

REPÚBLICA DEL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

**ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS COSTOS DE
ALIMENTACIÓN EN LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN LECHERA
DURANTE EL PERÍODO 2022 AL 2024**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión de
Agroempresas y Agronegocios**

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.

AUTOR: Ing. Diego Fernando Quintana Landeta

DIRECTOR: Ing. Gustavo Adolfo Guerrero Marín MSc.

ASESORA: Ing. Alexandra Antonieta Mena Vásquez MSc.

IBARRA - ECUADOR

2026

DEDICATORIA

A Dios por la vida, salud y trabajo, al Universo y a mi familia por su respaldo y acompañamiento durante todo este proceso, les dedico esta nueva meta, fruto de esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Posgrado y del programa de Maestría en Gestión de Agroempresas y Agronegocios mi más sincero agradecimiento por todo su apoyo en este proceso de formación.

A mi director Magíster Gustavo Guerrero y a mi asesora Magíster Alexandra Mena por su tiempo y dedicación en este trabajo de investigación.

A mi familia por todo su apoyo incondicional en esta etapa de formación personal y profesional.

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 03 de marzo del 2026

MSc. Gustavo Adolfo Guerrero Marín

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA,

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en constancia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

MSc. Gustavo Adolfo Guerrero Marín

C.C. 1719602144



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | |
|----------------------------|---------------------------------|
| NOMBRES Y APELLIDOS | QUINTANA LANDETA DIEGO FERNANDO |

| DATOS DE LA OBRA | |
|------------------------------------|---|
| TÍTULO: | ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS COSTOS DE ALIMENTACIÓN EN LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN LECHERA DURANTE EL PERÍODO 2022 AL 2024 |
| AUTOR: | QUINTANA LANDETA DIEGO FERNANDO |
| FECHA: DD/MM/AAAA | 11/04/2026 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA DE POSGRADO | MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA | MAGÍSTER EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS |
| DIRECTOR | Ing. Gustavo Adolfo Guerrero Marín MSc. |

2. CONSTANCIAS

El autor Ing. Diego Fernando Quintana Landeta manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de abril del año 2026

EL AUTOR:

Firma

Ing. Diego Fernando Quintana Landeta

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA..... | 2 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 3 |
| CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.... | 3 |
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE..... | 5 |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | 7 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 10 |
| RESUMEN..... | 11 |
| ABSTRACT..... | 12 |
| ABREVIATURAS Y SIGLAS..... | 13 |
| CAPÍTULO I..... | 14 |
| 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 14 |
| 1.1 Contextualización del problema..... | 14 |
| 1.2 Identificación de la problemática..... | 16 |
| 1.3 Relación con la literatura y el estado del arte..... | 17 |
| 1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central..... | 18 |
| 1.5 Objetivos..... | 19 |
| 1.5.1 Objetivo general..... | 19 |
| 1.5.2 Objetivos específicos..... | 19 |
| 1.6 Hipótesis..... | 19 |
| 1.7 Variables..... | 19 |

| | |
|--|----|
| 1.8 Justificación de la investigación | 19 |
| CAPÍTULO II..... | 22 |
| 2.1. Marco legal internacional | 22 |
| 2.2. Marco legal nacional | 22 |
| 2.3. Marco referencial del sector lechero en Ecuador | 25 |
| 2.4. Investigaciones previas y estado del arte..... | 27 |
| 2.5. Marco conceptual | 32 |
| 2.6. Marco teórico..... | 34 |
| CAPÍTULO III | 37 |
| 3.1. Enfoque de investigación..... | 37 |
| 3.2. Tipo de investigación..... | 37 |
| 3.3. Nivel de investigación | 37 |
| 3.4. Diseño de investigación..... | 38 |
| 3.5. Descripción del área de estudio | 38 |
| 3.6. Población y muestra..... | 39 |
| 3.7. Criterios de inclusión..... | 39 |
| 3.8. Criterios de exclusión | 39 |
| 3.9. Variables e indicadores del estudio | 40 |
| 3.10. Levantamiento de la línea base productiva del hato lechero | 41 |
| 3.11. Procedimiento de seguimiento técnico | 42 |
| 3.12. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 42 |
| 3.13. Validación y confiabilidad de instrumentos | 44 |
| 3.14. Técnicas de análisis de datos | 44 |
| 3.15. Consideraciones éticas..... | 45 |

| | |
|--|----|
| 3.16. Protocolo..... | 45 |
| CAPÍTULO IV | 46 |
| 4.1. Caracterización técnica y económica del hato..... | 46 |
| 4.2. Resultados de la línea base productiva | 47 |
| 4.3. Resultados después del seguimiento técnico | 47 |
| 4.4. Análisis comparativo antes y después | 49 |
| 4.5. Evaluación del impacto económico del seguimiento técnico | 55 |
| 4.4. Discusión de resultados | 55 |
| 4.5. Análisis crítico..... | 57 |
| CAPITULO V PROPUESTA..... | 59 |
| 5.1. Fundamentación de la propuesta | 59 |
| 5.2. Objetivo de la propuesta | 59 |
| 5.3. Modelo de seguimiento técnico para explotaciones lecheras | 59 |
| 5.4. Estrategias de mejora productiva..... | 66 |
| 5.5. Estrategias de optimización de costos | 69 |
| 5.6. Análisis de viabilidad económica | 72 |
| 5.6. Indicadores de seguimiento y evaluación..... | 72 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 75 |
| 6.1. Conclusiones generales..... | 75 |
| 6.2. Conclusiones por objetivo específico | 75 |
| 6.3. Recomendaciones técnicas y económicas | 76 |
| 6.4. Líneas futuras de investigación | 77 |
| REFERENCIAS | 78 |
| Anexos | 84 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Participación de los costos de alimentación en el costo total por litro de leche como promedio anual | 46 |
| Tabla 2. Margen de utilidad anual, valores promedio. | 48 |
| Tabla 3. Porcentajes de variación de las variables determinadas en el período de estudio. | 49 |
| Tabla 4. Producción mensual de leche y rendimiento promedio en el período de estudio.. | 51 |
| Tabla 5. Detalle de los costos de producción de leche, horizonte mensual en el período de estudio..... | 52 |
| Tabla 6. Impacto de las fluctuaciones del costo del alimento en el margen de ganancia como promedios anuales. | 54 |
| Tabla 7. Diseño técnico por ejes, actividades y resultados esperados. | 61 |
| Tabla 8. Cronograma tentativo para la implementación del modelo..... | 64 |
| Tabla 9. Estrategias de mejora productiva..... | 67 |
| Tabla 10. Estrategias de mejora productiva..... | 70 |

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS
ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS COSTOS DE
ALIMENTACIÓN EN LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN LECHERA
DURANTE EL PERÍODO 2022 AL 2024

Autor: Ing. Diego Fernando Quintana Landeta

Director: Ing. Gustavo Adolfo Guerrero Marín MSc.

Año: 2026

RESUMEN

La producción lechera es una actividad estratégica para el desarrollo socioeconómico del Ecuador; sin embargo, su sostenibilidad depende en gran medida de la eficiencia con la que se gestionan los costos de producción, particularmente los costos de alimentación, que representan un componente significativo dentro de la estructura económica de las explotaciones. El presente estudio analizó el impacto económico de los costos de alimentación en la rentabilidad de una explotación lechera durante el período 2022 al 2024, se utilizó un diseño longitudinal y registros productivos y financieros históricos, se evaluó la participación del alimento balanceado (ABA), las fluctuaciones en precios de insumos y los indicadores de costos totales, márgenes por litro, utilidad anual y relación beneficio/costo. Los resultados muestran que la alimentación representó en promedio el 55 % del costo total por litro, siendo el ABA el rubro con mayor representatividad. En 2023, el incremento del 26,42 % en el costo del ABA generó una reducción del margen por litro de 6,63 % y una reducción del 3,56 % en la utilidad anual. Por su parte, en 2024 la optimización del manejo alimenticio y forrajero permitió la reducción del costo unitario de producción y elevar el margen de utilidad a 41,35 %, el valor más alto del período. La investigación confirma que la rentabilidad no depende únicamente del precio de la leche, sino de la eficiencia técnica y la gestión económica aplicada al sistema alimenticio. Finalmente, se plantearon estrategias de manejo orientadas a mejorar la eficiencia productiva y optimizar los costos de alimentación para fortalecer la sostenibilidad económica de explotaciones lecheras.

Palabras clave: alimento balanceado, explotación lechera, eficiencia económica, alimento balanceado.

ABSTRACT

Dairy production plays a strategic role in Ecuador's socio-economic development. However, its long-term sustainability largely depends on how efficiently production costs are managed, particularly feeding costs, which account for a substantial share of the economic structure of dairy farms. This study examined the economic impact of feeding costs on the profitability of a dairy operation over the 2022–2024 period. A longitudinal design was adopted, drawing on historical production and financial records. The analysis focused on the share of commercial concentrate feed (CCF), fluctuations in input prices, and key financial indicators, including total production costs, margin per liter, annual profit, and the benefit–cost ratio. Findings indicate that feeding expenses accounted, on average, for 55% of the total cost per liter, with commercial concentrate feed representing the most significant component. In 2023, a 26.42% increase in concentrate feed prices led to a 6.63% decline in the margin per liter and a 3.56% reduction in annual profit. By contrast, in 2024, improvements in feeding and forage management reduced the unit cost of production and raised the profit margin to 41.35%, the highest level observed during the study period. The results confirm that profitability does not rely solely on milk prices, but rather on technical efficiency and sound economic management of the feeding system. Finally, the study proposes management strategies aimed at enhancing productive efficiency and optimizing feeding costs in order to strengthen the economic sustainability of dairy farms.

Keywords: commercial concentrate feed, dairy farm, economic efficiency, feeding costs.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

| | |
|------|---|
| ABA | Alimento Balanceado |
| DEL | Días en leche |
| EA | Eficiencia Alimentaria |
| INEC | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos |
| IOFC | Income Over Feed Cost |
| Kcal | Kilocaloría |
| Kg | Kilogramo |
| Km | Kilómetro |
| MAG | Ministerio de Agricultura y Ganadería |
| Mm | Milímetro |
| MS | Materia Seca |
| PV | Peso vivo |
| RFI | Residual Feed Intake |
| UBA | Unidad bovina agropecuaria |
| IPP | Intervalo parto parto |

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Contextualización del problema

En Ecuador, la producción diaria de leche cruda alcanza aproximadamente 6,15 millones de litros, actividad que genera ingresos para cerca de 1,2 millones de personas (Ionita, 2022). Este volumen productivo posiciona al sector lechero como uno de los pilares del sistema agroalimentario nacional y como un componente estratégico del desarrollo rural. Además, las ventas anuales bordean los 1.600 millones de dólares (El Telégrafo, 2021), lo que evidencia su peso dentro de la economía agropecuaria.

En el contexto nacional, la región Sierra concentra el 73% de la producción lechera del país y alberga la mayoría de las industrias procesadoras de lácteos (Pedraza et al., 2015) donde resalta la provincia de Pichincha. Sin embargo, los sistemas de producción lechera (SPL) en Ecuador presentan una marcada heterogeneidad estructural, que va desde pequeñas unidades de subsistencia hasta explotaciones tecnificadas con mayor capacidad de reinversión y rentabilidad. Esta diversidad está condicionada por factores como tamaño de finca, nivel tecnológico, acceso a riego, tipo de alimentación, estructura genética del hato y precios de comercialización (Requelme y Bonifaz, 2012).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, (2025), los datos tabulados del ESPAC 2024, señala que la producción de leche en el Ecuador fue 5.313.943 litros/día, siendo Pichincha la provincia con el 13% de la producción nacional, seguida de Cotopaxi y Chimborazo con el 12% respectivamente y Tungurahua con el 10% de la producción nacional.

En las pequeñas y medianas explotaciones de la Sierra, la producción lechera representa una fuente significativa de ingresos familiares, aunque en muchos casos estos no superan el 40% de la remuneración básica mensual (Franco-Crespo et al., 2019). Por otro

lado, en las grandes explotaciones se estima que esta actividad genera importantes réditos económicos para sus propietarios.

A nivel internacional, la literatura evidencia que la producción lechera enfrenta presiones económicas, ambientales y sociales crecientes debido a factores como el incremento de los costos de alimentación, las crisis sanitarias, las disrupciones en la cadena de suministro y los eventos climáticos extremos que impactan directamente en la rentabilidad de las explotaciones (Febrianto et al., 2025; Rahmani et al., 2023; Tamminen et al., 2024).

En este escenario, la eficiencia técnica y económica se vuelve determinante para garantizar la sostenibilidad del sector (Razzaq et al., 2025; Aminah y Mujahid, 2025).

La alimentación animal es el primer paso para la producción lechera y toda la cadena productiva, los factores externos influyen en los sistemas de alimentación de la producción lechera, una excelente relación entre pasto y alimento forrajero son la clave para un desempeño zootécnico eficiente, donde el objetivo fundamental del manejo de pastizales para productores lecheros en estos sistemas es sincronizar la oferta forrajera según el número de animales en la granja (Delagarde et al., 2024). El pastoreo tiene una serie de desafíos, entre los más importantes: crecimiento forrajero variable, menor consumo diario de pasto por animal, menor rendimiento por animal (Wilkinson et al., 2021).

En la producción lechera el alimento representa entre el 30% y el 70% del costo total de producción, la rentabilidad se ve afectada por los cambios en los alimentos balanceados y la producción de forraje (Beck y Ishler, 2016).

Dentro de la estructura de costos de las explotaciones lecheras, la alimentación del ganado destaca como el componente más significativo, tanto en sistemas pequeños como en explotaciones de mayor escala (Sarica et al., 2022; Ugyen y Luttkhuis, 2020). Por tanto, comprender su incidencia en la rentabilidad resulta fundamental para el análisis económico del negocio lechero.

1.2 Identificación de la problemática

Diversos estudios coinciden en que los costos de alimentación representan el principal rubro dentro del costo total de producción de leche, así tenemos como ejemplo que en Turquía, se determinó que los costos de alimentación alcanzan el 72,86% del costo total de producción (Sarica et al., 2022), mientras que en Bhutan se estimó que el 46,34% del costo total corresponde a alimentación animal (Ugyen y Luttikhuis, 2020), resultados que confirman la alta sensibilidad de la rentabilidad lechera frente a variaciones en los insumos alimenticios.

En el caso ecuatoriano, se ha evidenciado que el uso intensivo de fertilizantes químicos y balanceados comerciales incrementa los costos de producción y reduce la rentabilidad de las fincas (Pedraza et al., 2015), donde los estudios recientes identifican que los desafíos relacionados con la disponibilidad de forraje y el aumento de costos de insumos impactan negativamente la eficiencia productiva, especialmente en pequeños y medianos productores (Almeida et al., 2025).

A nivel internacional, Razzaq et al. (2025) evidencian que la limitada rentabilidad de las explotaciones lecheras en Pakistán está impulsada principalmente por los costos de alimentación, así también crisis sanitarias como la fiebre aftosa provocaron incrementos en los costos (incluyendo suplementación alimenticia) y reducciones significativas en las utilidades, alcanzando caídas de hasta 84% en los beneficios (Febrianto et al., 2025). La pandemia de COVID-19 también generó incrementos en costos de transporte y alimentación, afectando la rentabilidad global del sector (Rahmani et al., 2023).

Además, el incremento de cargas animales sin adecuada gestión nutricional reduce la eficiencia del uso de nutrientes y afecta la sostenibilidad económica (Powell et al., 2010). En este contexto, la baja eficiencia técnica y económica que puede situarse en niveles de 31% de eficiencia económica en ciertos contextos limita la capacidad de optimizar recursos productivos (Aminah y Mujahid, 2025).

La problemática central radica entonces en que la alimentación, siendo el principal componente del costo, presenta alta vulnerabilidad frente a fluctuaciones de precios y

deficiencias en la gestión técnica, comprometiendo la rentabilidad y sostenibilidad económica de las explotaciones lecheras.

1.3 Relación con la literatura y el estado del arte

El estado del arte demuestra que la optimización de la alimentación es una de las principales vías para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad en sistemas lecheros.

Estudios sobre manejo alimenticio de precisión evidencian que la reducción estratégica del contenido proteico en dietas puede disminuir la excreción de nitrógeno, reducir costos y aumentar la rentabilidad, incrementando el ingreso sobre el costo de alimentación (Chase y Fortina, 2023), así también el uso de tecnologías de fenotipado y sensores de precisión permite mejorar la eficiencia alimenticia individual del ganado (Siberski-Cooper y Koltjes, 2022).

En Ecuador, los bancos de proteína se presentan como una alternativa eficiente para mejorar la producción lechera por hectárea, incrementando el rendimiento sin depender exclusivamente de balanceados comerciales (Uvidia-Cabadiana et al., 2024), además la implementación de innovaciones frugales como complejos reguladores de polisacáridos ha demostrado reducir costos de alimentación e incrementar producción (Melnikova y Gilsanz, 2023).

Un factor fundamental del manejo de pastizales para productores lecheros en sistemas extensivos e intensivos es sincronizar la oferta forrajera según el número de animales en la granja (Pandey, 2024). El pastoreo tiene una serie de desafíos, entre los más importantes: crecimiento forrajero variable, menor consumo diario de pasto por animal, menor rendimiento por animal (Wilkinson et al., 2021).

Ecuador demostró tener un costo de producción competitivo por su modelo de producción a pastoreo y alimentos suplementarios, estos representan entre el 51 % y 63 % respectivamente (Fariña y Chilibroste, 2019).

Además, la leche proveniente de vacas en pastoreo tiene un perfil nutricional diferente a la proveniente de sistemas de producción convencional generando un importante potencial de diferenciación y capitalización en el mercado (Moscovici et al., 2021).

Desde una perspectiva sistémica, la intensificación sostenible requiere equilibrar rentabilidad, eficiencia en el uso de recursos y reducción de impactos ambientales (Cortez-Arriola et al., 2016) como estrategia indispensable en un contexto de crecimiento demográfico y cambio climático. Para aquello, existe evidencia de sinergias entre la maximización de rentabilidad y la reducción de costos de alimentación, así como entre la mejora de eficiencia técnica y económica (Razzaq et al., 2025).

No obstante, aunque la literatura internacional ha profundizado en eficiencia técnica, sostenibilidad ambiental y uso de tecnologías, en el contexto ecuatoriano persiste una limitada sistematización del impacto específico de los costos de alimentación sobre la rentabilidad de las explotaciones lecheras, particularmente bajo escenarios de fluctuaciones de precios de insumos.

1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central

Con base en la evidencia revisada, se plantea como argumento central que:

Los costos de alimentación representan el componente más sensible dentro de la estructura económica de las explotaciones lecheras, donde una gestión técnica adecuada, acompañada de decisiones financieras oportunas, puede incidir de manera directa en los márgenes de rentabilidad y en la estabilidad del sistema productivo, sobre todo en escenarios caracterizados por una alta volatilidad en los precios de los insumos.

Desde esta perspectiva, resulta fundamental examinar el peso relativo de la alimentación en el costo total de producción, así como su comportamiento frente a variaciones en el mercado de insumos. En el mismo sentido, la formulación de estrategias orientadas a optimizar estos costos se convierte en un elemento clave para fortalecer la viabilidad económica del sector lechero en el mediano y largo plazo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar el impacto económico de los costos de alimentación en la rentabilidad de una explotación lechera durante el período 2022 al 2024.

1.5.2 Objetivos específicos

1.5.2.1 Determinar la participación de los costos de alimentación en el costo total de producción del litro de leche, determinando su incidencia en la rentabilidad.

1.5.2.2 Analizar el efecto de las fluctuaciones en los precios de los insumos alimenticios en los márgenes de ganancia de las explotaciones lecheras.

1.5.2.3 Proponer estrategias de manejo y optimización de los costos de alimentación que permitan mejorar la eficiencia económica de las explotaciones lecheras.

1.6 Hipótesis

La presente investigación se fundamenta en la hipótesis de que la mejora en la eficiencia alimenticia, mediante prácticas de manejo optimizadas, innovación tecnológica y alternativas forrajeras adaptadas al contexto local, puede incrementar la rentabilidad sin comprometer la sostenibilidad productiva y ambiental.

1.7 Variables

Las variables determinadas en el estudio se relacionan corresponden a variables productivas, económicas y financieras según los objetivos específicos a decir: rendimientos, producción por vaca, costos de producción, costos de alimentación, ingresos, rentabilidad, margen bruto y costo-beneficio, que permitieron analizar el impacto del costo de alimentación sobre la rentabilidad de la explotación lechera durante el período de estudio.

1.8 Justificación de la investigación

La producción lechera constituye una actividad estratégica para el desarrollo económico y social del Ecuador, en este contexto, garantizar la sostenibilidad económica de las explotaciones lecheras resulta fundamental para la estabilidad del ingreso rural y la seguridad alimentaria.

Sin embargo, diversos estudios evidencian que la rentabilidad de las explotaciones lecheras enfrenta importantes limitaciones, en el caso de Ecuador, el uso intensivo de fertilizantes y balanceados comerciales, junto con altos costos laborales, se asocia con incrementos en los costos de producción y disminución de la rentabilidad (Pedraza et al., 2015). Además, los sistemas de producción lechera presentan una marcada heterogeneidad, donde pequeños productores operan bajo economías de subsistencia con limitada capacidad de inversión y tecnificación (Requelme y Bonifaz, 2012; Franco-Crespo et al., 2019).

La literatura internacional confirma que el componente más significativo dentro de la estructura de costos es la alimentación del ganado y adicionalmente, factores externos como crisis sanitarias y disrupciones en la cadena de suministro han demostrado agravar la inestabilidad económica del sector. Estos antecedentes evidencian la necesidad de fortalecer la resiliencia económica del sector lechero frente a escenarios de volatilidad.

Justificación técnica

Desde el punto de vista técnico, la literatura demuestra que existen alternativas viables para mejorar la eficiencia alimenticia y, con ello, la rentabilidad, donde el manejo de alimentación de precisión puede reducir costos y aumentar el ingreso sobre el costo de alimentación (Chase y Fortina, 2023). Asimismo, el uso de bancos de proteína en Ecuador ha mostrado incrementos significativos en la producción lechera por hectárea (Uvidiana-Cabadiana et al., 2024).

Por lo tanto, esta investigación se justifica técnicamente porque permite identificar que prácticas alimenticias generan mayores costos y como su optimización podría influir en la rentabilidad de la finca.

Justificación económica

En el aspecto económico, esta investigación aporta a la determinación real de los costos de alimentación en los costos totales de producción de leche una finca representativa de la parroquia Sangolquí, siendo información básica para entender la relación entre los costos de alimentación y la rentabilidad de una ganadería lo cual permitirá generar estrategias de reducción de costos o manejo productivo en busca de la eficiencia.

Justificación social

La ganadería bovina de leche acoge una población importante a nivel nacional, al fortalecer la rentabilidad de las explotaciones lecheras, favorece a la estabilidad del ingresos de las familias del campo quienes pueden replicar las estrategias de esta investigación según su contexto, en este sentido, analizar el impacto económico de los costos de alimentación contribuye socialmente ya que permite identificar cuáles son los factores que más influyen en la economía familiar de los productores lecheros.

Justificación científica

Para el caso de Ecuador, disponer de esta información es un punto de partida para nuevas investigaciones que apunten a la mejora de la rentabilidad de las explotaciones lecheras en el país, según sus tipologías y contextos geográficos, en este sentido, el estudio se justifica porque genera nuevos datos que pueden ser comparables y pueden servir de base para futuras investigaciones orientadas a mejorar la rentabilidad de las explotaciones lechereas.

CAPÍTULO II

2.1. Marco legal internacional

La FAO (2011), establece directrices técnicas para sistemas de producción lechera sostenibles, para fomentar el uso eficiente de recursos, manejo adecuado de pasturas y mejorara la productividad mediante el seguimiento técnico. El Codex Alimentarius juntamente con FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecen normas internacionales para la calidad e inocuidad de la leche y los productos lácteos influyendo directamente en las prácticas de manejo, seguimiento productivo y comercialización del sector lechero a nivel mundial (Codex Alimentarius Commission, 2025).

La presente investigación también se alinea a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el Objetivo 2. Hambre Cero donde indica en su meta 2.3: “Duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, incluidos los productores de ganado, mediante un acceso seguro y equitativo a los recursos productivos, insumos, conocimientos y oportunidades de mercado” (Naciones Unidas, 2015).

2.2. Marco legal nacional

El Acuerdo Ministerial N° 394 del 13 de noviembre de 2023 establece el precio mínimo de sustentación del litro de leche pagado al productor en finca o centro de acopio, que se encuentra indexado en un 52,4 % al Precio de Venta al Público de la Leche UHT en funda en presentación de 1000 ml. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2025), emitieron el acuerdo interministerial 024, donde informan que a partir del 01 de junio del 2025 el precio oficial del litro de leche será de USD 0,504, aunque ese precio base por litro de leche tiene varios parámetros, como la relación grasa-proteína que otorga una bonificación de USD 0,02/litro; por la certificación del “predio libre de brúcela y tuberculosis” otorga USD 0,01/litro; por certificación de buenas prácticas ganaderas otorga USD 0,02/litro; en el conteo bacteriano total (CBT) se bonifica USD 0,01/litro y por unidades formadoras de colonias (UFC) USD 0,03/litro.

2.2.1. Normativa sanitaria de producción lechera

La normativa sanitaria está liderada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), que establece disposiciones obligatorias para el control sanitario de ganado bovino, prevención de enfermedades, la higiene en la sala de ordeño y manejo adecuado de centros de acopio para asegurar la inocuidad de la leche destinada al consumo humano, particularmente se refiere a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2015 para leche cruda que en sus artículos 4.1, 4.2, 5.1 y 5.2 establecen las condiciones sanitarias adecuadas del ganado, del establecimiento, los procesos de ordeño, manejo del producto y establece los límites mínimos y máximos permitidos de composición química y calidad microbiológica.

2.2.2. Políticas públicas de asistencia técnica

Así también, existen políticas públicas orientadas a fortalecer el desempeño productivo como es la Ley Orgánica de Desarrollo Agropecuario y en su artículo 6 dispone que el Estado debe garantizar asistencia técnica, capacitación y transferencia tecnológica a pequeños productores.

En este sentido, el desempeño del sector lechero ecuatoriano no puede analizarse de manera aislada de la intervención institucional que lo acompaña ya que su evolución productiva ha estado estrechamente relacionada con políticas públicas orientadas al fortalecimiento técnico de las explotaciones, particularmente en lo que respecta a asistencia técnica, transferencia de tecnología y mejora de capacidades productivas. En este escenario, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha asumido un rol relevante en procesos de capacitación, programas de mejoramiento genético y promoción de prácticas sostenibles dentro de las unidades productivas (Almeida et al., 2025).

Más allá de la intervención institucional directa, la literatura evidencia que el capital humano constituye un factor determinante en el desempeño técnico de las explotaciones. Razzaq et al. (2025) señalan que variables como el nivel educativo y la experiencia del productor inciden de forma significativa en la eficiencia técnica, lo que refuerza la necesidad de políticas de extensión agropecuaria que no solo transfieran conocimientos, sino que fortalezcan capacidades de gestión y toma de decisiones.

En contextos de alta incertidumbre, el papel del Estado adquiere mayor relevancia, por ejemplo, durante la pandemia de COVID-19, se evidenció la vulnerabilidad de los sistemas productivos frente a interrupciones en cadenas de suministro y fluctuaciones de mercado. En este sentido, Rahmani et al. (2023) recomiendan la implementación de estrategias de resiliencia sectorial que incluyan acceso a insumos locales, programas de capacitación técnica y mecanismos de apoyo financiero, con el fin de mitigar impactos económicos adversos y preservar la estabilidad productiva.

2.2.3. Normas de calidad de la leche

El cumplimiento de los parámetros de calidad de la leche constituye un elemento central en la competitividad de las explotaciones lecheras, a decir en el caso ecuatoriano, los estándares obligatorios están vinculados tanto a la composición química como a la calidad microbiológica del producto, considerando variables como el contenido de grasa, proteína, células somáticas y recuento bacteriano que se mencionan en la NTE INEN 9:2015.

La NTE INEN 1000:2019 Buenas Prácticas Pecuarias, en el artículo 8 regula el manejo alimenticio del ganado y el artículo 10 obliga a aplicar prácticas de bienestar animal.

La evidencia científica muestra que factores externos pueden alterar significativamente dichos parámetros, así lo demostraron Tamminen et al. (2024), e indicaron que condiciones climáticas extremas influyen en el conteo de células somáticas (SCC), afectando la salud de la ubre y la fertilidad del ganado, lo que repercute de manera indirecta en la calidad del producto y en la estabilidad productiva del hato. De esta forma, la gestión climática y el bienestar animal adquieren una dimensión económica, más allá de su componente sanitario.

En este sentido, la calidad de la leche no puede limitarse al cumplimiento normativo. Se configura como el resultado de una interacción compleja entre alimentación, manejo sanitario, condiciones ambientales y decisiones técnicas que, en conjunto, determinan tanto el posicionamiento comercial del producto como la sostenibilidad económica de la explotación.

2.3. Marco referencial del sector lechero en Ecuador

2.3.1. Importancia económica del sector.

La producción lechera es uno de los pilares del sector agropecuario ecuatoriano, se estima una producción diaria de 6,15 millones de litros de leche cruda, generando ingresos para aproximadamente 1,2 millones de personas (Ionita, 2022), así también el sector genera alrededor de 1.600 millones de dólares anuales en ventas (El Telégrafo, 2021).

En la región Sierra se concentra el 73% de la producción nacional (Pedraza et al., 2015), evidenciando su relevancia territorial en provincias con alta dependencia de la actividad pecuaria.

Desde una perspectiva internacional, la demanda mundial de productos lácteos continúa en crecimiento, proyectándose un incremento del 36% en el consumo global hacia 2024 (El Telégrafo, 2021, citando informe Tetra Pak). Este escenario abre oportunidades de mercado, pero también exige mayor eficiencia productiva para mantener competitividad.

Sin embargo, la estructura agraria y la concentración de tierra condicionan la capacidad de generación de ingresos en pequeñas explotaciones, donde la producción lechera no siempre garantiza estabilidad económica (Franco-Crespo et al., 2019).

Según INEC (2025), el año 2024, el ganado vacuno registró un decrecimiento del 7,7% con relación al 2023; la región Sierra concentra la mayor cantidad de cabezas de ganado con un 53,6% del total nacional, seguida por la Costa con el 37,6%, y la Amazonía con el 8,8%. La producción de leche en la región Sierra es de 4,1 millones de litros, que representa el 77,6% de la producción total, seguido de la región Costa con el 18,6% y la Amazonía con el 3,7.

2.3.2. Problemáticas productivas

La literatura muestra que las explotaciones lecheras enfrentan un conjunto de limitaciones estructurales que inciden directamente en su desempeño técnico y financiero, entre ellas se encuentran los elevados costos de alimentación como uno de los factores más recurrentes y determinantes, debido a su alta participación dentro de la estructura total de costos (Sarica et al., 2022; Ugyen y Luttkhuis, 2020). Esta situación se agrava en contextos

donde existe dependencia de insumos concentrados o importados, lo que expone a los productores a variaciones significativas en los precios.

De manera similar, el uso intensivo de insumos externos constituye otra problemática relevante, ya que incrementa la presión sobre los costos de producción y reduce la autonomía del sistema productivo (Pedraza et al., 2015).

Aminah y Mujahid (2025) señalan que brechas en gestión productiva, manejo nutricional y toma de decisiones inciden en la productividad y en la utilización óptima de recursos, generando pérdidas de eficiencia que se traducen en menores márgenes de rentabilidad.

Así también, las explotaciones lecheras también se ven afectadas por factores externos que escapan al control directo del productor como son las crisis sanitarias, como evidencian Febrianto et al. (2025), pueden alterar significativamente la dinámica productiva, generar restricciones comerciales y aumentar costos asociados a bioseguridad y manejo sanitario. De igual manera, los eventos climáticos extremos impactan tanto en la disponibilidad de forraje como en el bienestar animal y los indicadores productivos, afectando la estabilidad del sistema (Tamminen et al., 2024).

Las cadenas de suministro representan una amenaza adicional, especialmente en escenarios de crisis globales o restricciones logísticas. Rahmani et al. (2023) destacan que estas interrupciones pueden limitar el acceso a insumos estratégicos y generar incrementos inesperados en costos, profundizando la vulnerabilidad económica de las explotaciones.

En Ecuador, los sistemas lecheros presentan deterioro en indicadores de sostenibilidad económica, evidenciando comportamientos generalmente insostenibles (Pedraza et al., 2015).

Además, el incremento en la intensificación mediante mayor compra de concentrados puede generar problemas ambientales y aumentar la dependencia de insumos externos (Cortez-Arriola et al., 2016).

En el mismo sentido, otras problemáticas en la producción lechera son la caída de la producción en temporadas de exceso de lluvias o sequías, costos elevados de insumos, precio al litro de leche, tecnificación y formalización de la comercialización.

2.4. Investigaciones previas y estado del arte

La literatura científica sobre producción lechera evidencia un creciente interés en analizar la relación entre eficiencia productiva, sostenibilidad y rentabilidad económica. Los estudios internacionales coinciden en que la estructura de costos particularmente los costos de alimentación constituyen el principal determinante del desempeño financiero de las explotaciones.

Sarica et al. (2022), al analizar explotaciones de distintos tamaños en Turquía, identificaron que los costos de alimentación representan el 72,86% del costo total de producción, siendo el rubro más significativo donde además demostraron que a medida que aumenta el tamaño de la explotación, los costos por unidad disminuyen y la rentabilidad se incrementa, evidenciando economías de escala.

En el mismo sentido, Ugyen y Lutikhuis (2020) determinaron que el 46,34% del costo total de producción en sistemas lecheros de Bhutan corresponde a alimentación animal, confirmando la importancia de este componente en la estructura de costos.

En contextos asiáticos, Razzaq et al. (2025) analizaron la eficiencia técnica y sostenibilidad económica en explotaciones lecheras de Pakistán, concluyendo que la limitada rentabilidad está impulsada principalmente por los costos de alimentación. Complementariamente, Aminah y Mujahid (2025) determinaron que la eficiencia económica puede situarse en niveles bajos (31%), lo que revela importantes márgenes de mejora en la asignación de recursos.

En el ámbito ecuatoriano, Pedraza et al. (2015) evidenciaron que el uso intensivo de fertilización química y balanceados comerciales incrementa los costos de producción y deteriora los indicadores de sostenibilidad económica, calificando el comportamiento de las unidades productivas como generalmente insostenible.

Por otro lado, investigaciones recientes investigaron alternativas de mejora en la eficiencia alimenticia, así tenemos a Chase y Fortina (2023) quienes demostraron que la reducción estratégica del contenido proteico en dietas puede incrementar el ingreso sobre el costo de alimentación. Por su parte, Uvidia-Cabadiana et al. (2024) evidenciaron que los

bancos de proteína pueden incrementar significativamente la producción lechera por hectárea.

Por tanto, existe consenso en torno a la relevancia del costo de alimentación como variable crítica de la rentabilidad, aunque en el contexto ecuatoriano aún se requiere profundizar en estudios específicos que cuantifiquen su impacto bajo escenarios de fluctuación de precios.

A nivel nacional no se ha encontrado un trabajo de iguales características y enfoque; se documentó información relacionada a la que se va a realizar, con un estudio efectuado por Castro-Muñoz et al. (2020), en la provincia de Pichincha, el 31 % de productores tienen sobre los 1000 litros de leche diarios y el 35 % son producciones inferiores a 300 litros, con un promedio de $15,1 \pm 3,4$ litros por vaca día, con bajo uso de alimentos balanceados y en sistemas de pastoreo intensivo de corta duración, realizan resiembras y cortes de igualación.

2.4.1. Estudios con método longitudinal en explotaciones agropecuarias

En Etiopía se registra un trabajo con data de tres años aplicado a 24 granjas lecheras, mencionando la importancia del método longitudinal para identificar los desafíos productivos de los cuales se pueden desarrollar estudios económicos (Tschopp et al., 2021). De este estudio se tiene que se procesó información usando el método longitudinal con un período de tres años de seguimiento analizando diferencias en genética, manejo y precios dependiendo las zonas.

Se encontró otra investigación en Italia, utilizando el método de análisis multi factorial multivariado, el cual pese a tener alguna familiaridad en términos, se diferencia en el enfoque donde se enfocó en identificar múltiples índices de rentabilidad de las explotaciones lecheras para respaldar la toma de decisiones a corto plazo en el proceso de alimentación del ganado (Wang et al., 2021).

Los estudios longitudinales permiten analizar la evolución dinámica de indicadores productivos, económicos y de sostenibilidad a lo largo del tiempo, proporcionando una visión más integral del desempeño de las explotaciones.

En una unidad de producción lechera en Ecuador, Pedraza et al. (2015) realizaron un seguimiento de diez años evaluando indicadores técnicos, ambientales, económicos y sociales, los resultados mostraron que, aunque ciertos indicadores como la eficiencia energética mejoraron, la sostenibilidad económica presentó deterioro progresivo.

De manera similar, Tamminen et al. (2024), mediante un análisis mixto que combinó datos mensuales entre 2016 y 2019 con entrevistas a productores, identificaron tendencias estacionales en parámetros como el conteo de células somáticas y fertilidad, asociados a eventos climáticos extremos.

2.4.2. Estudios sobre costos de producción y rentabilidad

En este componente se identificó investigaciones como la de Sarica et al. (2022) quienes aplicaron análisis de costos diferenciados por tamaño de explotación, identificando que el aumento del número de animales reduce costos unitarios y mejora el beneficio neto, donde la alimentación fue el principal determinante del costo total.

En otra investigación, Aminah y Mujahid (2025) utilizaron Análisis Envolvente de Datos (DEA) y regresión Tobit para evaluar eficiencia técnica, asignativa y económica, complementando el estudio con indicadores como margen bruto, ingreso neto y relación beneficio-costos (BCR).

Por su parte, Razzaq et al. (2025) combinaron presupuestación agrícola con DEA, evidenciando que explotaciones con menores costos de alimentación presentan mayores márgenes de ganancia, aunque no necesariamente mayor eficiencia técnica.

También, Nicholson et al. (2024) analizaron el impacto económico de incorporar soya alto oleico en la dieta, utilizando el indicador “Milk Income Less Feed Costs” (MILFC), y demostraron que pequeñas modificaciones en la dieta pueden generar incrementos significativos en rentabilidad.

Chase y Fortina (2023) reportaron que el manejo preciso de nutrientes incrementó el ingreso sobre el costo de alimentación en 137 dólares por vaca por año en ciertos sistemas productivos.

2.4.3. Teorías que respaldan el estudio

La industria láctea viene trabajando en maximizar la producción de leche con el objetivo de bajar los costos de producción descuidando la eficiencia biológica que es afectada por varios factores fisiológicos, digestivos, metabólicos, genéticos y nutricionales. Esta eficiencia biológica suele medirse mediante la eficiencia alimentaria (EA). La literatura sugiere que a los aumentos marginales de producción de leche requiere aumentos marginales de suministros de nutrientes, donde los aumentos en la producción se ven compensados por la respuesta biológica marginal progresivamente decreciente a los suministros incrementales de energía y proteína (Zhang et al., 2020).

Por su parte, la producción de materia seca (MS) con pasto ryegrass perenne, también conocido como raigrás perenne, muestran que el manejo y la mezcla forrajera influyen directamente en el rendimiento y el consumo animal. Cultivos de ryegrass únicamente tiene menor oferta (16 kg MS/vaca/día) frente a praderas con una mezcla forrajera (ryegrass, trébol) su oferta es sobre los 18 kg MS/vaca/día, de igual manera la rotación.

La alimentación constituye el mayor costo en la producción de leche, por lo que el ingreso sobre el costo del alimento (IOFC) resulta una medida más precisa de rentabilidad que el costo por vaca.

En este sentido, se identificó un estudio realizado en 95 hatos de Pensilvania (2009-2012) donde analizaron la relación entre costo de ración, ingredientes y producción, el IOFC promedio fue de USD 7,71, con variaciones de USD -0,33 a USD 16,60. Los niveles intermedios de costo de forraje (USD 1,45 - 1,97) generaron el mayor IOFC (USD 8,19) y producción de leche (32,3 litros.). Sin embargo, los costos totales altos de alimentación también incrementaron IOFC, lo que demuestra que la formulación óptima de raciones, más que reducir costos, es clave para maximizar producción y rentabilidad (Coventry et al., 2013).

El bajo consumo MS de pasturas restringe la producción de leche; el consumo de alimento y por ende la masa de MS varía según el tiempo de pastoreo; la suplementación con concentrados no afecta el consumo de MS total, pues reduce el tiempo de pastoreo y la producción de leche aumenta linealmente en 1 kg de leche/kg de concentrado suministrado

al animal (Bargo et al., 2003); la necesidad energética de una vaca, por cada 100 kg de peso vivo, son 9 kcal/km caminado en terrenos planos y 16 kcal/km en terrenos con pendiente; el gasto energético para vacas de 550 kg de peso vivo promedio en el Ecuador es de 49,5 kcal/vaca en terreno planos y 88 kcal/vaca en terrenos con pendiente; si se necesita 72 kcal para que el animal produzca un litro de leche, las pérdidas por cada km caminado serían 0,69 litros en terreno plano y 1,22 litros en terrenos con pendiente (Di Marco y Aello., 1998).

2.4.3.1. Teoría de la eficiencia productiva

La teoría de la eficiencia productiva parte del principio de que una unidad económica alcanza eficiencia cuando logra maximizar su nivel de producción utilizando una combinación dada de insumos, o, en sentido inverso, cuando es capaz de minimizar la cantidad de recursos empleados para obtener un determinado volumen de producción.

En este marco teórico se inscribe el uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA), herramienta ampliamente aplicada para estimar niveles de eficiencia relativa entre unidades productivas. Estudios como los desarrollados por Razzaq et al. (2025) y Aminah y Mujahid (2025) emplean esta metodología para examinar no solo la eficiencia técnica —vinculada a la capacidad de transformar insumos en producto— sino también la eficiencia asignativa y económica, que incorporan dimensiones relacionadas con precios y estructura de costos. De esta manera, el enfoque DEA permite una aproximación integral al desempeño productivo.

Desde una perspectiva complementaria, Powell et al. (2010) introducen el análisis de la eficiencia en el uso del nitrógeno como un indicador que articula resultados productivos y ambientales. Según estos autores, la optimización del uso de nutrientes no solo mejora el rendimiento biológico del sistema, sino que también reduce pérdidas económicas asociadas a ineficiencias y externalidades ambientales. Así, la eficiencia deja de entenderse exclusivamente en términos de volumen de producción y se amplía hacia una dimensión de uso racional de recursos.

2.4.3.2. Teoría de sistemas de producción agropecuaria

La teoría de sistemas de producción agropecuaria propone una visión integral de la explotación, concebida no como un conjunto aislado de actividades, sino como un sistema

en el que interactúan de manera holística componentes técnicos, económicos, sociales y ambientales.

Se puede citar a Pedraza et al. (2015) quienes adoptaron un enfoque sistémico al evaluar la sostenibilidad desde dimensiones técnica, ambiental, económica y social, destacando la necesidad de considerar simultáneamente múltiples indicadores para comprender la viabilidad de las explotaciones. De forma similar, Cortez-Arriola et al. (2016) aplicaron modelos de finca integral con el propósito de identificar configuraciones productivas que permitan maximizar la rentabilidad y optimizar el uso de recursos, evidenciando que la eficiencia no depende únicamente de un factor aislado, sino de la coherencia interna del sistema productivo.

Desde esta óptica, la explotación lechera puede entenderse como un sistema complejo donde alimentación, manejo sanitario, gestión económica y condiciones ambientales interactúan de manera constante.

2.4.3.3. Teoría de la innovación y transferencia tecnológica

Esta teoría sostiene que el cambio tecnológico es un factor fundamente para mejorar el desempeño y competitividad de los sistemas productivos, ya que permite introducir nuevos procesos, prácticas y conocimientos que incrementan la eficiencia y reducen costos dentro de las organizaciones en este caso agropecuarias.

La transferencia tecnológica se reconoce como el proceso mediante el cual los avances científicos, técnicas productivas o innovaciones generadas por instituciones de investigación son apropiadas por los productores, posibilitando mejoras en productividad, sostenibilidad y eficiencia económica. La literatura indica que la innovación tecnológica actúa como motor de competitividad y sostenibilidad al facilitar la incorporación de prácticas que generan ventajas competitivas y optimizan los recursos productivos disponibles (García et al., 2019)

2.5. Marco conceptual

Definición de términos técnicos y económicos clave

Explotación lechera:

Unidad productiva agropecuaria dedicada a la producción de leche bovina, que integra recursos físicos (tierra, infraestructura), biológicos (ganado), humanos y financieros para la generación de ingresos (Requelme y Bonifaz, 2012).

Sistema de Producción Lechera (SPL):

Conjunto organizado de componentes técnicos, económicos y sociales que interactúan para producir leche bajo determinadas condiciones agroclimáticas, tecnológicas y de mercado (Requelme y Bonifaz, 2012).

Costos de alimentación:

Gastos asociados a la provisión de forraje, concentrados, suplementos, bancos de proteína y otros insumos destinados a la nutrición del ganado. Constituyen el principal componente del costo total de producción (Sarica et al., 2022; Ugyen y Luttkhuis, 2020).

Costo total de producción:

Suma de todos los costos directos e indirectos involucrados en la producción de leche, incluyendo alimentación, mano de obra, insumos veterinarios, energía, mantenimiento e inversión.

Rentabilidad:

Capacidad de la explotación para generar beneficios económicos a partir de su actividad productiva. Puede medirse mediante indicadores como margen bruto, ingreso neto o relación beneficio-costos (Aminah y Mujahid, 2025).

Ingreso sobre costo de alimentación (Income Over Feed Cost / MILFC):

Indicador que mide la diferencia entre el ingreso por venta de leche y el costo de alimentación, permitiendo evaluar la eficiencia económica del manejo nutricional (Chase y Fortina, 2023; Nicholson et al., 2024).

Eficiencia técnica:

Capacidad de una explotación para maximizar la producción utilizando una cantidad dada de insumos (Razzaq et al., 2025).

Eficiencia económica:

Capacidad de producir al menor costo posible considerando precios de insumos y productos (Aminah y Mujahid, 2025).

Sostenibilidad económica:

Capacidad del sistema productivo para mantenerse en el tiempo generando beneficios suficientes para cubrir costos y reinvertir en la actividad (Pedraza et al., 2015).

Bancos de proteína:

Sistemas forrajeros con especies vegetales de alto contenido proteico utilizados para mejorar la calidad de la dieta del ganado y aumentar la productividad (Uvidia-Cabadiana et al., 2024).

2.6. Marco teórico

2.6.1. Sistemas de producción lechera

Los sistemas de producción lechera en Ecuador presentan alta heterogeneidad estructural, desarrollándose desde pequeñas explotaciones familiares hasta unidades tecnificadas con altos niveles de inversión (Requelme y Bonifaz, 2012).

En la región Sierra, donde se concentra la mayor producción nacional, predominan unidades con tamaños reducidos y cargas animales relativamente altas (Pedraza et al., 2015). Estas explotaciones combinan pastoreo con uso de balanceados comerciales y fertilización química, lo que incrementa costos de producción.

Desde una perspectiva sistémica, los SPL integran componentes productivos, económicos y sociales, donde la alimentación constituye un eje transversal que influye en productividad, calidad de leche y sostenibilidad (Cortez-Arriola et al., 2016).

2.6.2. Productividad y eficiencias en explotaciones lecheras

La productividad lechera puede evaluarse mediante indicadores como litros por vaca por día, producción por hectárea o producción total por explotación (Pedraza et al., 2015).

La eficiencia productiva depende del uso adecuado de insumos, particularmente de la alimentación. Sarica et al. (2022) demostraron que explotaciones pequeñas presentan mayor consumo relativo de alimento y menor producción, reduciendo eficiencia.

El Análisis Envolvente de Datos (DEA) ha sido utilizado para medir eficiencia técnica, asignativa y económica en explotaciones lecheras (Razzaq et al., 2025; Aminah y Mujahid, 2025), evidenciando márgenes importantes de mejora en la asignación de recursos.

Asimismo, la eficiencia en el uso del nitrógeno constituye un indicador de desempeño productivo y ambiental, ya que su optimización reduce pérdidas económicas y ambientales (Powell et al., 2010).

2.6.3. Costos de producción y rentabilidad

Los costos de producción en explotaciones lecheras se componen principalmente de alimentación, mano de obra, insumos sanitarios, energía e inversión.

Diversos estudios coinciden en que la alimentación representa el mayor porcentaje del costo total: 72,86% en Turquía (Sarica et al., 2022) y 46,34% en Bhutan (Ugyen y Lutikhuis, 2020). En Ecuador, el uso intensivo de balanceados y fertilización química incrementa costos y reduce rentabilidad (Pedraza et al., 2015).

Por su parte, la rentabilidad de una explotación lechera se puede evaluar mediante indicadores económicos que permitan medir la eficiencia y el desempeño financiero, a continuación, se describen los mismos los indicadores de rentabilidad:

Margen bruto: es la diferencia entre el ingreso total por venta de leche y los costos variables de producción, su ecuación es:

$$\text{Margen bruto} = \text{Ingreso total} - \text{Costos variables}$$

Ingreso neto: es el beneficio económico final que queda luego de restar todos los costos de producción, tanto variables como fijos, su ecuación es:

$$\text{Ingreso neto} = \text{Ingreso total} - \text{Costos totales}$$

Relación Costos-Beneficio: compara los beneficios económicos obtenidos por cada dólar invertido para evaluar si la actividad es rentable desde un punto de vista financiero, donde una relación B/C >1 indica que la explotación genera ganancias y si es <1 genera pérdidas. Su ecuación es:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}}$$

Ingreso sobre costos de alimentación: mide cuantos dólares se generan por cada dólar invertido exclusivamente en alimentación permitiendo así evaluar la eficiencia económica. Su ecuación es:

$$\text{Ingreso sobre costo de alimentación} = \frac{\text{Ingreso por venta de leche}}{\text{Costo de alimentación}}$$

Así también, se distinguen indicadores económicos adicionales de la actividad lechera a decir:

Costo de producción por litro: representa cuanto cuesta producir un litro de leche considerando la suma total de costos, su ecuación es:

$$\text{Costo por litro} = \frac{\text{Costos totales}}{\text{Litros producidos}}$$

Margen por litro: es la diferencia entre el precio recibido por litro y el costo de producción por litro, su ecuación es:

$$\text{Margen por litro} = \text{Precio de L} - \text{Costos producción por L}$$

CAPÍTULO III

3.1. Enfoque de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se analizó datos productivos y económicos medibles correspondientes al período 2022 - 2024 en una explotación lechera.

Se recolectó y tabuló los registros históricos de producción, costos e ingresos, permitiendo evaluar de manera objetiva el impacto de los costos de alimentación sobre la rentabilidad del sistema productivo, es así que se aplicó de manera directa este enfoque cuantitativo.

El proceso fue sistemático que incluyó la revisión de datos, limpieza y registro de datos válidos, para posterior tabular la información, generar estadística descriptiva y determinación de los indicadores productivos y económicos.

3.2. Tipo de investigación

La investigación se considera de tipo aplicada, ya que buscó generar información útil para la toma de decisiones en la gestión económica de la explotación lechera, específicamente en relación con la optimización de costos de alimentación.

Se considera aplica además porque se realizó directamente en una finca lechera con datos provistos por el propietario con el fin de generar resultados propios para la unidad bovina.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo, comparativo y explicativo y cada nivel se trabajó de la siguiente manera:

Descriptivo, se aplicó mediante la caracterización de la estructura de costos, productividad y rentabilidad de la finca ganadera desde el 2022 al 2024. Los registros se organizaron de manera diaria lo cual permitió obtener una visión clara del comportamiento histórico en términos económicos de la producción lechera.

Comparativo, porque analizó las diferencias entre tres sistemas de manejo implementados en los distintos años de estudio, donde cada año se utilizó un alimento balanceado diferente y un sistema de manejo particular. En ese sentido, se compararon indicadores del costo por litro, margen bruto, ingreso neto y relación costo – beneficio entre los años, lo cual permitió identificar diferencias atribuibles al alimento balanceado y manejo.

Explicativo, ya que se aplicó para determinar la incidencia del costo de alimentación en la rentabilidad de la finca ganadera y permitió establecer relaciones entre el costo de la alimentación en la rentabilidad anual mediante el cálculo de los indicadores previamente mencionados.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación corresponde a un diseño longitudinal retrospectivo, ya que se analizaron datos históricos registrados entre los años 2022 y 2024.

Además, presenta características de un diseño cuasi-experimental antes-después, debido a que durante el período de estudio se implementaron cambios en el tipo y costo de balanceado, se introdujo una nueva especie forrajera, se modificó el sistema de pastoreo. Así también se diferencian tres escenarios uno para cada año:

Tres escenarios comparativos:

Escenario 1 (2022): ABA 1 con manejo tradicional con kikuyo y rotación de 45 días.

Escenario 2 (2023): ABA 2 con balanceado 16% más costoso que el anterior, introducción de raygrass y rotación de 31 días.

Escenario 3 (2024): ABA 3, con balanceado 18% más costoso (respecto 2022) y manejo integral por grupos productivos.

Se aplicó este diseño mediante la revisión de los registros productivos y económicos que habían generado en la finca en dichos años, donde se permitió comparar los efectos económicos de cada cambio de manejo productivo.

3.5. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en una explotación lechera considerada en función del tamaño como grande y dedicada a la producción comercial de leche bovina cruda.

La finca cuenta con la información necesaria como son los registros diarios de producción, controles, manejo cultural y registros económicos y financieros durante todo el período de estudio.

El área de estudio se caracteriza por poseer registros de producción diarios así también dispone de registros de manejo alimenticio, registros económicos y financieros que fueron facilitados por el propietario para la organización y validación de los mismos, permitiendo obtener la evolución productiva y económica de la finca durante los tres años analizados.

3.6. Población y muestra

La población está constituida por todos los registros productivos y económicos generados por la explotación lechera durante el período 2022 – 2024, los datos históricos que describieron el funcionamiento de la finca ganadera en los aspectos productivos, registros de alimentación, registros económicos y financieros, registro de manejo y sanidad.

Se utilizó una muestra censal, considerando la totalidad de los registros disponibles correspondientes a los tres años de estudio con la finalidad de disponer de una gran cantidad de datos.

3.7. Criterios de inclusión

Se trabajó con una finca ganadera que cuenta con registros completos de producción diaria en todo el período de estudio, así como registros para elaborar costos de producción, en los que incluya datos comerciales de litros de leche vendida, datos técnicos de litros de leche producidos, promedio litro de leche vaca día y número de vacas en ordeño, precio del litro de leche, como parámetros que se identificaron importantes para el alcance de este trabajo.

3.8. Criterios de exclusión

Se excluyeron fincas que presentaron datos incompletos, registros inconsistentes, cambios estructurales externos y todos los animales que no conforman el hato de ordeño, así también se descartaron fincas productivas que experimentaron cambios estructurales como

por ejemplo modificaciones en infraestructura y cambios irregulares del manejo productivo. Así también como se mencionó se excluyeron a todos los animales que no forman parte del hato de ordeño ya que no contribuyen directamente a la producción de leche ni están sujetos al mismo régimen alimenticio.

3.9. Variables e indicadores del estudio

En esta investigación se determinaron variables económicas, productivas y financieras definidas en función del objetivo general: analizar el impacto de los costos de alimentación sobre la rentabilidad de la explotación lechera durante el período 2022 - 2024. La aplicación de estas variables se realizó directamente sobre los registros productivos y económicos obtenidos semanalmente en la finca, permitiendo generar indicadores cuantitativos para el análisis comparativo entre los tres años estudiados.

3.9.1. Variable independiente: Costos de alimentación

Esta variable se aplicó mediante la recopilación y procesamiento de datos relacionados con el gasto mensual destinado a la alimentación del hato ganadero, para ello se analizaron principalmente:

Inversión mensual en alimento balanceado donde se registró el monto económico invertido en cada tipo de ABA utilizado en los tres años del estudio, con base en las facturas y notas de compra de la finca.

Variación porcentual del costo del balanceado: se calculó la variación anual del precio del balanceado en función del tipo utilizado (ABA 1, ABA 2, ABA 3), permitiendo identificar aumentos asociados a cambios de formulación o proveedores.

Participación del costo de alimentación en el costo total: se estimó el porcentaje que representó la alimentación dentro de los costos operativos totales de cada año, para determinar cómo influye en la estructura de costos de la explotación ganadera.

3.9.1. Variable dependiente: Rentabilidad de la explotación

La rentabilidad se aplicó mediante el cálculo de indicadores financieros derivados de los ingresos y costos de la finca, donde los datos se obtuvieron de los registros de ventas de leche, reportes de bonificaciones por calidad y pérdidas asociadas a costos operativos, así también se utilizaron los siguientes indicadores:

Ingresos totales: se sumaron los ingresos mensuales provenientes de la venta de leche y bonificaciones otorgadas por calidad.

Margen bruto: se calculó restando a los ingresos los costos variables registrados semanalmente.

Ingreso neto: se obtuvo al restar los costos totales (variables y fijos) a los ingresos anuales.

Relación beneficio-costos: se aplicó dividiendo los ingresos totales entre los costos totales del año correspondiente.

Ingreso sobre costo de alimentación: se calculó dividiendo los ingresos por venta de leche entre el gasto total en alimentación, indicador clave para evaluar la eficiencia económica de la dieta utilizada.

Además, se determinó variables productivas complementarias que se midieron directamente en campo mediante seguimiento técnico semanal, las mismas que permitieron contextualizar la eficiencia productiva de la finca y se integraron en el análisis económico, a decir:

Producción promedio diaria de leche: se obtuvo del registro de litros diarios anotados en la hoja de ordeño.

Número promedio de vacas ordeñadas: se tomó del conteo de animales en producción durante cada visita.

Litros por vaca por día: se calculó dividiendo la producción diaria total entre el número de vacas en ordeño.

3.10. Levantamiento de la línea base productiva del hato lechero

El levantamiento de la línea base se aplicó tomando como referencia el año 2022, correspondiente al sistema de manejo tradicional de la explotación lechera y a dicho año se estableció como punto inicial de comparación debido a que no presentó modificaciones estructurales en el manejo alimenticio, forrajero ni en la organización del hato.

La línea base se construyó mediante la recolección, depuración y tabulación de todos los registros productivos y económicos generados durante 2022, permitiendo caracterizar el desempeño inicial de la finca.

Los datos fueron organizados en una matriz estructurada que permitió obtener una especie de radiografía de la finca bajo un manejo tradicional lo que permitió evaluar los cambios registrados en los años 2023 y 2024, cuando la finca implementó modificaciones en el tipo de balanceado, introducción de nuevas especies forrajeras y ajustes en el sistema de pastoreo.

3.11. Procedimiento de seguimiento técnico

El seguimiento técnico se desarrolló de forma organizada y constante durante los meses de julio a noviembre del 2025, con el propósito de acompañar de cerca el desempeño productivo, alimenticio y económico de la explotación lechera. Más que una simple recolección de datos fue un proceso de observación y verificación en campo que permitió comprender cómo evolucionó el sistema en cada uno de los escenarios evaluados (2022, 2023 y 2024). Se obtuvo información confiable y coherente, asegurando que los registros productivos, los costos de alimentación y los indicadores de rentabilidad estuvieran correctamente relacionados entre sí.

El trabajo se llevó a cabo mediante visitas técnicas semanales desde junio a diciembre del 2025, en las que se realizaron diversas actividades clave:

Registro y validación de la producción lechera

Registro de costos.

Control del balanceado utilizado.

Seguimiento del sistema de pastoreo.

Toda esta información se integró en una matriz de seguimiento técnico, lo que facilitó la organización homogénea de los datos durante los tres años de estudio con datos históricos. Esto permitió calcular con mayor precisión los indicadores productivos y económicos, así como analizar de manera formal cómo los cambios en alimentación, pastoreo y manejo influyeron en la rentabilidad del sistema.

3.12. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.12.1. Técnicas

Consistió en el análisis detallado y ordenado de las facturas, comprobantes de compra, reportes de gastos y demás documentos económicos generados por la explotación lechera durante los años 2022, 2023 y 2024.

El trabajo de campo se desarrolló entre julio y noviembre de 2025, período en el cual se recopilaron y revisaron los datos históricos de la finca y durante esta etapa se organizaron los documentos contables y se verificó su consistencia, lo que permitió identificar con claridad los costos de alimentación, los costos operativos, las inversiones realizadas y las variaciones anuales en los precios del balanceado.

Se aplicó mediante la revisión sistemática de los libros de ordeño, registros diarios de producción, conteo de vacas en ordeño y reportes internos del hato correspondientes a los años evaluados.

Durante el período de trabajo de campo (julio a noviembre de 2025), estos registros históricos fueron verificados y contrastados para asegurar su coherencia, proceso que permitió contar con datos continuos y técnicamente consistentes sobre la producción de leche, los litros por vaca por día, los días en lactancia y la dinámica del hato.

3.12.2. Instrumentos

Incluyeron facturas de compra de balanceado, insumos sanitarios, fertilizantes, servicios y demás egresos, así como reportes de ingresos por la venta de leche. Dichos documentos constituyeron el principal instrumento para determinar los costos totales de producción, los costos de alimentación y el margen económico en cada uno de los escenarios analizados.

Por su parte, los registros productivos diarios comprendieron los libros de ordeño, listados diarios de vacas en producción, reportes por ordeño y demás anotaciones relacionadas con cambios de manejo implementados en los diferentes años.

Con esta información se pudo consolidar una base de datos digital que integra datos productivos, alimenticios y económicos para posteriormente calcular indicadores como costo por litro, margen bruto, ingreso neto, relación beneficio - costo e ingreso sobre costo de alimentación.

3.13. Validación y confiabilidad de instrumentos

Los datos provienen de registros administrativos histórico de la finca que fueron entregados por el dueño, donde la confiabilidad se garantiza mediante la disponibilidad y acceso a registros continuos y sistemáticos y la verificación cruzada entre registros productivos y financieros.

La confiabilidad de los datos en esta investigación también se aseguró mediante un proceso práctico de verificación interna, realizado directamente sobre los registros oficiales de la explotación lechera.

Para fortalecer esa confiabilidad, se aplicó un procedimiento de verificación cruzada, por ejemplo, los litros registrados en los libros de ordeño se compararon con los reportes mensuales de venta a la industria; los costos de alimentación se contrastaron con facturas y controles de consumo de balanceado; y los gastos generales se revisaron frente a los reportes contables mensuales en períodos al azar.

3.14. Técnicas de análisis de datos

El análisis de datos se desarrolló a partir de un enfoque cuantitativo que permitió transformar los registros históricos de la finca en información ordenada y comparable para la toma de decisiones para cumplir el objetivo de comprender cómo evolucionaron los costos, la productividad del hato y la rentabilidad del sistema en cada escenario productivo.

3.14.1. Análisis de costos de producción

Se realizó una revisión y organización detallada de todos los costos registrados, con especial atención al costo de alimentación, por ser el componente de mayor incidencia en el sistema, para aquello se consolidaron las facturas y registros contables mensuales, clasificándolos en costos fijos y variables. Luego se calculó el costo total anual, el costo por litro producido y la representatividad del costo de alimentación en el costo total.

3.14.2. Análisis de productividad

El análisis productivo se basó en los registros consolidados y diarios de ordeño y el número de vacas en producción en cada año, con dicha información se calculó la producción promedio diaria y la productividad individual expresada en litros por vaca por día. Luego de aquello se compararon los resultados entre los tres escenarios, relacionando las variaciones

productivas con los cambios en el manejo alimenticio, la rotación de potreros y la implementación del manejo por grupos en 2024.

3.14.3. Análisis de indicadores económicos

Se calcularon indicadores claves para evaluar la rentabilidad de la finca a decir: margen bruto, ingreso neto, relación beneficio - costo, ingreso sobre costo de alimentación y costo de producción por litro, dichos indicadores integraron la información de costos e ingresos y permitieron comparar de manera clara el desempeño económico de los tres años evaluados.

3.15. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló respetando los principios éticos relacionados con el uso responsable de la información y la protección de datos de la finca ganadera y se contó con la autorización expresa del propietario de la misma, quien permitió el acceso a los registros productivos, económicos y administrativos con la condición de que la información fuera utilizada únicamente con fines académicos.

Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de la finca durante todo este proceso y no se incluyeron nombres, ubicaciones específicas ni datos financieros sensibles que pudieran identificar a la finca.

Así también, la información fue codificada y presentada de manera agregada, resguardando siempre la privacidad de la finca y la integridad de los datos originales, limitando su manejo a la organización y análisis académico, sin alterar su contenido.

3.16. Protocolo

El protocolo de investigación se aplicó siguiendo un conjunto de actividades metodológicas que permitieron transformar los registros productivos, alimenticios y económicos de los años 2022, 2023 y 2024 en información comparable y útil para el análisis de la rentabilidad objeto de esta investigación y conforme se explicó en este capítulo.

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1. Caracterización técnica y económica del hato

La finca ganadera que conforma esta investigación se encuentra ubicada en Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha tiene una larga historia en la producción de leche cruda y comercialización a industrias reconocidas en el Ecuador.

Su sistema productivo y económico del hato lechero durante el período 2022 - 2024 la categorizan como una ganadería de tamaño grande y con nivel tecnológico medio, que puede manejar sistemas de producción extensivos e intensivos según la necesidad, dispone de infraestructura y equipamientos acordes al tamaño de explotación y realizar un manejo de registros diarios a cargo de los responsables de la administración productiva, así como del área financiera.

Con los datos productivos y económicos históricos que fueron recolectados y tabulados se ha determinado que los costos de alimentación (ABA + aditivos) constituyen el componente dominante dentro del costo total del litro de leche. La tabla 1 resume su participación anual en la estructura de costos como se muestra a continuación:

Tabla 1. Participación de los costos de alimentación en el costo total por litro de leche como promedio anual

| Año | Costo por litro (USD/L) | ABA (% del costo/L) | Aditivos (%/L) | Gastos fijos (%/L) |
|-------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 2022 | 0,352 | 45,4 | 9,6 | 45,0 |
| 2023 | 0,374 | 54,0 | 4,0 | 42,0 |
| 2024 | 0,334 | 46,6 | 6,4 | 47,0 |

La estructura económica del sistema mostró que la alimentación (ABA + aditivos) fue el componente dominante del costo unitario de producción, en promedio, durante 2022 al 2024, los costos de alimentación representaron 55,3 % del costo total por litro, con variación anual de 55 % (2022), 58 % (2023) y 53 % (2024). Considerando únicamente el

ABA por litro, su participación promedió 48,7 % del costo, evidenciando su incidencia importante sobre la rentabilidad.

Así también, se evidencia que existe variación importante entre años según el tipo y costo del balanceado, así como las prácticas productivas que se realizaron.

4.2. Resultados de la línea base productiva

El año 2022 se estableció como línea base para el análisis comparativo, el cual se consideró conforme se señaló en la metodología, considerando al sistema de manejo tradicional de la explotación lechera y a dicho año se estableció como punto inicial de comparación debido a que no presentó modificaciones estructurales en el manejo alimenticio, forrajero ni en la organización del hato.

La línea base se construyó mediante la recolección, depuración y tabulación de todos los registros productivos y económicos generados durante el 2022, permitiendo caracterizar el desempeño inicial de la finca.

Así tenemos que el año 2022 correspondió al manejo tradicional del sistema productivo, caracterizado por el uso de alimento balanceado denominado ABA1 con pasto tipo kikuyo y una rotación de las praderas cada 45 días. Por su parte los indicadores productivos y económicos que la caracterizaron fueron:

Rendimiento promedio: 16,07 L/día

Precio promedio leche: 0,547 USD/L

Costo ABA por litro: 0,160 USD/L

Costo total por litro: 0,352 USD/L

Margen de utilidad: 35,66 %

Estos valores describen el desempeño inicial de la finca ganadera contra la cual se compararon los cambios implementados en los años subsiguientes 2023 y 2024 respecto al tipo y costo de balanceado, la incorporación forrajera y los ajustes en pastoreo.

4.3. Resultados después del seguimiento técnico

La finca ganadera realizó cambios en el tipo de balanceado y manejo productivo en los años 2023 y 2024, los cambios fueron los siguientes:

En el año 2023 se cambió de alimento balanceado al ABA 2 el cual su composición nutricional es diferente al inicial y tiene un precio 16% más costoso que el ABA 1, así también se inició un proceso de introducción del pasto ray grass (*Lolium perenne*) de manera progresiva en las praderas y una disminución del tiempo de rotación a 31 días.

Con datos tabulados para este año muestran cambios en los indicadores productivos y económicos y se muestran a continuación:

Rendimiento promedio: 16,49 L/día

Precio leche: 0,557 USD/L

Costo ABA/L: 0,202 USD/L (+26 % respecto a 2022)

Costo total/L: 0,374 USD/L

Margen de utilidad: 32,78 %

Los resultados muestran que el incremento del costo del ABA no fue compensado por el aumento del precio de la leche, reduciendo el margen anual.

Por su parte en el año 2024, la finca ganadera implemento un nuevo cambio en el tipo de alimento balanceado, denominado ABA 3, el cual fue 18% más costoso respecto al año base 2022 y se inició un manejo integral por grupos productivos, así como la continuación de expansión del pasto ray grass en las praderas de la explotación. Dichos cambios también generaron cambios en los indicadores como se muestran a continuación:

Rendimiento promedio: 18,84 L/día

Precio leche: 0,571 USD/L

Costo ABA/L: 0,152 USD/L (por debajo del 2022)

Costo total/L: 0,334 USD/L

Margen de utilidad: 41,35 %

Los datos muestran que la combinación de optimización alimenticia, ajustes de pastoreo y manejo por grupos mejoró la eficiencia y redujo el costo unitario, elevando el margen de utilidad como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Margen de utilidad anual, valores promedio.

| Año | Precio leche (USD/L) | CostoABA_L (USD/L) | Costo por litro (USD/L) | Margen utilidad (%) |
|------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|

| | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|--------|
| 2022 | 0,547 | 0,160 | 0,352 | 35,658 |
| 2023 | 0,557 | 0,202 | 0,374 | 32,780 |
| 2024 | 0,571 | 0,152 | 0,334 | 41,350 |

En el año 2022 considerado como año base, el precio promedio de la leche fue de 0,547 USD/L, con un costo de alimento balanceado de 0,160 USD/L y un costo total de producción de 0,352 USD/L, lo que permitió alcanzar un margen de utilidad del 35,66%.

En el año 2023, a pesar de registrarse un ligero incremento en el precio de la leche a 0,557 USD/L, el costo del alimento balanceado por litro aumentó significativamente a 0,202 USD/L, lo que representó un incremento aproximado del 26% respecto al año base. Este aumento impactó directamente en el costo total por litro que ascendió a 0,374 USD/L. Como resultado, el margen de utilidad se redujo a 32,78%, evidenciando que el incremento en los costos de alimentación no fue compensado proporcionalmente por el aumento en el precio de venta.

Por el contrario, durante el 2024 se observó una mejora sustancial en la eficiencia económica de la finca, aunque el precio de la leche continuó incrementándose hasta 0,571 USD/L, el costo del alimento balanceado por litro disminuyó a 0,152 USD/L, incluso por debajo del nivel del año base. Esta reducción, junto con mejoras en el manejo productivo, permitió disminuir el costo total por litro a 0,334 USD/L y elevar el margen de utilidad hasta 41,35%, siendo el valor más alto del período analizado.

4.4. Análisis comparativo antes y después

La Tabla 3 integra la variación interanual de los principales indicadores productivos, económicos y financieros, a manera de análisis comparativo entre los años de estudio, la cual muestra la variación que experimentaron las variables productivas, económicas y financieras en los años de estudio.

Tabla 3. Porcentajes de variación de las variables determinadas en el período de estudio

| Indicador | 2022 (Base) | 2023 | 2024 | | 2024 | |
|-----------|-------------|------|-------|---|-------|---|
| | | | Var | % | Var | % |
| | | | 23/22 | | 24/22 | |

| | | | | | |
|---|--------------|--------------|---------|--------------|---------|
| Litros vendidos (L) | 2.475.631 | 2.557.256 | +3,30% | 2.712.037 | +9,55% |
| Ingresos (USD) | 1.350.832,85 | 1.422.548,03 | +5,31% | 1.547.685,54 | +14,58% |
| Gasto ABA (USD) | 392.823,02 | 514.724,13 | +31,03% | 411.062,58 | +4,64% |
| Gasto alimentación total (USD) | 475.846,41 | 553.429,18 | +16,30% | 479.965,97 | +0,87% |
| Costo total (USD) | 865.175,29 | 954.188,23 | +10,29% | 905.596,17 | +4,67% |
| Utilidad (USD) | 485.657,56 | 468.359,79 | -3,56% | 642.089,37 | +32,21% |
| Costo ABA por litro (USD/L) | 0,159 | 0,201 | +26,42% | 0,152 | -4,40% |
| Costo alimentación por litro (USD/L) | 0,192 | 0,216 | +12,50% | 0,177 | -7,81% |
| Costo total por litro (USD/L) | 0,349 | 0,373 | +6,88% | 0,334 | -4,30% |
| Margen por litro (USD/L) | 0,196 | 0,183 | -6,63% | 0,237 | +20,92% |
| Relación Beneficio/Costo (B/C) | 1,56 | 1,49 | -4,51% | 1,71 | +9,46% |
| Participación ABA en costo total (%) | 45,40% | 53,94% | +18,82% | 45,39% | -0,02% |

Los resultados evidencian que la rentabilidad del sistema no depende exclusivamente del precio de la leche, sino de la relación entre el costo de alimentación por litro y la eficiencia productiva alcanzada. El año 2023 muestra cómo un incremento en el costo del alimento

balanceado reduce el margen económico, mientras que en 2024 la optimización del manejo permitió mejorar la rentabilidad aun en un contexto de costos elevados de insumos.

4.4.1. Producción de leche

La producción de leche se muestra en la tabla 4, que resumen la producción a un horizonte mensual:

Tabla 4. Producción mensual de leche y rendimiento promedio en el período de estudio

| Año | Mes | Litros producidos (total mes) | Promedio L/vaca/día (promedio mensual) |
|-------------|------------|--------------------------------------|---|
| 2022 | Ene | 235.479 | 17,54 |
| 2022 | Feb | 197.358 | 16,71 |
| 2022 | Mar | 211.624 | 16,30 |
| 2022 | Abr | 200.598 | 16,29 |
| 2022 | May | 223.650 | 17,38 |
| 2022 | Jun | 206.033 | 16,67 |
| 2022 | Jul | 187.754 | 15,06 |
| 2022 | Ago | 201.718 | 16,06 |
| 2022 | Sep | 190.015 | 15,15 |
| 2022 | Oct | 181.308 | 13,32 |
| 2022 | Nov | 204.094 | 15,18 |
| 2022 | Dic | 236.000 | 17,15 |
| 2023 | Ene | 217.284 | 15,98 |
| 2023 | Feb | 187.963 | 15,15 |
| 2023 | Mar | 227.689 | 17,00 |
| 2023 | Abr | 215.392 | 16,29 |
| 2023 | May | 214.144 | 16,32 |
| 2023 | Jun | 199.217 | 16,42 |
| 2023 | Jul | 203.918 | 15,79 |
| 2023 | Ago | 206.649 | 15,89 |
| 2023 | Sep | 208.914 | 16,92 |
| 2023 | Oct | 227.974 | 17,19 |
| 2023 | Nov | 225.325 | 17,64 |

| | | | |
|-------------|-----|---------|-------|
| 2023 | Dic | 222.787 | 17,17 |
| 2024 | Ene | 229.730 | 18,02 |
| 2024 | Feb | 216.871 | 17,98 |
| 2024 | Mar | 229.576 | 17,83 |
| 2024 | Abr | 209.845 | 17,71 |
| 2024 | May | 224.283 | 18,32 |
| 2024 | Jun | 221.400 | 18,71 |
| 2024 | Jul | 239.832 | 19,89 |
| 2024 | Ago | 232.412 | 19,13 |
| 2024 | Sep | 216.966 | 19,29 |
| 2024 | Oct | 231.968 | 19,63 |
| 2024 | Nov | 224.591 | 19,28 |
| 2024 | Dic | 234.563 | 20,27 |

La producción (litros vendidos) creció +3,30 % en 2023 y +9,55 % en 2024 respecto a la base, dicho avance se podría asociar al manejo por grupos productivos y al mejor ajuste entre oferta forrajera, el pastoreo y suplementación de aditivos, que elevó la productividad por vaca y favoreció el costo unitario.

4.4.2. Costos de producción

Los costos de producción fueron determinados y se muestran en la tabla 5 a continuación:

Tabla 5. Detalle de los costos de producción de leche, horizonte mensual en el período de estudio.

| Año | Mes | Costo ABA (USD/mes) | Costo aditivos (USD/mes) | Gastos fijos (USD/mes) | Costo total (USD/mes) | Costo por L (USD/L) | Costo ABA por L (USD/L) |
|-------------|------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 2022 | Ene | 31.629,81 | 7.899,26 | 32.341,96 | 71.871,02 | 0,305 | 0,134 |
| 2022 | Feb | 26.928,49 | 5.622,90 | 26.632,95 | 59.184,34 | 0,300 | 0,136 |
| 2022 | Mar | 30.251,36 | 7.141,48 | 30.594,14 | 67.986,97 | 0,321 | 0,143 |
| 2022 | Abr | 30.492,29 | 7.527,87 | 31.107,41 | 69.127,57 | 0,345 | 0,152 |
| 2022 | May | 33.983,79 | 8.075,57 | 34.412,21 | 76.471,57 | 0,342 | 0,152 |
| 2022 | Jun | 32.177,65 | 7.291,37 | 32.292,83 | 71.761,85 | 0,348 | 0,156 |
| 2022 | Jul | 35.529,50 | 7.047,31 | 34.835,58 | 77.412,39 | 0,412 | 0,189 |
| 2022 | Ago | 32.835,64 | 7.565,48 | 33.055,46 | 73.456,58 | 0,364 | 0,163 |

| | | | | | | | |
|------|-----|-----------|-----------|-----------|------------|-------|-------|
| 2022 | Sep | 32.415,32 | 7.438,57 | 32.607,73 | 72.461,62 | 0,381 | 0,171 |
| 2022 | Oct | 34.154,61 | 4.008,59 | 31.224,44 | 69.387,64 | 0,383 | 0,188 |
| 2022 | Nov | 35.680,67 | 6.122,02 | 34.202,20 | 76.004,88 | 0,372 | 0,175 |
| 2022 | Dic | 36.743,89 | 7.282,98 | 36.021,99 | 80.048,86 | 0,339 | 0,156 |
| 2023 | Ene | 45.181,98 | 6.908,14 | 37.720,43 | 89.810,56 | 0,413 | 0,208 |
| 2023 | Feb | 39.738,67 | 4.787,69 | 32.243,23 | 76.769,59 | 0,408 | 0,211 |
| 2023 | Mar | 49.335,18 | 3.452,46 | 38.225,53 | 91.013,16 | 0,400 | 0,217 |
| 2023 | Abr | 45.719,78 | 2.869,11 | 35.185,06 | 83.773,95 | 0,389 | 0,212 |
| 2023 | May | 42.219,81 | 2.620,32 | 32.470,44 | 77.310,57 | 0,361 | 0,197 |
| 2023 | Jun | 41.791,53 | 2.733,07 | 32.241,95 | 76.766,55 | 0,385 | 0,210 |
| 2023 | Jul | 43.048,49 | 2.481,81 | 32.970,22 | 78.500,52 | 0,385 | 0,211 |
| 2023 | Ago | 43.448,37 | 2.596,17 | 33.342,60 | 79.387,13 | 0,384 | 0,210 |
| 2023 | Sep | 42.437,15 | 2.540,40 | 32.569,95 | 77.547,50 | 0,371 | 0,203 |
| 2023 | Oct | 44.740,72 | 2.587,74 | 34.272,34 | 81.600,80 | 0,358 | 0,196 |
| 2023 | Nov | 38.832,38 | 2.487,28 | 29.921,14 | 71.240,80 | 0,316 | 0,172 |
| 2023 | Dic | 38.230,06 | 2.640,86 | 29.596,18 | 70.467,10 | 0,316 | 0,172 |
| 2024 | Ene | 37.543,89 | 21.473,34 | 52.336,04 | 111.353,27 | 0,485 | 0,163 |
| 2024 | Feb | 36.099,20 | 645,78 | 32.585,17 | 69.330,16 | 0,320 | 0,166 |
| 2024 | Mar | 32.627,11 | 10.987,80 | 38.677,37 | 82.292,27 | 0,358 | 0,142 |
| 2024 | Abr | 32.654,90 | 1.052,10 | 29.891,11 | 63.598,12 | 0,303 | 0,156 |
| 2024 | May | 31.588,57 | 1.662,17 | 29.486,50 | 62.737,24 | 0,280 | 0,141 |
| 2024 | Jun | 30.394,63 | 15.956,71 | 41.104,01 | 87.455,35 | 0,395 | 0,137 |
| 2024 | Jul | 37.443,76 | 15.282,76 | 46.757,48 | 99.484,00 | 0,415 | 0,156 |
| 2024 | Ago | 35.649,63 | 974,41 | 32.477,92 | 69.101,95 | 0,297 | 0,153 |
| 2024 | Sep | 32.924,28 | 200,59 | 29.374,89 | 62.499,76 | 0,288 | 0,152 |
| 2024 | Oct | 34.618,50 | 225,24 | 30.899,17 | 65.742,91 | 0,283 | 0,149 |
| 2024 | Nov | 34.696,12 | 224,76 | 30.967,57 | 65.888,44 | 0,293 | 0,154 |
| 2024 | Dic | 34.821,99 | 217,74 | 31.072,97 | 66.112,70 | 0,282 | 0,148 |

El gasto en ABA aumentó un 31,03 % en 2023, presionando un incremento del costo total por litro en 6,88 % y elevando la participación del ABA en el costo total hasta 53,94 %. En 2024, aunque el nivel de precios de insumos siguió alto, la eficiencia operativa redujo el costo total por litro a 0,334 USD/L (-4,30 %) y la participación del ABA volvió a niveles cercanos al año base (45,39 %).

4.4.3. Rentabilidad

El encarecimiento del ABA en 2023 redujo el margen por litro en 6,63 %, la utilidad anual disminuyó en un 3,56 %) y la relación B/C paso de 1,56 a 1,49. Por su parte, en el año

2024 se revirtió la tendencia ya que el margen por litro subió al 20,92 %, la utilidad anual creció a 32,21 % y la B/C mejoró a 1,71.

Para visualizar el efecto del ABA sobre el margen, se resume a continuación el impacto por litro en la tabla 6:

Tabla 6. Impacto de las fluctuaciones del costo del alimento en el margen de ganancia como promedios anuales.

| Año | Precio leche (USD/L) | Costo ABA (USD/L) | Var % ABA | Costo total (USD/L) | Var % Costo total | Margen (USD/L) | Var % Margen | Margen (%) |
|-------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 2022 | 0,547 | 0,159 | * | 0,349 | * | 0,196 | * | 35,66% |
| 2023 | 0,557 | 0,201 | 26,42% | 0,373 | 6,88% | 0,183 | -6,63% | 32,78% |
| 2024 | 0,571 | 0,152 | -4,40% | 0,334 | -4,3% | 0,237 | 20,92% | 41,35% |

*No aplicar para el año base.

El efecto que esta fluctuación de los precios de los insumos alimenticios en los márgenes de ganancia se expresa por litro, y se cómo pudo ver, en el año 2023, se evidenció un impacto negativo, ya que el incremento del 26,42% en el costo del ABA por litro de leche, elevó el costo total por litro en 6,88% y redujo el margen por litro en 6,63% y finalmente generando una reducción del margen de utilidad anual en 3,56%.

El aumento en el precio del insumo alimenticio no fue compensado por el ligero incremento en el precio de la leche (+1,83%), lo que generó una contracción en el margen económico.

Respecto al año 2024 se observó una recuperación del margen de utilidad, debido a que el costo de ABA por litro disminuyó en 4,40% respecto al 2022 (año base) por consiguiente el costo total por litro disminuyó en 4,30%, lo que generó que el margen por litro aumente en 20,92%. Sin embargo, esta mejora puede estar explicada por la eficiencia productiva y el manejo que permitió reducir el costo unitario por litro, lo que incrementó significativamente la rentabilidad, incluso en un contexto de insumos estructuralmente más costosos que el año base.

4.5. Evaluación del impacto económico del seguimiento técnico

El seguimiento técnico considera en el estudio como los ajustes nutricionales, control de consumo de ABA, mejora de rotaciones, incorporación de ray grass y manejo por grupos permitió entre otras cosas lo siguiente:

Reducir el costo unitario: de 0,373 USD/L (2023) a 0,334 USD/L (2024), pese a un contexto de insumos costosos.

Descomprimir la estructura de costos: la participación del ABA volvió a ser alrededor del 45 % en 2024, alineada al año base.

Mejorar la rentabilidad: el margen por litro aumentó a 20,92 % y la B/C pasó de 1,49 (2023) a 1,71 (2024), que muestran una relación positiva y acorde a este sector productivo.

Elevar la utilidad anual: crecimiento de +32,21 % frente a 2022, y recuperación respecto a 2023.

Como se puede evidenciar, la rentabilidad no depende únicamente del precio de la leche, sino del vínculo entre costo de alimentación por litro y eficiencia productiva expresada en el manejo alimenticio y forrajero eficiente y también en prácticas de segmentación por grupos productivos que en su conjunto redujeron el costo unitario y elevaron el margen de utilidad, aun con insumos caros.

4.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en el período 2022 - 2024 muestran que los costos de alimentación representan el componente más decisivo dentro de la estructura de costos del sistema productivo evaluado, con una participación promedio del 55,3 % del costo total por litro. La importancia del gasto en alimentación coincide con la literatura, que identifica a los concentrados comerciales y suplementos como uno de los rubros más determinantes en la sostenibilidad económica de las unidades lecheras. En Ecuador, Pedraza et al. (2015) ya reportaron que el uso intensivo de balanceados comerciales incrementa los costos de producción y reduce la rentabilidad de las fincas, reforzando lo observado en el presente estudio, donde la mayor proporción del costo por litro está asociada al ABA y aditivos alimenticios.

El comportamiento económico del sistema confirma también que la variación del costo del alimento balanceado está estrechamente relacionada con los márgenes de ganancia, especialmente en 2023, año en el que el costo de ABA por litro aumentó en 26,42 % y generó una reducción del margen de utilidad anual en 3,56 %. Esta relación negativa entre incremento de costos directos de alimentación y rentabilidad se alinea con estudios de otras regiones. Por ejemplo, Sarica et al. (2022) documentan que los costos de alimentación representan hasta el 72,86 % del costo total en fincas lecheras de Turquía, siendo además el principal factor que eleva los costos unitarios y reduce los beneficios netos, particularmente en sistemas pequeños con menor eficiencia técnica.

Asimismo, la recuperación del margen en 2024, año en el que el costo del ABA disminuyó en 4,40 % y el margen por litro aumentó en 20,92 %, coincide con hallazgos de estudios sobre eficiencia alimenticia y manejo forrajero. Se destaca que estrategias de optimización del forraje como bancos proteicos con especies de alto valor nutritivo (*Leucaena*, *Morus alba*, *Tithonia diversifolia*) pueden mejorar la disponibilidad nutricional y reducir la dependencia del alimento concentrado, lo cual repercute positivamente en la rentabilidad del sistema (Uvidia-Cabadiana et al., 2024).

Por otra parte, la evidencia internacional señala que mejorar la eficiencia del uso de nutrientes y ajustar los aportes dietarios a los requerimientos reales de los animales puede reducir los costos de alimentación sin comprometer la producción. Chase y Fortina (2023) argumentan que el manejo preciso de nutrientes permite disminuir el contenido de proteína en dieta, reducir pérdidas de nitrógeno y mejorar la rentabilidad, lo cual es consistente con los efectos observados en 2024, donde una mayor optimización de raciones generó un margen de utilidad superior.

La eficiencia técnica también aparece como un factor explicativo de los resultados, especialmente en la mejora de indicadores en 2024, así tenemos estudios como el de Franco-Crespo et al. (2019), que indican que la heterogeneidad técnica entre productores determina diferencias importantes en productividad y en la capacidad de transformar insumos en litros de leche, lo que afecta directamente los costos unitarios, análisis que refleja este comportamiento: aunque el precio de la leche aumentó en todos los años evaluados, la

rentabilidad solo mejoró cuando hubo una gestión eficiente de recursos y una reducción del costo unitario por litro.

Finalmente, estudios sobre sostenibilidad indican que sistemas lecheros con alta dependencia de insumos comerciales externos tienden a mostrar vulnerabilidad económica, especialmente ante fluctuaciones de precios, como lo muestran Pedraza et al. (2015), quienes describieron un deterioro del 100 % de los indicadores económicos de sostenibilidad en UPL de Tungurahua debido entre otros factores, al uso intensivo de balanceados.

4.5. Análisis crítico

Fortalezas

Se identificó como fortalezas a la cantidad de datos ya que el análisis se apoyó en tres años consecutivos de registros operativos, lo que permitió observar variaciones anuales, tendencias y respuestas económicas del sistema frente a fluctuaciones de los costos de insumos.

El estudio también integró indicadores como costo por litro, margen por litro, utilidad anual, B/C y litros producidos, permitiendo una visión integral del funcionamiento económico.

El uso de 2022 como año base permitió una adecuada comparación de variaciones porcentuales, resaltando los efectos específicos de los cambios en costos de alimentación, algo que también se recomienda en evaluaciones económicas como las de Sarica et al. (2022)

Limitaciones

1. Dependencia de una sola unidad de producción

El análisis corresponde a una sola explotación lechera, lo que limita la generalización de los resultados hacia otras zonas o sistemas productivos. En la literatura es frecuente la advertencia de que los resultados económicos pueden variar significativamente según acceso a tierra, disponibilidad de forraje, escala productiva o manejo técnico, como lo señalan Franco-Crespo et al. (2019) respecto a la diversidad de sistemas lecheros en la Sierra ecuatoriana.

2. Ausencia de variables ambientales y sanitarias

Si bien el estudio identifica variaciones en costos y márgenes, no se incluyen variables como clima, eventos sanitarios o disponibilidad de forraje, que pueden influir significativamente en la eficiencia alimenticia. Estudios como Tamminen et al. (2024) muestran que fenómenos climáticos como el estrés calórico impactan producción y costos, alterando márgenes

3. No se evaluaron alternativas de alimentación no comerciales

Aunque se discute la sustitución con forrajes, no se incorporaron análisis económicos de alternativas como bancos de proteína, subproductos agroindustriales o recursos no convencionales, ampliamente documentados como potencialmente rentables (Uvidia-Cabadiana et al., 2024; Obeidat, 2021).

CAPITULO V PROPUESTA

5.1. Fundamentación de la propuesta

La presente propuesta se fundamenta en los hallazgos obtenidos en el análisis económico del período 2022 - 2024, en el cual se evidenció que los costos de alimentación representan el componente más determinante del costo total por litro, con una participación promedio del 55 %, y que el incremento del costo del alimento balanceado (ABA) se relaciona directamente con la reducción del margen económico, información que coincide con diversos estudios que reportaron que los costos de alimentación constituyen entre el 50 % y el 70 % del costo total en sistemas lecheros, afectando la sostenibilidad económica y técnica de las explotaciones (Pedraza et al., 2015; Sarica et al., 2022).

De igual manera, la mejoría observada en el año 2024 puede demostrar que la eficiencia alimenticia, el manejo forrajero y la optimización productiva son factores clave para sostener la rentabilidad, incluso en situaciones de fluctuación de precios de insumos. Así tenemos estudios como los de Uvidia-Cabadiana et al. (2024) quienes mostraron que el uso de bancos de proteína y recursos forrajeros de alto valor nutritivo puede reducir la dependencia del concentrado y mejorar la producción por hectárea, fortaleciendo la eficiencia económica de los sistemas lecheros.

La propuesta busca establecer un modelo de seguimiento técnico y económico, junto con estrategias operativas y de optimización de costos que permitan a la explotación lechera mejorar su eficiencia, reducir vulnerabilidades y garantizar un manejo sostenible a corto, mediano y largo plazo.

5.2. Objetivo de la propuesta

Diseñar e implementar un modelo integral de seguimiento técnico y económico que permita optimizar los costos de alimentación, mejorar la productividad y fortalecer la rentabilidad de las explotaciones lecheras, a través de estrategias de manejo alimenticio, sanitario, reproductivo y administrativo.

5.3. Modelo de seguimiento técnico para explotaciones lecheras

El modelo propuesto se compone de cuatro ejes de control operativo permanente y a continuación, se muestra el diseño del modelo:

5.3.1. Planificación de la actividad

5.3.1.1. Nombre de la actividad

Implementación del modelo integral de seguimiento técnico y económico en la explotación lechera.

5.3.1.2. Objetivo de la actividad

Establecer un sistema continuo de monitoreo, análisis y toma de decisiones que permita optimizar los costos de alimentación, mejorar los indicadores productivos y fortalecer la rentabilidad de la explotación.

5.3.1.3. Metodología de trabajo

La metodología de trabajo consta de cuatro etapas que parten del diagnóstico inicial con el levantamiento de indicadores base, oferta forrajera, productividad y costos, posterior la planificación operativa donde se realiza la definición de los ejes, actividades clave por área y el plan de implementación progresivo, posteriormente la ejecución técnica con los ajustes alimenticios, sanitarios, reproductivos y administrativos para el seguimiento diario y mensual se requiere de los registros sistemáticos, análisis de desviaciones y toma de decisiones y finalmente la evaluación anual donde se realiza la comparación de productividad, costos y rentabilidad antes y después.

A continuación, se presenta la tabla operativa 7 del diseño técnico por ejes, actividades y resultados esperados.

Tabla 7. Diseño técnico por ejes, actividades y resultados esperados.

| Eje | Actividad | Descripción | Producto | Resultado esperado |
|--|------------------------------------|--|---------------------------------------|---|
| Alimentación y manejo forrajero | Análisis de mercado | Revisión de precios locales del ABA, aditivos y forrajes; identificación de proveedores y variabilidad estacional. | Reporte de precios y proyección anual | Compras estratégicas y reducción de vulnerabilidad a fluctuaciones. |
| | Diagnóstico productivo alimenticio | Evaluación del consumo real vs. formulado, oferta forrajera, capacidad de carga y valor nutritivo. | Informe de eficiencia alimenticia | Ajuste técnico de raciones y disminución del costo ABA/L. |
| | Definición de líneas productivas | Segmentación del hato (altas, medias, secas) y definición de raciones específicas. | Plan nutricional por grupo productivo | Mayor eficiencia en el uso del concentrado y del forraje. |
| | Diseño técnico básico | Formulación de dietas, balanceo forrajero, plan de rotaciones y reservas estratégicas. | Manual técnico alimenticio | Estabilidad del costo de alimentación y reducción de pérdidas. |
| | Plan de implementación progresivo | Introducción gradual de cambios alimenticios, capacitación y seguimiento. | Cronograma alimenticio | Adaptación adecuada sin afectar la producción. |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| Manejo sanitario | Diagnóstico del estado sanitario | Revisión de registros, prevalencia de mastitis, parasitismo y enfermedades metabólicas. | Ficha sanitaria base | Identificación de brechas sanitarias críticas. |
| | Protocolización sanitaria | Diseño de calendarios de vacunación, desparasitación y controles preventivos. | Protocolo sanitario anual | Reducción de pérdidas por enfermedades y aumento de productividad. |
| | Evaluación de bienestar animal | Análisis de estrés térmico, confort y comportamiento. | Informe de bienestar | Estabilidad productiva y menor variabilidad en la leche. |
| Manejo reproductivo | Análisis reproductivo | Evaluación de tasas de concepción, días abiertos e intervalo parto - parto. | Línea base reproductiva | Identificación de cuellos de botella reproductivos. |
| | Diseño de programas reproductivos | Sincronización, selección genética. | Plan reproductivo | Mejora de la eficiencia reproductiva y genética. |
| | Seguimiento mensual | Control de preñeces, vacas problema y registros. | Registro reproductivo actualizado | Mejora del rendimiento por vaca. |

| | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|---------------------------|--|
| Económico-productivo | Digitalización de información | de Implementación de planillas o software simple para registros. | Base de datos digital | Rapidez en decisiones y trazabilidad. |
| | Evaluación de costos | de Cálculo mensual de costos, márgenes y B/C. | Informe económico mensual | Control financiero inmediato y correcciones oportunas. |
| | Análisis de rentabilidad | de Comparación antes–después, análisis de sensibilidad. | Informe anual | Validación del impacto económico del modelo. |

5.3.1.4. Cronograma tentativo

El cronograma tentativo establece las etapas de ejecución del modelo, indicando los tiempos aproximados para su implementación y consolidación en la explotación lechera y se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Cronograma tentativo para la implementación del modelo

| Fase | Actividades principales | Duración estimada |
|---|---|--------------------------|
| 1. Diagnóstico inicial | Levantamiento de indicadores productivos, alimenticios y económicos; evaluación de oferta forrajera; revisión de protocolos sanitarios y reproductivos. | 1 mes |
| 2. Ajuste alimenticio y sanitario | Reformulación de raciones, segmentación del hato, implementación de protocolos preventivos, correcciones reproductivas. | 2 a 4 meses |
| 3. Implementación del sistema de seguimiento | Diseño de planillas digitales, capacitación del personal, definición de reportes y frecuencia de control. | 2 meses |
| 4. Monitoreo y corrección | Evaluaciones mensuales de indicadores, comparación contra metas, ajustes operativos. | Permanente |
| 5. Evaluación anual de resultados | Comparación interanual de productividad, costos, margen y relación B/C. | Cada 12 meses |

5.3.1.5. Recursos necesarios

La implementación del modelo requiere recursos humanos, materiales, tecnológicos y administrativos que muchos ya los dispone de finca, a continuación, se realiza un propuesta que pueden irse incorporando los que faltan progresivamente según los resultados que cause en la finca ganadera.

a) Recursos humanos

- Técnico o responsable del seguimiento (zootecnista o administrador)

- pecuario).
 - Personal operativo (ordeño, alimentación, registros).
 - Consultor externo especializado (opcional, para auditorías anuales).
- b) Recursos materiales
 - Insumos alimenticios (ABA formulado, aditivos específicos).
 - Forrajes, semillas y materiales para bancos proteicos o rotaciones.
 - Insumos sanitarios (vacunas, antiparasitarios, materiales de diagnóstico básico).
 - Infraestructura básica (comederos, potreros, reservorios, bodegas).
- c) Recursos tecnológicos
 - Balanza o báscula para registro de consumos.
 - Medidor de forraje o equipo para estimación de materia seca.
 - Computadora o tablet para registro digital.
 - Plantillas de seguimiento técnico y económico.
- d) Recursos administrativos
 - Registros económicos mensuales.
 - Reportes de producción y planillas de ordeño.
 - Sistema de archivo (digital o físico).

5.3.1.6. Criterios de calidad

Los criterios de calidad permiten verificar que la implementación del modelo cumpla estándares técnicos y que sus resultados sean consistentes, comparables y sostenibles, entre los principales se mencionan los siguientes:

a) Viabilidad técnica

Las actividades propuestas se basan en prácticas comprobadas y pertinentes al sistema lechero local, lo que asegura su aplicabilidad.

Las herramientas y recursos requeridos están disponibles en la mayoría de explotaciones lecheras.

b) Coherencia con la demanda

El modelo responde directamente al problema identificado: el alto peso del costo de alimentación (55 % del costo total) y la sensibilidad económica al precio del ABA.

Prioriza acciones que impactan en el costo ABA/litro, en la eficiencia productiva y en la rentabilidad, lo cual coincide con la demanda real del productor.

c) Adaptación a las capacidades locales

El modelo no exige inversiones elevadas ni infraestructura compleja.

Se implementa progresivamente y se ajusta a la disponibilidad de personal, recursos y manejo propio de cada finca.

Permite partir de los registros existentes, formalizarlos y mejorar su sistematicidad.

d) Escalabilidad del modelo

Puede ampliarse a varias unidades productivas dentro de un mismo sistema o asociación.

Se adapta sin cambios estructurales a fincas de diferente tamaño.

Su replicabilidad facilita la comparación de indicadores y la mejora continua entre productores.

5.4. Estrategias de mejora productiva

Las estrategias de mejora productiva se muestran en función de los ejes de control y se detallan en la tabla 9.

Tabla 9. Estrategias de mejora productiva

| Eje | Estrategia | Actividades clave | Resultado esperado |
|---------------------|---|---|--|
| Alimentación | Ajuste de raciones según nivel productivo | Segmentación del hato, formulación precisa, control de consumo. | Reducción de sobrealimentación y mayor eficiencia del ABA. |
| | Optimización del manejo forrajero | Implementación de bancos de proteína, manejo de rotaciones, análisis de digestibilidad. | Disminución de dependencia del concentrado; menor costo ABA/L. |
| | Uso de reservas estratégicas | Producción de ensilajes y henos; almacenamiento adecuado. | Estabilidad del costo de alimentación ante picos de precios. |
| | Reducción de desperdicios | de Capacitación, inspección diaria y corrección de pérdidas en comederos. | Ahorro económico inmediato. |
| Sanitario | Control preventivo | Protocolos de vacunación, diagnóstico temprano, chequeos periódicos. | Reducción de pérdidas por mastitis y enfermedades. |
| | Bienestar animal | Sombra, ventilación, confort, áreas de descanso. | Mayor estabilidad en producción. |
| Reproductivo | Mejoramiento de eficiencia | de Programas de sincronización, IA dirigida, registros constantes. | Reducción del intervalo parto–parto y mejora genética. |

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|---|
| Económico-productivo | Digitalización y análisis económico | Implementación de bases de datos, control diario de indicadores. | Decisiones rápidas y sustentadas; aumento del margen. |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|---|

5.5. Estrategias de optimización de costos

Las estrategias de optimización de costos se muestran en función de los ejes de control y se detallan en la tabla 10.

Tabla 10. Estrategias de mejora productiva

| Eje | Estrategia de optimización de costos | Actividades clave | Resultado esperado |
|--|---|---|---|
| Alimentación y manejo forrajero | 1. Ajuste fino del costo ABA por litro | Reformular raciones priorizando eficiencia energética y proteica. Segmentar el hato (altas, medias, secas) para evitar sobrealimentación. Medir consumo real vs. teórico para detectar desbalances. | Reducción directa del costo ABA/L (3 - 8%), mayor eficiencia alimenticia. |
| | 2. Sustitución parcial del concentrado por forrajes de alto valor nutritivo | Implementar bancos de proteína. Mejorar rotaciones y altura de entrada/salida. Producir forrajes digestibles (raygrass, avena, Kikuyo manejado). | Disminución gradual de dependencia del concentrado; menores costos mensuales. |
| | 3. Reducción de pérdidas y desperdicios | Ajuste de comederos. Capacitación del personal. Control diario de desperdicio en patio y comederos. Revisión de almacenamiento de ABA. | Recuperación del 3–5 % del ABA perdido por mala manipulación. |
| | 4. Gestión estratégica del abastecimiento | Compra anticipada. Volúmenes negociados. Monitoreo mensual de proveedores y precios. Evaluación de aditivos costo - beneficio. | Estabilización del costo del ABA y reducción de vulnerabilidad ante variaciones de mercado. |
| Sanitario | 1. Prevención para reducir gastos por tratamientos | Programa de vacunación y desparasitación eficiente. Control de mastitis subclínica (CMT semanal). Buen manejo de cama y limpieza. | Menos gastos en medicamentos y menos leche descartada. |

| | | | |
|-------------------------------|---|--|--|
| | 2. Protocolos de bioseguridad de bajo costo | Higiene en sala de ordeño. Control de ingreso de animales. Manejo adecuado de residuos. | Disminución de brotes y reducción de costos inesperados. |
| | 3. Gestión de bienestar animal | Sombra, ventilación o riego. Capacitación en manejo bajo estrés. Mejor diseño de corrales. | Reducción de pérdidas por baja producción en épocas críticas (verano). |
| Reproductivo | 1. Reducción del intervalo parto - parto (IPP) | Sincronización estratégica. Revisión mensual de días abiertos. Identificación temprana de vacas problema. | Menor costo fijo por litro al diluir gastos de mantenimiento. |
| | 2. Selección genética orientada a eficiencia | Identificación de vacas de baja persistencia. Cruces estratégicos. Selección de toros con índice de eficiencia alimentaria. | Aumento progresivo de la productividad por vaca sin aumentar costos. |
| Económico - productivo | 1. Control diario del costo por litro | Ingresar diariamente: litros, ABA consumido, costos variables. Generar alertas cuando el costo/L suba más de cierto umbral. | Toma de decisiones más rápida, correcciones inmediatas. |
| | 2. Digitalización y análisis automático | Uso de hojas de cálculo o herramientas simples. Integración mensual de costos. Indicadores automatizados (B/C, margen, ABA/L). | Reducción del error humano y mejora del análisis económico. |
| | 3. Evaluación de proveedores y compras inteligentes | Comparar precios mensuales. Identificar tendencias de mercado. Cambiar proveedores cuando la relación calidad/precio lo justifique. | Ahorro del 2-4% en compras recurrentes. |
| | 4. Optimización del uso de mano de obra | <ul style="list-style-type: none"> • Redistribución de tareas. • Capacitación en eficiencia. • Identificación de procesos repetitivos que pueden simplificarse. | Menor costo laboral por litro. |

5.6. Análisis de viabilidad económica

La viabilidad económica de la propuesta se presenta a continuación:

1. Reducción proyectada del Costo del ABA por litro (3–8 %)

Basada en experiencias de manejo forrajero y bancos de proteína, esta reducción tendría un impacto directo en el costo total por litro y en el margen económico. Una disminución del costo de ABA por litro similar a la observada en 2024 generó un aumento del margen del 20,92 %.

2. Incremento de la eficiencia técnica (2 - 5 %)

Mejoras en sanidad, reproducción y manejo alimenticio pueden incrementar la producción de leche por vaca/día, diluyendo costos fijos.

3. Mejora de la relación beneficio/costo (B/C)

Con una proyección conservadora, el índice B/C podría aumentar de 1,49 a 1,65 con la aplicación de estrategias de alimentación y manejo.

5.6. Indicadores de seguimiento y evaluación

Para la implementación del modelo integral se requiere que los indicadores sean estandarizados, medidos y analizados dentro de cada eje operativo, permitiendo realizar un seguimiento técnico y económico continuo. A continuación, se detalla cómo se implementa cada indicador por eje.

5.6.1. Implementación de los indicadores en el Eje de Alimentación y Manejo Forrajero

En este eje, los indicadores se orientan a evaluar la eficiencia con la que la finca ganadera utiliza los recursos alimenticios y el impacto del consumo sobre el costo final por litro producido. La medición del consumo real versus el formulado se implementa mediante el registro diario de la cantidad de balanceado que se entrega a cada grupo productivo y su comparación con la ración diseñada por el técnico.

La digestibilidad y calidad del forraje se evalúan a través de muestreos periódicos de materia seca, fibra y calidad nutricional y esta información permitirá ajustar las rotaciones, mejorar la carga animal y decidir cuándo recurrir a reservas estratégicas. Por otro lado, el porcentaje de sustitución del ABA es decir cuánto concentrado se logra reemplazar por

forraje de buena calidad, se calcula mensualmente y permite valorar el impacto del manejo forrajero sobre la reducción del costo de alimentación.

Finalmente, el costo del ABA por litro se obtiene mensualmente dividiendo el gasto total del balanceado entre los litros producidos.

5.6.2. Implementación de los indicadores en el Eje Sanitario

En el eje sanitario, los indicadores se utilizan para prevenir pérdidas productivas y económicas asociadas a enfermedades, así tenemos que el conteo de células somáticas (CCS) se implementa a través de pruebas rápidas en sala de ordeño o análisis de laboratorio.

La producción promedio por vaca/día, aunque es un indicador productivo, se relaciona estrechamente con la salud del hato y cualquier caída abrupta en los litros producidos por vaca suele estar asociada a infecciones, dolor, estrés térmico o problemas metabólicos. También se implementa el registro de incidencia de enfermedades, lo que permite cuantificar la frecuencia de casos y evaluar la eficacia de los protocolos sanitarios.

5.6.3. Implementación de los indicadores en el Eje Reproductivo

En este eje se implementan indicadores destinados a evaluar la eficiencia biológica y su impacto económico, a decir: el intervalo parto - parto (IPP) se calcula registrando las fechas de parto de cada vaca; su seguimiento mensual permite identificar retrasos que incrementan los costos fijos por vaca. Asimismo, la tasa de concepción se implementa registrando todas las inseminaciones realizadas y verificando el número de preñeces logradas.

Los días abiertos se calculan como el número de días entre el parto y la concepción; valores elevados indican problemas en la detección del celo, manejo nutricional deficiente o fallas en la técnica de inseminación. Estos indicadores permiten tomar decisiones oportunas, como ajustar el plan de inseminación, aplicar programas de sincronización o descartar animales con bajo desempeño reproductivo.

5.6.4. Implementación de los indicadores en el Eje Económico-Productivo

Finalmente, en este eje se monitorean los indicadores que reflejan la rentabilidad general del sistema, donde el costo total por litro se implementa mediante la contabilización mensual de todos los egresos productivos y su división entre los litros producidos.

El margen por litro, calculado como la diferencia entre el precio recibido y el costo total, se utiliza para evaluar la rentabilidad mensual y a su vez, la utilidad anual refleja el desempeño económico consolidado y permite verificar el impacto real del modelo. La relación beneficio - costo (B/C) es implementada tanto de forma mensual como anual, para evaluar la conveniencia financiera de los gastos realizados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones generales

El análisis integral realizado durante el período 2022 - 2024 permitió identificar que la alimentación constituye el principal determinante económico de la producción lechera, representando en promedio el 55 % del costo total por litro, información que coincide con evidencias nacionales e internacionales, donde el alimento balanceado y los suplementos se consideran los rubros más influyentes sobre la rentabilidad de las explotaciones. Lo observado en el período 2023 y 2024 confirma que la rentabilidad no depende únicamente del precio de la leche, sino de la relación entre costo por litro y eficiencia productiva, así como del manejo nutricional, sanitario y reproductivo.

El estudio también muestra que cambios relativamente pequeños en el costo de alimentación pueden generar grandes impactos en los márgenes económicos, lo que evidencia una alta elasticidad del sistema respecto a los precios de insumos. Este comportamiento es similar con investigaciones que indican que los sistemas lecheros altamente dependientes de concentrados son más vulnerables a variaciones del mercado.

Asimismo, la mejora de la rentabilidad alcanzada en 2024 demuestra que la eficiencia alimenticia y la optimización técnica permiten contrarrestar los efectos de la variabilidad de precios, coincidiendo con estudios que resaltan la importancia del manejo forrajero, la calidad nutricional y la eficiencia en el uso de nutrientes para mejorar la sostenibilidad económica de las fincas.

6.2. Conclusiones por objetivo específico

Objetivo 1: Determinar la participación de los costos de alimentación en el costo total del litro de leche, determinando su incidencia en la rentabilidad.

Se concluye que los costos de alimentación representan más de la mitad del costo total, siendo el ABA el componente predominante (48,7 % en promedio). Esta estructura de costos coincide con estudios que identifican al alimento balanceado como el principal determinante del costo unitario de producción en sistemas lecheros.

Objetivo 2: Analizar el efecto de las fluctuaciones en los precios de los insumos alimenticios en los márgenes de ganancia de las explotaciones lecheras.

El análisis reveló que incrementos en el precio del ABA afectan de manera directa el margen por litro y la utilidad anual, ya que, en el 2023, un aumento del 26,42 % en el costo del ABA redujo el margen por litro en 6,63 % lo cual confirma que los sistemas dependientes de insumos comerciales son económicamente sensibles a fluctuaciones del mercado.

En el mismo sentido, se determinó que las variaciones de precios del ABA tienen efectos acumulativos sobre el costo total y la utilidad. Estudios internacionales señalan que fluctuaciones de insumos como concentrados, fertilizantes o suplementos generan vulnerabilidad económica en fincas pequeñas y medianas.

Objetivo 3: Proponer estrategias de manejo y optimización de los costos de alimentación que permitan mejorar la eficiencia económica de las explotaciones lecheras.

La propuesta formulada es técnicamente viable y económicamente sustentada, ya que combina manejo alimenticio, sanitario, reproductivo y control económico, coherente con recomendaciones científicas para sistemas eficientes.

6.3. Recomendaciones técnicas y económicas

Recomendaciones técnicas

Se recomienda optimizar la ración alimenticia ajustando el concentrado al nivel productivo de cada animal con base en lo que señala la literatura que indica que dietas más precisas reducen pérdidas económicas y mejoran la eficiencia.

Se sugiere fortalecer el manejo forrajero, incorporando especies de alto valor nutritivo o bancos proteicos, lo cual puede reducir el uso de concentrados y aumentar la disponibilidad de proteína natural.

Se sugiere implementar un sistema de sanidad preventiva, priorizando control de mastitis y enfermedades metabólicas, dado su impacto sobre la producción y los costos.

Se recomienda digitalizar y sistematizar los registros productivos, para mayor facilidad de la información y por ende la toma de decisiones basada en indicadores económicos y técnicos.

Se recomienda realizar compras estratégicas de ABA por volumen o mediante acuerdos comerciales que reduzcan la variabilidad del precio.

Así también monitorear mensualmente el costo por litro, el margen y la relación B/C, para realizar ajustes oportunos en manejo o alimentación.

6.4. Líneas futuras de investigación

En futuras investigaciones resulta pertinente incorporar variables ambientales, tales como condiciones climáticas, niveles de estrés térmico y disponibilidad de forraje, con el fin de analizar cómo interactúan con la eficiencia productiva y la estructura de costos del sistema lechero.

Asimismo, se considera relevante evaluar la implementación de bancos proteicos en distintos contextos productivos, no solo desde una perspectiva técnica, sino también económica.

De igual manera, conviene estudiar la eficiencia técnica y económica en explotaciones de diferentes escalas productivas, considerando que los resultados financieros no son homogéneos y que la rentabilidad puede variar significativamente según el tamaño de la unidad productiva, su nivel tecnológico y su estructura de costos.

Finalmente, se plantea el análisis de fuentes alimenticias no convencionales, incluidas microalgas y subproductos agroindustriales, cuyo potencial viene siendo explorado en diversos estudios recientes.

REFERENCIAS

- Almeida Feijo, M. E., Bonilla Espinel, S. E., Rivera Reinel, R. R., Ayala Freire, W. A., Martínez Romero, C. C., Guzmán Potosi, J. V., & Martínez Vega, K. L. (2025). *Promedio de producción lechera bovina basado en su alimentación, parroquia Santa María del Toachi*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15818
- Aminah Khawer, & Mujahid Iqbal. (2025). *Profitability and Economic Efficiency Analysis of Dairy Farming in Faisalabad*. *Annual Methodological Archive Research Review*, 3(5). <https://doi.org/10.63075/j73e4694>
- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., & Delahoy, J. E. (2003). Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 86, Issue 1). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73581-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73581-4)
- Beck, T., & Ishler, V. A. (2016). *Dairy risk-management education: Managing income over feed costs*. The Pennsylvania State University Extension. <https://extension.psu.edu/dairy-risk-management-education-managing-income-over-feed-costs>
- Chase, L. E., & Fortina, R. (2023). *Environmental and Economic Responses to Precision Feed Management in Dairy Cattle Diets*. *Agriculture*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture13051032>
- Codex Alimentarius Commission Procedural Manual. (2025). *Codex Alimentarius Commission Procedural Manual*. <https://doi.org/10.4060/cd7978en>
- Cortez-Arriola, J., Groot, J. C. J., Rossing, W. A. H., Scholberg, J. M. S., Améndola Massiotti, R. D., & Tiftonell, P. (2016). *Alternative options for sustainable intensification of smallholder dairy farms in North-West Michoacán, Mexico*. *Agricultural Systems*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.02.001>

- Coventry, T., Sutherland, H., Waters, M., Dutton, P., Gream, B., Croft, R., Hall, E., Paull, D. R., Edwards, C., Marchant, R., Smith, P., Scott, J. M., Gaden, C., & Hoad, J. (2013). Reflections on the concept, conduct and findings of the producer-led Cicerone Project. *Animal Production Science*, 53(7–8). <https://doi.org/10.1071/AN12292>
- Delagarde, R., Guyard, R., Boré, R., & Rouillé, B. (2024). Strategies of maize silage supplementation of grazing dairy cows: Effects on milk production, pasture intake, grazing behaviour and methane emissions. *Data in Brief*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110361>
- di Marco, O. N., & Aello, M. S. (1998). Energy cost of cattle walking on the level and on a gradient. *Journal of Range Management*, 51(1). <https://doi.org/10.2307/4003556>
- El Telégrafo. (2021). *La producción lechera en Ecuador genera \$ 1.600 millones en ventas anuales (Infografía)*. El Telégrafo.
- FAO (2011). Guide to good dairy farming practice. Animal Production and Health Guidelines. No. 8. Rome.
- Fariña, S. R., & Chilibroste, P. (2019). Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. *Agricultural Systems*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001>
- Febrianto, N., Hartono, B., Nugroho, E., Kusumastuti, A. E., Winarto, P. S., Akhiroh, P., Susilawati, T., Yekti, A. P. A., Utami, P., Ramli, N. N., & Helmi, M. (2025). *The Effects of Foot and Mouth Disease on the Profitability of Smallholder Dairy Farms: Evidence from East Java, Indonesia*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 35(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2025.035.01.13>
- Franco-Crespo, C., Carrasco, L. V. M., Aimacaña, N. R. L., & Chávez, G. A. C. (2019). *Small-farmers dynamics in the sierra of Ecuador*. *La Granja*, 30(2). <https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.09>

- Gantner, V., Jožef, I., Gantner, R., Steiner, Z. S., Zmaić, L., Solić, D., & Potočnik, K. (2023). *Estimation of prevalence, effect and cost of mastitis on Simmental dairy farms of different sizes*. *Ekonomika Poljoprivrede*, 70(4). <https://doi.org/10.59267/ekopolj23041123g>
- García Jarquín, B., Aguilar Fernández, M., Álvarez-Cedillo, J. A., Álvarez-Sánchez, T., & Sandoval Gómez, R. J. (2019). Transferencia de conocimiento e innovación tecnológica: Una revisión tradicional de la literatura. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 10(19). <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.501>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2025). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) Boletín Técnico Abril · 2025.
- Ionita, E. (2022). *La producción de leche en Ecuador*. Veterinaria Digital.
- Laflamme-Michaud, L., Molano, R. A., Santschi, D. E., Binggeli, S., Warner, D., Brassard, O., Jetté-Nantel, S., Paquet, R., & Charbonneau. (2025). *Characterization of heifer rearing costs and their association with farm factors of Québec Holstein dairy farms*. *Canadian Journal of Animal Science*, 105. <https://doi.org/10.1139/cjas-2024-0154>
- Melnikova, L., & Gilsanz, A. (2023). *Applying Polysaccharides Regulatory Complex as a Frugal Innovation in Dairy Farms*. *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(5). <https://doi.org/10.15244/pjoes/166344>
- Moscovici Joubran, A., Pierce, K. M., Garvey, N., Shalloo, L., & O'Callaghan, T. F. (2021). Invited review: A 2020 perspective on pasture-based dairy systems and products. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 104, Issue 7). <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19776>
- Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (A/RES/70/1). https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf.

- Nicholson, C. F., Stephenson, M. W., Armentano, L., & Harvatine, K. (2024). *Economic analysis of high-oleic soybeans in dairy rations*. *Journal of Dairy Science*, 107(6). <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23738>
- Obeidat, B. S. (2021). *Olive Cake in Livestock Nutrition*. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 17(3). <https://doi.org/10.35516/jjas.v17i3.78>
- Örs, A., Oğuz, C., Semin, A., & Skvortsov, E. (2022). *The effect of robotic milking systems on economic performance of dairy farms with a simulation model*. *New Medit*, 21(2). <https://doi.org/10.30682/nm2202g>
- Pandey, A. K. (2024). Exploring Livestock and Agricultural Income Poverty among Farming Households: Study Based on Mirzapur District of Uttar Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 79(3). <https://doi.org/10.63040/25827510.2024.03.014>
- Pedraza, R., Rivera, V., Velasco, J., Jara, R., & Guapi, R. (2015). *Indicadores de sostenibilidad en unidades vacunas de producción lechera en Ecuador*. *Revista Producción Animal*, 27(2).
- Powell, J. M., Gourley, C. J. P., Rotz, C. A., & Weaver, D. M. (2010). *Nitrogen use efficiency: A potential performance indicator and policy tool for dairy farms*. *Environmental Science and Policy*, 13(3). <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.03.007>
- Rahmani Shahraki, A., Mirzaei, A., Badiei, A., Bittar, J. H. J., Mueller, K. R., Naserian, A., & Razavi, S. A. (2023). *Impact of COVID-19 on Dairy Herd Profitability: A Review at the Global Level*. *Farm Animal Health and Nutrition*, 2(1). <https://doi.org/10.58803/fahn.2023.2.1.01>
- Razzaq, A., Qin, S., Anwar, M., & Zhou, Y. (2025). *Technical Efficiency, Economic Sustainability, and Environmental Implications of Dairy Farms in Pakistan*. *Polish Journal of Environmental Studies*, 34(2). <https://doi.org/10.15244/pjoes/187116>

- Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). *Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador*. *La Granja*, 15(1). <https://doi.org/10.17163/lgr.n15.2012.05>
- Sarica, D., Demircan, V., Naziroglu, A., Aydin, O., & Koknaroglu, H. (2022). *The cost and profitability analysis of different dairy farm sizes*. *Tropical Animal Health and Production*, 54(5). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03321-5>
- Siberski-Cooper, C. J., & Koltjes, J. E. (2022). *Opportunities to harness high-throughput and novel sensing phenotypes to improve feed efficiency in dairy cattle*. *Animals*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/ani12010015>
- Stephens, E. C., Aboagye, I., Mengistu, G., McAllister, T., & Ominski, K. (2025). *Economic and circular economy analysis of including potato waste in beef feedlot diets*. *Frontiers in Sustainability*, 6. <https://doi.org/10.3389/frsus.2025.1628164>
- Tamminen, L. M., Båge, R., Åkerlind, M., & Antillón, G. O. (2024). *Farmers' sense of the biological impact of extreme heat and seasonality on Swedish high-yielding dairy cows – A mixed methods approach*. *Preventive Veterinary Medicine*, 224. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106131>
- Tschopp, R., Gemechu, G., Wood, J. L. N., Aseffa, A., Mihret, A., Tessema, B., Belachew, B., Fekadu, E., Melese, F., Taye, H., Haile, S., Ayalew, S., Hailu, T., Bekele, A., Yirga, C., Ambaw, M., Mamo, T., Solomon, T., Teklewold, T., ... Zeleke, M. (2021). *A Longitudinal Study of Cattle Productivity in Intensive Dairy Farms in Central Ethiopia*. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.698760>
- Ugyen, P., & Luttikhuis, R. O. (2020). *A Case Study of Pungdzong Dairy Farmer's Group: Analysis of Milk Value Chain*. *Bhutan Journal of Animal Science*, 4(1).
- Uvidia-Cabadiana, H. A., Arias, P., Reyes-Silva, F. D., & Herrera-Feijoo, R. J. (2024). *Análisis de los bancos de proteína en la alimentación de la ganadería lechera en el*

Ecuador. Código Científico Revista de Investigación, 5(1).
<https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/395>

Vizzarri, F. (2023). *Innovative and sustainable multi-service models to boost livestock farming systems*. Slovak Journal of Animal Science, 56(3).
<https://doi.org/10.36547/sjas.847>

Wang, J., Li, Y., Bork, E. W., Richter, G. M., Chen, C., Hussain Shah, S. H., & Mezbahuddin, S. (2021). Effects of grazing management on spatio-temporal heterogeneity of soil carbon and greenhouse gas emissions of grasslands and rangelands: Monitoring, assessment and scaling-up. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 288).
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125737>

Wilkinson, J. M., Chamberlain, A. T., & Rivero, M. J. (2021). The case for grazing dairy cows. In *Agronomy* (Vol. 11, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/agronomy11122466>

Zhang, X. M., Wang, R., Ma, Z. Y., Wang, M., & Tan, Z. L. (2020). Enteric methane emissions and mitigation strategies in ruminants. *Journal of Agro-Environment Science*, 39(4). <https://doi.org/10.11654/jaes.2020-0105>

Anexos



Pastoreo del ganado



Proceso de alimentación con forraje