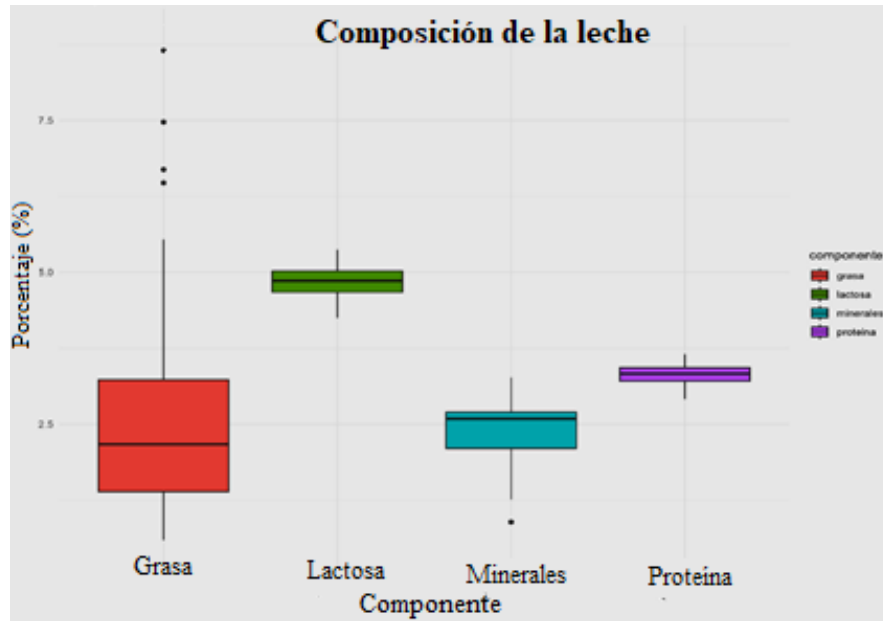
**Tabla 6.** Valores obtenidos para la calidad de la leche

<b>Parámetro</b>	<b>Valor Obtenido</b>	<b>Estado / Referencia</b>
Grasa	2.61 %	Crítico (< 3.5 %)
Proteína	3.32 %	Adecuada
Lactosa	4.85 %	
Sólidos Totales	8.78 %	Bajo
pH	6.46	

Fuente: Directa

La normativa actual establecida define los requisitos fisicoquímicos que debe cumplir la leche. Los parámetros más importantes a evaluar son los porcentajes de grasa y proteína, por estar directamente relacionados con su valor nutricional y con aspectos tecnológicos que garantizan un óptimo rendimiento en la elaboración de sus derivados como el queso (61).

La Figura 3, sobre la calidad de la leche, muestra que la variable grasa presenta una dispersión elevada, con una mediana por debajo de 2.5 %. Lo crítico radica en que la mayoría de las vacas (50 % de los datos) se encuentran alejadas del rango objetivo de 3.5 %. Se observan valores atípicos que representan animales que sí logran niveles altos (mayor a 7.5 %), lo que quiere decir que existe un potencial genético, pero la mayoría de la población no lo alcanza, probablemente por un déficit nutricional. La proteína y lactosa representan valores estables en las tres parroquias.



**Figura 3.** Composición de la leche  
Fuente: Directa

La correlación negativa ( $r$ ) entre volumen de producción y sólidos, así como producción y proteína, refleja una dilución, donde a mayor cantidad de leche, disminuye la concentración de sólidos solubles como la lactosa y la proteína respectivamente. Esta relación significa un desafío para los productores en el mejoramiento genético sin ajustar la alimentación. Estos resultados se presentan en la Tabla 7.

Aymacaña (62) obtuvo variación significativa en una evaluación de parámetros en la leche que se produce en Joseguango Bajo, y afirmó que podría deberse a factores genéticos, nutricionales, o ambientales que afectarían la composición de la leche que se obtuvo de las vacas. Los resultados del presente estudio, concuerdan con dicha investigación, por lo que se estima que el porcentaje de grasa por debajo del rango normativo (2.61 %) es un indicador de una dieta deficiente y efectiva.

En contraste con la presente investigación Cisneros (63) en su estudio sobre la evaluación de la calidad de la leche de vaca en diferentes parroquias del Cantón Rumiñahui, obtuvo resultados en composición de la leche, donde los pequeños y medianos productores se encontraban dentro de los parámetros establecidos por la normativa INEN 9:2012. Por otro lado, los pequeños productores presentaron una menor calidad higiénica, mientras que los medianos productores tienen una prevalencia del 71,70% de mastitis subclínica. Esto quiere decir que los ganaderos no consideran las condiciones de los animales ni su impacto ambiental. Esto refleja los retos

económicos que enfrentan los productores, al carecer de capacitación, insumos y beneficios crediticios, lo que conlleva a su vulnerabilidad económica.

**Tabla 7.** Correlaciones para composición de la leche

<b>Variabes Relacionadas</b>	<b>Coefficiente de Correlación (r)</b>	<b>Fuerza de la relación</b>
Producción vs. Proteína	-0.172	Negativa leve
Producción vs. Lactosa	-0.185	Negativa leve

Fuente: Directa

### 10.3. Morfología y peso de los animales

El análisis estadístico para las mediciones obtenidas en campo, a través de una Regresión Lineal Múltiple, donde se cruzaron los valores de la base de datos, siendo el peso la variable dependiente y el perímetro torácico, la variable independiente, dio como resultado, un peso promedio estimado en los animales de 254,5 kilogramos. El modelo de predicción basado en esta variable demostró una elevada precisión ( $R^2=0.6527$ ,  $p<0.001$ ), de lo que se puede interpretar que, por cada centímetro de perímetro, el animal gana 1.31 kilogramos. El modelo es robusto con ( $R^2=0.65$ ) y valida el uso de las medidas zoométricas como una herramienta de campo aplicable en fincas familiares que no poseen balanzas. Los resultados del modelo de regresión lineal para las variables del estudio, se presentan en la Tabla 8.

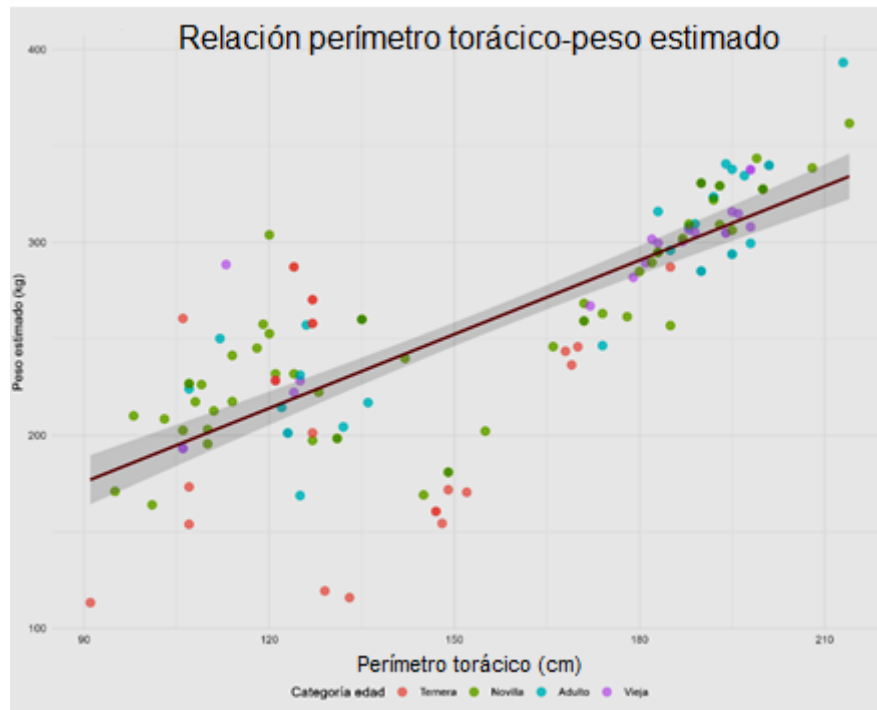
**Tabla 8.** Modelo de Regresión Lineal para la predicción de peso en animales

<b>Variable Predictora</b>	<b>Coefficiente (B)</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Valor p</b>	<b>Interpretación</b>
Intersección		-	-	-
Perímetro Torácico	1.31 kg	0.08	< 0.001	Altamente significativo
Coefficiente $R^2$	0.6527	-	-	Alto poder predictivo

Fuente: Directa

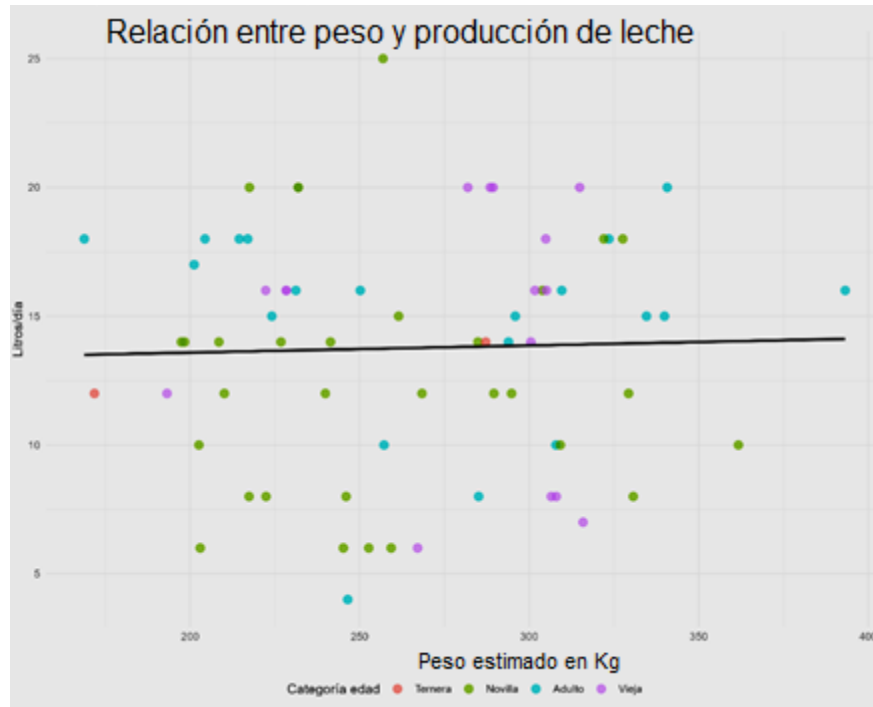
En la Figura 4 se presenta el análisis de correlación, donde la gráfica permite ver cómo crecen los animales en el programa: Las terneras se agrupan en la parte inferior izquierda (perímetros de 90-130 cm y pesos menores a 200 kg). Con una mayor dispersión que indican crecimientos variables en etapas iniciales del desarrollo. Las novillas es el grupo más numeroso y se

distribuyen a lo largo de toda la línea para señalar una transición hacia la edad adulta. Adultas y viejas se concentran en la parte superior derecha (perímetros  $>180$  cm y pesos  $>300$  kg). Es el grupo con mayor estabilidad y mejor ajuste a la línea de predicción. Un índice corporal elevado en vacas viejas (2.10), comparado con las novillas (1.87), indica que la grasa se acumuló o representa un desarrollo tardío que se debe monitorear para que no influya en la fertilidad.



**Figura 4.** Relación perímetro torácico – peso estimado  
Fuente: Directa

En la Figura 5, la gráfica de dispersión evidencia que la relación entre el peso vivo y la producción de leche de los animales, categorizados por edad, refleja que no existe una relación fuerte. La línea de tendencia plana, por lo que los animales con mayor peso corporal no aseguran necesariamente, una alta producción de leche. Esto quiere decir que la producción de leche puede estar influenciada por otros elementos como la genética, etapa de lactancia o la alimentación, y no por el tamaño del animal. Se observa que las novillas y adultas son de gran variabilidad, de 250 kg que producen 25 litros y otros de 340 kg que dan unos 8 litros. Las viejas se concentran en pesos de 280 a 320 kg con medias entre 10 y 20 litros/día.



**Figura 5.** Relación peso vivo – producción de leche  
Fuente: Directa

Los componentes morfométricos se usan para determinar la aptitud productiva del animal, entre ellas está el perímetro torácico, largo del cuerpo y longitud de cuello. En un estudio realizado para la caracterización del bovino, estos componentes fueron aplicados para estandarizar a los animales de doble propósito, este fue desarrollado por Rivera (64) en las unidades de producción del recinto Las Cañas, Cantón Lomas de Sargentillo. Se comparó el resultado con otras poblaciones, para determinar su funcionalidad productiva y establecer una base técnica para seleccionar el ganado. Se concluyó que la caracterización morfométrica le permitió conocer las directrices productivas de los animales o su incidencia hacia cierta producción zootécnica, a través de las diferentes medidas en el cuerpo del bovino.

#### 10.4. Reproducción

Los días abiertos, representados por 186.3, es el problema más grave, tomando en cuenta que excede el rango óptimo de 120 a 150 días. El promedio de servicios por concepción arrojó un excelente resultado de 1.16, con una eficiencia del 100 % en los toros *Bachelor*, *Quicksilver* y *Springfield*. Existe una contradicción técnica, por presentarse una eficiencia de la inseminación elevada, pero los días abiertos son excesivos. Lo que puede deberse a un retraso en el primer servicio posparto o errores en la detección de celos por parte del productor, demostrando que

el problema no es la fertilidad o el semen, y se generan por consiguiente grandes pérdidas por días improductivos. Se contrastan los 61 animales inseminados contra 54 vacías.

Para Astudillo y Pulla (65) el índice de inseminaciones por vaca debe estar entre 1 y 2, en este sentido, los autores realizaron una evaluación de los índices productivos y reproductivos de la granja ganadera Iruquis, corroborando que los valores referenciados están cerca de este estándar, con un promedio de 2,13 inseminaciones por animal. Sin embargo, al igual que el presente estudio, los resultados de la fertilidad no parece estar correlacionada con el índice vaca/inseminación, lo que podría deberse a una toma de datos inconsistente. La baja fertilidad del ganado es uno de los problemas reproductivos que afecta directamente la economía de los hatos, la cual puede deberse a factores fisiológicos, anatómicos, nutricionales y de manejo, que se deben detectar a tiempo.

Para Villacis (66) la fertilidad es el principal indicador de la eficiencia reproductiva de un hato, sumado a la energía necesaria para la nutrición. En la investigación desarrollada por el autor en la parroquia de Toacaso, se obtuvieron los resultados a través de indicadores como preñes, días abiertos, y adaptabilidad. El 45,90 % de las vacas se encontraban vacías por un periodo prolongado, mientras que 54,10 % se encuentran preñadas, lo que representa una pérdida en la economía de los productores. Se planteó como propósito, reducir los días abiertos a 90 días, un tiempo recomendable para que la vaca esté lista para su próximo servicio, y no incurrir en pérdidas.

### **10.5. Análisis Multivariado y diagnóstico parroquial**

El análisis de clusters refleja 5 grupos identificados como se detalla a continuación:

El Cluster 1 que agrupa a las vacas de mayor talla (302 kg)

Cluster 5 agrupa a las jóvenes (20.4 meses).

El Cluster 2 se descarta como error de medición (796 cm de altura).

El análisis de conglomerados permitió identificar como están conformados las fincas lecheras en las tres parroquias del cantón Latacunga. Por medio del método multivariado, se establecieron 5 grupos bien diferenciados en base a sus características morfométricas y de desarrollo. El cluster 1 que agrupa las vacas adultas, grupo de animales de mayor talla y desarrollo corporal, con un peso promedio de 302 kg. Es la referencia productiva actual de la región, animales adaptados a la altura, aun cuando presenta bajo peso si se compara con los

estándares de razas reconocidas, lo que puede representar un indicativo de una genética mestiza o un limitado manejo de su nutrición.

El Cluster 5 conformado por hembras jóvenes con un promedio de 20.4 meses de edad. Este grupo es fundamental para el diagnóstico parroquial, porque representa el relevo para la etapa reproductiva y al primer parto. Los clusters 3 y 4, son representativos de los animales en crecimiento intermedio. El cluster 2, representa un error de registro de datos que se debe depurar. El análisis multivariado aplicado en las fincas lecheras permitió levantar información fundamental para utilizarla en la toma de decisiones, que aprueban el reordenamiento productivo de los sistemas lecheros (67).

Los autores realizaron un estudio en los sistemas lecheros de la provincia Ciego de Ávila para ayudarlos en la toma de decisiones para elaborar planes de mejora, a partir de factores como, número de animales, recursos que disponen, manejo, mortalidad, reproducción y nutrición de los rebaños. Tal como se refleja en el presente estudio, el análisis permite identificar deficiencias y oportunidades de mejora de los rebaños en Latacunga oriental.

La Tabla 9 presenta el diagnóstico por parroquia:

**Tabla 9.** Diagnóstico por parroquia

Parroquia	Animales	Lactancia	Producción	Grasa	Peso	Edad
Aláquez	9	88.9 %	10.5 L/d	2.87 %	219 kg	48.8 meses
Joseguango Bajo	75	52 %	13.9 L/d	2.25 %	270 kg	48.1 meses
Mulaló	33	78.8 %	14.7 L/d	3.08 %	232 kg	48.8 meses

Fuente: Directa

Se resalta el hecho de que la parroquia Joseguango Bajo tiene el mayor peso (270 kg) pero la menor tasa de lactancia (52 %). Este hecho sugiere que los animales están acumulando peso debido a periodos secos y muy largos, lo cual es ineficiente desde el punto de vista económico. Aláquez, con la mayor tasa de lactancia (88.9 %) pero menor producción (10.5 L/d), muestra hatos con persistencia, pero un pico bajo de lactancia.

## 10.6. Análisis del impacto económico

La Tabla 10 presenta el resumen del análisis del impacto económico para los productores que formaron parte de la investigación. Para las 12 unidades productivas se tiene una heterogeneidad muy considerable en los costos de producción, que oscilan entre \$0,09 y \$1,93 por litro de leche que se produce. Se identificó que la rentabilidad no está ligada al volumen de producción, sino a la estructura de costos fijos. Los sistemas de nivel familiar (Rocha, Benalcázar, Heredia) presentan márgenes beneficiosos, mientras que las fincas que dependen de forraje externo (Chango) o préstamos bancarios (Gutiérrez), operan en niveles críticos.

**Tabla 10.** Análisis del impacto económico

Productor	Producción (L/mes)	Costo Fijo /L	Costo Var. /L	Costo Total /L	Utilidad /L	Estado Financiero
María Rocha	1.132	\$0,00	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,35	Eficiencia
Jenny Benalcázar	930	\$0,14	\$ 0,08	\$ 0,22	\$ 0,23	Eficiencia
Rocío Villamarín	225	\$0,09	\$ 0,13	\$ 0,23	\$ 0,17	Micro escala Rentable
Ana Chasi	665	\$0,08	\$ 0,17	\$ 0,25	\$ 0,20	Rentable
María Heredia	1.2	\$0,22	\$ 0,03	\$ 0,25	\$ 0,19	Consistente
Ximena Heredia	930	\$0,01	\$ 0,25	\$ 0,26	\$ 0,19	Consistente
Alex Caicedo	275	\$0,00	\$ 0,36	\$ 0,36	\$ 0,04	Subsistencia
Miriam Sandoval	175	\$0,10	\$ 0,31	\$ 0,41	\$-0,01	Umbral de pérdida
Erika Robayo	6.08	\$0,21	\$ 0,21	\$ 0,42	\$ 0,11	Escala sostenible
Segundo Altamirano	500	\$0,20	\$ 0,23	\$ 0,43	\$ 0,02	Subsistencia crítica
Miguel Gutiérrez	4.33	\$0,37	\$ 0,15	\$ 0,52	\$ 0,02	Riesgo
Martha Chango	325	\$1,71	\$ 0,22	\$ 1,93	\$-1,53	Quiebra técnica

Fuente: Directa

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

### 11.1. Impacto económico

Este impacto proviene de las enmiendas en las ineficiencias detectadas. La reducción de los 186.3 días abiertos a un rango de 140 días aprovecha unos 46 días de producción por vaca al año, lo que equivale a un ahorro de mantenimiento y ganancia de producción de 61 USD por animal aproximadamente. El precio por litro se optimiza al aumentar el porcentaje de grasa del 2.61% al nivel óptimo (3.5%), por lo que recibe bonificaciones por calidad, aumentando los

ingresos brutos mensuales sin necesidad de tener más vacas. Al mantener la una tasa de éxito de 1.16 servicios por concepción, se asegura que el dinero invertido en pajuelas de alta calidad (*Bachelor o Springfield*) no se pierda por inseminaciones fallidas.

### **11.2. Impacto Social**

Se trabaja con sistemas lecheros de nivel familiar, por lo que los beneficios llegan directamente al hogar del productor. Se garantiza la sostenibilidad de la producción familiar, al aumentar la rentabilidad, y se evita el abandono del campo para fortalecer la economía rural de las parroquias de Aláquez, Mulaló y Joseguango Bajo. El uso de herramientas sencillas, como el modelo de predicción de peso basado en el perímetro torácico, empodera al productor, otorgándole el control sobre su negocio sin invertir en equipos costosos. La eficiencia en la producción de leche de calidad, garantiza un producto nutritivo para la región.

### **11.3. Impacto Ambiental**

La eficiencia reproductiva se relaciona directamente con la huella ecológica de la ganadería. En casos como una vaca vacía (en días abiertos excesivos), continúa consumiendo forraje y emitiendo gases de efecto invernadero sin producir leche. Si se reducen los días abiertos, disminuyes la intensidad de dichas emisiones por litro de leche que se produce. Si se mejora la producción individual, subir de 13.8 L/día a 20 L/día, el productor puede obtener la misma cantidad de leche con menos animales, y se reduce, además, la presión de sobrepastoreo y la compactación del suelo en las laderas de Cotopaxi. Identificar los animales improductivos, caso del Cluster con periodos secos largos, permite un descarte selectivo, y uso óptimo de los recursos naturales.

## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En la Tabla 11, se presenta el resumen de los gastos para la ejecución del proyecto de investigación en el período septiembre 2025 a marzo 2026.

**Tabla 11.** Resumen de gastos del proyecto de investigación

<b>RESUMEN GASTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SEPTIEMBRE – MARZO 2025</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>SUB TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Materiales de oficina</b>				<b>\$2.80</b>
Carpeta	1	\$1,50	\$1,50	
Esferos	2	\$0,45	\$0,90	
Hojas	20	\$0,02	\$0.40	
<b>Gastos fijos/día</b>				<b>\$1.068.4</b>
Datos móviles	120	\$1.00	\$120,00	
Internet	100	\$0,70	\$70,00	
Luz	120	\$0,95	\$114,00	
Combustible	280	\$2,73	\$764.4	
<b>Materiales e instrumentos</b>				<b>\$1.333,70</b>
Guantes de palpación (caja)	2	\$17,60	\$35,20	
Guantes de manejo (caja)	1	\$10,00	\$10,00	
Rollo de papel	2	\$2,00	\$4,00	
Termómetro	1	\$24,00	\$24,00	
Catéter de inseminación	1	\$7,00	\$7,00	
Chemises	1	\$45,00	\$45,00	
Corta pajuelas	1	\$37,00	\$37,00	
Gel lubricante (galón)	1	\$25,00	\$25,00	
Pistola universal de inseminación	1	\$101,50	\$101,50	
Termo 20 Kg	1	\$895,00	\$895,00	
Nitrógeno liquido	50	\$3,00	\$150,00	
<b>Tratamientos</b>				<b>\$837.74</b>
Desparasitante Fenlak 1L	2	\$41,00	\$82,00	
Vigantol 500ml	2	\$141,00	\$282,00	
Fosfosan 500ml	3	\$64,58	\$193.74	
GnRH (Buserelina zoovet)	2	\$46,50	\$93	
Prostaglandina (ciclar zoovet)	1	\$52,00	\$52,00	
Caja de jeringas	2	\$20,00	\$40,00	
Caja de agujas	5	\$5,00	\$25,00	
Metrigen (lavado uterino)	7	\$10,00	\$70,00	
<b>GASTO TOTAL</b>				<b>\$3242.64</b>

Fuente: Directa

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1. Conclusiones

- La ineficiencia reproductiva se da por el alto intervalo de días abiertos (186.3). Este resultado significa un retraso significativo en el reinicio de la actividad reproductiva posparto, y pospone el ingreso de los animales a la fase de lactancia, y con ello se disminuye el número de crías por vida útil de la vaca. Esta ineficiencia se traduce en días improductivos y por ende, la rentabilidad está condicionada por factores de manejo que se detectaron a través del análisis de clusters, donde se identificaron animales con periodos secos muy prolongados
- Las unidades productivas del programa UTCgen en las parroquias estudiadas, presentan una estructura económica muy fragmentada, determinada por la eficiencia en la gestión de los costos fijos. Los sistemas de a nivel familiar logran márgenes de utilidad de hasta \$0,35 por litro debido a la baja dependencia de insumos externos, el 33% de los productores se encuentra en una situación vulnerable desde el punto de vista financiero que tiende a pérdida. Esta crisis está estrechamente relacionada a los factores críticos de ineficiencia reproductiva.
- El modelo de predicción de peso basado en el perímetro torácico ( $R^2=0.6527$ ) demostró que puede ser una herramienta metodológica para los pequeños productores del programa UTCgen, que les permite un seguimiento técnico del crecimiento y desarrollo de los animales sin incurrir en gastos para adquisición de equipos de pesaje costosos y facilitando la toma de decisiones para mejorar la eficiencia de los sistemas productivos.

### 13.2. Recomendaciones

- Se recomienda al programa UTCgen diseñar un calendario para las revisiones ginecológicas obligatorias a los 45 días posparto. Con el propósito de reducir el tiempo de espera y reducir el promedio de días abiertos a un valor óptimo de 45 a 60 días.
- Capacitar a los productores en el manejo balanceados que incluyan fibra. Se recomienda suministrar forrajes más maduros para estimular la fermentación ruminal y aumentar el nivel de grasa butirosa hacia el estándar del 3.5%, asegurando el acceso a bonificaciones por calidad de la leche y a mejores mercados.
- Usar la fórmula de predicción de peso,  $\text{Peso} = \text{PT} \times 1.31$ , para asegurar que las novillas alcancen el peso deseado de primer servicio en época temprana, reduciendo así los costos de levante para acelerar la recuperación de la inversión. De igual forma, se

recomienda reactivar la reproducción en Joseguango Bajo, parroquia con el mayor número de vacas secas, y fortalecer la suplementación de energía en Aláquez para aumentar el promedio de producción individual.

#### 14. BIBLIOGRAFÍA

1. Torres V, López L, Perezgrovas R, Espinosa V, Peralta J, Severino V. Evaluación económica de la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas productivos con ganado criollo en Campeche, México. *Acta univ.* 2022; 32: p. 2-15.
2. Universidad Técnica de Cotopaxi. Informe Técnico del Programa UTCgen: Mejoramiento genético y producción en fincas familiares. Latacunga (EC): Dirección de Investigación y Vinculación, UTC. [Online]; 2022.
3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. Sistemas sostenibles de producción lechera en América Latina [Internet]. Roma. [Online]; 2019. Acceso 16 de junio de 2025. Disponible en: <https://www.fao.org>.
4. Delgado A. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de lecherías bovinas especializadas en el Departamento de Santander con registro de datos de software ganadero SG, mediante el uso de la herramienta Analiza. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia. Repositorio Institucional UCC.
5. Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). [Online]; 2023. Disponible en: <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/1037/overview>.
6. Martínez J. Análisis de los parámetros reproductivos en la ganadería Pucate y su. Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba: Repositorio Institucional ESPOCH.
7. Carranza P, Jaguaco A. Incidencia de patologías reproductivas en vacas lecheras en las parroquias nororientales del cantón Latacunga. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga: Repositorio Institucional UTC.
8. MAGAP. Reproducción y fertilidad en ganado bovino de Ecuador. [Online]; 2018. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/magap-promueve-mejoramiento-genetico-en-ganado-bovino/>.
9. Fricke PM, Wiltbank MC. Methods for evaluating reproductive performance in dairy herds. *J Dairy Sci.* 2021; 104(7): p. 7655–7671.
10. Tenecota WA, Usiña JE. Factores que afectan el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras que pertenecen al proyecto UTC GEN de Latacunga occidental en el periodo 2023. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.

11. Molina CO. Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Toacaso en el canto Latacunga utilizando funciones de beneficio. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga: Repositorio Institucional UTC.
12. Acosta PN, Coba YA. Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia Tanicuchí. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga: Repositorio Institucional UTC.
13. Abrajan KE. Derivación de valores económicos de la producción de leche de bovinos en la parroquia Mulalillo utilizando funciones de beneficio. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga: Repositorio Institucional UTC.
14. Paz JJ, Cepeda M. Economía y sociedad en la audiencia de Quito 2020 Quito; 2020.
15. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. Caracterización genética del ganado criollo ecuatoriano. [Online]; 2022. Acceso 20 de noviembre de 2025. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/browse>.
16. Espinoza V, Muñoz L. Evolución de la ganadería bovina en Ecuador: razas, manejo y sostenibilidad. Rev Agroecol Ecuatoriana. 2023; 14(2): p. 45-60.
17. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Censo Nacional Agropecuario 2022. [Online]; 2023. Acceso 20 de noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec>.
18. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial provincial. [Online].; 2021. Acceso 20 de noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.pazydesarrollo.org/wp-content/uploads/2022/02/6.-PDYOT-2021-2025.pdf>.
19. Latacunga Informativa. MAG fortalece sector agropecuario de Cotopaxi con USD 1,5 M de inversión en 2022. [Online]; 2023. Acceso 16 de junio de 2025. Disponible en: <https://latacungainformativa.com/>.
20. Nuestras Riquezas. Ganaderos de Cotopaxi, que forman parte del Proyecto de Mejoramiento Genético. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.nuestrasriquezas.com/2022/11/08/ganaderos-de-cotopaxi-que-forman-parte-del-proyecto-de-mejoramiento-genetico/>.
21. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Mas de 1.800 pequeños productores de Cotopaxi se benefician con la implementación de un CDPAC y entregas del MAG. [Online]; 2023.

- Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/mas-de-1-800-pequenos-productores-de-cotopaxi-se-benefician-con-la-implementacion-de-un-cdpac-y-entregas-del-mag/>.
22. Latacunga Informativa. Más de 1 800 productores cotopaxenses se benefician con CDPAC y entregas del MAG. [Online]; 2023. Disponible en: <https://latacungainformativa.com/>.
  23. Espinoza C, Barrera M. Evaluación de los factores que afectan la fertilidad en vacas lecheras de altura. *Rev AgroVet*. 2021; 3: p. 45-53.
  24. Rodríguez L, Jara A. Diagnóstico clínico de causas de infertilidad en hatos lecheros de la Sierra central del Ecuador. *Rev Med Vet Andes*. 2022; 4(2): p. 102-109.
  25. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe de inseminación y mejoramiento genético 2022 – Zona 3. [Online]; 2022. Disponible en: <https://sipa.agricultura.gob.ec/>.
  26. Universidad Técnica de Cotopaxi. Proyecto UTCGen: Evaluación reproductiva de vacunos mediante IA y ecografía. [Online]; 2023.
  27. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Manual técnico de mejoramiento reproductivo bovino en zonas de altura.. [Online].; 2023.. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/>.
  28. Universidad Técnica de Cotopaxi. Informe de evaluación de parámetros reproductivos en sistemas familiares bovinos lecheros del sector oriental. Dirección de Investigación y Vinculación. Latacunga: UTC.
  29. Durán C, García A, Alonso RA, Eguiarte LE, Ruíz F. Parámetros, correlaciones y tendencias genéticas de caracteres reproductivos en ganado Holstein de México. 2023; 14(3).
  30. Zapata Mayorga, L. N. (2024). Análisis del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible en bovinos de leche dela parroquia Mulliquindil en el periodo 2023. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga: Repositorio Institucional UTC.
  31. Universidad Técnica de Cotopaxi. Diagnóstico del manejo genético y consanguinidad en sistemas lecheros familiares del cantón Latacunga. Informe técnico.. Dirección de Investigación. UTC.
  32. Guonoluisa LF. Análisis de la rentabilidad del índice de selección del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en Saquisilí. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.

33. Díaz NA. Biotecnología aplicada en el control y manipulación del ciclo estral de bovinos. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnico de Chimborazo. Repositorio Institucional ESPOCH.
34. Banda AL. Factores que afectan la eficacia de la inseminación artificial en la Región Interandina revisión sistemática. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.
35. Romero CE. Anestro posparto en el ciclo reproductivo de vacas productoras de leche en la cuenca lechera Tizayuca, Hidalgo, México. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Agricultura. Repositorio Institucional UNAG.
36. Universidad Técnica de Cotopaxi. Informe técnico del programa UTCgen: Eficiencia reproductiva y genética en sistemas lecheros familiares. Dirección de Investigación; 2023. Latacunga: UTC.
37. Crespo DJ, Paredes DN. Factores que afectan en la eficacia de la inseminación artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible en bovinos de leche en las parroquias occidentales del cantón Latacunga. Tesis de pregrado; UNiversidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.
38. Landeta RF. Factores que afectan la eficiencia de la inseminación artificial en el programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche en la provincia de Cotopaxi en el periodo de abril - Agosto del 2023. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. RepositorioUTC.
39. Ávila IM. Incidencia de factores intrínsecos y extrínsecos en la efectividad reproductiva mediante la inseminación artificial en las parroquias de Salcedo en el periodo 2023. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.
40. González EF. Eficiencia reproductiva de la técnica de inseminación artificial en bovinos de leche en la cuenca lechera Tizayuca, Hidalgo, México. Trabajo de pregrado, Universidad Nacional de Agricultura. Repositorio Institucional UNAG.
41. Canchig FA, Lagla MG. Incidencia de patologías reproductivas en vacas lecheras en las parroquias de Saquisilí en el periodo 2023. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositotio Institucional UTC.
42. Guevara MG. Comparación de la eficiencia reproductiva entre vacas Holstein puras y Holstein mestizas, mediante análisis retrospectivo de datos en una ganadería a 3200 metros

- sobre el nivel del mar. Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Repositorio Institucional ESPOCH.
43. Quirós RA. Pasantía en salud de hato y control de la producción en fincas de lechería especializada de Poasito (Alajuela), y en Vara Blanca y Los Cartagos (Heredia) con énfasis en reproducción y diagnóstico laboratorial de enfermedades. Trabajo de pregrado, Universidad Nacional. Repositorio Institucional UNA.
  44. Toalombo PA, Almeida FA, Guevara HP. Efecto reproductivo y productivo de grasas bypass como alternativa para la nutrición y alimentación de ganado lechero Holstein. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of STEAM*. 2022; 2(2): p. 728-746.
  45. Patrón R. Estrategias para optimizar la eficiencia de las granjas intensivas de vacas de leche. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Repositorio Institucional DOCTA UCM.
  46. Sosa YM, Navas JC. Revisión sistemática de literatura sobre nutrición y su relación con la eficiencia reproductiva en bovinos. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia. Repositorio Institucional UCC.
  47. Araya SM. Pasantía en manejo reproductivo en hatos bovinos de carne y leche en fincas ubicadas en la región Huetar Atlántica de Costa Rica. Trabajo de pregrado, Universidad Nacional. Repositorio Institucional UNA.
  48. Bosquez ME. Determinación de la eficiencia reproductiva de vacas Holstein Friesian en la provincia de Imbabura, Ecuador. Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Repositorio Institucional ESPOCH.
  49. Rodríguez E, Ribeiro ER. La importancia de la nutrición en la eficiencia reproductiva de las vacas nodrizas. *Ganadería*, (133), 28-29. *Ganadería*. 2021;(133): p. 28-29.
  50. Guzmán L, Pantoja R, Mayorga N, Unchupaico I, Huamán A. Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiana e higiénica de la leche de vaca producida por rebaños en los Andes peruanos. 2025; 4(1).
  51. Zambrano DV, Pinargote Macías JA, García RI. Caracterización técnica y productiva del sistema bovino lechero de las ganaderías asociadas del Cantón Bolívar de la provincia de Manabí-Ecuador. *FAVE*. 2022; 21(1): p. e0004.
  52. Cisneros J. Usode residuos orgánicos como sustituto parcial de alimentos balanceados sobre la producción y composición de leche bovina en la finca experimental Santa Lucia. Tesis de pregrado, Universidad nacional. Repositorio Institucional UNA.

53. Bustamante J, Vintimilla A, Andrade O, Abad V, Agurto D, López M, et al. Calidad–inocuidad de la leche cruda de vaca que ingresa a centros de acopio de la provincia Cañar–Ecuador, en el contexto de las normativas Latinoamericanas. *Revista Científica FCV-LUZ*. 2023; 33(1): p. e33183.
54. Paredes E. Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda entregada al Centro de Acopio de la Asociación ASOPROPEM, parroquia Sucre, cantón Patate. Proyecto de pregrado. Universidad Técnica de Ambato. Repositorio Institucional UTA.
55. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos. [Online].; 2018.. Disponible en: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento\\_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf).
56. Google Maps. Joseguango Bajo, Cotopaxi, Ecuador. [Online]; 2026. Disponible en: <https://www.google.com/maps/>.
57. GAD Mulaló. Página oficial del Gad Mulaló. [Online].; 2026.. Disponible en: <https://mulalo.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2025/02/PDOT-Mulalo-2024-1.pdf>.
58. GAD Parroquial Rural Joseguango Bajo. Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2023-2027. [Online].; 2025.. Disponible en: <https://joseguangobajo.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2025/04/PDOT-JOSEGUANGO-2023-2027.pdf>.
59. GAD Parroquial Rural de Aláquez. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GADPRA-2024. [Online].; 2024.. Disponible en: <https://alaquez.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2024/12/REGISTRO-OFICIAL-PDYOT-2024.pdf>.
60. Jumbo A, Tunalá A. Estimación del índice de mérito total del Programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la Parroquia Chantilín, Cantón Saquisilí. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.
61. Paredes E. Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda entregada al Centro de Acopio de la Asociación ASOPROPEM, parroquia Sucre, cantón Patate. Proyecto de pregrado. Universidad Técnica de Ambato. Repositorio Institucional UTA.
62. Aymacaña N. Aymacaña Trávez, N. S. (2024). Selección del índice de los caracteres de importancia económica de los animales del programa de mejoramiento genético en bovinos

- del cantón Latacunga en la parroquia de Joseguango bajo. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.
63. Cisneros CF. Calidad composicional higiénica y sanitaria de leche bovina en unidades productivas de pequeños y medianos productores. Tesis de Maestría, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. Repositorio Institucional UPS.
64. Rivera D. Caracterización morfológica y faneróptica del ganado bovino en las unidades de producción del recinto Las Cañas - cantón Lomas de Sargentillo. Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Repositorio Institucional UNESUM.
65. Astudillo DE, Pulla WD. Tendencias productivas y reproductivas del hato lechero en la granja "IRQUIS". Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca. Repositorio Institucional UCUENCA.
66. Villacis JV. Selección de los animales en base a los caracteres de importancia económica en la producción de leche con el objetivo de mejora genética en la parroquia Toacaso. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional UTC.
67. Martínez J, Fontes D, Mazorra CA, Serrano JO, Torres V, Jordán H. Análisis multivariado de fincas ganaderas en la provincia Ciego deávila para su reordenamiento productivo. *Universidad & Ciencia*. 2022; 11(1): p. 116-130.

