



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA
UTC GEN EN LAS PARROQUIAS BELISARIO QUEVEDO Y JUAN
MONTALVO.”**

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

Autor:

Álvarez Capa Diego Raúl

Tutora:

Simancas Racines Alison Cristina.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Álvarez Capa Diego Raúl, con cédula de ciudadanía No. 0503293417, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS BELISARIO QUEVEDO Y JUAN MONTALVO”** siendo el MVZ Mg. Alison Cristina Simancas Racines, Tutora 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, 09 de febrero del 2026

Diego Raúl Álvarez Capa
C.C: 0503293417
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 **ALVAREZ CAPA DIEGO RAUL**, identificado con cédula de ciudadanía **0503293417** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS BELISARIO QUEVEDO Y JUAN MONTALVO”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

Tema: **“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS BELISARIO QUEVEDO Y JUAN MONTALVO”**

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
 - b) La publicación del trabajo de grado.
 - c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
 - d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
 - e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.
- CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

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

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 09 días del mes de febrero del 2026.

Diego Raúl Álvarez Capa

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

EL CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS BELISARIO QUEVEDO Y JUAN MONTALVO”, de Álvarez Capa Diego Raúl, 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, 09 febrero del 2026

MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.
C.C: 0503001000
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Álvarez Capa Diego Raúl, con el título del Proyecto de Investigación: **“SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS BELISARIO QUEVEDO Y JUAN MONTALVO”**, 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, 09 de febrero del 2026

MVZ. Cristian Beltrán Romero, Mg.

C.C: 050194294-0

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

MVZ. Cristina Neptali Arcos Álvarez, Mg.

CC: 180367563-4

LECTOR 2 (MIEMBRO)

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

CC: 1722547278-4

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la carrera de Medicina Veterinaria, por forjar mi camino profesional, y a mis docentes por su invaluable guía.

A mis padres, el pilar de mi vida y mi mayor orgullo. Gracias por sus sacrificios silenciosos, por darme raíces firmes y por enseñarme que con esfuerzo todo es posible. Este logro es el fruto de su amor inagotable y de su confianza ciega en mí; todo lo que soy se lo debo a ustedes.

A mis hermanos, mis primeros y más leales compañeros. Gracias por ser mi red de apoyo, por no dejarme caer jamás y por celebrar cada pequeño paso como si fuera suyo. Su sola presencia me da la fuerza que a veces me falta.

*A mis amigos, la familia que elegí. Gracias por su lealtad inquebrantable, por las largas horas de estudio y por hacer que los días más pesados de esta etapa se llenaran de risas, camaradería y motivación
Y, por último, a mi tutora y guía Ing. Lily Pacheco por su ayuda, paciencia y consejos brindados para el desarrollo de este proyecto.*

Diego Raúl Álvarez Capa

DEDICATORIA

A Cristhian Patricio Álvarez Capa mi hermano, mi mayor ángel. Aunque tu silla esté vacía hoy, tu espíritu guio mis manos y mi mente durante todo este proceso. Gracias por la huella imborrable que dejaste en mi vida; este título lleva un pedazo de tu alma y sé que, desde el cielo, lo estás celebrando conmigo.

A mis padres Manuel Álvarez y María Capa, por ser mi refugio terrenal y el pilar fundamental sobre el cual he construido mis sueños. Gracias por sus sacrificios silenciosos, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por enseñarme el valor del esfuerzo inalcanzable. Me dieron las raíces para mantenerme firme y las alas para volar; este logro es el fruto de todo el amor que han sembrado en mí.

A mis hermanos Mónica, César, Cristhian, mis primeros y más leales compañeros de vida. Gracias por caminar a mi lado, por escuchar mis frustraciones, celebrar mis pequeños avances y ser esa red de seguridad que nunca me dejó caer. Ustedes son mi equipo y la alegría constante que iluminó mis días más grises. A mis amigos, gracias por su lealtad y por aligerar la carga de este proceso.

A mis dos pedacitos de cielo, mis adoradas sobrinas Yamilé y Gianella. Gracias por renovar mis fuerzas con su inocencia, sus risas y su ternura cuando el cansancio me vencía. Ustedes son mi mayor motivación para ser un mejor ejemplo cada día; este triunfo también es para demostrarles que, con amor y esfuerzo, los sueños siempre se alcanzan.

Y a esa persona incondicional que, con su amor silencioso, su paciencia y su comprensión, fue mi sostén en la tierra mientras miraba al cielo para encontrar fuerzas.

Diego Raúl Álvarez Capa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “SELECCIÓN MASAL DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN LAS PARROQUIAS BELISARIO QUEVEDO Y JUAN MONTALVO”.

Autor:

Álvarez Capa Diego Raúl

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad ejecutar un programa de selección masal en bovinos pertenecientes al proyecto UTCgen, desarrollado en las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo. El objetivo principal fue analizar la interacción entre los rasgos genéticos y productivos de los hatos locales, considerando tres indicadores fundamentales: ganancia diaria de peso, producción de leche e impacto económico para el productor. La metodología combinó enfoques cualitativos y cuantitativos. Se realizó trabajo de campo mediante observación directa, diálogo con los ganaderos y revisión de registros productivos individuales. Paralelamente, se aplicó la herramienta genética BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) para estimar con mayor precisión el valor genético real de cada animal, permitiendo diferenciar los efectos heredables de las influencias ambientales. La estrategia implementada fue la selección masal, método basado en la elección de los mejores ejemplares según su fenotipo y desempeño productivo. A pesar de ser un procedimiento tradicional, demostró ser adecuado para sistemas extensivos, debido a su simplicidad y aplicabilidad en condiciones de manejo local. Los resultados evidenciaron una ganancia promedio de peso de 378,29 gramos diarios. En producción lechera, los sistemas con mejor infraestructura alcanzaron entre 9,15 y 13,39 litros por vaca al día, mientras que predios menos tecnificados promediaron 3,16 litros diarios. Además, se confirmó una correlación positiva entre ganancia de peso y producción de leche, lo que respalda la eficacia de la selección masal como herramienta de mejora genética y rentabilidad.

Palabras clave: Selección masal, Método BLUP, Mejoramiento genético bovino, producción láctea, características fenotípicas, rentabilidad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: “MASS SELECTION OF CATTLE FROM THE UTCGEN PROGRAM IN THE PARISHES OF BELISARIO QUEVEDO AND JUAN MONTALVO.”

Author: Álvarez Capa Diego Raúl

ABSTRACT

The purpose of this research project was to implement a mass selection program in cattle belonging to the UTCgen project, developed in the parishes of Belisario Quevedo and Juan Montalvo. The main objective was to analyze the interaction between the genetic and productive traits of local herds, considering three fundamental indicators: daily weight gain, milk production, and economic impact for the producer. The methodology combined qualitative and quantitative approaches. Fieldwork was carried out through direct observation, dialogue with farmers, and review of individual production records. At the same time, the BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) genetic tool was applied to estimate the actual genetic value of each animal more accurately, allowing the heritable effects to be differentiated from environmental influences. The strategy implemented was mass selection, a method based on choosing the best specimens according to their phenotype and productive performance. Despite being a traditional procedure, it proved to be suitable for extensive systems due to its simplicity and applicability in local management conditions. The results showed an average weight gain of 378.29 grams per day. In milk production, the systems with the best infrastructure achieved between 9.15 and 13.39 liters per cow per day, while less technologically advanced farms averaged 3.16 liters per day. In addition, a positive correlation between weight gain and milk production was confirmed, supporting the effectiveness of mass selection as a tool for genetic improvement and profitability.

KEYWORDS: Mass selection, BLUP method, Bovine genetic improvement, Milk production, Phenotypic characteristics, Profitability

INDICE DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. BENEFICIARIOS	3
3.1 Directos:	3
3.2 Indirectos:.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	4
5.1 Objetivo general:	4
o Implementar selección masal de los bovinos del programa UTCgen en las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo	4
5.2 Objetivos específicos:	4
6. ACTIVIDAD Y SISTEMAS DE TAREAS EN BASE A LOS OBJETIVOS.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
7.1 Ganadería en el Ecuador	6
7.2 Ganadería en Cotopaxi	7
7.3 Producción de leche en el Ecuador	7
7.4 Mejoramiento genético.....	7
7.4.1 Genotipo.....	8
7.4.2 Fenotipo	8
7.5 Parámetros genéticos.....	8
7.5.1 Heredabilidad.....	9
7.5.2 Repetibilidad.....	9
7.5.3 Correlaciones genéticas	9
7.6 Variables genéticas.....	10
7.7 Rasgos Económicamente Importantes en la Producción de Leche	10
7.7.1 Densidad de la leche	10
7.7.2 Zoometría.....	10

7.7.3	Altura a la cruz.....	11
7.7.4	Profundidad torácica.....	11
7.7.5	Cinta bovino métrica.....	11
7.7.6	Termo lactodensímetro.....	12
7.8	Método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction).....	12
7.9	Selección masal.....	12
7.10	Selección genómica.....	13
7.11	Respuesta a la selección.....	13
7.12	Mérito genético.....	13
8.	HIPÓTESIS GENERAL.....	14
9.	METODOLOGIA.....	14
9.1	Duración del proyecto.....	14
9.2	Área de estudio.....	14
9.3	Población de estudio.....	15
9.4	Enfoque de Estudio.....	16
9.5	Tipo de estudio.....	16
9.6	Manejo de la investigación.....	17
9.6.1	Ganancia diaria de peso.....	17
9.6.2	Producción de leche.....	18
10.	ANALISIS Y RESULTADOS.....	18
10.1	Distribución de la población.....	19
10.2	CONDICION CORPORAL JUAN MONTALVO.....	22
10.3	Fenotipo de la Ganancia Diaria de Peso (g/día).....	24
10.4	Cualidades genéticas: Fenotipo de Altura a la Cruz.....	26
10.5	FENOTIPO PARA LA LACTANCIA A LOS 305 DÍAS JUAN MONTALVO.....	27
10.6	Cualidades genéticas: Fenotipo de Densidad.....	30
11.	RESPUESTA A LA SELECCIÓN MASAL CON CRITERIOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVOS.....	32
11.1	Respuesta a la selección masal de los mejores animales con EBV de GDP.....	32
11.2	Respuesta a la selección masal los mejores animales en lactancia 305 Días.....	34

12. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y BENEFICIOS POR PRODUCTOR.....	37
13. IMPACTOS	39
13.1 Impacto Social:.....	39
13.2 Impacto Técnico:.....	40
14. Impacto Económico:.....	40
15. CONCLUSIONES.....	41
16. RECOMENDACIONES	42
17. BIBLIOGRAFIA.....	43

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Distribucion de la poblacion por categorias de Belisario Quevedo.....	19
Grafico 2. Descripción de distribución de la población por categorías en la parroquia de Juan Montalvo.....	20
Grafico 3. Condición Corporal en animales de Juan Montalvo.....	22
Grafico 4. Condicion Corporal en animales de Belisario Quevedo.....	22
Grafico 5. Fenotipo de Ganancia de Peso Juan Montalvo.....	24
Grafico 6. Fenotipo de Ganancia de peso Belisario Quevedo	24
Grafico 7. Fenotipo de Altura a la Cruz Juan Montalvo.....	26
Grafico 8. Fenotipo de altura a la Cruz Belisario Quevedo	26
Grafico 9. Fenotipo Predicción de Lactancia a 305 Juan Montalvo.....	28
Grafico 10. Fenotipo Predicción de Lactancia a 305 en Belisario Quevedo	28
Grafico 11. Fenotipo densidad de leche en Juan Montalvo.....	30
Grafico 12. Fenotipo densidad de leche en Belisario Quevedo	31

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Ubicacion de la parraquia Belisario Quevedo	15
Ilustración 2.Ubicacion de la parraquia Juan Montalvo	15

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Selección masal con EBV de GDP en Juan Montalvo	32
Tabla 2. Selección masal con EBV de GDP en Juan Montalvo	33
Tabla 3 Selección masal con EBV de lactancia 305 días en Juan	34
Tabla 4. Selección masal con EBV de lactancia 305 días en Belisario Quevedo.....	35
Tabla 5.Costo de producción de Belisario Quevedo.....	37
<i>Tabla 6.Costo de producción de Juan Montalvo</i>	<i>38</i>

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Selección masal de los bovinos del programa UTCgen en las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo.

Fecha de inicio: Febrero 2025

Fecha de finalización: Agosto 2025

Lugar de ejecución: Parroquias de Belisario Quevedo y Juan Montalvo - Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Universidad Técnica de Cotopaxi

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

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

Equipo de Trabajo:

Tutor/a: MVZ. Alison Cristina Simancas Racines. Mg

Estudiante: Diego Raúl Álvarez Capa

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

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

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoo genéticos.

2. JUSTIFICACIÓN

El sector agropecuario de Cotopaxi tiene en la ganadería lechera a su principal eje dinámico. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la provincia es determinante para la provisión de lácteos en el país (1). Al enfocar el análisis en las parroquias de Juan Montalvo y Belisario Quevedo, queda en evidencia que el ordeño diario no es solo una labor tradicional, sino la base económica que sostiene a la mayoría de los pequeños y medianos productores locales.

El problema que tenemos es el estancamiento productivo, en el sentido de que los últimos estudios han demostrado que los rebaños de la zona son muy reactivos a algunas variaciones ambientales (falta temporal de forraje) y en consecuencia atañe a que el volumen de leche y sobre todo la composición de la leche (2). Sin contar con herramientas de biotecnología reproductiva ni tampoco con una asesoría habitual como la que facilita un técnico agropecuario, los ganaderos mantienen animales con un potencial genético que no es utilizado. Esta limitación reduce drásticamente su competitividad y sus márgenes de ganancia, una situación que se ha vuelto aún más crítica tras las complicaciones económicas que dejó la pandemia (3).

Para revertir este escenario, el presente proyecto propone la aplicación de un modelo de selección masal como estrategia de mejoramiento genético. Se trata de un método accesible y sostenible que permitirá a los productores identificar, dentro de sus propios rebaños, a los ejemplares con los mejores parámetros zootécnicos. Al priorizar la reproducción de vacas con mayor rendimiento lechero, mejores niveles de sólidos lácteos (grasa y proteína) y mayor rusticidad ante enfermedades locales, se busca optimizar la eficiencia de las fincas sin requerir inversiones inalcanzables.

3. BENEFICIARIOS

3.1 Directos:

- Ganaderos asociados al programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTCgen) de las parroquias de Belisario Quevedo y Juan Montalvo, de los barrios Culaguango, Potrerillos, Pusuchisi, Guanailin, Pishicapamba, Juan Pablo Segundo.

3.2 Indirectos:

- Ganaderos productores de leche de bovinos de la parroquia Belisario Quevedo y Juan Montalvo, Investigadores principales del proyecto, requisito previo a la obtención del título de médico veterinario
- Autores principales del estudio, presentado como requisito para la obtención del título profesional de Médico Veterinario.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la provincia de Cotopaxi, y específicamente en el cantón Latacunga, la ganadería bovina es el motor primario de las zonas rurales (4). Las unidades productivas de las parroquias de Juan Montalvo y Belisario Quevedo, la mayoría de ellas, están abocadas a un formato familiar de pequeña o mediana escala, pero el gran esfuerzo físico de los productores se encuentra completamente desbalanceado con la ausencia de planificación técnica a corto y medio plazo.

La principal limitación que se evidenció es la falta de programas de mejora genética formales, es decir, en la actualidad la decisión de cuáles machos cruzar o de cuáles hembras conservar para reemplazo se sostiene sobre costumbres o en la disponibilidad inmediata de un toro, ignorando criterios que son básicos para mejorar la productividad o la adaptación al ambiente. Este hecho hace que la leche que se produce tenga problemas en el cumplimiento de los parámetros de calidad que hoy exige la industria de la transformación.

En el caso particular de Juan Montalvo, el manejo del hato se lleva a cabo en forma completamente empírica. Las visitas a campo demuestran lo que puede considerarse una escasez casi total de registros, tanto de los productores de los animales como de las reproductoras. La situación llega al punto en el que no se miden, ni se van anotando los litros de leche obtenidos a diario, las fechas de celo y/o los partos de cada vaca. Esto implica que el productor desconoce el verdadero mérito productivo de sus animales. Trabajar sin datos lleva a correos de producción muy bajos y a que sea muy difícil que se intente hacer una mejora sistemática de la producción.

En Belisario Quevedo, la limitante es la económica y la de la falta de conocimiento. Los altos costos que impiden a los ganaderos adquirir pajuelas de inseminación artificial de buenas calidades o reproductores probados; a su vez, se les nota un carente conocimiento de qué biotipo de animal se adecuaba mejor al clima y a las pasturas de la zona. Esto genera rebaños frágiles, que pierden peso y producción rápidamente ante cambios climáticos o escasez de alimento (5).

Toda esta cadena de deficiencias técnicas genera una brecha profunda entre lo que exige el mercado lácteo y lo que las fincas locales pueden entregar. La falta de un acompañamiento institucional continuo y la escasa asistencia veterinaria en estos sectores agravan la vulnerabilidad de los ganaderos, un problema que la crisis pos pandemia acentuó gravemente (6). Por consiguiente, es indispensable estructurar un sistema de selección genética que se ajuste a los recursos reales de los productores de Juan Montalvo y Belisario Quevedo, permitiéndoles mejorar sus rendimientos y asegurar la viabilidad de su negocio a futuro.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general:

- Implementar selección masal de los bovinos del programa UTCgen en las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo

5.2 Objetivos específicos:

- Identificar los bovinos de leche con mayores cualidades genéticas en las parroquias del cantón Latacunga.
- Implementar un programa de selección masal basado en criterios genéticos y productivos específicos.
- Evaluar el impacto del programa de selección masal en la rentabilidad de los productores de leche de las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo

6. ACTIVIDAD Y SISTEMAS DE TAREAS EN BASE A LOS OBJETIVOS.

Objetivo 1	Actividad	Metodología	Resultados
Identificar los bovinos de leche con mayores cualidades genéticas en las parroquias de Juan Montalvo y Belisario Quevedo (cantón Latacunga).	Levantamiento de información y caracterización del hato lechero actual.	Obtener los datos de los fenotipos de interés económico de todos los animales dentro del proyecto	Una base de datos completa con el perfil genético y productivo de los bovinos en las parroquias, incluyendo los fenotipos de interés económico.
Objetivo 2	Actividad	Metodología	Resultados
Implementar un programa de selección masal basado en criterios genéticos y productivos específicos.	Diseño y ejecución del programa de selección masal	Aplicación del método blup y tabulación de los datos expuestos en Excel	Registro sistematizado de características fenotípicas empleado en la estimación del material genético

mediante método
"BLUP"

Objetivo 3	Actividad	Metodología	Resultados
<p>Evaluar el impacto del programa de selección masal en la rentabilidad de los productores de leche de las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo.</p>	<p>Monitoreo de indicadores productivos y económicos.</p>	<p>registro ordenado de las variables</p>	<p>Registro de información sobre la rentabilidad de cada productor de las diferentes parroquias</p>

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Ganadería en el Ecuador

La actividad pecuaria trasciende la simple producción de alimentos; es un componente estructural del PIB agropecuario y de la resiliencia económica rural en Ecuador. Su distribución territorial responde directamente a la vocación agroecológica de cada región. En el callejón interandino, la especialización lechera domina el paisaje mediante genotipos europeos, destacando las razas Holstein y Brown Swiss. Contrastando con esto, los ecosistemas tropicales de la Costa y Amazonía aprovechan el vigor híbrido de la genética cebuina para sostener esquemas cárnicos y sistemas de doble propósito (7,8). Los indicadores de eficiencia, sin embargo, revelan falencias crónicas en el sector. La baja carga animal por hectárea, los rezagos en la adopción agrotecnológica y la presión sobre los ecosistemas exigen una transición urgente (9). Optimizar estos parámetros de manejo mediante Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) resulta imperativo para consolidar cadenas de valor sostenibles y mantener la competitividad de los productores (10).

7.2 Ganadería en Cotopaxi

Geográficamente, Cotopaxi funciona como una de las cuencas lecheras más eficientes del país. Las condiciones edafoclimáticas de la altura andina permiten el establecimiento de praderas de alto valor nutricional, el sustrato ideal para hatos de alta genética (predominantemente Holstein Friesian y Brown Swiss) manejados bajo sistemas de pastoreo (11,12). A pesar de esa capacidad propia, la matriz productiva local presenta cierto tipo de vulnerabilidades operacionales. Los índices de conversión y de rentabilidad disminuyen debido a la estacionalidad forrajera, a la elevada dependencia de suplementación ajustada ajena y al retraso en la modernización de la infraestructura de las ordeñas (13). Para mantener la competitividad de la provincia, el extensionismo rural y la asociatividad suponen vías estratégicas, son los mecanismos más adecuados para homogeneizar la calidad de los productos lácteos y para garantizar márgenes económicos viables para el productor ganadero (14).

7.3 Producción de leche en el Ecuador

Producir leche es una de las actividades más representativas del campo ecuatoriano, y más del 70% de esta labor tiene lugar en la Sierra, donde el clima beneficia el confort del ganado. Durante los últimos diez años, el volumen de producción ha ido en aumento, impulsado tanto por un mayor consumo interno como por las mejoras técnicas implementadas en muchas fincas (15,16). No obstante, la realidad del sector es muy desigual. En el país conviven desde pequeñas propiedades tradicionales hasta grandes empresas con tecnología de punta, lo que marca una diferencia enorme en cuánta leche produce cada vaca. Además, el mercado ha evolucionado: las industrias ya no solo compran volumen, sino que exigen calidad nutricional (buenos niveles de grasa y proteína) y estricta higiene. Para motivar este cambio, las empresas procesadoras están aplicando sistemas de pago donde se premia económicamente a los ganaderos que entregan una leche limpia y cumplen con las normas sanitarias (17,18).

7.4 Mejoramiento genético

El mejoramiento genético en los bovinos es, en esencia, la ciencia de elegir a los mejores padres para la próxima generación. Su objetivo es multiplicar los genes que favorecen

características económicas y funcionales en el rebaño (19,20). Con la llegada de la genómica, este campo dio un salto gigante: ya no solo miramos el aspecto del animal o su árbol genealógico, sino que podemos leer su ADN desde que nace para saber si será un reproductor superior (21). Al final del día, la meta no es únicamente sacar más leche o carne, sino criar vacas más sanas, fértiles y longevas, logrando animales que realmente generen ganancias y se adapten a la ganadería moderna (22).

7.4.1 Genotipo

Piensa en el genotipo como el manual de instrucciones oculto en el ADN de un animal, heredado directamente de sus padres. Este código define su verdadero potencial productivo, aunque el ambiente en el que viva será el que decida si ese potencial se cumple o no (23). A los genetistas les interesa buscar variaciones específicas en este código (conocidas como alelos) que marcan la diferencia en temas clave, como los litros de leche, la grasa o la resistencia a enfermedades (24). Como no podemos ver los genes a simple vista, dependemos de análisis de laboratorio. Hoy en día, la tecnología nos permite escanear millones de pequeños marcadores genéticos (SNPs) de un solo vistazo, revolucionando la forma en que predecimos el valor de un ternero apenas llega al mundo (25).

7.4.2 Fenotipo

A diferencia de los genes ocultos, el fenotipo es todo lo que sí podemos ver y medir en una vaca: cuánta leche da, cuánto pesa o qué tan alta es. Es el resultado directo de mezclar su genética con el entorno que la rodea (la comida, el clima, el manejo sanitario) (26, 27). Pero hay que tener cuidado: una vaca que da mucha leche no siempre tiene la mejor genética; a veces, simplemente tuvo la suerte de estar en un establo excelente. Por eso, llevar registros diarios impecables es la base de cualquier programa de cría. Solo con buenos datos podemos separar matemáticamente lo que es mérito de la vaca de lo que es mérito del buen trato del ganadero, permitiendo una selección que de verdad funcione (28).

7.5 Parámetros genéticos

Para saber qué tanto influye la genética en el desempeño de un hato, usamos indicadores llamados parámetros genéticos. Los más importantes son la heredabilidad, la repetibilidad y las correlaciones genéticas; entenderlos es el primer paso para armar un plan de selección eficiente (29, 30). Estos valores no se calculan al azar. Requieren grandes volúmenes de datos y matemáticas avanzadas para separar el efecto de los genes del efecto del ambiente (31). Hacer bien estos cálculos es vital, porque un error aquí nos haría seleccionar a los animales equivocados y perder tiempo valioso. De ahí que la cantidad de los datos registrados para obtener parámetros fiables que guíen las decisiones en un programa de mejoramiento (32).

7.5.1 Heredabilidad

La heredabilidad (representada como h^2) nos dice qué porcentaje de lo que vemos en un animal realmente se transmite a sus crías. Es un valor que va de 0 a 1 y nos indica qué tan rápido avanzaremos si elegimos a los animales solo por su apariencia o producción (33, 34). Por ejemplo, el tamaño de la vaca tiene una heredabilidad alta (cerca de 0.5), lo que significa que padres grandes darán hijas grandes casi con seguridad. En cambio, rasgos como la fertilidad tienen valores bajos (cerca de 0.1), porque dependen muchísimo más de la buena alimentación que de la genética pura. Mejorar estos últimos requiere analizar muchos datos y apoyarse en la genómica. (35)

7.5.2 Repetibilidad

Imagina que una vaca tiene un excelente primer parto. ¿Volverá a ser tan buena en las siguientes lactancias? Eso es lo que mide la repetibilidad (r): qué tan consistente es un animal a lo largo de su vida (36, 37). Si una característica tiene alta repetibilidad, nos da la confianza de que el primer registro de leche es suficiente para saber si la vaca vale la pena a largo plazo. Esto le permite al productor tomar decisiones rápidas, dejando en el rebaño a las mejores y descartando pronto a las menos rentables, acelerando así el ritmo de mejora del hato (38, 39).

7.5.3 Correlaciones genéticas

En la genética animal, a veces cuando intentas mejorar un parámetro, alteras otra sin precisar los resultados finales. Las correlaciones genéticas nos dicen cómo están conectados dos

rasgos distintos (40). El ejemplo más clásico en las lecherías es que, al seleccionar vacas para que den volúmenes extremos de leche, su fertilidad tiende a caer (una correlación negativa) (41). Para evitar esto, los expertos ya no se fijan en un solo número, sino que arman índices de selección balanceados. La idea es buscar un equilibrio para tener vacas muy productivas, pero que también se preñen fácil y se mantengan sanas en el establo (42).

7.6 Variables genéticas

Para que exista la selección, tiene que haber diferencias genéticas entre los animales, y esta variación se divide en varias partes. La estrella principal es la varianza genética aditiva, que son los genes que un padre pasa directamente a su hijo, siendo la base de la cría tradicional (43). Pero hay otras fuerzas operando en el fondo, como la varianza de dominancia (cuando unos genes opacan a otros) y la epistasia (cuando un gen altera el trabajo de un gen vecino). Aunque en el campo solemos enfocarnos en la parte aditiva, entender cómo interactúan todas estas piezas es lo que permite a la ciencia moderna hacer predicciones tan exactas hoy en día (44).

7.7 Rasgos Económicamente Importantes en la Producción de Leche

7.7.1 Densidad de la leche

La densidad nos dice qué tan "pesada" es la leche en función de los sólidos que contiene (grasa, proteína, lactosa y minerales). Lo normal es que marque entre 1.028 y 1.034 gramos por mililitro a una temperatura de 15°C (45). En las plantas procesadoras, esta es la prueba de fuego más rápida para saber si hay problemas. Si la densidad cae demasiado, lo más seguro es que la leche haya sido adulterada con agua; si está muy alta, quizás fue descremada (46). Para medirla se usa un lactodensímetro, y siempre hay que ajustar el resultado según la temperatura del momento para ser justos en la evaluación (47).

7.7.2 Zoometría

La zoometría es, básicamente, usar la cinta métrica para ponerle números al tamaño y forma del ganado (alturas, largos y perímetros) en lugar de depender solo de medidas empíricas del

productor (48). Estas medidas no son por estética; tienen un impacto directo en el desempeño del animal. En las vacas lecheras, la forma de la ubre, la amplitud del tórax o cómo están aplomadas las patas nos hablan genéticamente de cuánta leche van a soportar y cuánto tiempo van a durar sanas (49). Es el complemento ideal para evaluar el hato de forma totalmente objetiva.

7.7.3 Altura a la cruz

Medir la altura a la cruz (desde la parte alta de las paletas hasta el piso) es el estándar mundial para conocer la estructura ósea de un bovino (50, 51). Hace años, la tendencia era criar vacas gigantes, pero la experiencia demostró que eso no siempre es rentable. Hoy en día, los programas genéticos prefieren vacas de tamaño medio. Una vaca excesivamente alta suele tener problemas de longevidad y eficiencia, mientras que una de estatura moderada tiende a ser más rústica, come mejor y produce leche a un menor costo (52).

7.7.4 Profundidad torácica

Esta medida evalúa la distancia desde la cruz hasta la base del pecho, justo detrás de las patas delanteras (53). En términos prácticos, nos dice cuál es la capacidad disponible para almacenar órganos vitales de la vaca. Un pecho profundo significa que hay buen espacio para los pulmones, el corazón y un rumen de gran volumen. Una vaca con esta característica puede ingerir enormes cantidades de forraje, lo cual es indispensable para sostener altas producciones de leche en sistemas de pastoreo (54). Por eso, un pecho profundo es sinónimo indiscutible de fortaleza y capacidad de trabajo (55).

7.7.5 Cinta bovino métrica

La cinta bovino métrica es una herramienta de manejo simple, práctica y económica diseñada para estimar el peso vivo de los bovinos sin necesidad de una báscula. Es una herramienta muy práctica y económica que aprovecha la relación matemática entre el grosor del pecho del animal y su peso real (56). Se pasa alrededor del tórax del animal, ajustándola bien. Estas cintas vienen con los kilos ya calculados en el reverso, muchas veces diferenciando si es ganado de carne

o de leche. Es un método excelente para monitorear el crecimiento de las terneras o revisar la condición del hato en condiciones de campo (57).

7.7.6 Termo lactodensímetro

El termo lactodensímetro es un instrumento de precisión utilizado en la industria láctea para realizar una evaluación rápida y simultánea de dos propiedades físicas clave de la leche: la densidad y la temperatura. Este dispositivo combina ingeniosamente un lactodensímetro (un hidrómetro calibrado para la leche) y un termómetro en una sola unidad de vidrio. La forma de funcionamiento es muy sencilla, ya que al introducir el aparato en una probeta que contiene leche, el lactodensímetro flota a una altura que indica, en su escala graduada, la densidad de la muestra, mientras que el termómetro que lleva incorporado nos da la temperatura en ese momento concreto. Ésta doble medida es indispensable, ya que la densidad de la leche es altamente dependiente de la temperatura. Para conseguir un resultado que pueda considerarse como estandarizado y, por ende comparable, la lectura de densidad observada deberá, a través de tablas de corrección, ser corregida para una temperatura de referencia (normalmente de 15 °C o de 20 °C). Esto permite detectar con fiabilidad posibles adulteraciones con agua o el descremado de la leche (58).

7.8 Método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction)

El BLUP (Mejor Predicción Lineal Imparcial) es el modelo matemático creado por Charles R. Henderson que cambió para siempre la mejora genética (59). Su poder radica en que no evalúa al animal de forma aislada. Para darle un "puntaje" a un reproductor, el BLUP cruza los datos productivos de ese animal con los de todos sus parientes, y simultáneamente, limpia la ecuación de ventajas temporales (como si el hato comió mejor ese año). El resultado es el cálculo más puro que existe sobre lo que realmente heredará a sus crías. Sumándole la información del ADN, hoy esto ha evolucionado al GBLUP, haciéndolo aún más potente y rápido (60).

7.9 Selección masal

La selección masal es la forma más antigua y sencilla de mejorar un rebaño. Consiste en algo muy práctico: seleccionar individuos superiores dentro de una población basándose

principalmente en sus características fenotípicas observables (61). En las producciones lecheras, esto significa criar animales que presentan mejores rendimientos productivos dentro del rebaño. Aunque este método permite mejorar gradualmente ciertas características, su efectividad puede verse limitada por la influencia del ambiente sobre el fenotipo, especialmente cuando no existen registros productivos ni reproductivos adecuados. De todos modos, para productores pequeños sin acceso a tecnologías costosas, sigue siendo una herramienta muy viable (62).

7.10 Selección genómica

La selección genómica es el presente y futuro de las producciones lecheras. En lugar de esperar años a que un ejemplar crezca para ver cuál es el pico de producción láctea, los técnicos leen su ADN usando marcadores moleculares desde que es un ternero (63). Esto acelera increíblemente el ritmo de mejora en el hato. El gran obstáculo es que exige una fuerte inversión económica y equipos especializados. Por ello, en muchas zonas rurales y cantones lecheros como Latacunga su uso aún es reducido, aunque representa una alternativa a futuro para el fortalecimiento del sector lechero (64).

7.11 Respuesta a la selección

La respuesta a la selección se refiere al cambio genético que ocurre en una población como resultado de la selección de individuos con características deseables para la reproducción. Llamamos "respuesta a la selección" a la ganancia real que vemos en la producción lechera, año tras año luego de haber elegido a los mejores reproductores (65). Si el trabajo genético se hace realiza de acuerdo a los parámetros óptimos, esta respuesta será eficiente: vemos generaciones de vacas que producen más leche o se preñan con mayor facilidad. Pero si elegimos de manera empírica como se lo ha llevado durante años o no llevamos buenos registros, el avance será nulo. Por ello, la correcta aplicación de métodos de selección es fundamental para lograr mejoras sostenidas en la productividad y rentabilidad de las explotaciones lecheras. (66)

7.12 Mérito genético

El mérito genético es el valor real que tiene un animal como padre o madre. Nos indica qué características va a heredarle con seguridad a sus crías, separando la genética del simple aspecto físico (67). En la ganadería moderna, este valor no se adivina, se calcula. Lamentablemente, en sistemas rurales tradicionales, a menudo se compra un toro solo porque tiene buen tamaño en ese momento, confundiendo buena alimentación con buena genética. Empezar a medir el mérito genético con criterios técnicos es el salto de calidad que necesitan las explotaciones para ser verdaderamente sostenibles (68).

8. HIPÓTESIS GENERAL

La selección masal genética-productiva aumentará la rentabilidad lechera en Belisario Quevedo y Juan Montalvo.

(H0) La selección masal genética-productiva no impactará la rentabilidad lechera en Belisario Quevedo y Juan Montalvo.

9. METODOLOGIA

9.1 Duración del proyecto

El presente proyecto se realizó durante el periodo comprendido desde febrero hasta agosto del año 2025 en las parroquias de Belisario Quevedo y Juan Montalvo, lo cual pertenecen a la provincia de Cotopaxi ubicadas en el cantón Latacunga

9.2 Área de estudio

La investigación tuvo sede en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo, en los barrios Guanailin, Culaguango, Potrerillos, Pishicapamba, Pusuchisi, Juan Pablo Segundo. El sector de Belisario Quevedo se ubica en las coordenadas geográficas 00 56, 19, de latitud y 780 35, 49, longitud oeste, y el sector de Juan Montalvo ubicada al Oriente de la ciudad se encuentra a una altura de 3111 m.s.n.m. Su climatología variada que puede ser ventoso frio, seco, lluvioso dependiendo de la época del año.

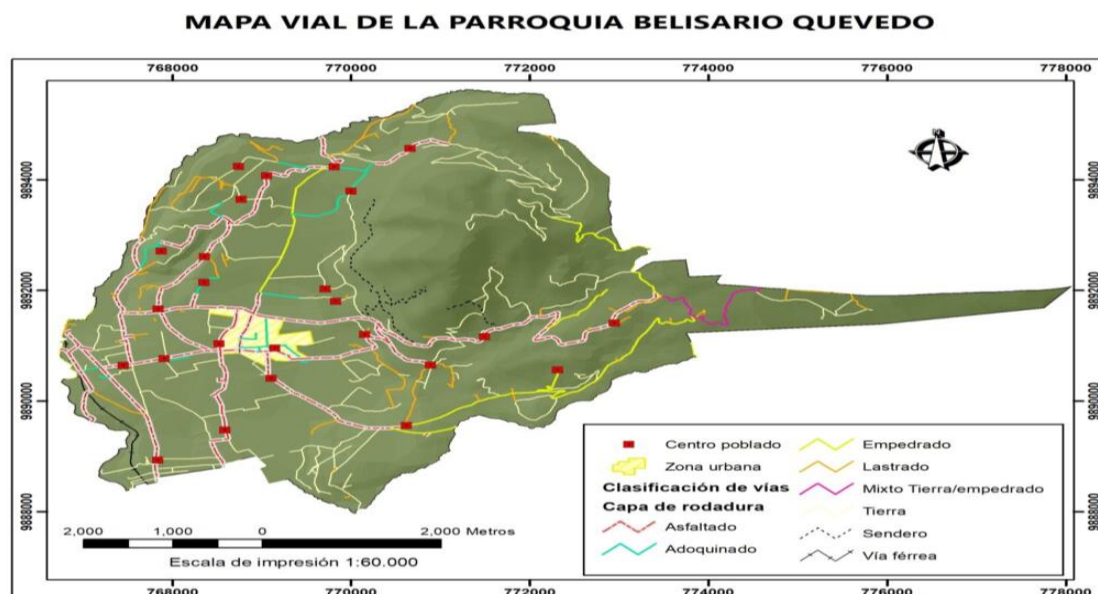


Ilustración 1 Ubicación de la parroquia Belisario Quevedo



Ilustración 2. Ubicación de la parroquia Juan Montalvo

9.3 Población de estudio

El registro de datos de la presente investigación se realizó durante los meses de marzo a mayo del año 2025, en las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo, pertenecientes al cantón

Latacunga. El levantamiento de información se llevó a cabo en el marco del programa UTCgen, con la participación directa de productores locales.

El estudio en la parroquia Belisario Quevedo se llevó a cabo en Potrerillos, Culaguango, Guanailín Juan Pablo Segundo y Pusuchisi, donde fue posible trabajar con una población total de 37 animales, dado que se estableció la categorización de ganado con un resultado de 11 terneras, 2 toretes, 23 vacas y 1 vacona. Seis productores, los que forman parte del programa UTCgen, han hecho parte de esta circunscripción: Amparo Chuqui Lema, Víctor Martínez, Jessica Condorcana, María Elvia Jami, Wilson Maigua y Bertha Maigua.

Por su parte, en la parroquia Juan Montalvo, la investigación se efectuó en los barrios Juan Montalvo y Pusuchisi, donde se registró una población total de 60 animales, distribuidos en 33 vacas, 6 vaconas, 12 terneras, 4 terneros y 5 toretes. En esta zona también participaron seis productores vinculados al programa UTCgen, siendo estos: Víctor Hugo Gallardo, Gloria Gallardo, Gladys Espín, Laura Tapia, María Gallardo, César Gallardo y Wilson Maigua.

La información obtenida en ambas parroquias permitió contar con una base de datos representativa sobre la composición del ganado bovino y las condiciones productivas de los sistemas lecheros locales, lo cual sirvió como insumo fundamental para el análisis del mejoramiento genético del ganado en el área de estudio

9.4 Enfoque de Estudio

El presente proyecto investigativo tiene con finalidad análisis cuantitativo puesto que recolección de datos en los diferentes sectores se podrá realizar un mejor estudio sobre los animales seleccionados en el proyecto de mejoramiento genético y así mejorar la rentabilidad óptima para los productores de las diferentes parroquias.

9.5 Tipo de estudio

Este proyecto investigativo se basa por ser de campo y enfocarse en estudios cuantitativos y cualitativos. Se dice que es de campo ya que es la interacción directa con los productores. El

tema cualitativo se utiliza por que se reflejar la situación actual de los problemas persistentes en los sectores y el tema cuantitativo se usa ya con ello se puede medir con análisis estadísticos.

9.6 Manejo de la investigación

Durante un período de tres meses llevamos a cabo un trabajo cuya piedra angular fue el manejo sanitario del ganado. Para dicho manejo aplicamos medidas de prevención activa, tales como desparasitaciones y vacunaciones necesarias. De forma paralela, el trabajo estuvo destinado a los animales con problemas patológicos. Para evaluar el impacto del manejo sanitario del ganado de manera generalizada hicimos una primera medición detallada. Ésta consistió en una recopilación de datos sobre producción lechera (la cantidad efectivamente recogida y su densidad), en el peso individual de los animales y en el registro de las crías obtenidas. Para obtener una mayor amplitud de datos y a la vez minimizar variabilidad, repetimos este mismo procedimiento de recolección de datos, culminando con un total de tres series de datos recolectados a lo largo de la duración del proyecto.

9.6.1 Ganancia diaria de peso

La ganancia de peso se realizó como primer paso en la evaluación de los animales en todos los productores mediante la utilización de la cinta bovino métrica, las colectas de los datos fueron llevados a cabo 3 ocasiones a lo largo de la investigación.

Para obtener el promedio de la ganancia diaria de peso primero se debe conocer

$$\text{Formula} = ((\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{días entre pesos}) * 1000$$

Primero se resta segundo mes y primer mes, segundo se resta el tercer mes y segundo mes, y se calcula con la formula = PROMEDIO (GDP1; GDP2)

9.6.2 Producción de leche

Para el cálculo de la producción de leche se toma el peso individual de los litros de leche producido en cada uno de sus ordeños, una vez al mes lo cual para el cálculo de dicha producción se utilizó una balanza digital.

Para determinar la predicción de 305 días se debe conocer la fecha de último parto ya que con ello se obtiene la producción láctea.

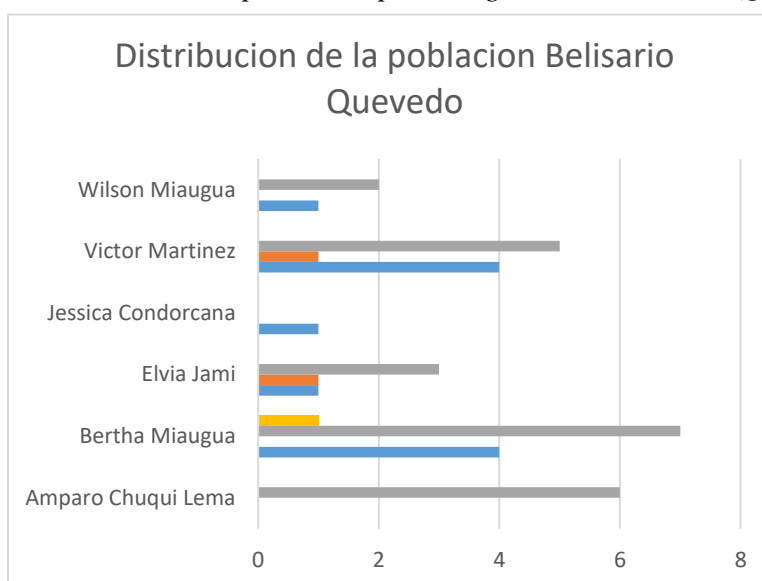
10. ANALISIS Y RESULTADOS

Los promedios nacionales de producción lechera, que superan los 5 millones de litros diarios, evidencian la importancia del sector lácteo en el Ecuador; sin embargo, estos valores no representan la realidad de muchos pequeños productores, quienes enfrentan limitaciones en alimentación, manejo técnico y condiciones ambientales (69). Estudios realizados en sistemas ganaderos de pequeña escala indican que estas restricciones influyen directamente en los niveles productivos alcanzados, generando brechas frente a sistemas más tecnificados, tal como lo señalan Requielme y Bonifaz (2012) en la Sierra ecuatoriana (70).

Ante esta situación, el presente estudio se orientó a la selección de animales adaptados a las condiciones locales con el objetivo de mejorar los promedios provinciales de producción lechera. Con este objetivo, se utilizó el BLUP, que permite una mejor estimación del valor genético de los animales, contemplando información individual y de parentesco, tal y como se lleva a cabo en el trabajo de Meuwissen (2001), donde queda claramente evidente que la técnica BLUP mejora la fiabilidad de la selección genética, y me atrevería a añadir, incluso en sistemas de manejo de la producción con limitaciones en la registración de los datos de producción(71). Por lo tanto, los resultados reflejan que el uso de herramientas de evaluación genética adecuadas a los escenarios locales, puede resultar entonces una alternativa válida para conseguir mejoras progresivas y sostenibles en la producción lechera de pequeños productores.

10.1 Distribución de la población.

Grafico 1. Distribucion de la poblacion por categorias de Belisario Quevedo



En el Gráfico 1 se presenta la composición de la población bovina evaluada en la parroquia Belisario Quevedo, la cual está conformada por 29,7 % de terneras, 5,4 % de toretes, 2,7 % de vaconas y 62,2 % de vacas, representando un total de 37 animales pertenecientes a los productores incluidos en el estudio. Esta información fue obtenida a partir del registro y clasificación directa de los animales durante la recolección de datos en el periodo de 3 meses (marzo a mayo 2025), lo que permitió analizar la estructura del hato según sus categorías productivas y de reemplazo.

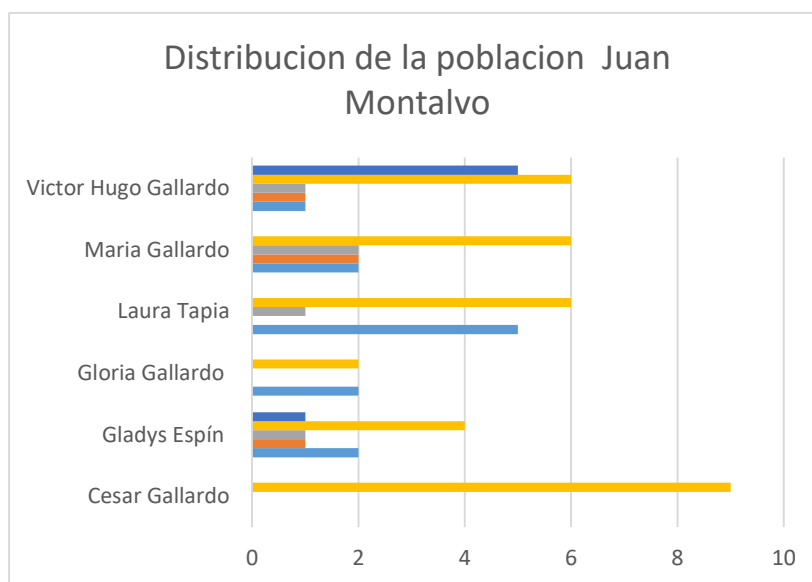
Los resultados revelan que el mayor porcentaje de la población corresponde a vacas en producción (62,2 %), lo cual pone de manifiesto que, en el momento en que se realizó la evaluación, la estructura poblacional favorece la producción de leche. No obstante, al considerar las categorías destinadas al reemplazo, se aprecia que hay un bajo porcentaje de vaconas (2,7 %), lo que podría repercutir negativamente en la reposición de futuras vacas a ser descartadas debido a su edad, problemas de reproducción o sanitarios (enfermedades).

Este comportamiento se encuentra en consonancia con lo que mencionan Requielme y Bonifaz, quienes indican que en pequeños sistemas de producción ganadera es común encontrar hatos ganaderos con una alta proporción de animales en producción y una escasa planificación de los reemplazos, todo lo cual se explica en gran medida por razones económicas y la falta de

asistencia técnica continua. De forma muy similar, Bonifaz et al. indican que una estructura poblacional desequilibrada va a limitar la sostenibilidad productiva del hato a mediano plazo (72).

Asimismo, la presencia de un porcentaje considerable de terneras (29,7 %) y toretes (5,4 %) evidencia que una parte del hato se encuentra en etapas no productivas, lo que implica costos asociados a alimentación y manejo sin un retorno económico inmediato. En función de los datos observados, el análisis del gráfico permite inferir la necesidad de lograr un equilibrio adecuado entre las categorías productivas y de reemplazo del hato, priorizando la disponibilidad de hembras que aseguren la continuidad y estabilidad de la producción lechera en el tiempo, especialmente en sistemas ganaderos de pequeña escala como los evaluados en el presente estudio (73).

Grafico 2. Descripción de distribución de la población por categorías en la parroquia de Juan Montalvo



En el Gráfico 2 se presenta la composición de la población bovina evaluada en la parroquia Juan Montalvo, la cual está conformada por 7 % de terneros, 20 % de terneras, 10 % de toretes, 10 % de vaconas y 54 % de vacas, lo que representa un total de 61 animales pertenecientes a los productores incluidos en el estudio. Esta información fue obtenida mediante el registro y clasificación directa de los animales durante el trabajo de campo, permitiendo analizar la distribución del hato por categorías productivas y de reemplazo.

Los resultados evidencian que más de la mitad del hato está constituido por vacas en producción 54 %, lo cual garantiza un nivel aceptable de producción de leche al momento de la evaluación. No obstante, este valor se encuentra ligeramente por debajo de lo que se considera una distribución óptima en sistemas lecheros ecuatorianos, donde se recomienda que entre 60 % y 65 % del hato esté conformado por vacas en ordeño, con el fin de maximizar la eficiencia productiva y económica del sistema (74).

Relativo a la categoría de reemplazo, la proporción de vaconas 10 % en la parroquia Juan Montalvo se aproxima a lo sugerido para sistemas de producción lechera de pequeña y mediana escala en el Ecuador, donde se recomienda tener entre 12 % y 15 % de hembras de reemplazo, con el propósito de poder reemplazar las vacas que se descartan por edad, problemas reproductivos o sanitarios. Este comportamiento es todavía mejor comparado con el parroquia Belisario Quevedo, la cual tiene un porcentaje de vacunas mucho menor, lo cual limitará el recambio generacional del hato y, por tanto, su sostenibilidad en el mediano plazo.

Sin embargo, el análisis conjunto de las categorías no productivas en Juan Montalvo muestra que el 37 % del hato está conformado por terneros, terneras y toretes, animales que no generan ingresos directos por producción de leche y que incrementan los costos asociados a alimentación y manejo. Esta situación coincide con lo descrito por Bonifaz (2020). Quienes señalan que una elevada proporción de animales no productivos reduce la rentabilidad de los sistemas ganaderos cuando no existe un equilibrio adecuado entre categorías productivas y de reemplazo (75).

Al poner en comparación los resultados con la estructura del hato, el Ecuador sugiere entre 60 a 65 % vacas, 12 a 15 % vaconas y menos del 25 % de animales jóvenes y machos, se clarifica que Juan Montalvo presenta una composición más similar al estándar técnico nacional que el caso de Belisario Quevedo, aunque todavía sigue teniendo una carga de animales no productivos de carácter elevado. Esta diferencia se puede interpretar como que, aunque el centro productivo Juan Montalvo presenta una estructura con un mejor equilibrio, queda aun la tarea de mejorar la estructura del hato con el fin de mejorar la eficiencia económica y la sostenibilidad del sistema lechero.

10.2 CONDICION CORPORAL JUAN MONTALVO

Grafico 3. Condición Corporal en animales de Juan Montalvo

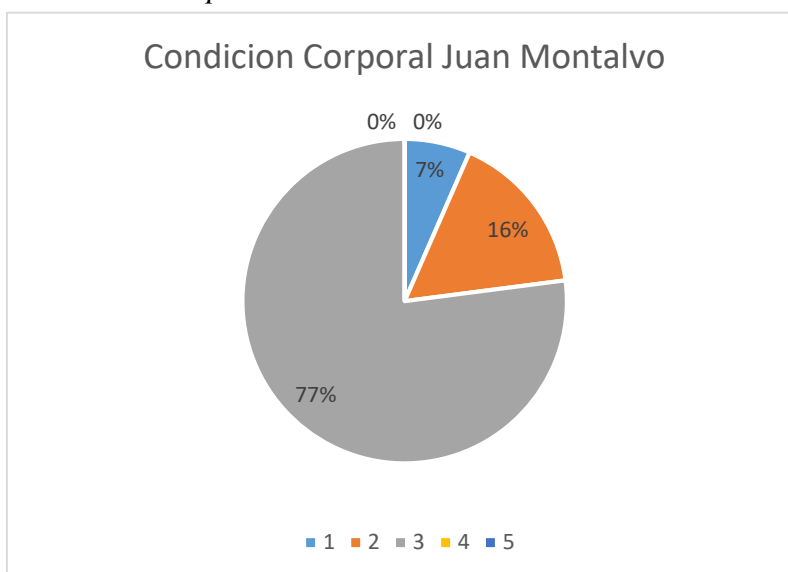
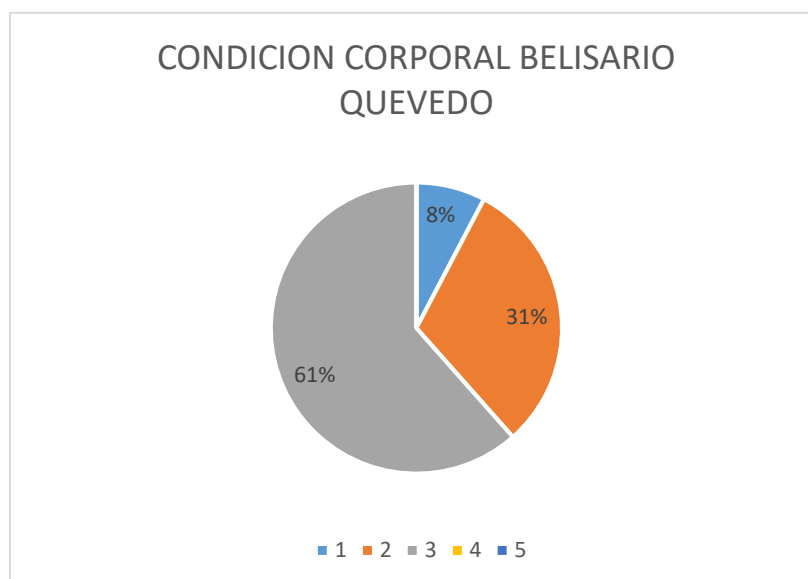


Grafico 4. Condición Corporal en animales de Belisario Quevedo



La condición corporal (CC), evaluada mediante una escala de 1 a 5, constituye un indicador clave del estado nutricional y del potencial productivo y reproductivo del ganado bovino. En sistemas lecheros, se considera que una condición corporal adecuada oscila entre 2,75 y 3,5, ya que este rango permite una buena disponibilidad de reservas energéticas para sostener la

producción de leche y la reproducción sin incurrir en problemas metabólicos asociados al déficit o al exceso de grasa corporal. Valores por debajo de 2,5 suelen asociarse con menor fertilidad y mayor dificultad para mantener la lactancia, mientras que valores por encima de 3,5 pueden relacionarse con mayor incidencia de trastornos metabólicos alrededor del parto (76).

En la parroquia Juan Montalvo, según lo observado en el gráfico 5, el 77 % de los animales presenta una condición corporal cercana al rango óptimo (CC 3), lo que sugiere un manejo alimenticio relativamente equilibrado y una mayor probabilidad de eficiencia reproductiva y productiva. Sin embargo, la presencia de un 23 % de animales con CC entre 1 y 2, valores considerados inferiores al umbral recomendado, evidencia deficiencias nutricionales que pueden limitar la eficiencia reproductiva y la productividad futura del hato si no se ajustan las prácticas de alimentación y manejo.

Por el contrario, en la parroquia Belisario Quevedo, como muestra el gráfico 6, casi el 40 % del hato presenta condición corporal por debajo de 2,5, destacándose un 8 % de animales en estado severo (CC 1). Dicha distribución queda claramente por debajo de los rangos óptimos que se recomiendan para hatos lecheros. Esto viene a confirmar una clara escasez de reservas energéticas y una disminución en la capacidad del animal para mantener los procesos fisiológicos vinculados tanto a la producción como a la reproducción.

Desde una perspectiva comparativa, los resultados obtenidos son coincidentes con los publicados por Garcés-Abadía et al. en 2014, donde se explica que niveles bajos de condición corporal dificultan la reanudación de la actividad ovárica posparto y disminuyen las tasas de concepción, afectando la eficiencia reproductiva. Complementariamente, Maza-Angulo et al. explican que cuando la condición corporal se restringe a valores inferiores a aquellos previamente definidos como óptimos, el organismo del animal da prioridad a procesos que mantienen su estado en lugar de a la reproducción, lo que explica la escasez productiva reflejada en Belisario Quevedo (77).

En comparación con lo ya reportado a nivel nacional, en diferentes estudios técnicos en el Ecuador se muestra que los hatos lecheros eficientes llevan la mayoría de sus animales en un rango

de condición corporal óptimo (2,75–3,5) durante la mayor parte del ciclo productivo, lo que favorece una mejor expresión del potencial genético y reproductivo del ganado. En este sentido, Juan Montalvo se aproxima más a los parámetros técnicos nacionales, mientras que Belisario Quevedo queda por debajo de los estándares recomendados, lo cual evidencia una desventaja nutricional que puede comprometer la sostenibilidad del sistema productivo si no se abordan las prácticas alimenticias y de suplementación (78).

10.3 Fenotipo de la Ganancia Diaria de Peso (g/día)

Grafico 5. Fenotipo de Ganancia de Peso Juan Montalvo

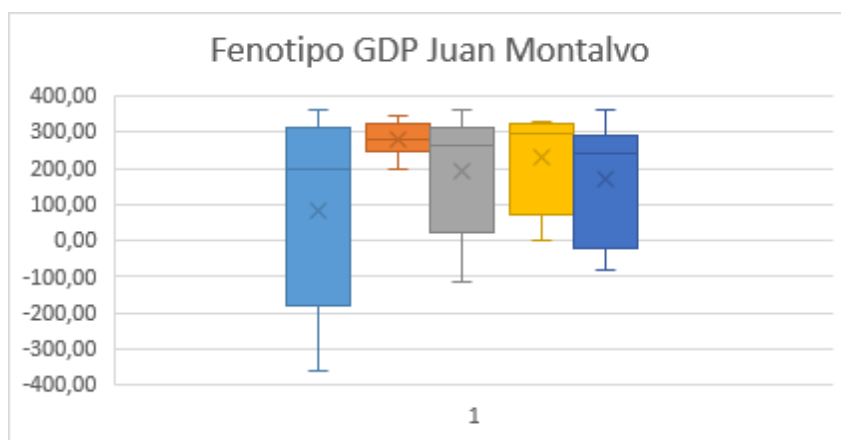
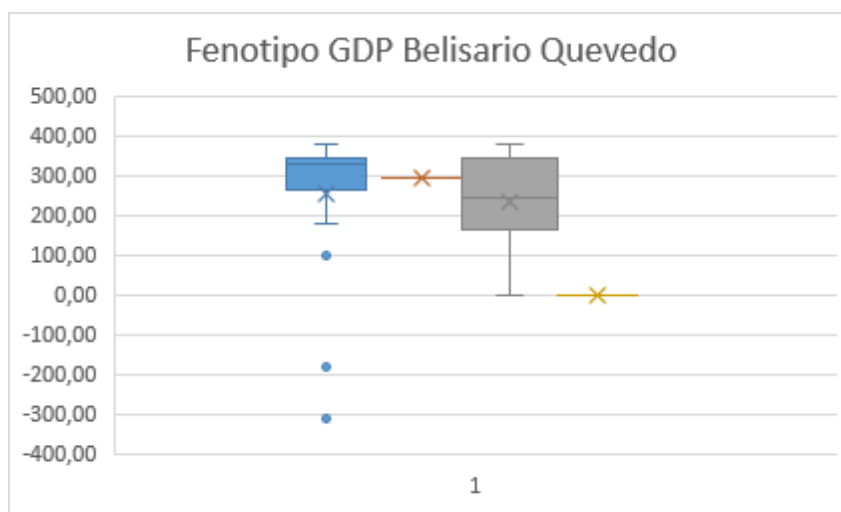


Grafico 6. Fenotipo de Ganancia de peso Belisario Quevedo



En el 5 correspondiente a la parroquia Juan Montalvo se observa una marcada variabilidad productiva entre las categorías evaluadas. En la categoría de vacas, los valores oscilaron entre una ganancia máxima de 361,84 g/día y pérdidas de hasta -361,84 g/día, lo que evidencia diferencias importantes en el estado nutricional y en la respuesta individual de los animales dentro de un mismo sistema de manejo. En las vaconas, las ganancias registradas se ubicaron entre 197,37 g/día y 345,39 g/día, mostrando un comportamiento relativamente más homogéneo. En las terneras se identificaron tanto ganancias positivas como pérdidas de peso, mientras que en los toretes se observaron respuestas productivas contrastantes, con individuos que presentaron ganancias cercanas a los 360 g/día y otros con pérdidas de peso.

Desde una primera perspectiva comparativa, estos resultados coinciden con lo señalado por Requelme y Bonifaz (2012), quienes indican que en sistemas ganaderos de pequeña escala de la región andina ecuatoriana la alta variabilidad en la ganancia diaria de peso suele estar asociada a deficiencias en la planificación alimenticia y a un manejo nutricional poco diferenciado por categoría animal, situación que limita la expresión del potencial de crecimiento, especialmente en vaconas y animales jóvenes (79).

En la parroquia donde se trabajó, Belisario Quevedo, el comportamiento del sistema productivo fue mucho más irregular. En el análisis correspondiente a vacas, se registraron máximas ganancias de 378,29 g/día, pero también mínimas de hasta -312,50 g/día, lo que evoca limitaciones mucho más severas en la disponibilidad de nutrientes y por tanto en el manejo alimenticio, lo que puede explicar el comportamiento del crecimiento de terneras que se registró un crecimiento con mínimos valores de 65,79 g/día, o incluso los terneros en la categoría de los cuales se realizó un análisis estadístico correcto debido a la evasión de la variabilidad de los registros. Este comportamiento deja entrever una mayor vulnerabilidad del sistema productivo de la parroquia de Belisario Quevedo, sobre todo en las categorías de crecimiento.

Para la segunda discusión comparativa, Garcés-Abadía et al. (2014) argumentan que el hecho de obtener determinaciones de ganancias en peso diario que están debajo de las recomendadas para los rangos técnicos, puede ser cierto que constatan un balance energético negativo prolongado, no sólo porque este hecho puede impedir también el crecimiento corporal,

sino porque puede suponer una incapacidad para poder llevar a cabo procesos fisiológicos que son fundamentales y la futura eficiencia reproductiva de estos animales. En este contexto, los valores de GDP observados en ambas parroquias —particularmente en Belisario Quevedo— se sitúan por debajo de los niveles considerados adecuados, lo que confirma que las restricciones nutricionales identificadas pueden afectar la sostenibilidad productiva del hato a mediano plazo (80).

10.4 Cualidades genéticas: Fenotipo de Altura a la Cruz

Grafico 7. Fenotipo de Altura a la Cruz Juan Montalvo

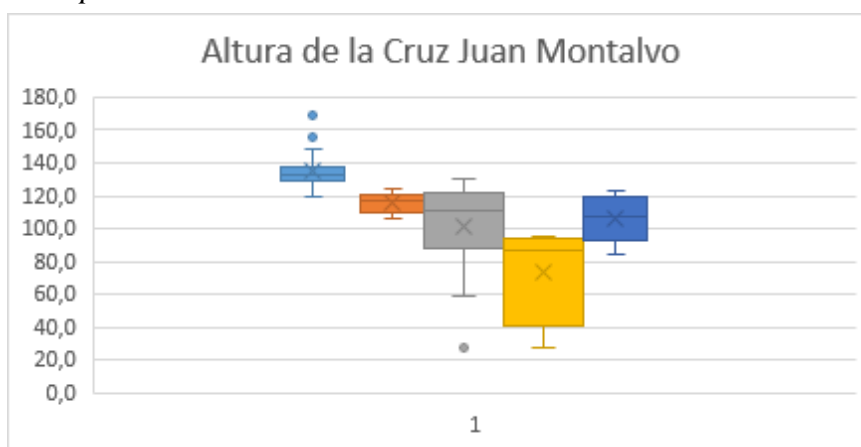
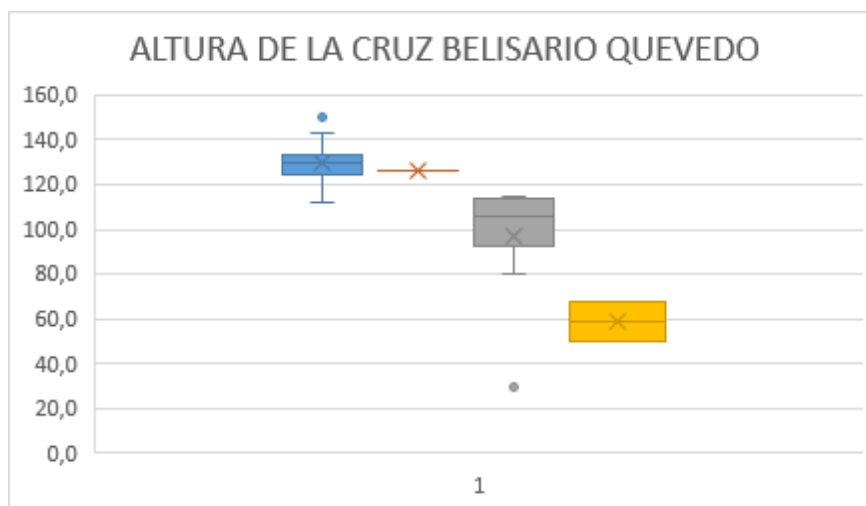


Grafico 8. Fenotipo de altura a la Cruz Belisario Quevedo



En el Gráfico 8, correspondiente a la parroquia Belisario Quevedo, se observa que los terneros tienen una altura a la cruz que oscila entre 50,6 y 68,0 cm con un promedio de 59,3 cm, los toretes promedian 96,9 cm con valores de 80,3 a 114,7 cm, las vaconas presentan un promedio de 126,2 cm, mientras que las vacas fluctúan entre 112,0 y 142,8 cm con un promedio de 129,5 cm y un ejemplar sobresaliente de 150,0 cm; por otro lado, el Gráfico 7 muestra que en la parroquia Juan Montalvo los terneros oscilan entre 27,0 y 95,4 cm con un promedio de 73,8 cm, los toretes promedian 101,0 cm, las vaconas alcanzan un promedio de 116,3 cm con un rango de 106,7 a 130,3 cm, los toros se sitúan entre 84,7 y 123,0 cm, y finalmente las vacas presentan una altura de 120,0 a 148,0 cm con un promedio de 134,8 cm, destacando dos casos excepcionales de 156,0 y 169,0 cm.

Según Quishpe-Cisneros (2022) Estos resultados son coherentes con la literatura técnica para bovinos andinos, donde la superioridad en las tallas máximas registradas en Juan Montalvo sugiere una dieta más equilibrada y forrajes de mejor calidad en comparación con Belisario Quevedo. (81)

10.5 FENOTIPO PARA LA LACTANCIA A LOS 305 DÍAS JUAN MONTALVO

Para saber cuánta leche produce una vaca de forma confiable, se usa un periodo estándar de 305 días. Esto permite conocer no solo el momento del pico de más producción láctea, sino también cuánto produce durante toda la lactancia. Así se obtiene un dato más completo y confiables. Además, la cantidad de leche que produce una vaca está muy relacionada con cuánto peso gana. Esto nos dice qué tan bien convierte el alimento en leche la alimentación de las vacas se basa principalmente en forraje suplementos minerales y, ocasionalmente, concentrados. Cuando un animal alcanza buenos niveles de producción con este tipo de dieta básica, demuestra una alta eficiencia productiva y una adecuada adaptación al entorno en el que se desarrolla.

Grafico 9. Fenotipo Predicción de Lactancia a 305 Juan Montalvo

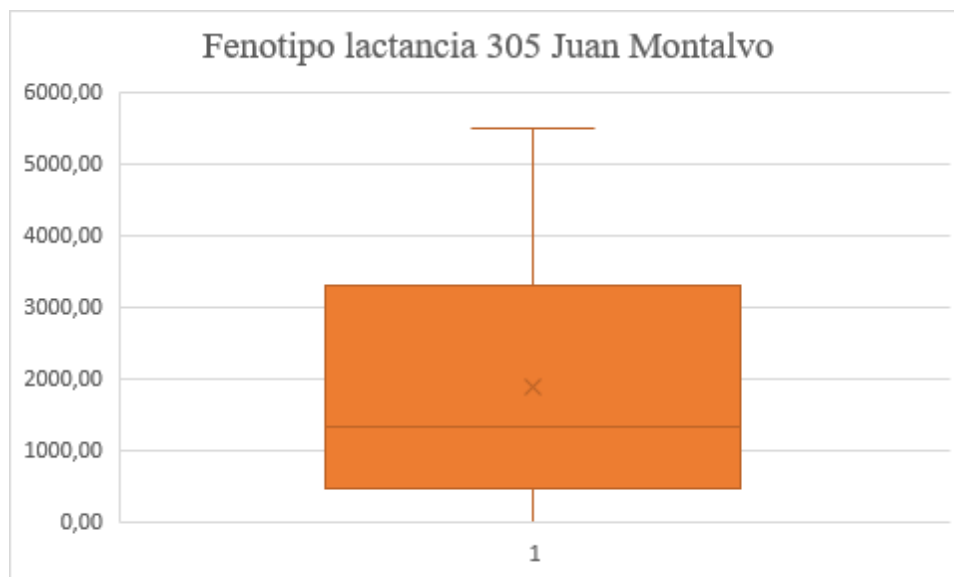
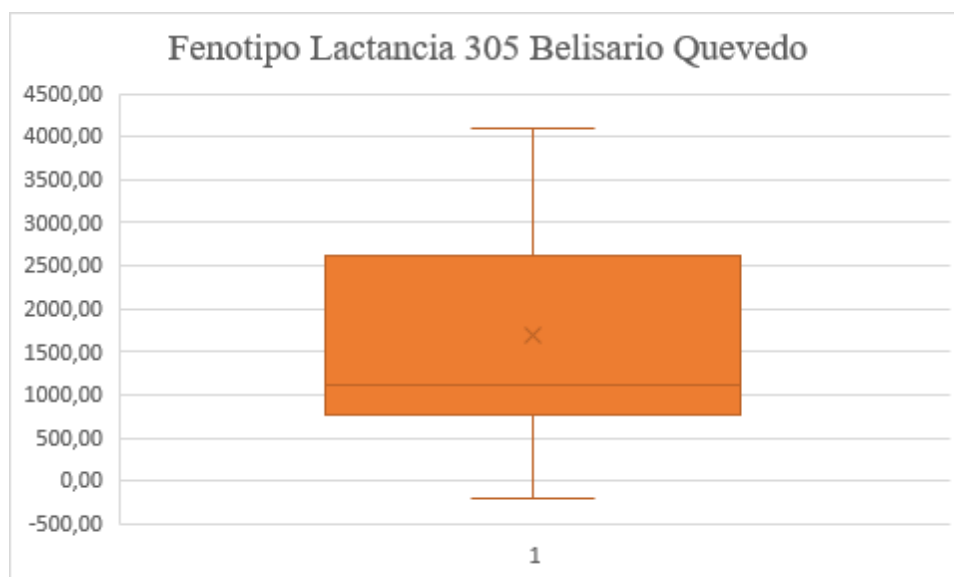


Grafico 10. Fenotipo Predicción de Lactancia a 305 en Belisario Quevedo



En los gráficos (9 y 10) el análisis y comparativa de la producción de leche estandarizada a 305 días de lactancia en los bovinos de las parroquias Juan Montalvo y Belisario Quevedo evidencia diferencias relevantes tanto en el nivel productivo como en la variabilidad fenotípica entre ambas poblaciones. Generalmente los datos testifican que la producción media de leche se

mantiene por debajo de los valores de referencia de bovinos mestizos, pero al mismo tiempo la distribución de los datos nos muestra comportamientos productivos de las Vacas lecheras diferencias entre parroquias.

En la parroquia Juan Montalvo la producción de leche sufre una moderada dispersión, podemos decir que la producción oscila entre unos 9,03 kg de producción mínima y unos 5493,07 kg de producción máxima a los 305 días de lactancia; en este sentido, la variabilidad también indica la presencia de vacas con diferente eficiencia productiva en el hato; así las vacas Fortuna y Bernarda reconocidas como las más productivas se sitúan claramente por encima de la producción media parroquial y EPA, lo que indica además una mejor expresión de su potencial fenotípico. No obstante, lo anterior, la presencia de vacas con producciones bajas (como la vaca Juana) influye negativamente en el promedio general, evidenciando, en la parroquia una falta de homogeneidad productiva.

Al contrario, Belisario Quevedo muestra una mayor amplitud de la varianza observándose unos valores mínimos relativamente bajos, si bien en el extremo máximo de la escala de producciones se sitúan animales con valores que superan a los de Juan Montalvo. Así, la vaca Fortuna se convierte en la vaca con la mayor producción de esta parroquia, con unos valores que rondan los 4086,31 kg, lo que la posiciona como un animal excepcional desde el punto de vista de la producción. En el extremo inferior, la vaca Chiquitina se encuentra con el menor valor que se traduce en un aumento considerable de la varianza interna del grupo.

Al comparar ambas parroquias vemos que Belisario Quevedo tiene animales que tienen más capacidad productiva máxima, mientras Juan Montalvo se encuentra con una distribución más concentrada en valores intermedios. Esta diferencia puede hacer pensar que Belisario Quevedo, aunque tiene animales genéticamente mejores, también tiene una mayor limitación de los valores de producción que difícilmente se verbalizan. En Juan Montalvo, aunque los valores máximos no son tan elevados, nos hemos encontrado con una menor dispersión relativa que puede hacer pensar en mejores condiciones de manejo o en una población más homogénea.

De igual manera, el análisis de los valores centrales - media y mediana - permite deducir que en ambas parroquias hay animales que no logran expresar de forma adecuada su potencial productivo, potencial que podría ir asociado a una situación ajena al componente genético. La existencia de producciones extremadamente bajas unidas a producciones muy altas refuerza la idea de que las condiciones de alimentación, manejo y sanidad alteran en gran medida la respuesta productiva de los animales.

Finalmente, desde una perspectiva de mejoramiento genético, Según Vargas-Burgos (2018) resultados obtenidos en ambas parroquias resaltan la importancia de identificar y conservar los animales superiores, como Fortuna, Bernarda y Fortuna de la parroquia de Belisario, para ser utilizados como base en programas de selección masal. La eliminación progresiva de individuos con bajos rendimientos productivos permitiría reducir la variabilidad no deseada y mejorar de manera sostenida la producción de leche estandarizada a 305 días en los sistemas ganaderos de Juan Montalvo y Belisario Quevedo. (82)

10.6 Cualidades genéticas: Fenotipo de Densidad.

Grafico 11. Fenotipo densidad de leche en Juan Montalvo

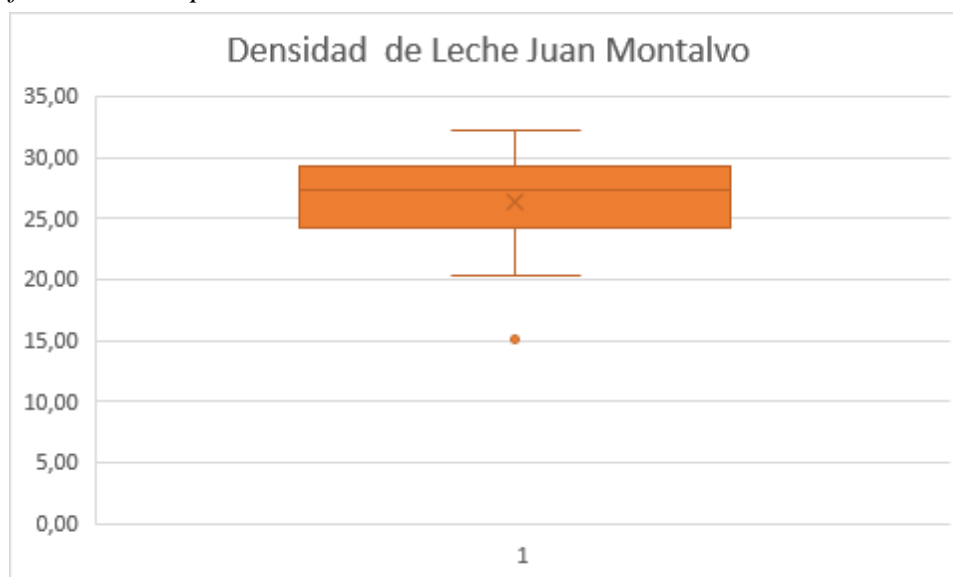
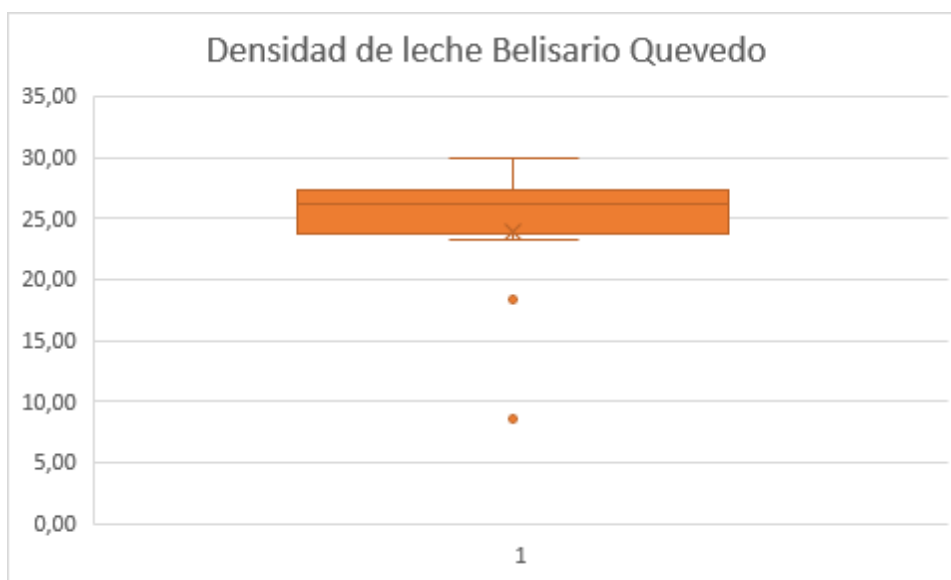


Grafico 12. Fenotipo densidad de leche en Belisario Quevedo



En los sistemas de producción lechera de pequeña escala en Cotopaxi, se ha observado que la densidad de la leche cruda suele ubicarse entre 27 y 30 grados lactodensimétricos (83)

En el grafico (11) se observa que en la parroquia Juan Montalvo, los valores de densidad de leche se concentraron alrededor del promedio del ecuador (26,41), con un rango entre 20,30 y 32,20, lo que indica una variabilidad moderada. El registro de la vaca Bernarda presentaba el mayor valor, mientras que el menor valor estaba relacionado directamente con Valentina 2, mostrando un comportamiento bastante homogéneo dentro del hato.

Por el contrario, en el grafico (12) en Belisario Quevedo, la dispersión de los datos fue mayor, siendo esta de $23,85 (\pm 4,60)$ con un valor más alto de 30,00 y un valor más bajo de 8,67. La vaca Angelina exhibió la mayor producción de leche, mientras que Colorada presentó el menor, lo que pone de manifiesto una menor homogeneidad en cuanto a las producciones (efecto de la alimentación del hato o por el efecto de las vacas individuales).

La comparación entre parroquias, nos muestra que la parroquia de Juan Montalvo posee hasta el momento una mayor homogeneidad en cuanto a la densidad de leche producida, mientras que Belisario Quevedo presenta una mayor variabilidad entre animales. Según Guevara-Freire

(2019) la presencia de individuos con valores altos en ambas parroquias implica un potencial de mejora, especialmente mediante la selección de los animales con los mejores resultados. Mientras que los valores bajos de las vacas muestran que es necesario hacer ajustes en el manejo, o en la crianza del hato para reducir esa variabilidad del sistema. (84)

11. RESPUESTA A LA SELECCIÓN MASAL CON CRITERIOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVOS

11.1 Respuesta a la selección masal de los mejores animales con EBV de GDP

Tabla 1. Selección masal con EBV de GDP en Juan Montalvo

Productor	Animal	Identificación	Categoría	Fenotipo	EBV	Confiabilidad
Laura Tapia	7	Negrita	Vaca	213,82	268,171	0,626
Gladys Espin	11	Maya	Vaca	328,95	224,585	0,626
Gladys Espin	12	Martina	Vaca	312,50	202,770	0,598
Gloria Gallardo	15	Gertrudis	Vaca	361,84	189,205	0,650
Gladys Espin	37	Carla	Vacona	345,39	173,102	0,602
Laura Tapia	8	Viejita	Vaca	230,26	159,175	0,602
Gloria Gallardo	16	Esperanza	Vaca	328,95	155,736	0,606
Gloria Gallardo	43	Cecilia	Tenera	296,05	147,155	0,606
Gloria Gallardo	44	Juana	Tenera	279,61	142,864	0,606
Laura Tapia	35	Salvador	Torete	361,84	142,529	0,602

Tabla 2. Selección masal con EBV de GDP en Juan Montalvo

Productor	Animal	Identificación	Categoría	Fenotipo	EBV	Confiabilidad
Berta Maigua	28	Angelina	Vaca	378,3	44,184	0,523
Amparo Chuquilema	9	Mishell	Vaca	328,9	38,651	0,500
Amparo Chuquilema	13	Sarahi	Vaca	328,9	38,651	0,500
Amparo Chuquilema	12	Pinguina	Vaca	312,5	33,717	0,500
Amparo Chuquilema	8	Micaela	Vaca	312,5	33,717	0,500
Berta Maigua	35	Siete	Vaca	328,9	29,381	0,523
Berta Maigua	30	Estrella	Tenera	328,9	29,381	0,523
Berta Maigua	7	Karina	Vaca	378,3	24,063	0,541
Berta Maigua	37	Susana	Vacona	296,1	19,513	0,523
Berta Maigua	33	Negra	Vaca	296,1	19,513	0,523

El análisis de la selección masal para la Ganancia Diaria de Peso (GDP) en los sectores estudiados muestra que, siguiendo la estrategia de conservar reproductores con mayor EBV, en

Juan Montalvo destaca la vaca Negrita (ID 8 de Laura Tapia) con el valor genético más alto de 268,171, lo que indica un potencial excepcional para transmitir rendimiento a pesar de su fenotipo moderado (213,82 g/día), mientras que Maya (328,95 g/día) y Martina (312,50 g/día) presentan una combinación robusta de fenotipo alto y valores genéticos superiores a 200; por otro lado, en Belisario Quevedo, la vaca con ID 28 de Berta Maigua lidera el grupo con un EBV de 44,184 y un fenotipo de 378,3 g/día, convirtiéndose en la candidata más fuerte para la selección en esa zona, contrastando con el caso de la vaca Karina (ID 7), que pese a tener un fenotipo igualmente alto de 378,3 g/día, posee un EBV menor de 24,063, lo que sugiere que su rendimiento está más influenciado por el ambiente que por su genética; finalmente, las categorías jóvenes como las terneras Cecilia (EBV 147,15) y Juana (EBV 142,86) en Juan Montalvo, junto a la ternera Estrella ID 30 (EBV 29,38) en Belisario Quevedo, aseguran un relevo generacional con bases genéticas sólidas y una exactitud (accuracy) que brinda confianza en la mejora progresiva del hato.(85)

11.2 Respuesta a la selección masal los mejores animales en lactancia 305 Días.

Tabla 3 Selección masal con EBV de lactancia 305 días en Juan

Montalvo

Productor	Animal	Identificación	Categoría	Fenotipo	EBV	Confiability
Cesar Gallardo	25	Fortuna	Vaca	5493,07	1538,0598	0,529
Laura Tapia	8	Viejita	Vaca	4282,71	1195,59	0,567
Cesar Gallardo	26	Juana	Vaca	4129,86	1156,3597	0,529
Laura Tapia	30	Luna	Vaca	3957,45	1108,09	0,529

Victor Gallardo	22	Manuela	Vaca	3744,17	994,47	0,563
Cesar Gallardo	28	Mirry	Vaca	3301,62	924,45	0,529
Maria Gallardo	45	Cachuda	Vaca	2711,54	759,23	0,529
Victor Gallardo	23	Valentin	Vaca	2795	742,37	0,563
Gloria Gallardo	15	Gertrudis	Vaca	2270,77	621,06	0,617
Laura Tapia	7	Negrita	Vaca	679,16	590,368	0,592

Tabla 4. Selección masal con EBV de lactancia 305 días en Belisario Quevedo

Productor	Animal	Identificación	Categoría	Fenotipo	EBV	Confiabilidad
Elvia Jami	15	Negrita	VACA	3922,80	1137,22	0,561
Victor Martínez	2	Fortuna	VACA	4086,31	933,13	0,607
Berta Maigua	6	Rosita	VACA	2282,32	686,42	0,618
Victor Martínez	23	Samanta	VACA	2791,52	637,22	0,596

Victor Martínez	4	Pascualina	VACA	3291,84	635,20	0,607
Amparo Chuquilema	8	Micaela	VACA	2443,17	550,29	0,577
Berta Maigua	28	Angelina	VACA	1111,94	309,22	0,604
Berta Maigua	33	Negra	VACA	1021,30	272,96	0,604
Amparo Chuquilema	11	Mocha 2	VACA	1740,23	269,11	0,577
Victor Martínez	21	Floreana	VACA	1858,42	263,98	0,596

El análisis de la selección para producción de leche basado en el EBV, siguiendo la premisa de Torres et al. (2021) sobre la importancia de elegir madres con alto potencial genético para fijar caracteres deseables a través de las generaciones, destaca en Juan Montalvo a la vaca Fortuna (ID 25) como el ejemplar superior con un EBV de 1538,059 y el fenotipo más alto de 5493,07 kg/lactancia, seguida por Viejita con un EBV de 1195,592 y Juana con 1156,359, lo que las convierte en prioridades absolutas para la reproducción; paralelamente, en Belisario Quevedo, la vaca negrita con (ID 15) de Elvia Jami lidera la zona con un EBV de 1137,2216, superando genéticamente a la vaca fortuna (ID 2) de Víctor Martínez, quien a pesar de mostrar un fenotipo superior de 4086,311 kg, posee un valor genético menor de 933,129, reforzando la idea de que la selección debe basarse en el potencial hereditario y no solo en el rendimiento observable; finalmente, la consistencia en los niveles de exactitud (confiabilidad), que alcanzan valores destacados de 0,618 en la vaca Rosita (ID 6) y 0,616 en la vaca Gertrudis con (ID 15), brinda la seguridad técnica necesaria para asegurar que las futuras crías mantengan o superen el potencial productivo del hato en ambos sectores.(86).

12. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y BENEFICIOS POR PRODUCTOR

Tabla 5. Costo de producción de Belisario Quevedo

Productor	Promedio Litros	Precio de Venta de Litro de leche	Gastos de Leche	Costo de Producción	Ingreso de Venta de Leche	Beneficio
Amparo Chuqui Lema	851,20	0,38	\$258,00	\$0,30	\$323,46	\$65,46
Víctor Martínez	1672,00	0,42	\$1.331,00	\$0,80	\$702,24	-\$628,76
Jessica Condorcana	0,00	0	\$130,00	-	\$-	-\$130,00
María Elvia Jami	760,00	0,41	\$192,00	\$0,25	\$311,60	\$119,60
Bertha Maigua	212,80	0,4	\$110,00	\$0,52	\$85,12	-\$24,88
Wilson Maigua	810,67	0,4	\$286,00	\$0,35	\$324,27	\$38,27

En la parroquia Belisario Quevedo, presenta un escenario de mayor fragilidad económica, donde el Productor Víctor Martínez registra el mayor Promedio de Litros (1672,00) y la mejor Venta de Litro (\$0,42), pero termina con el peor Beneficio de -\$628,76 debido a que sus Gastos de Leche alcanzan los \$1.331,00, elevando su Costo de Producción a \$0,80. La gestión más eficiente la ostenta María Elvia Jami, quien con un Promedio de Litros de 760,00 y una Venta de Litro de \$0,41, logra un Beneficio de \$119,60 gracias a que mantiene sus Gastos de Leche en \$192,00, lo que arroja el Costo de Producción más óptimo de la zona con \$0,25. En el extremo opuesto, Jessica Condorcana refleja una ineficiencia absoluta al no tener Promedio de Litros

producidos (0,00) ya que solo presenta una animal en crecimiento ni Venta de Litro (\$0), pero sí reportar Gastos de Leche por \$130,00, lo que se traduce directamente en un Beneficio negativo de -\$130,00. Otros productores como Amparo Chuqui Lema, Bertha Maigua y Wilson Maigua operan con márgenes estrechos; por ejemplo, Bertha Maigua percibe un Ingreso por Venta de Leche de \$85,12, pero sus Gastos de Leche de \$110,00 generan un Costo de Producción de \$0,52 que supera su precio de venta, resultando en un Beneficio deficitario de -\$24,88.

Tabla 6. Costo de producción de Juan Montalvo

Productor	Promedio Litros	Precio de Venta de Litro de leche	Gastos de Leche	Costo de Producción	Ingreso de Venta de Leche	Beneficio
Victor Hugo Gallardo	1307,20	0,41	\$ 115,00	\$ 0,09	\$ 535,95	\$ 420,95
Gloria Gallardo	273,60	0,4	\$ 18,00	\$ 0,07	\$ 109,44	\$ 91,44
Gladys Espin	91,20	0,36	\$ 317,00	\$ 3,48	\$ 32,83	\$ - 284,17
Laura Tapia	1520,00	0,4	\$ 532,00	\$ 0,35	\$ 608,00	\$ 76,00
Maria Gallardo	1520,00	0,4	\$ 492,00	\$ 0,32	\$ 608,00	\$ 116,00
Cesar Gallardo	2736,00	0,4	\$ 741,00	\$ 0,27	\$ 1.094,40	\$ 353,40

La parroquia Juan Montalvo a partir del análisis de los indicadores se puede afirmar que la estructura productiva es en su mayoría muy fuerte, el Productor Cesar Gallardo tiene el mayor Volumen con un Promedio de Litros de 2736.00, alcanzando el mayor Ingreso por Venta de Leche de \$1,094.40 al comercializar cada unidad a una Venta de Litro de \$0.4, existiendo notoria Eficiencia Operativa en casos como el de Víctor Hugo Gallardo, quien alcanza el mayor Beneficio de \$420.95, gracias a que sus Gastos de Leche de \$115.00 conllevan a un Costo de Producción muy competitivo de apenas \$0.09 por litro. Por el contrario, la sostenibilidad se ve amenazada en el perfil de Gladys Espín, quien a pesar de tener una Venta de Litro de \$0,36, incurre en un Costo de Producción crítico de \$3,62 debido a que sus Gastos de Leche de \$330,00 superan ampliamente su bajo Promedio de Litros (91,20), resultando en un Beneficio negativo de -\$297,17. Finalmente, productoras como Laura Tapia y María Gallardo mantienen un Promedio de Litros idéntico de 1520,00 y una Venta de Litro de \$0,4, pero María logra un mejor Beneficio (\$116,00 frente a \$76,00) al reportar menores Gastos de Leche (\$492,00 vs \$532,00) y, por ende, un Costo de Producción más bajo (\$0,32 vs \$0,35) como menciona García-Hernández (2022) El equilibrio financiero en las pequeñas escalas es delicado. Al no tener el respaldo de una gran producción, factores como la salud o la fertilidad se vuelven críticos; si estos fallan, el costo de mantener la operación termina superando los ingresos rápidamente (87).

13. IMPACTOS

13.1 Impacto Social:

Desde una perspectiva social, el principal aporte de este proyecto es la transferencia directa de conocimientos. En lugar de plantear soluciones temporales, la intervención se enfocó en educar y capacitar a las familias ganaderas de las parroquias involucradas para que dominen los principios básicos del mejoramiento genético. Al asimilar la herencia de la producción animal, el productor adopta un papel mucho más técnico y analítico de su propia explotación, y esta adopción va asociada positivamente a una mejora evolutiva en cadena: al comprender cuál es la verdadera propone funcional del para el manejo del ganado de extensiones lecheras, por lo que mejorará automáticamente sus rutinas diarias (ajuste de las raciones, cumplimiento de los calendarios sanitarios, mejoras en el bienestar animal).

13.2 Impacto Técnico:

A nivel operativo, el proyecto marca un antes y un después en la cultura de la recolección de datos dentro de las unidades productivas. Históricamente, el manejo de la información en estas zonas ha sido empírico o memorístico. Sin embargo, la implementación de este modelo demuestra a los productores que llevar registros exactos de producción (litros diarios) y reproducción (fechas de celo, servicios y partos) es la herramienta más valiosa de la producción. Contar con historiales documentados les permite abandonar las decisiones basadas en la intuición y aplicar criterios de selección técnica mucho más precisos. Además, este monitoreo constante funciona como un sistema de alerta temprana, reduciendo drásticamente las tasas de morbilidad al detectar a tiempo cualquier problema sanitario o reproductivo en las vacas.

14. Impacto Económico:

El fin último de toda mejora técnica en el campo es la rentabilidad, y este proyecto apunta directamente a fortalecer la economía de los ganaderos locales. La estrategia central está en guiar a los productores para conseguir, mediante la selección, estructurar un rebaño con un mérito genético superior (es decir, con vacas que sean muy eficientes desde la ubre y desde la fertilidad). Dado que la venta diaria de leche es el mayor sustento económico de estas familias, incrementar el volumen y mejorar la composición de la leche es necesario. Al tener un producto con parámetros de calidad superiores, el productor tiene más argumento para conseguir un precio justo y competitivo por cada litro de leche que se entrega a las plantas procesadoras.

15. CONCLUSIONES

- La producción de leche durante la lactancia de 305 días en las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo evidencia diferencias importantes en el desempeño productivo individual de las vacas. En Juan Montalvo, se encuentra la vaca Fortuna la cual presentó la mayor producción con 5493.07 kg/lactancia, mientras que Chiquitina registró la producción más baja. En Belisario Quevedo, el mejor desempeño le pertenece a la vaca Fortuna, con 4086.31 kg/lactancia y el valor más bajo es de la vaca Chiquitina
- La ganancia diaria de peso es un indicador relevante dado que muestra el potencial productivo y las condiciones de manejo obteniendo ya los registros donde se encontró variabilidades con pérdidas en la parroquia de Belisario Quevedo con un -312.50 g/día también resultados positivos como la vaca ID 28 de Belisario Quevedo que obtuvo una ganancia de peso de 378.3 g/día. Analizando el valor genético (EBV), se encontró a la vaca Negrita de la parroquia Juan Montalvo como la que tenía el valor genético más alto (268.171), considerando que puede tener un valor como reproductora.
- El análisis de costos y beneficios en las parroquias Belisario Quevedo y Juan Montalvo demuestra que la rentabilidad de los productores se basa en la cantidad de litros producidos y lo que pueden controlar los costos. El productor que tuvo los mejores resultados fue César Gallardo (Juan Montalvo, \$353.40); sin embargo, la rentabilidad puede ver afectada por los altos costos de producción (por ejemplo, el caso de Víctor Martínez en Belisario Quevedo donde se tuvo un resultado de -\$628.76 a pesar de que él tuvo la mayor producción de leche promedio).

16. RECOMENDACIONES

- Para lograr una mejoría notable en la producción de leche, se recomienda implementar un programa de selección y reproducción basado en el mérito genético (EBV), utilizando como reproductoras clave a las vacas Fortuna (en ambas parroquias) y Negrita, identificadas en este estudio con los valores genéticos más altos. Esto permitirá fijar y transmitir los caracteres de alta producción a la siguiente generación.
- Implementar planes nutricionales diferenciados por categoría animal para mejorar la ganancia de peso, con base en los resultados que muestran alta variabilidad desde -312.50 hasta 378.3 g/día. Por ende se debe mejorar la nutrición con pastos como raigrás, alfalfa, avena y una amplia combinación de forrajes locales, dando así prioridad a los animales de baja condición corporal y así evaluar su descarte, puesto que se calcula que un 40%% de los animales esta con una condición menor a 2 y eso es muy influenciado a la ganancia de peso, afecta en su desarrollo
- Desarrollar charlas básicas enfocadas en el control de la hacienda y llevar un registro de sus ingresos y egresos para aumentar la rentabilidad y que sea sostenible enfocándose en los gastos para la producción de leche a los beneficiarios que se encuentren en pérdidas económicas como al señor Víctor Martínez y Gladys Espín.

17. BIBLIOGRAFIA

1. MAG y Agrocalidad inauguran laboratorio para control de calidad de la leche en Cotopaxi. Agrocalidad.gob.ec; 19 abr 2023. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/mag-y-agrocalidad-inauguran-laboratorio-para-control-de-calidad-de-la-leche-en-cotopaxi/>
2. Producción lechera en Cotopaxi se ha reducido en un 50 % por falta de alimentos. EDairyNews Español; 27 sep 2024. Disponible en: <https://es.edairynews.com/produccion-lechera-en-cotopaxi/>
3. Madril Orozco K. Situación actual post pandemia de la ganadería lechera en la parroquia Mulaló del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2023. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10599> Ministerio de Agricultura y Ganadería
4. La selección como estrategia de mejoramiento genético en ganado de leche. Repositorio Agrosavia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/31142>
5. Genomic selection in dairy cattle: Integration of DNA testing into breeding programs. Animal Frontiers. Disponible en: <https://academic.oup.com/af/article/2/1/4/4638584>
6. Review: Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world. Animal (Elsevier). Disponible en: <https://doaj.org/article/bdb6e3fb60ae4b54b0efdc33d6918ca1>
7. (MAG). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2022. Quito: MAG; 2023. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/espac/>
8. Chiriboga-Casanova A, Benítez-Ortiz W. Caracterización de los sistemas ganaderos de doble propósito en la zona costera de Ecuador. Rev. MVZ Córdoba. 2021;26(1): e1987. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682021000100201

9. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El estado de la ganadería en América Latina y el Caribe. Santiago: FAO; 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0662es>
10. Paredes-García J, Avilés-Cevallos S. Sostenibilidad de la producción ganadera en Ecuador: Un análisis desde la política pública. Siembra. 2022;9(1): e3456. Disponible en: <https://revistas.ute.edu.ec/index.php/siembra/article/view/3456>
11. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cotopaxi 2020-2023. Latacunga; 2020. Disponible en: <https://www.cotopaxi.gob.ec/images/PDOT/PDOT-COTOPAXI-2020.pdf>
12. López-Vargas JD, Celi-López FR, Torres-Navarrete AB. Caracterización de los sistemas de producción lechera en la sierra ecuatoriana: caso Cotopaxi. Rev Investig Vet Perú. 2021;32(3):e20234. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172021000300004
13. Ramírez P, Sánchez L. Desafíos y oportunidades para la ganadería lechera en la provincia de Cotopaxi. Ciencia y Agricultura. 2022;19(1):1-12. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/13450
14. Oña-Cisneros F, Valarezo-Galárraga J. Fortalecimiento de la cadena de valor láctea en Cotopaxi a través de la asociatividad. Rev de la Fac de Ciencias Económicas de la Univ de Cuenca. 2021;23(2):55-70.
15. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2023. Quito: INEC; 2024. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2023/Principales_Resultados_ESPAC_2023.pdf
16. Ospina AV, Benítez D, Guarderas C. Análisis de la cadena de valor de la leche en Ecuador. Rev de la Fac de Ciencias Económicas de la Univ de Cuenca. 2021;23(2):55-70.

17. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad). Manual de Buenas Prácticas Ganaderas para la Producción de Leche. Quito: Agrocalidad; 2022. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Manual-BPL-2022.pdf>
18. Vinueza-Villacís D, León-López J. Calidad composicional e higiénica de la leche cruda en sistemas de producción de la sierra ecuatoriana. La Granja. 2020;32(2):83-94. Disponible en: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/32.2020.07>
19. Bourdon RM. Understanding animal breeding. 3rd ed. Waveland Press; 2020.
20. Falconer DS, Mackay TFC. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Routledge; 2019.
21. Hayes BJ, Pryce J, Goddard ME. Genomic selection in animal breeding: a new era in genetic improvement. Nature Reviews Genetics. 2021;22(12):779-93. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41576-021-00392-z>
22. Cole JB, VanRaden PM. Symposium review: The genomic architecture of fertility in dairy cattle. J Dairy Sci. 2022;105(4):3001-12. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(22\)00088-7/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(22)00088-7/fulltext)
23. Griffiths AJF, Wessler SR, Carroll SB, Doebley J. Introduction to genetic analysis. 12th ed. WH Freeman; 2020.
24. Hayes BJ, Pryce J, Goddard ME. Genomic selection: a paradigm shift in animal breeding. Animal Frontiers. 2020;10(1):3-14. Disponible en: <https://academic.oup.com/af/article/10/1/3/5714777>
25. Meuwissen THE, Hayes BJ, Goddard ME. Genomic selection: a paradigm shift in animal breeding. Animal Frontiers. 2020;10(1):3-14. Disponible en: <https://academic.oup.com/af/article/10/1/3/5714777>

26. Falconer DS, Mackay TFC. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Routledge; 2019.
27. Miglior F, Fleming A, Malchiodi F, Brito LF, Baes C, Stothard P. A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2021;104(10):10487-505. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(21\)00473-8/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)00473-8/fulltext)
28. Weller JI, Ezra E. Genetic and environmental sources of variation in milk, fat, and protein production and their interrelationships in Israeli Holsteins. *J Dairy Sci.* 2020;103(5):4467-78. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30172-8/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30172-8/fulltext)
29. Lynch M, Walsh B. Genetics and analysis of quantitative traits. Sinauer Associates; 2018.
30. Mrode RA. Linear models for the prediction of animal breeding values. 3rd ed. CABI; 2014.
31. Al-Samarai FR, Al-Kazaz AM. Estimation of genetic parameters for milk production traits in Holstein cattle. *J Anim Plant Sci.* 2022;32(1):123-30. Disponible en: <https://www.thejaps.org.pk/docs/v-32-01/15.pdf>
32. Toghiani S. Genetic parameters for milk yield and composition in Iranian Holstein cattle using a random regression model. *Arch Anim Breed.* 2021;64(2):331-8. Disponible en: <https://aab.copernicus.org/articles/64/331/2021/>
33. Hill WG. On the contribution of dominance and epistasis to the heritability of quantitative traits. *Heredity.* 2021;126(3):405-19. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41437-020-00388-3>

34. VanRaden PM. Symposium review: Net merit as a measure of lifetime profit—2020 revision. *J Dairy Sci.* 2020;103(6):5227-37. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30283-7/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30283-7/fulltext)
35. López-Romero P, Carabaño MJ, Díaz C. Genetic parameters for milk yield and lactation length in Spanish Holstein cows using a random regression model. *Animals.* 2021;11(3):854. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/3/854>
36. García-Ruiz A, Rincón JC, Montaldo HH. Genetic parameters for milk production traits in Holstein cows in Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2020;11(1):1-13. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242020000100001
37. Kumar A, Singh A, Kumar M, Singh R. Estimation of genetic parameters for first lactation traits in Sahiwal cattle. *Indian J Anim Sci.* 2022;92(5):630-3. Disponible en: <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAnS/article/view/122971>
38. Pryce JE, Haile-Mariam M, Hayes BJ. Symposium review: Breeding for fertility in dairy cows in the genomic era. *J Dairy Sci.* 2022;105(4):2987-3000. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(22\)00087-5/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(22)00087-5/fulltext)
39. Fleming A, Malchiodi F, Brito LF, Corredig M, Baes CF, Miglior F. Symposium review: Genetics and genomics of milk components and processing characteristics. *J Dairy Sci.* 2023;106(5):3485-99. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(23\)00105-0/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00105-0/fulltext)
40. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. *Fundamentals of cheese science.* 2nd ed. Springer; 2017.
41. Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. *Dairy science and technology.* 2nd ed. CRC press; 2020.

42. Organización Internacional de Normalización (ISO). ISO 2446:2018 Milk — Determination of fat content. Ginebra: ISO; 2018.
43. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Federación Internacional de Lechería (FIL). Guía de buenas prácticas de producción lechera. Roma; 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a-i2485s.pdf>
44. Stelwagen K. Milking routine: a review of the science and practice. *J Dairy Sci.* 2022;105(Suppl. 1):154.
45. Penry JF. Symposium review: Improving milking efficiency. *J Dairy Sci.* 2020;103(6):5787-95. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30310-7/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30310-7/fulltext)
46. De la Rosa G, Alarcón-Pulido S, Vanegas J. Importancia de las medidas zootécnicas en la evaluación de bovinos. *Rev Med Vet Zoot Córdoba.* 2020;25(2):1-12.
47. Kern EL, Cobuci JA, Costa CN, McManus CM. Genetic parameters for body and type traits in Holstein cattle in Brazil. *J Dairy Sci.* 2021;104(8):8847-57. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(21\)00345-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)00345-9/fulltext)
48. Parés-Casanova PM. Zoometry as a tool for animal selection: a review. *Ital J Anim Sci.* 2021;20(1):130-45. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1828051X.2021.1884393>
49. International Committee for Animal Recording (ICAR). International agreement of recording practices. Section 2: Conformation Recording of Dairy Cattle. Roma: ICAR; 2022. Disponible en: <https://www.icar.org/wp-content/uploads/2022/06/guidelines-2022-final.pdf>
50. Zavadilová L, Štípková M. Genetic correlations between longevity and conformation traits in Czech Holstein cattle. *Czech J Anim Sci.* 2020;65(3):87-95. Disponible en: <https://www.agriculturejournals.cz/web/cjas/2020/03/9253>

51. Heinrichs AJ, Jones CM, Bailey KM. Monitoring dairy heifer growth. Penn State Extension; 2021. Disponible en: <https://extension.psu.edu/monitoring-dairy-heifer-growth>

52. Sprenger LK, Scholz AM, Mahlkow-Nerge K. Validation of heart-girth tapes to estimate body weight of dairy cows. J Dairy Sci. 2020;103(8):7236-43. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30449-6/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30449-6/fulltext)

53. Rojas-Downing MM, Nejadhashemi AP, Harrigan T, Woznicki SA. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. Climate Risk Management. 2017;16:145-63. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221209631630076X>

54. Gargano A, Llonch P, Lencioni G. A review of the impact of housing and management on the welfare of dairy cattle. Animals. 2021;11(4):948. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/4/948> (Nota: La referencia 3 ya ha sido citada previamente).

55. Henderson CR. Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph; 1984.

56. Misztal I. Complexities of genomic evaluation. J Anim Breed Genet. 2018;135(2):81-2. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jbg.12328> (Nota: La referencia 24 ya ha sido citada previamente).

57. Maza-Angulo J, Correa-Orozco A, Uribe-Velásquez LF. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. Rev Fac Nac Agron Medellín [Internet]. 2017 [citado 2026 ene 14];63(2):8191–8202. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n2/a14v63n01.pdf>

58. Ángel-Castaño M, Garcés-Abadía A. Balance energético negativo y su efecto sobre la producción y reproducción en vacas lecheras. Universidad Cooperativa de Colombia [Internet]. 2014 [citado 2026 ene 14]. Disponible en:

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b3c5e774-616a-4344-b4b2-3d5481685c03/content>

59. Bernués A, Casasús I, Sanz A, Manrique E, Revilla R. Evaluación económica de diferentes estrategias de alimentación de la vaca y el ternero durante las fases de lactación y cebo en ganado vacuno de carne en sistemas extensivos de montaña [Internet]. Zaragoza: Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón; 2003 [citado 2026 Ene 15]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Bernues/publication/236844995>

60. Contero R, Requelme N, Cachipundo C, Acurio D. Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*. 2021;33(1):25–36. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4760/476065991003/476065991003.pdf>

61. Guevara-Freire DA, Montero-Recalde M, Recalde-Moreno C, Quinche-Molina M, Valle-Velástegui L. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Rev Investig Vet Perú* [Internet]. 2019 [citado 15 Ene 2026];30(1):247-255. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000100025

62. Torres-López A, Martínez-García A, Heredia-Nava D. Análisis económico de sistemas de producción de leche en pequeña escala. *Rev Mex Cienc Pecu*. 2021;12(1):45-58. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i1.5123>

63. Requelme N, Bonifaz N. Caracterización de sistemas de producción lechera de la microcuenca del río Machángara, Ecuador. *La Granja: Rev de Cien de la Vida*. 2012;15(1):31-45. Disponible en: <https://doi.org/10.17163/lgr.n15.2012.03>

64. Garcés-Abadía C, Sanz-Parejo J, Sánchez-Guerrero M. Relación entre la condición corporal y la eficiencia reproductiva en vacas lecheras. *Rev Cient Fac Cien Vet LUZ*. 2014;24(2):120-128. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/959/95930752005.pdf>

65. Vargas-Burgos J, Torres-Inga C, Soria-Parra R. Evaluación del potencial productivo y genético de bovinos en la región Sierra del Ecuador. *Rev Inv Vet Perú*. 2018;29(3):845-856. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14774>

66. Guevara-Freire D, Valenzuela-Sánchez R, Albarracín-García F. Calidad físico-química de la leche cruda en centros de acopio de la provincia de Cotopaxi. *Rev Cienc Agr.* 2019;36(1):104-115. Disponible en: <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.102>
67. Quishpe-Cisneros L, Grijalva J, Reyes J. Caracterización fenotípica y biométrica de bovinos criollos en ecosistemas andinos. *Siembra.* 2022;9(1):e3639. Disponible en: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3639>
68. García-Hernández M, Galindo-Vázquez J, Díaz-Zamorano C. Estructura de costos y rentabilidad en la pequeña ganadería lechera de montaña. *Agroproductividad.* 2022;15(4):89-97. Disponible en: <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i4.2145>
69. Maza-Angulo L, Simanca-Sotelo J, Vergara-Garay O. Efecto de la condición corporal sobre el desempeño reproductivo de vacas mestizas. *Rev MVZ Córdoba.* 2015;20(1):4436-4445. Disponible en: <https://doi.org/10.21897/rmvz.40>
70. Bonifaz N, Conlago-Sánchez J. Determinación de parámetros productivos y reproductivos en ganaderías de la Sierra Central. *ACI Avances en Cien e Ingen.* 2016;8(14):12-21. Disponible en: <https://doi.org/10.18272/aci.v8i2.285>
71. Falconí G, Chiriboga C. Situación de la cadena láctea en el Ecuador: Retos y oportunidades. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2020. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/situacion-leche-ecuador/>
72. Caicedo C, Motta P, Erazo A. Evaluación de la ganancia diaria de peso en bovinos bajo pastoreo rotativo. *Rev Amazonía Cien y Tecnol.* 2020;9(1):15-28. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7535132>
73. Ortiz-Cortes M, Rojas-Cabrera H. Selección masal y valores genéticos EBV en programas de mejoramiento bovino. *Rev Colomb Cien Pec.* 2021;34(2):145-158. Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v34n2a03>
74. Saavedra-Montañez G, Rodríguez-Molano C. Composición físico-química de la leche bovina: influencia del manejo y alimentación. *Cienc y Agric.* 2018;15(2):103-115. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n2.2018.8398>
75. Zambrano-Pinargote J, Revilla-Escobar K. Estándares de crecimiento y desarrollo en hembras bovinas de reemplazo. *J Selva Andina Anim Sci.* 2022;9(2):65-78. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812022000200065

76. FAO. Guía para el manejo de la condición corporal en sistemas lecheros de pequeña escala. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb5432es/cb5432es.pdf>
77. Hernández-Reyes J, Ruiz-López F. Estimación de parámetros genéticos para producción de leche a 305 días en ganado Holstein. *Agrociencia*. 2019;53(3):351-364. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952019000300351
78. López-López A, Martínez-Bernal G. Importancia del registro productivo en la eficiencia económica de la ganadería. *Rev Mex Agron*. 2020;46:210-225. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/141/14162586014.pdf>
79. Sánchez-Sánchez G, Espinoza-Villavicencio J. Análisis de la variabilidad del fenotipo en poblaciones bovinas locales. *Arch de Zootec*. 2021;70(270):112-119. Disponible en: <https://doi.org/10.21071/az.v70i270.5487>
80. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2023. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos; 2024. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
81. Agrocalidad. Norma técnica para la calidad de la leche cruda en Ecuador. Resolución 012. Quito: Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario; 2022. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/resoluciones/>
82. Barrera-Mosquera V. Análisis de rentabilidad de la cadena de valor de la leche en la Sierra Central del Ecuador. *Rev Econ y Pol*. 2021;34:45-63. Disponible en: <https://doi.org/10.18272/ep.v34i1.1892>
83. Meza-Bone G, Meza-Bone J. Eficiencia de la selección masal en la mejora de la ganancia de peso. *Rev Cient Tecnol UPSE*. 2019;6(2):12-19. Disponible en: <https://doi.org/10.26423/rctu.v6i2.467>
84. Portilla-López J. Genética cuantitativa aplicada a la producción lechera en zonas altoandinas. *Lat Am Arch Anim Prod*. 2020;28(3):141-152. Disponible en: https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/2784
85. Cifuentes-Méndez J. El ciclo del fósforo y calcio en la lactancia bovina: impacto en la densidad láctea. *Rev Nutr Anim*. 2022;14(2):88-101. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/nutricion>

86. Chiriboga-Morán V, Real-García M. Estructura poblacional y sostenibilidad de los sistemas ganaderos familiares en Cotopaxi. Rev UTCiencia. 2023;10(1):54-68. Disponible en: <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia>