



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ECONOMÍA

Función de producción de leche en la provincia del Cañar parroquia
Ingapirca

Trabajo de Titulación para optar al título de Economista

Autor:

Pallchizaca Chimborazo Noe

Tutor:

Econ. Patricio Daniel Juelas Carrillo

Riobamba, Ecuador 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Noe Pallchizaca Chimborazo**, con cédula de ciudadanía **0350145652**, autor del trabajo de investigación titulado: **Función de producción de leche en la provincia del Cañar parroquia Ingapirca**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 23 de octubre de 2024.



Noe Pallchizaca Chimborazo
C.I: 0350145652

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Patricio Daniel Juelas Carrillo catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR PARROQUIA INGAPIRCA”, bajo la autoría de Noe Pallchizaca Chimborazo; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 23 días del mes de octubre de 2024.



Eco. Patricio Daniel Juelas Carrillo

C.I: 0350145652

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR PARROQUIA INGAPIRCA", presentado por Noe Pallchizaca Chimborazo, con cédula de identidad número 0350145652, bajo la tutoría del Econ. Patricio Daniel Juelas Carrillo; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación el 23 de octubre de 2024.

Econ. Eduardo German Zurita Moreano, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Handwritten signature of Eduardo German Zurita Moreano in blue ink, written over a horizontal line.

Econ. Patricia Hernández Medina, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Handwritten signature of Patricia Hernández Medina in blue ink, written over a horizontal line.

Econ. Víctor Dante Ayaviri Nina, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Handwritten signature of Víctor Dante Ayaviri Nina in blue ink, written over a horizontal line.

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **NOE PALLCHIZACA CHIMBORAZO** con CC: **0350145652**, estudiante de la Carrera **ECONOMIA**, facultad de **CIENCIAS POLITICAS Y ADMINISTRATIVAS**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **FUNCION DE PRODUCCION DE LECHE EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR, PARROQUIA INGAPIRCA**", cumple con el 6%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN ORIGINALITY CHECK**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 14 de septiembre de 2024

Econ. Patricio Daniel Juelas Carrillo
TUTOR(A)

DEDICATORIA

A mis hermanos, quienes han sido mis compañeros de aventuras desde el principio, su presencia ha sido mi refugio en los momentos difíciles y mi motivo de alegría en los triunfos. Esta tesis es el resultado de nuestro vínculo inquebrantable y del amor que compartimos como hermanos.

Celebramos juntos los logros y superamos juntos los obstáculos, y estoy profundamente agradecido por su amistad invaluable, en especial para mi amigo y hermano Ángel Caguana.

Y a ti, mamá, mi roca inquebrantable, mi inspiración constante y mi mayor apoyo en la vida. Tus sacrificios, tu amor incondicional y tu fortaleza incansable han sido el motor que me impulsa a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. A pesar de las adversidades, siempre has estado a mi lado, brindándome tu amor y apoyo inquebrantables. Esta tesis es un tributo a tu amor y dedicación infinitos.

AGRADECIMIENTO

Quiero aprovechar este momento para expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que han sido parte fundamental de mi camino durante la realización de esta tesis. En primer lugar, deseo agradecer a mi amada familia por su inquebrantable apoyo. Vuestra confianza, amor y aliento constante han sido mi motor en cada paso de este viaje.

A mi respetado tutor de tesis Eco, Patricio Juelas, quiero expresar mi gratitud por su dedicación y orientación a lo largo de este proceso. Sus conocimientos, experiencia y paciencia han sido invaluable para mí. Gracias por su guía constante, por desafiarme a superar mis límites y por ayudarme a dar lo mejor de mí en cada etapa de este trabajo académico. Agradezco también a la Universidad por brindarme la oportunidad de perseguir mis estudios y por proporcionarme un entorno enriquecedor para aprender y crecer. A todos los miembros de la facultad, gracias por su compromiso con la excelencia académica y por crear un ambiente propicio para el desarrollo de mis habilidades y conocimientos.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mis queridos docentes, quienes compartieron generosamente sus conocimientos y experiencias conmigo. Vuestra pasión por la enseñanza y vuestro compromiso con el aprendizaje han dejado una huella indeleble en mi formación.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRAC

CAPITULO I.....	14
1. Introducción.....	14
1.1 Planteamiento del Problema	15
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 General.....	16
1.2.2 Específicos.....	16
1.3 Justificación	17
CAPÍTULO II.....	18
2. Marco teórico.....	18
2.1 Estado del arte	18
2.2 Marco teórico.....	21
2.2.1 Teoría de la producción	21
2.2.2 Teoría de innovación tecnológica.....	22
2.2.3 Teoría del desarrollo local	24
2.2.4 Función de producción	25
2.2.5 Tipos de funciones de producción	27
2.2.6 Función de producción en el sector agrícola.	29
2.2.7 Sector Lácteo	31

2.2.8	Características geográficas y climáticas de la provincia del Cañar y su impacto en la producción de leche.....	34
2.2.9	Estructura agrícola y ganadera en la región.....	37
2.2.10	Razas bovinas lecheras en la provincia del Cañar.....	40
2.2.11	Tecnología y Prácticas Agropecuarias	42
CAPÍTULO III.....		44
3.	Metodología.....	44
3.1	Método.....	44
3.2	Tipo de investigación	44
3.3	Variables.....	44
3.4	Técnicas de recolección de datos.....	45
3.5	Población y muestra	45
3.5.1	Población	45
3.5.2	Muestra.....	45
3.6	Hipótesis.....	46
3.7	Formulación del modelo econométrico.....	47
3.7.1	Ecuación de Cobb – Douglas.....	47
3.7.2	Modelo econométrico	47
3.7.3	Validación del modelo.....	49
CAPÍTULO IV.....		50
4.	Resultados y discusión	50
4.1	Resultados.....	50
4.1.1	Caracterización del proceso productivo de la leche en la provincia del Cañar parroquia Ingapirca.....	50
4.1.2	Comportamiento de las variables	51
4.2	Estimación y análisis del modelo econométrico.....	57
4.2.1	Regresión Lineal Múltiple.....	57
4.2.2	Test de multicolinealidad.....	59

4.2.3	Regresión lineal con eliminación de variable correlacionada	60
4.2.4	Test de multicolinealidad (2).....	62
4.2.5	Test de correcta especificación de RAMSEY	63
4.2.6	Test de Heterocedasticidad.....	64
4.2.7	Test de normalidad (Jarque Bera).....	65
4.2.8	Regresión robusta	65
4.3	Análisis de varianza (ANOVA).....	68
4.3.1	Cantidad de animales y tiempo diario empleado.....	69
4.3.2	Raza de ganado y la producción de leche.....	70
4.3.3	Análisis de Comparación Múltiple de Tukey	71
4.4	Discusión	72
CAPÍTULO V.		74
5.	Conclusiones y Recomendaciones	74
5.1	Conclusiones.....	74
5.2	Recomendaciones	75
Bibliografía.....		76
Anexos		82

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 <i>Numero de vacas ordeñadas y producción de leche, provincia de Cañar (unidades) año 2022.</i>	39
Tabla 2 <i>Cantidad de cabezas de ganado - registro de vacunación contra la Fiebre Aftosa durante el periodo 2018 - 2019.</i>	39
Tabla 3 <i>Regresión Lineal Múltiple</i>	57
Tabla 4 <i>Test de multicolinealidad</i>	59
Tabla 5 <i>Regresión lineal con eliminación de variable correlacionada</i>	60
Tabla 6 <i>Test de multicolinealidad (2)</i>	62
Tabla 7 <i>Test de correcta especificación de RAMSEY</i>	63
Tabla 8 <i>Test de heterocedasticidad</i>	64
Tabla 9 <i>Test de normalidad</i>	65
Tabla 10 <i>Regresión robusta</i>	66
Tabla 11 <i>Análisis ANOVA (Cantidad de animales / tiempo diario dedicado a la producción)</i>	69
Tabla 12 <i>Producción de Leche entre Diferentes Razas de Ganado (promedio)</i>	70
Tabla 13 <i>Análisis ANOVA (Raza de ganado/producción de leche)</i>	70
Tabla 14 <i>Comparación de razas de ganado (Guernsey, Holstein, Jersey y Mestiza)</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Eficiencia e ineficiencia técnica</i>	26
Figura 2 <i>Isocuantas correspondientes a una relación de producción tipo Cobb-Douglas.</i> ..	28
Figura 3 <i>Producción global de leche bovina periodo 1970-2021</i>	31
Figura 4 <i>Trayectoria de la industria láctea latinoamericana y caribeña en el contexto mundial, periodo 1994-2019</i>	33
Figura 5 <i>Producción de leche diaria en litros</i>	51
Figura 6 <i>Cantidad de animales utilizados en la producción</i>	52
Figura 7 <i>Raza del ganado</i>	53
Figura 8 <i>Tiempo diario empleado en la producción de leche</i>	54
Figura 9 <i>Tamaño de parcela de terreno utilizado en la producción</i>	55
Figura 10 <i>Inversión mensual en maquinaria.</i>	56

RESUMEN

La investigación tiene como finalidad determinar los principales factores que inciden en la producción de leche en la provincia del Cañar, parroquia Ingapirca, Ecuador. Para ello, se llevó a cabo un estudio de campo en el que se recolectaron datos primarios a través de encuestas a los productores lecheros de la zona. Para lograr esto, se aplicó un modelo econométrico basado en la función de producción Cobb-Douglas, utilizando datos de 364 productores de una población total de 7034. La metodología empleada consistió en un análisis econométrico, específicamente un modelo de regresión múltiple, para determinar la relación entre los factores de producción (Cantidad de animales, raza de ganado, mano de obra, tamaño de parcela de terreno y la inversión en maquinaria). Tras una regresión inicial, se obtuvo un coeficiente de R^2 de 0.8568, lo que indica que el 85.68% de la variabilidad en la producción de leche se explica por las variables independientes.

Los resultados revelaron que un aumento del 1% en la cantidad de animales se asoció con un incremento del 0.69744% en la producción de leche ($p < 0.000$). El tiempo diario empleado en la producción mostró un coeficiente de 0.333 ($p = 0.013$), mientras que la inversión en maquinaria tuvo un impacto positivo de 0.00367% por dólar invertido ($p < 0.000$). El tamaño del terreno tuvo un efecto negativo de -0.1222% ($p = 0.013$), los resultados del análisis mostraron que variables como la cantidad de animales, la mano de obra empleada y las técnicas de ordeño utilizadas tienen un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre los niveles de producción de leche en la parroquia Ingapirca. Estas variables lograron explicar una proporción importante de la variación observada en la producción lechera. En conclusión, la investigación permitió validar la hipótesis inicial, demostrando que la función de producción de leche en la zona de estudio depende de manera significativa de los factores productivos mencionados.

Palabras clave: Factores, Ganado, Producción, Regresión, Tecnología

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the main factors influencing milk production in the province of Cañar, Ingapirca parish, Ecuador. A field study was conducted to collect primary data through surveys of dairy producers in the area. For this, an econometric model based on the Cobb-Douglas production function was applied, using data from 364 producers out of a total population of 7,034. The methodology employed consisted of an econometric analysis, specifically a multiple regression model, to determine the relationship between production factors (number of animals, cattle breed, labor, plot size, and investment in machinery). After an initial regression, an R^2 coefficient of 0.8568 was obtained, indicating that 85.68% of the variability in milk production is explained by the independent variables

The results revealed that a 1% increase in the number of animals was associated with a 0.69744% increase in milk production ($p < 0.000$). The daily time spent on production showed a coefficient of 0.333 ($p = 0.013$), while investment in machinery had a positive impact of 0.00367% per dollar invested ($p < 0.000$). The size of the land had a negative effect of -0.1222% ($p = 0.013$). The analysis results showed that variables such as the number of animals, the labor employed, and the milking techniques used have a positive and statistically significant impact on milk production levels in the Ingapirca parish. These variables were able to explain a significant proportion of the observed variation in milk production. In conclusion, the research validated the initial hypothesis, demonstrating that milk production in the study area depends significantly on the mentioned production factors.

Keywords: Factors, Cattle, Production, Regression, Technology



firmado digitalmente por:
MARITZA DE LOURDES
CHAVEZ AGUAGALLO

Reviewed by:
Mgs. Maritza Chávez Aguagallo
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0602232324

CAPITULO I.

1. Introducción

La producción de leche es una de las actividades agrícolas más importantes en la parroquia de Ingapirca, provincia de Cañar, Ecuador. Esta región, reconocida por su paisaje montañoso y su suelo fértil, tiene un potencial significativo para el desarrollo del sector lechero. Sin embargo, para maximizar este potencial es imprescindible entender los factores que afectan la eficiencia y productividad en la producción de leche. Este estudio se enfoca en la función de producción de leche en esta área, utilizando modelos de regresión que permiten identificar y cuantificar la influencia de diversos insumos y variables en los niveles de producción.

La función de producción de leche es una herramienta analítica esencial para definir la relación entre los insumos empleados, la raza del ganado, la cantidad de animales, tiempo diario empleado, tecnología y la cantidad de leche producida. Mediante este análisis, es posible determinar cuáles factores tienen un impacto significativo. En este contexto, se utiliza técnicas econométricas avanzadas para asegurar que los resultados sean precisos y aplicables a la realidad local en Ingapirca.

El análisis de regresión en este estudio incorpora la evaluación de la multicolinealidad entre las variables, un aspecto crítico que puede afectar la estabilidad de las estimaciones. El uso del Factor de Inflación de la Varianza (VIF) permite identificar y manejar esta multicolinealidad, garantizando que la interpretación de los resultados sea robusta. Además, se aplicará la prueba de correcta especificación de Ramsey (RESET), que ayuda a confirmar que el modelo es adecuado y no se han omitido variables importantes, lo que refuerza la validez de nuestras conclusiones.

Dada la importancia de la producción lechera en Ingapirca, este estudio no solo tiene implicaciones teóricas sino también prácticas, los hallazgos podrían proporcionar a los productores locales directrices claras sobre cómo gestionar sus recursos de manera más efectiva. Por ejemplo, el impacto que puede tener los diferentes factores de la producción de leche y del manejo del hato en la producción de leche el cual, puede llevar a mejoras sustanciales en la productividad y, por ende, en los ingresos familiares, estas mejoras a nivel microeconómico pueden tener repercusiones positivas en el desarrollo económico de la región.

La relevancia de este estudio trasciende los límites de Ingapirca, al proporcionar un análisis detallado y empíricamente robusto de la producción lechera en una región específica, los resultados pueden ser extrapolados o comparados con otras áreas rurales con condiciones similares. De esta manera, la investigación puede servir como referencia para futuros estudios y políticas de desarrollo rural en Ecuador y más allá, contribuyendo al avance del conocimiento en el ámbito de la producción de leche.

1.1 Planteamiento del Problema

La producción de leche es una actividad agrícola crucial en todo el mundo, produciendo alrededor de 900 millones de toneladas de leche al año. Además de contribuir significativamente a la economía mundial, también garantiza la seguridad alimentaria de millones de personas. Según Steinfeld et al. (2009) la producción de leche durante los últimos años se enfrenta a una problemática creciente que impacta en su sostenibilidad y eficiencia, en los últimos años diversos factores han incidido en la producción de leche a nivel global, como el cambio climático, acceso limitado a tecnologías modernas y la falta de mano de obra capacitada. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020), el cambio climático está afectando la disponibilidad y calidad de los pastos, lo que reduce la productividad del ganado lechero en muchas regiones del mundo. Asimismo, la escasez de agua y la competencia por los recursos naturales plantean desafíos adicionales para la producción de leche, lo que impacta en su rentabilidad y en la estabilidad del sector a nivel mundial (Asociación Latinoamericana de Integración, 2019).

La producción de leche en América Latina enfrenta diversos desafíos que obstaculizan su desarrollo y crecimiento el cual ha enfrentado un descenso considerable en los años más recientes. De acuerdo con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de leche en la región ha disminuido de 76,400 millones de litros en 2019 a 73,800 millones de litros en 2021, lo que representa una caída del 3,4% en dos años. Países como Argentina, Brasil y México, que lideran la producción lechera en la región, han experimentado reducciones de entre el 2% y el 5% en sus volúmenes de producción durante este período (Jumbo y Tunala, 2023).

En Ecuador la producción de leche es una industria crucial, ya que representa el 4.5% del PIB agropecuario. Ecuador produce alrededor de 5.2 millones de litros de leche al día, según los datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de 2022, existen alrededor de 249 mil productores de leche, la mayoría son pequeños productores, representando un 80%

del total, el restante porcentaje se divide entre medianos y grandes productores (Crespo, 2021). En cuanto a la producción láctea, la provincia de Cañar representa aproximadamente el 8% de la producción total de leche en Ecuador. En el año 2022, Cañar produjo alrededor de 416,000 litros de leche al día. No obstante, los productores locales enfrentan dificultades como la falta de acceso a mercados competitivos y el acceso limitado a las tecnologías modernas para la producción (Arispe y Tapia, 2007).

La parroquia de Ingapirca, ubicada en la provincia de Cañar, es una de las zonas productoras de leche más importantes de la provincia, con una producción diaria estimada de 20.000 litros. Según los datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería 2022, el 60% de los productores locales no tiene acceso a tecnología moderna y el 75% utiliza métodos tradicionales de ganadería, lo que afecta la calidad y eficiencia de la producción. En particular, en la parroquia Ingapirca se ve afectada por la baja adopción de tecnologías avanzadas, lo que limita la eficiencia y sostenibilidad de la producción, además las prácticas tradicionales de manejo ganadero y las dificultades en la comercialización de la leche reducen la competitividad de los productores locales, la productividad promedio por vaca en Ingapirca es de 10 litros al día, significativamente inferior a los 20 litros por día que se observan en regiones con acceso a mejores tecnologías y prácticas (Prefectura del Cañar, 2015). En este sentido es relevante determinar **¿Cuáles son los principales factores que inciden en la producción de leche en la parroquia Ingapirca?**

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Determinar los principales factores que inciden en la producción de leche en la provincia del Cañar, parroquia Ingapirca.

1.2.2 Específicos

- Caracterizar los procesos productivos de la leche en la provincia del Cañar parroquia Ingapirca.
- Analizar los factores productivos de la leche en la provincia del Cañar parroquia Ingapirca.
- Estimar la función de producción de leche en la provincia del Cañar, parroquia Ingapirca.

1.3 Justificación

La producción de leche es una actividad económica de gran relevancia a nivel nacional, ya que la leche y sus derivados son alimentos fundamentales en la dieta de la población (Chuncho et al., 2021). La provincia de Cañar se destaca por su producción lechera, siendo una de las principales zonas productoras a nivel nacional. Dentro de esta provincia, la parroquia de Ingapirca es conocida por su actividad ganadera y lechera, la cual constituye una importante fuente de ingresos para los habitantes de la zona.

La producción de leche en la parroquia Ingapirca, provincia de Cañar, tiene una gran importancia tanto económica como social para la región. Esta actividad no solo proporciona una fuente de ingresos fundamental para numerosas familias locales, sino que también contribuye significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario de la provincia. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2022), Cañar produce aproximadamente el 8% de la leche a nivel nacional, lo que equivale a 416,000 litros diarios. La mejora en la eficiencia y sostenibilidad de la producción lechera en Ingapirca podría potencialmente aumentar estos ingresos y, en consecuencia, fortalecer la economía local y regional.

Sin embargo, a pesar de la relevancia de la producción lechera en la parroquia Ingapirca, se desconoce con exactitud los factores que influyen en ella. Es importante comprender la relación entre los insumos y la producción de leche, al igual que la eficiencia y productividad de los métodos de producción, para diseñar estrategias que fomenten el desarrollo del sector lácteo en la zona.

El estudio de la función de producción de leche en la parroquia Ingapirca permitirá identificar los principales factores que afectan la producción lechera, lo que contribuirá a un mejor entendimiento de la dinámica de este sector. Además, el análisis de la efectividad y productividad de los métodos de producción lechera brindará información valiosa para proponer estrategias que ayuden a mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector lácteo en la parroquia. Asimismo, este estudio aportará conocimientos teóricos y empíricos que podrán ser aplicados en otras zonas con características similares.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

La producción de leche es un tema que ha sido ampliamente estudiado a nivel internacional, con una variedad de enfoques y metodologías aplicadas. A continuación, se presenta una revisión de algunos de los principales estudios relacionados con la función de producción de leche y los factores que la afectan.

Diversas investigaciones han examinado la función de producción de leche empleando el enfoque de la teoría de producción; en este sentido, Maina et al. (2020) examinaron los factores que influyen en la eficiencia económica de las pequeñas explotaciones lecheras en Mukurweini, condado de Nyeri (Kenia). Para ello, encuestaron a 91 pequeñas explotaciones lecheras que habían participado en un programa de capacitación nutricional en 2013, los datos recopilados se analizaron utilizando SPSS y FRONTIER 4.1 para calcular los índices de eficiencia técnica, asignativa y económica de cada explotación. Estos índices se regresionaron contra un conjunto de variables utilizando el modelo Tobit en STATA para determinar los factores asociados a la eficiencia. La edad promedio de los miembros del hogar dedicados a la lechería, el tamaño del hogar, la mano de obra, el costo de los concentrados y el tamaño de la parcela de tierra tuvieron un dominio negativo significativa en la eficiencia económica, se concluyó que la reducción de costos, el uso adecuado de la mano de obra contratada y el uso intensivo de la tierra para la lechería aumentarían la eficiencia económica.

Por otra parte según un estudio de Meena et al. (2012) realizado en el distrito de Alwar, en Rajasthan, India el cual tuvo como objetivo examinar las relaciones insumo-producto y analizar la efectividad en el uso de recursos para la producción de leche, la investigación abarcó 75 productores de leche miembros de cooperativas y 75 productores de leche miembros no cooperativos, utilizando las variables como: valor de leche producida por animal y día, valor de forraje verde alimentado por animal y día, valor de forraje seco alimentado por animal y día, valor de concentrado alimentado por animal y día, valor de mano de obra empleada por animal y día y por último el valor de servicios veterinarios por animal y día. Los hallazgos de la función de producción Cobb-Douglas mostraron que el concentrado ejerció una influencia positiva y significativa en los retornos de la leche de búfala en todas las categorías de hogares, tanto para los grupos de miembros como de no miembros.

Por otra parte, según Cuevas et al. (2018) llevaron a cabo un estudio enfocado en examinar la relación entre la producción de leche y los factores productivos en el sistema de bovinos de doble propósito en Ahome, Sinaloa. Se empleó una muestra de 74 unidades de producción para elaborar una función de producción Cobb-Douglas con las siguientes variables: disponibilidad de maquinaria y equipo, vacas adultas y superficie agrícola total. El modelo resultante fue $Y=0.7819X_2^{0.0095}X_3^{0.0699}X_4^{0.5323}$. De las tres variables analizadas, únicamente la superficie agrícola y el número de vacas adultas presentaron significancia estadística ($P<0.05$). El modelo explicó el 55.03% de la variabilidad en la producción. Los resultados señalan que tanto la superficie agrícola como la cantidad de vacas adultas presentan una baja productividad marginal, lo que sugiere la presencia de rendimientos decrecientes a escala en la producción de leche. La conclusión del estudio señala que la producción láctea bovina en el norte de Sinaloa es ineficiente bajo las condiciones actuales. El rendimiento está por debajo del potencial que podría alcanzarse mediante mejoras en la alimentación y la genética del ganado, así como con la implementación de tecnologías más avanzadas.

De acuerdo con la investigación de Riquelme y Bonifaz (2012), se llevó a cabo una caracterización de los sistemas de producción de leche en la región central de la sierra ecuatoriana. La investigación tuvo como objetivo identificar las limitaciones, potencialidades e interacciones que determinan la productividad y sostenibilidad de estos sistemas. Se muestrearon de manera aleatoria unidades productivas (UPA) en siete provincias de la Sierra y la Costa, recolectando información sobre factores como el tamaño de los hatos, el tipo de alimentación, los precios y la comercialización de los productos. Los resultados demostraron la diversidad de sistemas de producción lechera en el país, que van desde pequeñas explotaciones con una economía de subsistencia hasta grandes fincas con una producción tecnificada y alta rentabilidad. Los autores concluyeron que los criterios técnicos empleados por los productores dependen de su capacidad económica, conocimientos y el precio de la leche.

Por otra parte Datta et al. (2019) se realizó un estudio para analizar el sector lechero de Bangladesh desde un punto de vista económico, los datos primarios se recopilaron de granjas lecheras de pequeños propietarios mediante cuestionarios de encuesta; se estimaron una función de producción Cobb-Douglas y modelos de regresión múltiple para analizar la productividad láctea y el margen bruto de las granjas lecheras. Las encuestadas poseían en promedio 3,07 vacas lecheras, la productividad promedio de la leche fue de 7,80 litros por vaca

cada día, el estudio encontró que la obtención diaria promedio de leche de las granjas lecheras pequeñas, medianas y grandes era de 5,45, 32,50 y 59,83 litros, respectivamente. Los ingresos y costos mensuales promedio de producción de leche fueron de 79 dólares y 21 dólares por vaca, lo que resultó en un retorno neto promedio de 58 dólares por vaca al mes.

Por otro lado, la investigación de Kurgat et al. (2019) tuvo como objetivo analizar los determinantes de la producción de leche y el suministro al mercado de los pequeños productores lecheros en el condado de Uasin Gishu, Kenia. Se utilizó una función de producción tipo Cobb-Douglas para determinar los factores que influyen en la cantidad de leche producida, mientras que se utilizó una función de oferta para determinar los factores que influyen en la cantidad de leche comercializada, los resultados de este estudio indicaron que los agricultores cultivan leche con fines comerciales (79%) lo que es un claro paso hacia la mejora de la productividad y la comercialización.

En la investigación de Thakur (2022), realizada en el distrito de Shimla, en el estado de Himachal Pradesh, se analizó la eficiencia en el uso de recursos para la producción de leche en los hogares muestreados. Para ello, se seleccionó una muestra de 60 hogares productores de leche utilizando una técnica de muestreo aleatorio en múltiples etapas; los datos se recopilaron de tres bloques del distrito de Shimla, a saber, Mashobra, Rampur y Rohru, en el año 2020 se probaron varias funciones de producción de leche como lineal, trascendental, exponencial y Cobb-Douglas para estudiar la eficiencia en el uso de recursos. Aun así, en última instancia, se encontró que la función de producción Cobb-Douglas era la que mejor se adaptaba al presente estudio. Los resultados del estudio revelaron que el concentrado y el forraje verde eran los determinantes críticos de la producción de leche. Se encontró que, tanto para las vacas mestizas como para las locales, el forraje verde y el concentrado estaban subutilizados en el área de estudio. Los productores de leche pueden aumentar la productividad del ganado lechero suministrando más de estos insumos en el área de estudio.

Según el estudio de Thakur y Shilpa (2023), se investigaron los costos y rendimientos de la producción de leche en diferentes especies de animales lecheros. Utilizando un análisis tabular y la técnica de clasificación de Garrett, se encontró que el rendimiento promedio de leche por animal por día fue significativamente mayor en vacas cruzadas (0,086 dólares) (se utilizó un tipo de cambio de 1 dólar = 82 rupias indias), en comparación con vacas locales (0,035 dólares). Además, el costo de mantenimiento por animal lechero por día fue más alto en vacas cruzadas (2,48 dólares) que en vacas locales (1,41 dólares), mientras que el costo de

producción por litro de leche fue mayor en vacas locales (0,44 dólares) que en vacas cruzadas (0,33 dólares). Los ingresos netos por día fueron más altos en vacas cruzadas (0,75 dólares) que en vacas locales (0,028 dólares), siendo negativos para granjas pequeñas con vacas locales (-0,0020 dólares). La función de producción de tipo Cobb-Douglas reveló que el concentrado y el forraje verde tuvieron una influencia positiva y significativa en los rendimientos de ambas, vacas locales y cruzadas.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Teoría de la producción

La teoría de la producción es un campo de la economía que analiza cómo las empresas emplean diferentes recursos (factores productivos) para fabricar bienes y servicios. Los insumos típicos incluyen trabajo, capital, tierra y tecnología. La teoría de la producción analiza la relación entre estos insumos y la cantidad de output (producto) generado, proporcionando un marco para entender y optimizar los procesos productivos. En el proceso productivo, el productor toma decisiones cruciales sobre cómo combinar los recursos y qué producir. Desde una perspectiva técnica, se inclina por el método más eficiente, mientras que, desde un enfoque económico, opta por el proceso que resulte más económico. Los factores de producción, esenciales para generar bienes y servicios, se pueden categorizar en distintos grupos (Arzubi, 2005).

Estos elementos son los componentes fundamentales que permiten la actividad productiva y se pueden clasificar de la siguiente manera:

Factor tierra

En el contexto económico, el término "tierra" abarca más que su significado cotidiano, refiriéndose a todos los recursos naturales utilizados en la producción de bienes y servicios. Este concepto engloba no solo el suelo en su sentido tradicional, sino también una amplia gama de elementos como metales preciosos, combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), e incluso recursos como el agua y el aire.

Algunos de estos recursos, como la superficie terrestre y las fuentes de agua, tienen la capacidad de renovarse. Sin embargo, otros elementos, particularmente los minerales, presentan características diferentes. Aunque ciertos minerales pueden ser reciclados, muchos de ellos, especialmente aquellos empleados en la generación de energía son considerados no renovables. Esto significa que su uso es único y definitivo, sin posibilidad de regeneración natural (Parkin et al., 2007).

Factor trabajo.

El factor trabajo constituye uno de los insumos primordiales en la función de producción de las empresas. Dicho factor se refiere a cualquier actividad laboral humana aplicada al proceso de generación de bienes y prestación de servicios. Este esfuerzo puede ser físico o mental, y es realizado por trabajadores que aportan sus habilidades, conocimientos y tiempo.

El factor trabajo, también denominado capital humano, se caracteriza por su versatilidad, pues puede aplicarse en diversos ámbitos económicos y sectores productivos. Esta flexibilidad se evidencia en su capacidad para adaptarse a diferentes entornos, ya sea en el campo agrícola, en actividades comerciales, en tareas administrativas, o en otros sectores. Como compensación por su contribución al proceso productivo, los trabajadores reciben una remuneración económica conocida como salario (Parkin et al., 2007).

Factor Capital

En el ámbito económico, el término "capital" se refiere específicamente a los recursos físicos que las empresas emplean en sus procesos productivos. Esto incluye una amplia gama de elementos como herramientas, equipos, maquinaria, instalaciones y otras estructuras utilizadas para generar bienes y servicios.

Es importante distinguir este concepto del uso coloquial de la palabra "capital", que a menudo se asocia con activos financieros como dinero, acciones o bonos. Aunque estos instrumentos financieros desempeñan un papel crucial al facilitar el flujo de recursos monetarios hacia las empresas, no se consideran capital en el sentido económico estricto. Los activos financieros, si bien son fundamentales para proporcionar liquidez y financiamiento a las empresas, no participan directamente en la obtención de bienes y servicios. Por lo tanto, desde la perspectiva de la teoría económica, estos elementos no se clasifican como capital productivo (Parkin et al., 2007).

2.2.2 Teoría de innovación tecnológica

La teoría de la producción tiene sus raíces en el pensamiento económico que ha evolucionado a lo largo del tiempo. Un punto de partida significativo fue la publicación en 1776 de "La Riqueza de las Naciones", la obra de Adam Smith. En este influyente trabajo, Smith examinó el desarrollo de diversas economías a nivel global.

Smith observó una relación entre el avance tecnológico y el crecimiento económico. Según su análisis, a medida que se acumulaba conocimiento, se incrementaban las habilidades y capacidades para abordar tareas específicas. Esta progresión del conocimiento y la destreza eventualmente condujo al desarrollo de maquinaria más sofisticada, permitiendo la realización de procesos productivos cada vez más complejos. Este enfoque sentó las bases para entender cómo la innovación tecnológica y el conocimiento especializado impulsan la eficiencia y la productividad en los sistemas económicos, conceptos que continúan siendo fundamentales en la teoría moderna de la producción.

En 1867, Karl Marx publicó su obra "El Capital: Crítica de la economía política", donde por primera vez se destacó el papel crucial del conocimiento tecnológico en la evolución socioeconómica del sistema capitalista. Marx propuso que el ser humano experimenta diversas transformaciones y avances a lo largo de su vida, incluyendo la creación de nuevas ideas, que forman la base de la innovación (Benavides, 2005). El economista Joseph Schumpeter expandió posteriormente el concepto de innovación tecnológica en el contexto de la producción capitalista. Schumpeter descubrió que la capacidad de adaptarse a los avances y mejoras en los métodos de producción, así como a la adaptación de nuevas tecnologías en los procesos de producción, estaban estrechamente relacionados con el desarrollo económico.

Sus observaciones revelaron que las economías más prósperas eran aquellas que mostraban mayor flexibilidad y rapidez en la adopción de estas innovaciones. Este análisis sentó las bases para entender la innovación como un motor fundamental del crecimiento económico. Complementando esta perspectiva, Porter (2011) argumentó que la competitividad de una nación está directamente relacionada con la habilidad de su sector industrial para innovar y evolucionar. Según Porter, el éxito económico depende en gran medida de la capacidad de incorporar y desarrollar avances tecnológicos más eficientes.

Los avances tecnológicos y la innovación derivados de este marco desempeñan un papel crucial en la determinación de la competencia industrial. El desafío principal radica en la eficaz administración y gestión de estos recursos tecnológicos. Gonzales y Pérez (1989) ofrecen una definición integral de la innovación tecnológica, describiendo que esta abarca un amplio espectro de actividades. Según estos autores, la modernización tecnológica engloba todas las fases científicas, técnicas, comerciales y financieras involucradas en dos aspectos clave:

- El desarrollo y comercialización exitosa de productos nuevos o significativamente mejorados.
- La implementación de procesos comerciales nuevos o sustancialmente optimizados.

Esta conceptualización subraya que la innovación tecnológica no se limita solo al ámbito de la investigación y desarrollo, sino que se extiende a través de toda la cadena de valor, desde la concepción inicial hasta la introducción en el mercado. La teoría de la innovación y el desarrollo tecnológico plantea que la función de producción de leche es dinámica y cambia a lo largo del tiempo con la incorporación de nuevas tecnologías y métodos.

2.2.3 Teoría del desarrollo local

Es un proceso dinámico que busca mejorar el bienestar de una población específica a través del crecimiento económico sostenido. Sus raíces se encuentran en la economía neoclásica, pero ha evolucionado hacia enfoques más participativos y territoriales. Según José Medina, el desarrollo económico es un proceso continuo de inversión que impulsa la expansión de las unidades productivas locales (Solarí & Jutkowitz, 1976). Marshall, en su obra clásica de 1920, estableció los fundamentos teóricos para el estudio de los distritos industriales. Al analizar las economías de escala, diferenciaba entre las economías internas de la empresa y las economías externas del distrito industrial. Según Becattini y Trullén (2002), esta distinción es clave para comprender cómo la concentración geográfica de empresas puede generar ventajas competitivas a través de la especialización y la cooperación.

La evolución y mejora de las regiones se centra en reestructurar fundamentalmente cómo funcionan sus economías locales., con el fin de aumentar la producción, el empleo y el bienestar de la población. Tal como señala Silva (2005), una organización eficiente de estos sistemas, sumada a la disponibilidad de financiamiento, capacitación y tecnología, son elementos clave para el éxito de estas iniciativas. El éxito competitivo de una región está vinculado a dos factores principales: la habilidad de las empresas pequeñas para adaptarse y la intervención efectiva del sector público para resolver fallos del mercado. Cuando el tejido productivo local se vuelve más dinámico e integrado, se pueden aprovechar mejor los recursos y alcanzar una posición más fuerte en el mercado global. Además, el conocimiento juega un papel crucial como guía para perfeccionar tanto los procesos como los recursos productivos y los productos finales. En un mercado cada vez más diverso y potente, la calidad se convierte en un requisito indispensable para mantenerse competitivo.

El desarrollo local busca potenciar las capacidades productivas de un territorio, y la innovación tecnológica es un motor clave para este proceso. En la producción lechera, la innovación se manifiesta en nuevas técnicas de ordeño, sistemas de alimentación más eficientes, mejoras en la genética del ganado, entre otros. Estas innovaciones, al integrarse en la función de producción de leche, permiten incrementar la productividad, optimizar la calidad del producto y reducir costos. A su vez, la teoría de la producción analiza cómo se combinan los factores productivos (tierra, trabajo, capital) para generar leche, y cómo la innovación puede modificar esta relación. En este sentido, el desarrollo local, al fomentar la innovación y la adopción de nuevas tecnologías, contribuye a optimizar la función de producción de leche y a fortalecer la competitividad de los productores locales.

2.2.4 Función de producción

La función de producción es un modelo matemático que representa las diferentes opciones tecnológicas disponibles para que una empresa configure su proceso productivo. Específicamente, esta función indica el nivel máximo de producción que una empresa puede alcanzar según la cantidad de recursos que decide utilizar. Específicamente, esta función indica el nivel máximo de producción que una empresa puede alcanzar según la cantidad de recursos que decide utilizar. Según Besanko et al., (2020) explica la función de producción de esta manera:

$$Q = f(L, K)$$

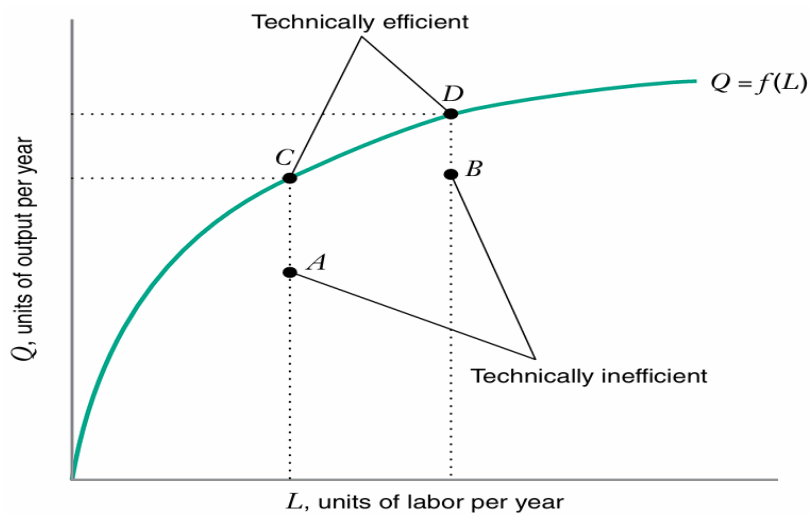
Esta ecuación indica que la cantidad de producción (Q) es una función de la cantidad de trabajo (L) y la cantidad de capital (K) utilizados en el proceso de producción. Esta expresión indica que el nivel máximo de producción que una empresa puede lograr está directamente relacionado con la cantidad de recursos humanos y capital que emplea en su proceso productivo. Se podría haber enumerado más categorías de insumos, pero muchas de las importantes compensaciones que enfrentan las empresas reales implican elecciones entre trabajo y capital. Además, se puede desarrollar las ideas principales de la teoría de la producción utilizando sólo estas dos categorías de insumos (Besanko et al., 2020).

Así como la función de utilidad depende de los gustos exógenos de los consumidores, la función de producción depende de condiciones tecnológicas exógenas. Con el tiempo, estas condiciones tecnológicas pueden cambiar, lo que se conoce como progreso tecnológico, y entonces la función de producción puede cambiar (Besanko et al., 2020).

La ecuación nos indica la producción máxima que una empresa podría obtener de una combinación dada de trabajo y capital, por supuesto, una gestión ineficiente podría reducir la producción de lo que es tecnológicamente posible, esta posibilidad ha mostrado que la función de producción para un solo insumo, la mano de obra: $Q = f(L)$. Los puntos por encima o por debajo producción constituyen el conjunto de producción de la empresa, el conjunto de combinaciones técnicamente viables de insumos y productos (Besanko et al., 2020).

Puntos como A y B en el conjunto de producción son técnicamente ineficientes (es decir, en estos puntos la empresa obtiene menos producción de su trabajo de la que podría). Puntos como C y D, en el límite del conjunto de producción, son técnicamente eficientes. En estos puntos, la empresa produce tanta producción como le es posible dada la cantidad de trabajo que emplea. Si se invierte en la ecuación de producción, obtenemos lo siguiente $L = g(Q)$, que nos indica la cantidad mínima de trabajo L necesaria para producir una determinada cantidad de producto Q (Besanko et al., 2020).

Figura 1
Eficiencia e ineficiencia técnica



Nota. En los puntos C y D la empresa es técnicamente eficiente, está produciendo tanta producción como puede con la función de producción $Q = f(L)$ dada la cantidad de trabajo que emplea. En los puntos A y B la empresa es técnicamente ineficiente. No está obteniendo tanta producción como podría con su trabajo (Besanko et al., 2020, pág. 219).

Esta es la función de requisitos de mano de obra si, por ejemplo, $Q = \sqrt{L}$ es el modelo productivo, entonces $L = Q^2$ es la función de necesidades de mano de obra; por lo tanto, para una producción de 7 unidades, una empresa necesitará al menos $7^2 = 49$ unidades de trabajo, debido a que nos indica la producción máxima alcanzable a partir de una combinación dada de insumos, a veces escribiremos $Q \leq f(L, K)$ para enfatizar que la empresa podría en teoría

producir una cantidad de producción menor que la producción máxima, nivel alcanzable dadas las cantidades de insumos que emplea (Besanko et al., 2020).

2.2.5 Tipos de funciones de producción

2.2.5.1 Función de producción Cobb-Douglas

Dentro del conjunto de herramientas económicas, el modelo Cobb-Douglas sobresale por ser uno de los más utilizados y reconocidos para representar la relación entre producción y factores productivos. Su extendido uso se debe principalmente a dos factores clave: su simplicidad operativa y su capacidad para satisfacer los criterios fundamentales que los economistas valoran en un modelo productivo. Sus atributos distintivos han convertido a esta función en el modelo de referencia para representar la producción dentro del marco teórico de la economía neoclásica.

La función se expresa mediante una fórmula $Q = AL^\alpha K^\beta$, donde A , α y β son constantes positivas, permitiendo que capital y trabajo sean intercambiables en distintas proporciones, a diferencia de los modelos de proporciones fijas. En contraste con los modelos lineales, la función Cobb-Douglas presenta una tasa variable de sustitución entre capital y trabajo cuando se analiza a lo largo de una isocuanta, esta función mantiene una elasticidad de sustitución constante igual a 1, situándose en un punto intermedio entre los extremos posibles de elasticidad (Besanko et al., 2020).

La función Cobb-Douglas exhibe diferentes comportamientos según la suma de sus exponentes:

Cuando $\alpha + \beta = 1$, se dice que la empresa experimenta rendimientos constantes a escala, es decir si se duplican tanto el capital como la mano de obra, el resultado será también el doble de producción.

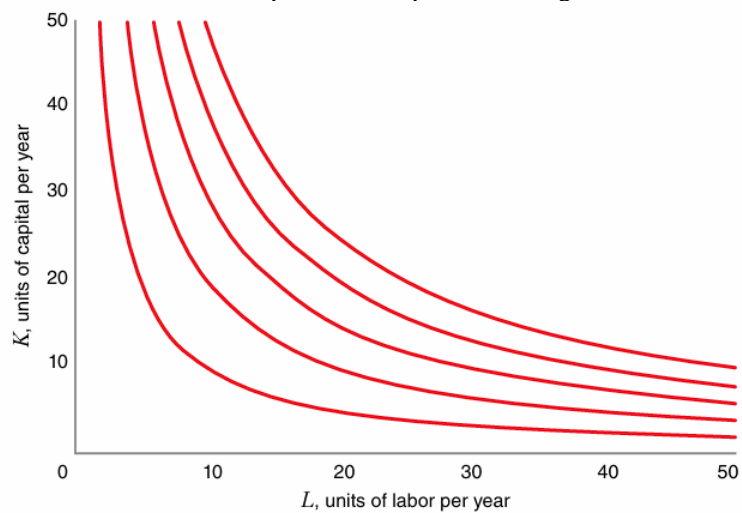
Si $\alpha + \beta > 1$, se observan rendimientos crecientes a escala. En este escenario, un aumento en los factores productivos genera un incremento más que proporcional en la producción, superando la inversión inicial.

Cuando $\alpha + \beta < 1$, si la suma de los coeficientes es menor que uno, el aumento en la producción será proporcionalmente menor que el incremento en los factores productivos.

Para facilitar el análisis empírico, la función Cobb-Douglas se transforma logarítmicamente, convirtiéndola en una expresión lineal. Esta transformación permite evaluar cómo las variaciones en capital y trabajo impactan en la producción.

Figura 2

Isocuantas correspondientes a una relación de producción tipo Cobb-Douglas.



Nota. Las isocuantas de una relación de producción tipo Cobb-Douglas son curvas no lineales con una pendiente negativa (Besanko et al., 2020, pág.244).

2.2.5.2 Función de Producción de tipo Lineal

La función de producción tipo lineal es la más simple de todas las funciones de producción. Describe una relación lineal entre los factores de producción y la producción total. En este tipo de función, se asume que la producción aumenta o disminuye de manera proporcional a la cantidad de insumos utilizados (Salas, 2018).

La forma general de una función de producción lineal es:

$$Y = a * x + b$$

Donde Y representa la producción total, X es la cantidad de insumo utilizado, a es la pendiente de la función y b es el término independiente.

Un ejemplo es la producción de bienes en una línea de ensamblaje, donde cada trabajador contribuye de manera constante a la producción total. A medida que se incorporan más trabajadores, la producción aumenta de manera proporcional.

2.2.5.3 Función de producción tipo Leontief

Este modelo implica que los factores de producción se emplean en proporciones fijas, sin posibilidad de sustitución entre ellos. Esta función lleva el nombre de Wassily Leontief, quien fue su creador.

En la función de producción de Leontief, los factores de producción se combinan en proporciones tecnológicamente predeterminadas. Esto significa que la cantidad de cada factor utilizado está determinada por la tecnología y no puede ser cambiada. No existe la posibilidad de reemplazar un factor por otro para incrementar la producción. (Iparraguirre 1954).

Formula general:

$$Q = \min\left(\frac{L}{a}, \frac{K}{b}\right)$$

Q representa la cantidad de producto, L trabajo, y K capital; a y b son coeficientes técnicos que indican la cantidad de cada insumo necesaria para producir una unidad de producto.

2.2.5.4 Funciones totales del producto

La función del producto total corresponde a una función en el cual se muestra cómo la producción depende del nivel de elaboración, tomando en consideración:

- Los rendimientos del trabajo, que corresponden a la región a lo largo de la función del producto total donde la producción aumenta con trabajo adicional, pero a una tasa decreciente.
- Rendimientos marginales crecientes del trabajo, la región a lo largo de la función de producto total donde la producción aumenta con trabajo adicional a una tasa creciente.
- Rendimientos totales decrecientes del trabajo es la región a lo largo de la función de producto total donde la producción disminuye con trabajo adicional (Besanko et al., 2020).

2.2.6 Función de producción en el sector agrícola.

Hace referencia a la relación técnica que existe entre los factores utilizados (tierra, trabajo, capital, insumos) y la cantidad de producto obtenido. Esta función refleja las

posibilidades técnicas de transformación de los insumos en productos en la actividad agropecuaria (Hernández et al., 2018)

La función de producción en el sector lechero puede variar dependiendo de varios factores, el tamaño de la explotación, nivel de tecnificación, genética del ganado, las prácticas de manejo, terreno para pastoreo o producción de forraje. En general, se busca maximizar la eficiencia y la productividad de los recursos utilizados para obtener la mayor cantidad de leche posible.

Según Hernández et al. (2018), los principales factores de producción en la industria lechera son:

Tierra

- La tierra es un factor clave en la producción de leche, ya que se requiere de superficies de pastoreo o cultivo de forrajes para alimentar al ganado.
- Las características del suelo, topografía, clima y disponibilidad de agua influyen directamente en la capacidad forrajera y productividad de la tierra.
- El acceso a la tierra ya sea en propiedad o mediante arrendamiento, es fundamental para la sostenibilidad de las explotaciones lecheras.

Trabajo

- La mano de obra es un factor esencial en las tareas de ordeño, alimentación, sanidad, manejo y cuidado del ganado lechero.
- Se requiere de trabajadores con conocimientos y habilidades específicas en el manejo de vacas lecheras para lograr altos niveles de productividad.
- La organización y eficiencia del trabajo es clave para optimizar los tiempos y costos de producción.

Capital

- El capital incluye la inversión en infraestructura (establos, salas de ordeño, silos, etc.), maquinaria (ordeñadoras, tanques de frío, etc.) y ganado lechero (vientres, sementales).
- La disponibilidad y acceso a financiamiento (créditos, subsidios) es crucial para la capitalización de las explotaciones lecheras.

- La tecnología y automatización de procesos también requiere importantes inversiones de capital.

Insumos

- Los principales insumos en la producción lechera son: alimentos (forrajes, concentrados, suplementos), productos veterinarios, material de ordeño, combustibles, etc.
- La calidad y oportunidad en el suministro de estos insumos tiene un impacto directo en los niveles de producción y eficiencia.
- El manejo adecuado de los insumos, en términos de composición, dosis y aplicación, es fundamental para optimizar los resultados productivos.

La combinación óptima de estos factores de producción, junto con un manejo eficiente de los procesos, determina la productividad y competitividad de las explotaciones lecheras.

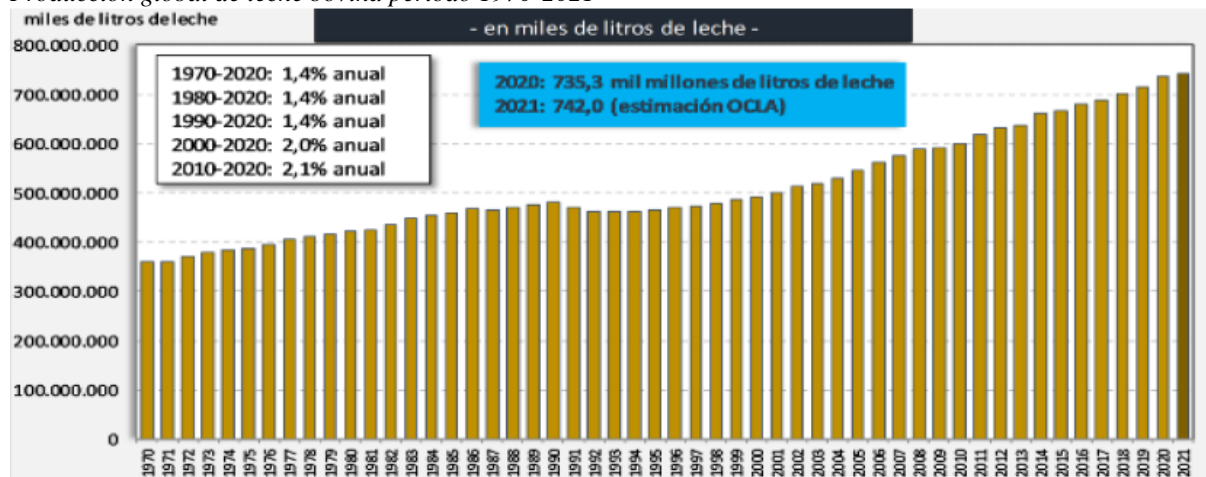
2.2.7 Sector Lácteo

2.2.7.1 Panorama global de la industria de productos lácteos.

La producción láctea se posiciona entre los productos agropecuarios más significativos y extendidos en el mundo, gracias a que forma parte de la dieta diaria en países de todo el planeta. Este alimento puede obtenerse de diversas especies animales, incluyendo vacas, búfalos, cabras, ovejas y camellos. Sin embargo, la leche bovina domina el mercado, constituyendo alrededor del 82.7% de la producción mundial. Esta predominancia explica el incremento constante en la elaboración lácteo.

Figura 3

Producción global de leche bovina periodo 1970-2021



Nota. Extraído del reporte sobre el estado de la industria láctea global en 2020, elaborado por el Observatorio de la Cadena Láctea Argentina (2022).

El gráfico mencionado como figura 3 ilustra el aumento sostenido en la producción láctea global durante los últimos años. Es notable que, en comparación con otras categorías de productos, los lácteos han experimentado un crecimiento más pronunciado en su tendencia a largo plazo. Cabe destacar que el consumo de productos lácteos se concentra principalmente en aquellos que son frescos, sin procesar o con un procesamiento mínimo, de acuerdo con datos proporcionados por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (2020), señala que esta tendencia contrasta con el comercio internacional del sector, donde predominan los productos lácteos que han sido sometidos a procesos más elaborados.

Este fenómeno ha motivado a las economías contemporáneas a continuar innovando en sus métodos y procesos. Sus objetivos son múltiples: perfeccionar la calidad de los productos lácteos, optimizar la eficiencia de los procesos productivos y elevar los estándares de cuidado del ganado bovino. Este último aspecto abarca todas las etapas: desde la preparación previa a la producción, pasando por el proceso mismo, hasta el manejo posterior.

En las naciones clasificadas como en vías de desarrollo, la producción láctea es predominantemente una actividad realizada por agricultores de pequeña escala en áreas rurales. Esta actividad cumple una doble función: por un lado, genera ingresos para las familias dedicadas a este sector y, por otro, satisface las necesidades de autoconsumo. Muchas de estas economías mantienen prácticas de producción lechera basadas en conocimientos y tradiciones transmitidos a lo largo de generaciones. En ciertas regiones, aún persiste el uso de métodos ancestrales para el cuidado del ganado y el ordeño.

2.2.7.2 Sector lácteo en América latina

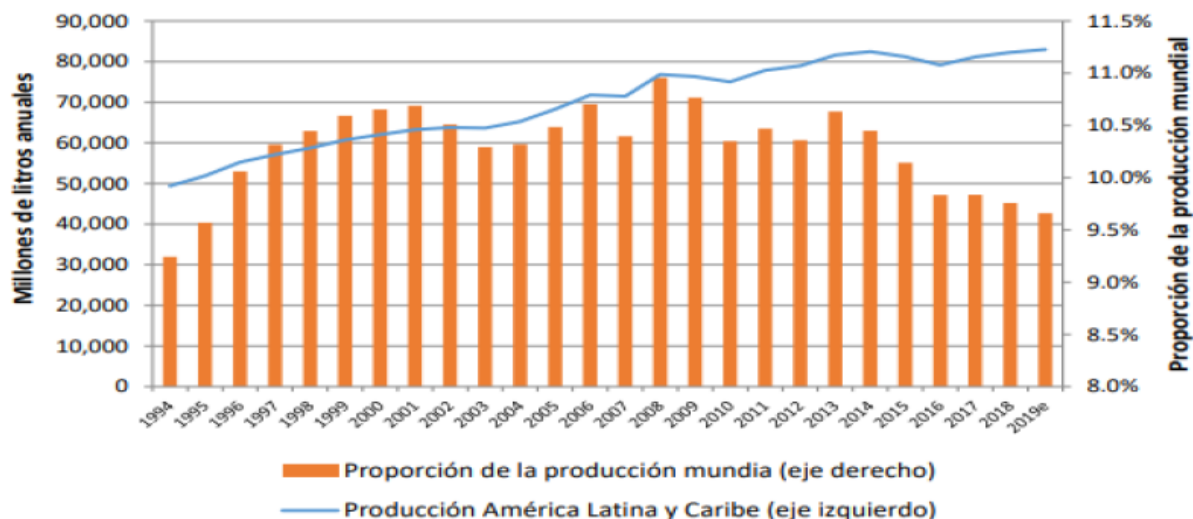
La región latinoamericana ha experimentado un rápido proceso de urbanización, moldeado por sus características particulares. Las proyecciones poblacionales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en 2021 indican que el 95,6% de los habitantes se concentrará en zonas urbanas, mientras que aproximadamente 33 millones de personas permanecerán en áreas clasificadas como rurales.

Según Acosta, Galetto y Valdés (2021), la industria láctea en Latinoamérica está compuesta por aproximadamente 3,3 millones de productores. Del número total mencionado, 700.000 se especializan únicamente en la producción láctea, en tanto que los demás funcionan bajo un esquema de ganadería mixta, combinando la producción de leche y carne. En este escenario, la producción láctea desempeña un rol crucial para las economías locales,

especialmente para los pequeños productores. Estos agricultores dependen de la producción de leche, junto con otras actividades agropecuarias, para generar un flujo constante de ingresos.

Figura 4

Trayectoria de la industria láctea latinoamericana y caribeña en el contexto mundial, periodo 1994-2019



Nota. Información tomada de Informe de Situación de la Cadena Láctea en América Latina, por FEPALE, 2019.

El incremento en la elaboración de productos lácteos se debe fundamentalmente a dos razones: su importancia como fuente de nutrientes y el sustento financiero que ofrece a quienes se dedican a su producción. Sin embargo, al comparar con la producción global, se observan ciertas discrepancias. Estas diferencias se deben a que, en determinados períodos, varios países enfrentaron desafíos macroeconómicos, aunque posteriormente lograron recuperarse. En el contexto latinoamericano, el consumo de productos lácteos juega un papel fundamental como impulsor de la producción y el comercio en este sector. La demanda local actúa como un estímulo significativo para el crecimiento y la diversificación de la industria láctea en la región.

2.2.7.3 Sector lácteo en Ecuador

La evolución de la industria láctea en Ecuador ha sido gradual y significativa. Aunque sus raíces se remontan al siglo XIX, fue en 1938 cuando se introdujo un avance crucial: el proceso de pasteurización. Desde entonces, el sector ha experimentado una transformación continua. Un informe de 2015 elaborado por la Dirección Nacional de Estudios de Mercado destaca la constante actualización y especialización que ha experimentado el sector lechero en Ecuador. El objetivo principal ha sido mejorar progresivamente los estándares de calidad, con la aspiración de competir eficazmente en los mercados internacionales. En Ecuador, la producción y cría de ganado vacuno se destaca como una actividad económica de gran atractivo, principalmente debido a su significativa contribución al Valor Agregado Bruto

Agropecuario (VAB). De acuerdo con datos del Banco Central del Ecuador (2022), Las actividades del sector primario -agricultura, ganadería y silvicultura- contribuyeron con un promedio del 9,38% al PIB total nacional.

Sin embargo, durante el período analizado, se identificaron diversos factores que limitan el desarrollo del sector lechero, especialmente para los productores medianos y pequeños. Estos factores se caracterizan por la escasa propensión a realizar inversiones en tecnología y mejoramiento genético, elementos que podrían impulsar un aumento en la producción de leche. De acuerdo con lo reportado por la Dirección Nacional de Estudios de Mercado (2021), la producción diaria promedio de leche cruda en Ecuador entre 2002 y 2019 fue de 5,29 millones de litros. Durante este período, se registró un mínimo de 4,32 millones de litros en 2003 y un máximo de 6,65 millones en 2019.

A lo largo de los años, el sector lácteo ecuatoriano ha experimentado un crecimiento constante, impulsado por una cultura productiva cada vez más arraigada. No obstante, este crecimiento no ha sido tan pronunciado como en otros países que han implementado procesos más avanzados en su cadena de producción. La distribución geográfica de la producción láctea en Ecuador muestra una clara concentración regional. En 2019, la distribución de la producción por regiones mostró un claro dominio de la Sierra con 77,69%, mientras la Costa aportó 19,24% y la Amazonía contribuyó con 3,08% del total nacional.

2.2.8 Características geográficas y climáticas de la provincia del Cañar y su impacto en la producción de leche

La provincia de Cañar ostenta el distinguido título de "Capital Arqueológica del Ecuador", designación oficial otorgada el 26 de enero de 2001 en reconocimiento a su extraordinario patrimonio histórico. Esta región alberga el complejo arqueológico más emblemático del país: el Castillo de Ingapirca, una joya arquitectónica que atestigua múltiples capas de historia precolombina. Este monumental sitio, que precedió a la llegada de los incas y posteriormente presencié la conquista española, representa una síntesis única de la evolución cultural del territorio ecuatoriano. La importancia de Ingapirca trasciende lo puramente histórico, pues se ha convertido en un polo de atracción tanto para investigadores como para turistas, quienes encuentran en sus estructuras un testimonio tangible del desarrollo de las civilizaciones andinas. Este complejo arqueológico, junto con otros vestigios distribuidos por la provincia, constituye un componente fundamental del patrimonio cultural ecuatoriano, ofreciendo una ventana invaluable hacia el pasado precolombino de la región (Plan de

Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cañar, 2020).

Los datos que se exponen a continuación relativos a la geografía y el clima provienen del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, documento elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cañar en el año 2020.

Ubicación y localización del Cantón Cañar

Ubicado en la majestuosa cordillera de los Andes, al sur del Ecuador, se encuentra el cantón Cañar. Este territorio forma parte de la provincia homónima que, junto con Azuay y Morona Santiago, conforma la denominada Zona 6, una división territorial y administrativa establecida por la Secretaría Técnica Planifica Ecuador.

El cantón Cañar, con una extensión territorial de 1,855.80 kilómetros cuadrados (equivalentes a 18,558,058 hectáreas), se distingue como el más extenso de su provincia, abarcando el 45.5% de su superficie total. Su geografía única se despliega entre la cordillera occidental y el valle interandino, presentando una extraordinaria variación altitudinal que oscila entre los 100 y 4,500 metros sobre el nivel del mar. Esta diversidad topográfica permite que el cantón abarque tanto zonas costeras como serranas, creando un mosaico de ecosistemas diversos (GADIC, 2020).

Estructura Geográfica

Situada en la región serrana del Ecuador, la provincia del Cañar se destaca por su vocación agropecuaria, sustentada en una privilegiada combinación de microclimas diversos y tierras altamente fértiles que favorecen la producción agrícola. Su organización territorial comprende una estructura administrativa compleja que incluye 11 cabeceras parroquiales rurales, complementadas por 182 comunidades y 19 barrios urbano-cantoniales en desarrollo (GADIC, 2020).

La división política de la provincia se configura en siete cantones que albergan un total de 33 parroquias, distribuidas de la siguiente manera:

- Azogues: 9 parroquias
- Cañar: 12 parroquias
- Biblián: 5 parroquias
- La Troncal: 3 parroquias
- Déleg: 2 parroquias
- El Tambo: 1 parroquia

- Suscal: 1 parroquia

Esta estructura administrativa refleja la diversidad y complejidad territorial de una provincia que combina tradición agrícola con desarrollo urbano progresivo.

En lo que respecta a la población, el cantón Cañar tiene 59,323 habitantes (INEC 2010), de los cuales el 77.40% reside en zonas rurales, con respecto a la composición étnica, el 57.53% de la población se reconoce como mestiza, en cambio el 39% se considera indígena, el 2.27% se autoidentifica como blanco y el 1.17% se identifica entre afroecuatoriano, negro, mulato, montubio u otra etnia (GADIC, 2021).

Altitud, clima y suelos

El Cañar está situado en una región montañosa con altitudes que van desde unos 2.000 metros sobre el nivel del mar en las zonas más bajas hasta más de 4.000 metros en las zonas más elevadas, la producción de leche puede verse afectada por la altitud porque influye en las condiciones climáticas, la calidad y disponibilidad de los pastizales y la adaptación de las razas de ganado (PDOT Cañar, 2020).

El cantón Cañar, ubicado en la provincia homónima del sur de Ecuador, presenta un clima predominantemente templado y fresco debido a su localización en la región andina. Las temperaturas varían según la altitud, con días cálidos y noches más frías, lo que puede afectar el rendimiento y la producción de leche del ganado al requerir más energía para mantener la temperatura corporal. En términos generales, el clima de la provincia es similar al de otras zonas de la sierra, presentando un clima de páramo en las mesetas elevadas, un clima mesotérmico húmedo y semihúmedo en el interior, y un clima tropical de monzón en las partes bajas del oeste.

La temperatura promedio es de 12.5°C, siendo los meses más cálidos enero y mayo, y los más fríos julio y agosto, mientras que el mes de mayor pluviosidad es abril y el de menor precipitación es julio. Además, la provincia cuenta con suelos fértiles y diversos, cuya composición varía según la altitud y la geología local, lo que brinda los nutrientes necesarios para el crecimiento de pastizales y plantas forrajeras utilizadas como alimento para el ganado, factor crucial para la producción de leche.(Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cañar, 2020).

La ubicación privilegiada de la provincia del Cañar en la cordillera de los Andes ha dado origen a un mosaico de suelos de extraordinaria fertilidad. Esta riqueza edáfica no es uniforme, sino que presenta variaciones significativas determinadas por dos factores principales: los diferentes niveles de altura y las características geológicas específicas de cada área. Contar con suelos adecuados que brinden los nutrientes necesarios para el crecimiento de los pastizales y las plantas forrajeras utilizadas como alimento para el ganado es crucial para la producción de leche (PDOT Cañar, 2020).

2.2.9 Estructura agrícola y ganadera en la región.

Producción agrícola

La actividad agrícola en la parroquia se caracteriza por una diversidad de cultivos adaptados a diferentes altitudes. En las tierras parroquiales predomina el cultivo de maíz, acompañado por distintas variedades de papa, incluyendo la Chaucha amarilla, Chaucha tomate, Súper chola y Bolona. Las zonas medias y altas son propicias para el cultivo de melloco, mientras que en las áreas bajas, como Sisid, Chuguin Grande y el Centro Parroquial, se producen en menor cantidad habas, arveja, trigo, cebada y diversas hortalizas.

Es importante señalar que estas actividades agrícolas son secundarias en relación con la ganadería, que constituye la principal actividad económica. La mayor parte de la producción agrícola se destina al autoconsumo familiar, y solo los excedentes se comercializan en los mercados locales de la región, incluyendo las plazas de Ingapirca, El Tambo, Cañar, Azogues, La Troncal y Cuenca (GAD Parroquia Ingapirca, 2023).

Es fundamental tener en cuenta que, a raíz de la pandemia de COVID-19, las autoridades parroquiales impulsaron la apertura de una feria de productos agrícolas y ganaderos cada viernes, la cual tuvo una buena acogida, también hay empresarios pequeños que se han dedicado a cultivar fresas y tomates de mesa en invernaderos, lo que les permite generar ingresos para sus familias y emplear a la mano de obra local, estos negocios se ubican en las comunidades de Sisid, Centro Parroquial y el Cisne. Según las conversaciones con los miembros de la comunidad, los cultivos de ciclo corto han experimentado una disminución en sus áreas de producción en los últimos tiempos debido a una variedad de factores, incluidos los bajos ingresos, las variaciones climáticas, la prevalencia de enfermedades y plagas, el alto costo de los insumos agrícolas, la falta de mano de obra calificada y sobre todo los problemas de comercialización, lo que obliga a vender a los intermediarios a bajos costos (GAD Parroquia Ingapirca, 2023).

Ganadería.

En la parroquia se ha observado una tendencia creciente hacia la actividad ganadera en detrimento de la agricultura en los últimos años, debido a la percepción de una mayor seguridad de inversión, la baja demanda de trabajadores y los menores costos de agroquímicos en comparación con las labores agrícolas, a pesar de los problemas identificados en la cadena de comercialización de los productos ganaderos, lo cual ha ocasionado que la gran mayoría de las tierras se hayan orientado hacia la ganadería.

En el sector pecuario de la región, la producción se centra casi exclusivamente en la actividad lechera, desarrollada principalmente con ganado de raza Mestiza y Jersey. Según los datos recopilados mediante encuestas, el rendimiento promedio es de 9.5 litros por vaca al día. Sin embargo, la comercialización de la leche enfrenta serios desafíos económicos: mientras el precio oficial establecido es de 48 centavos de dólar por litro, los productores reciben únicamente 42 centavos en sus predios.

La situación se torna aún más crítica durante períodos específicos como vacaciones escolares, fines de semana y días festivos, cuando los intermediarios no solo son renuentes a recolectar el producto, sino que, cuando lo hacen, ofrecen precios drásticamente reducidos que oscilan entre 15 y 20 centavos por litro, muy por debajo del precio oficial establecido. Esta situación evidencia la vulnerabilidad de los productores frente a las fluctuaciones del mercado y las prácticas de los intermediarios (GAD Parroquial Ingapirca, 2023).

Comercialización de la leche

La distribución se efectúa mediante intermediarios que suministran el producto a dos compañías de pasteurización en Cañar (como Nutrí Leche S.A, Parmalac, Dalilac y Chonta) o lo envían a Guayaquil. En paralelo, la industria láctea en la parroquia Ingapirca ha experimentado un crecimiento de iniciativas tanto comunitarias como privadas. Estas se han desarrollado en diversas localidades, incluyendo Mazanqui, Amanta Bayopungo, Jesús del Gran Poder, Rumuloma, Llactahuaycu, Turchi Cochapamba y el Centro Parroquial. Dichas iniciativas se han enfocado en actividades como la recolección y refrigeración de leche, además de la elaboración de productos como queso fresco, quesillo y leche fría (GAD Parroquial Ingapirca, 2023).

Datos estadísticos sobre la producción de leche en la provincia y la Parroquia Ingapirca.

Tabla 1

Numero de vacas ordeñadas y producción de leche, provincia de Cañar (unidades) año 2022.

Provincia	Número total de vacas ordeñadas.	Producción total de leche (Litros)
Cañar	37.349	250.192

Nota. Datos tomados del INEC 2022, tabulados por ESPAC.

De acuerdo con la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el año 2022, la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), la provincia de Cañar en Ecuador exhibió una actividad lechera significativa, con un total de 37,349 vacas ordeñadas y una producción total de leche de 250,192 litros. Es decir, una productividad promedio de aproximadamente 6.7 litros por vaca ordeñada (GAD Parroquial Ingapirca, 2023).

Volumen de producción pecuario, Parroquia Ingapirca.

Los datos de vacunación contra la Fiebre Aftosa, registrados por AGROCALIDAD, muestran un incremento significativo en el número de cabezas de ganado en la parroquia Ingapirca. En 2018, se aplicaron vacunas a 41.172 animales, mientras que, en 2019 esta cifra ascendió a 41.780. Esta información revela un aumento considerable en comparación con las estadísticas previamente documentadas en el PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial). Así, se puede afirmar que hasta finales de 2019, la población de ganado vacuno en Ingapirca alcanzó las 41.780 cabezas, las cuales están distribuidas de una manera específica en la parroquia (GAD Parroquial Ingapirca, 2023).

Tabla 2

Cantidad de cabezas de ganado - registro de vacunación contra la Fiebre Aftosa durante el periodo 2018 - 2019.

Descripción	Año 2018 (Expresado en miles)	Año 2019 (Expresado en miles)
Toros	2.482	2.652
Vacas	22.214	22.586
Terneros	5.047	4.850
Terneras	4.485	4.601
Toretas	2.203	2.173
Vaconas	4.741	4.918
Total	41.172	41.780

Nota. Datos obtenidos de Agrocalidad y elaborado por el equipo consultor PDOT parroquia de Ingapirca 2020.

Producción de leche en la parroquia de Ingapirca

Según la información recopilada in situ por el equipo técnico, se ha establecido que la producción láctea diaria de la parroquia asciende a 35.963 litros, con un rendimiento promedio de 9,5 litros por vaca al día. El producto es recolectado y transportado mediante vehículos especializados hacia las instalaciones de enfriamiento. Estas plantas están estratégicamente ubicadas en diversas comunidades de la zona, incluyendo Turchi, Cochapamba, el centro de Ingapirca, Lactahuayco, Rumi Loma, Mazanqui, Amanta Bayopungo y Vendeleche (GAD Parroquial Ingapirca, 2023).

2.2.10 Razas bovinas lecheras en la provincia del Cañar

En esta zona, se han adaptado y desarrollado diversas razas bovinas lecheras que han logrado prosperar gracias a las condiciones climáticas y de manejo apropiadas. Algunas de las principales razas que se pueden encontrar en la provincia del Cañar son la Holstein, Jersey, Guernesey y la Mestiza, cada una con características particulares que las hacen aptas para la producción láctea en esta región (Cartuche et al., 2014).

A continuación, se detallarán las principales cualidades y particularidades de cada una de estas razas lecheras presentes en la provincia del Cañar.

Raza Holstein

La raza Holstein Friesian es la más popular y predominante entre las razas lecheras, originaria de las regiones de Frisia Occidental en Holanda y Schleswig-Holstein en Alemania, esta raza se caracteriza por su excepcional capacidad productiva, estas se distinguen por su pelaje blanco y negro (o rojo y blanco en algunas variantes), su gran tamaño corporal y sus ubres bien desarrolladas. Son animales robustos y longevos, con una excelente adaptación a las condiciones climáticas de la Sierra ecuatoriana.

La vaca Holstein produce más de 25 litros de leche por día. Se han documentado casos en los que solo dos ordeños llegan a superar los 50 litros además, estas vacas pueden alcanzar un peso de hasta 600 kilos, lo que les da la fuerza necesaria para mantener esta alta producción láctea con un contenido graso del 3.70% y proteico del 3.15%, debido a su impresionante capacidad productiva, la raza Holstein ha ganado reconocimiento mundial como una raza lechera destacada tanto en Ecuador como en todo el mundo (González et al., 2004).

Raza Guernsey

Originaria de la isla Guernsey en el Canal de la Mancha, esta raza se ha adaptado exitosamente a las condiciones de la sierra ecuatoriana. Las vacas Guernsey se caracterizan por su pelaje de color dorado-anaranjado y su producción de leche con un elevado contenido de grasa y proteínas, lo que la hace muy apreciada para la elaboración de productos lácteos de alta calidad.

Si bien la producción lechera de la Guernsey no alcanza los niveles de la Holstein, sus promedios de 15 a 20 litros diarios por vaca la convierten en una alternativa interesante para los productores. Además, esta raza es conocida por su adaptabilidad a diversos climas, su longevidad y su temperamento dócil, facilitando su manejo y crianza en las explotaciones ganaderas de la provincia (Sánchez y Saborío, 2014).

Raza Jersey

Originaria de la isla Jersey, esta raza se ha adaptado muy bien a las condiciones climáticas de la región. Aunque su producción de leche no es tan alta como la de la Holstein, la leche de Jersey se destaca por tener un mayor contenido de grasa y proteína, lo que la hace muy apreciada por la industria láctea local. Las vacas Jersey producen en promedio entre 15 a 20 litros de leche diarios, con altos niveles de sólidos totales, convirtiéndolas en una alternativa atractiva para maximizar el rendimiento en la elaboración de derivados lácteos. Además, la raza se caracteriza por su temperamento tranquilo y dócil, lo que facilita su manejo y ordeño, y por ser más resistente a las condiciones adversas y enfermedades, requiriendo menos cuidados que otras razas más intensivas (Rivera, 2020).

La vaca adulta tiene un peso promedio de 430 kg y una altura de 1,20 m. Sin embargo, los toros pueden llegar a pesar hasta 680 kg y tener una altura de 1.51 m. Su eficiente conversión alimenticia, que puede producir hasta 13 veces su peso en leche, es lo más destacado en cuanto al rendimiento lechero, esta raza lechera se distingue de otras por su mansedumbre, precocidad, fertilidad y longevidad (Rivera 2020).

Raza Mestiza

La raza mestiza es el resultado del cruzamiento no controlado entre diferentes razas bovinas a lo largo de varias generaciones. En la provincia del Cañar, esta mezcla genética se ha dado principalmente entre el ganado criollo local y las razas lecheras especializadas introducidas, como la Holstein, Jersey y Guernsey. Si bien los animales mestizos no alcanzan los niveles de producción de las razas puras, presentan algunas características que los hacen

muy apreciados por los productores de la región. Por ejemplo, poseen una mayor adaptabilidad a las fluctuaciones climáticas de la sierra, con mayor tolerancia al frío y a la escasez de alimentos en ciertas épocas del año. Además, tienden a tener una mejor salud y resistencia a enfermedades en comparación a las razas altamente especializadas (López et al., 2003).

Otro aspecto positivo es su temperamento más tranquilo y su facilidad de manejo, lo cual facilita las tareas de ordeño y cuidado del ganado en las pequeñas y medianas unidades productivas de la provincia. Aunque la producción individual de leche suele estar entre 10 a 15 litros diarios, la rusticidad y adaptabilidad de las vacas mestizas permiten mantener una lechería sostenible a lo largo del año (Mendoza y Masegosa, 2011).

2.2.11 Tecnología y Prácticas Agropecuarias

2.2.11.1 Uso de tecnología en la producción lechera, como sistemas de ordeño, maquinaria agrícola, y prácticas modernas.

En las décadas recientes, han existido progresos notables en el uso de tecnología en la producción lechera, esto ha aumentado la eficiencia y la calidad en todas las fases del proceso, la producción de leche se enfoca en el ordeño, que se puede optimizar con mayor eficacia mediante la utilización de tecnologías de automatización y monitoreo animal.

En el mercado actual, se pueden encontrar equipos muy sofisticados que realizan ordeños mecánicos y pueden detectar problemas de salud en los animales, lo que permite tomar medidas preventivas mediante el monitoreo y la inteligencia del sistema de ordeño automatizado. El ordeño mecánico también reduce la mastitis bovina y otras enfermedades causadas por errores en el manejo durante el ordeño (Acarolina, 2023).

2.2.11.2 Funcionamiento de las tecnologías de automatización del ordeño de leche.

Las tecnologías más avanzadas de automatización del ordeño de leche dependen de un sistema modular que puede instalarse con software de gestión de rebaños e identificación de animales. Los dispositivos tienen paneles de control que permiten una variedad de configuraciones e informaciones sobre los procesos, así como pulsadores inteligentes y válvulas de control que realizan el ordeño mecánico (Hernández, 2020).

Según Hernández (2020), uno de los datos más importantes que proporciona la tecnología es el rendimiento individual de las vacas; los gráficos muestran claramente si la producción de los animales se corresponde con la predicción. En contraposición al cálculo del rendimiento lechero promedio, que típicamente se determina mediante la división del volumen

total recolectado en el tanque entre la cantidad de cabezas de ganado, la automatización del proceso de ordeño proporciona información más precisa y detallada acerca de la producción individual de cada animal, esto posibilita la identificación de los ejemplares más y menos eficientes en términos de su productividad láctea dentro del rebaño.

2.2.11.3 Tecnologías Modernas en la Producción Lechera de la Provincia del Cañar

La provincia del Cañar se destaca por su importante actividad ganadera enfocada en la producción de leche. Con el objetivo de aumentar la eficacia y productividad de esta actividad, los productores lecheros de la zona están implementando diversas tecnologías modernas a lo largo de sus procesos. Estas innovaciones abarcan desde el ordeño hasta el manejo y conservación de los cultivos forrajeros, permitiendo a los ganaderos optimizar sus operaciones y adaptarse a las crecientes exigencias del mercado (Flórez et al., 2017).

A continuación, se detallan algunas de las principales tecnologías que se están adoptando en la provincia:

Ordeñadoras mecánicas: Equipos eléctricos o a combustible que facilitan el proceso de ordeño, incrementan la higiene y reducen el esfuerzo físico de los operarios.

Tanques de enfriamiento de leche: Permiten enfriar rápidamente la leche recién ordeñada, manteniéndola a la temperatura adecuada para su posterior transporte y procesamiento.

Sistemas de alimentación automatizada: Comederos y bebederos automatizados que suministran el alimento y agua de manera controlada y eficiente.

Equipos de conservación de forraje: Picadoras, embaladoras y ensiladoras que facilitan el almacenamiento y preservación de los cultivos forrajeros.

Bombas y sistemas de riego: Para una mejor administración del agua de riego en las áreas de pastoreo y producción de forraje.

Implementos de mecanización agrícola: Como tractores, arados y sembradoras, que agilizan las labores de preparación, siembra y cosecha de los cultivos destinados a la alimentación del ganado.

CAPÍTULO III.

3. Metodología

3.1 Método

El estudio que analiza la producción láctea en la parroquia de Ingapirca provincia del Cañar, se basará en un enfoque cuantitativo, adecuado por varias razones. Este enfoque permitirá la medición precisa y objetiva de variables claves, como producción de leche, cantidad de animales, raza de ganado, mano de obra, tamaño de parcela de terreno y la inversión en maquinaria. La precisión y objetividad son esenciales para obtener datos fiables y comparables. Asimismo, permitirá la aplicación de métodos estadísticos sofisticados, entre ellos la regresión múltiple y robusta, que serán fundamentales para identificar y cuantificar relaciones entre variables y validar hipótesis con alto grado de confianza mediante pruebas como el test de normalidad de Jarque-Bera y el test de heterocedasticidad de Breusch-Pagan.

3.2 Tipo de investigación

Esta investigación se desarrollará bajo múltiples enfoques metodológicos: básico, documental-bibliográfico, de campo y descriptivo. La recolección de información se realizará principalmente mediante encuestas dirigidas a los productores lácteos de la parroquia Ingapirca, en la provincia del Cañar, complementada con una exhaustiva revisión documental.

La investigación adopta un diseño no experimental, ya que se desarrolla sin la alteración deliberada de variables o la manipulación de condiciones, sino que se observa y describe el fenómeno tal cual es; se procederá a recolectar datos a través de encuestas, y observaciones para obtener información sobre la producción de leche, la raza de ganado utilizado por los productores, cantidad de leche producida al día, la inversión en maquinaria entre otros aspectos relevantes.

3.3 Variables

Variable Dependiente

Producción de leche en litros diarios

Variables Independientes

- Cantidad de animales.
- Raza del ganado
- Mano de obra
- Tamaño de parcela de terreno

- Inversión en maquinaria

3.4 Técnicas de recolección de datos

Para la recopilación de datos, se empleará la técnica de encuesta mediante el uso de un cuestionario estructurado. El cuestionario se diseñará específicamente para recopilar información relevante de los productores de leche de la parroquia de Ingapirca, ubicada en la provincia del Cañar. Es importante destacar que la encuesta fue desarrollada tomando como referencia el trabajo de Danilo Leonel Zambrano Martínez (2022).

El cuestionario constará de una serie de preguntas cuidadosamente seleccionadas y diseñadas, las cuales abordarán aspectos clave relacionados con la producción de leche. Se incluirán preguntas sobre la cantidad de tierra dedicada al pasto, inversión en maquinaria, la raza de ganado, la mano de obra utilizada y cualquier otro factor que pueda influir en la producción de leche.

La encuesta se aplicará de manera presencial, con la colaboración de los productores de leche de la parroquia de Ingapirca. Se respetarán los principios éticos de confidencialidad y privacidad de los participantes, y se solicitará su consentimiento informado antes de su participación en la encuesta. Además, se garantizará la confidencialidad y el anonimato de las respuestas recopiladas.

La aplicación del cuestionario permitirá recopilar datos cuantitativos que serán analizados posteriormente mediante técnicas estadísticas. Estos datos proporcionarán una visión general de los factores determinantes en la producción de leche en la parroquia de Ingapirca.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

El grupo de interés para este estudio incluye a los productores de leche de la parroquia de Ingapirca. Se tomó en cuenta la población total según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Ingapirca, actualizado en 2020, que indica que hay 7.034 productores de leche en total.

3.5.2 Muestra

El tamaño de la muestra se refiere al número específico de individuos o elementos que conforman la muestra extraída de una población, con el fin de garantizar que los datos obtenidos sean representativos de dicha población (Otzen y Manterola, 2017).

La fórmula usada para el cálculo de la muestra es la de una población finita como se muestra a continuación:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z_a^2 * p * p}$$

Donde:

N = Tamaño de la población (7034)

Z_a = Nivel de confianza (95%)

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada (0.5%)

q = Probabilidad de fracaso (0.5%)

d = Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción). 5%

Se calcula n =

$$n = \frac{7034 * (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}{(0.05)^2 * (7034 - 1) + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}$$

$$n = \frac{6755.4536}{18.54}$$

$$n = 364$$

N = 7034

Z = 1.96

P = 0.5

Q = 0.5

D = 0.05

3.6 Hipótesis

La **hipótesis** de investigación planteada es:

- **H.0.** “La cantidad de animales, la raza del ganado, la mano de obra, el tamaño de la parcela de terreno y la inversión en maquinaria no tienen un impacto significativo en la producción de leche en la parroquia de Ingapirca.”
- **H.1.** “La cantidad de animales, la raza del ganado, la mano de obra, el tamaño de la parcela de terreno y la inversión en maquinaria sí tienen un impacto significativo en la producción de leche en la parroquia de Ingapirca”

3.7 Formulación del modelo econométrico.

3.7.1 Ecuación de Cobb – Douglas

Especificación matemática de la variable producción, trabajo y capital.

$$Q = AK^{\alpha}L^{\beta}$$

Donde:

Q = Cantidad de producción de leche

A = Tecnología o maquinaria

K = Capital Invertido

L = El trabajo invertido

α y β = Representan las elasticidades de la producción en relación con el trabajo y el capital.

Ui = variable aleatoria de la unidad productora

La función Cobb Douglas requiere una transformación logarítmica para convertirse en un modelo lineal. Esta transformación es necesaria para estimar adecuadamente cómo los distintos elementos productivos afectan al resultado final. La ventaja de este proceso es que permite interpretar los resultados en términos de elasticidades, es decir, podemos entender qué porcentaje cambia la producción cuando se modifican los factores que intervienen en ella.

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L \text{ por lo tanto } \ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \mu$$

3.7.2 Modelo econométrico

El modelo de producción láctea se fundamenta en una versión elemental de la función Cobb-Douglas, que se puede representar de la siguiente forma:

$$Q = f(K, L)$$

En esta ecuación, Q simboliza el volumen de producción, el cual es resultado de la interacción entre los factores productivos: Capital (K) y Trabajo (L). Basándose en esta relación, el modelo econométrico se formula de la siguiente manera:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \mu_i$$

Donde:

Y_i = Producción de leche diarios en litros

X_1 = Cantidad de animales de leche utilizado en la producción (medido en número de cabezas de ganado lechero)

X_2 = Raza de ganado (codificada de acuerdo con la raza de ganado)

X_3 = La mano de obra utilizada para la producción de leche (medida en horas de trabajo)

X_4 = Tamaño de terreno (medido en hectáreas)

X_5 = Tecnología y equipo (medido en inversión en maquinaria, en dólares).

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ y β_5 = Coeficientes a ser estimados mediante la aplicación de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

μ_i = Perturbación estocástica del modelo.

Para garantizar una implementación precisa, se empleará el método de estimación por mínimos cuadrados ordinarios, aplicando una transformación logarítmica a las variables. En consecuencia, la ecuación se reformula de la siguiente manera:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \mu_i$$

El desarrollo del modelo econométrico se basa en un enfoque empírico utilizando la metodología de Cobb-Douglas. Este modelo ofrece una explicación general del nivel de producción láctea. El análisis se fundamenta en una función de producción que relaciona el producto final con las fluctuaciones en los factores productivos, específicamente tierra, mano de obra y capital. Se ha optado por una función de producción en forma logarítmica, dado que esta cumple con el requisito de linealidad en los estimadores, un aspecto crucial en el análisis econométrico.

3.7.3 Validación del modelo.

Para validar el modelo de regresión múltiple, se seguirá un procedimiento metódico y sistemático que incluye varias pruebas diagnósticas para asegurar la calidad y la precisión del modelo. En primer lugar, se aplicará el test de multicolinealidad para detectar posibles problemas entre las variables independientes. La ausencia de multicolinealidad es esencial para la validez del modelo, y si este supuesto se cumple, se procederá con el test de correcta especificación de Ramsey. Este test permite verificar si el modelo está correctamente especificado y no omite variables importantes.

Una vez que se confirme la correcta especificación del modelo, se aplicará el test de heterocedasticidad de Breusch-Pagan. Esta prueba es crucial para asegurar que las varianzas de los errores sean constantes a lo largo de las observaciones. La homocedasticidad es un supuesto clave en la regresión lineal múltiple, y su violación puede afectar la eficiencia de los estimadores. Finalmente, se llevará a cabo el test de Jarque-Bera para verificar la normalidad de los residuos del modelo, los intervalos de confianza y las pruebas de hipótesis requieren normalidad de los residuos.

En caso de que alguno de estos supuestos no se cumpla, se adoptará una regresión robusta como alternativa. Esta técnica permite obtener estimadores válidos y eficientes incluso en presencia de problemas como heterocedasticidad o no normalidad de los errores, asegurando así la fiabilidad de los resultados del análisis. Este enfoque estructurado garantiza que el modelo de regresión múltiple sea sólido y que los resultados obtenidos sean estadísticamente válidos y útiles para la interpretación y toma de decisiones.

CAPÍTULO IV.

4. Resultados y discusión

4.1 Resultados

4.1.1 Caracterización del proceso productivo de la leche en la provincia del Cañar parroquia Ingapirca.

La parroquia Ingapirca, situada en la Sierra Sur del Ecuador, es un lugar que combina belleza natural y una rica tradición agrícola. Con una extensión de 240 km² y una población de aproximadamente 14,000 habitantes, de los cuales 2,000 residen en el centro urbano a 3,180 metros sobre el nivel del mar, esta parroquia es un ejemplo de cómo la cultura y la economía local se entrelazan. Entre sus habitantes se encuentran 7,034 productores de leche, quienes desempeñan un papel crucial en la economía de la región.

La flora de Ingapirca es diversa, con plantaciones de pino en la zona de páramo y una mezcla de eucaliptos en las áreas más bajas, acompañadas de matorrales intervenidos. Este entorno natural proporciona un hábitat ideal para la ganadería, especialmente para la producción de leche, que es una de las principales actividades económicas de la parroquia.

El clima en Ingapirca es característico de la alta montaña, con temperaturas que oscilan entre 4 °C y 12 °C. Esta condición climática, junto con la riqueza de sus suelos, favorece el crecimiento de pastos de alta calidad, lo que a su vez beneficia la producción lechera. La mayoría de los productores de leche en la región se dedican a la ganadería de manera tradicional, utilizando métodos que han sido transmitidos de generación en generación.

En cuanto a la demografía de los productores, el 69% son jefes de hogar, con una distribución de género que muestra que el 52% son hombres y el 48% son mujeres. La edad promedio de los productores es de 40 años, y el estado civil más común es el de casados (63%). La educación también juega un papel importante: el 45% de los productores ha completado la educación secundaria, pero un 22% es analfabeto, lo que puede limitar su acceso a mejores prácticas y tecnologías en la producción.

Económicamente, el 65% de los productores percibe ingresos mensuales inferiores a \$450, lo que indica una situación económica vulnerable en la parroquia. Sin embargo, su dedicación y esfuerzo son evidentes en su inversión en insumos de producción; el 62% destina menos de \$500 al mes, mientras que un 13% invierte más de \$1,000. La periodicidad de los

ingresos es mayoritariamente quincenal, con el 87% de los productores recibiendo pagos en este intervalo.

En términos de costos laborales, la mayoría mantiene gastos semanales relativamente bajos, concentrándose en el rango de \$1 a \$20. Esto refleja la naturaleza familiar y comunitaria de la producción, donde muchas actividades se realizan con la ayuda de miembros de la familia. Las técnicas de ordeño presentan una notable diversidad. El 63% de los productores utiliza métodos manuales tradicionales, mientras que el 31% ha adoptado sistemas de ordeño mecanizados, lo que indica una apertura hacia la modernización y la mejora de la eficiencia en la producción.

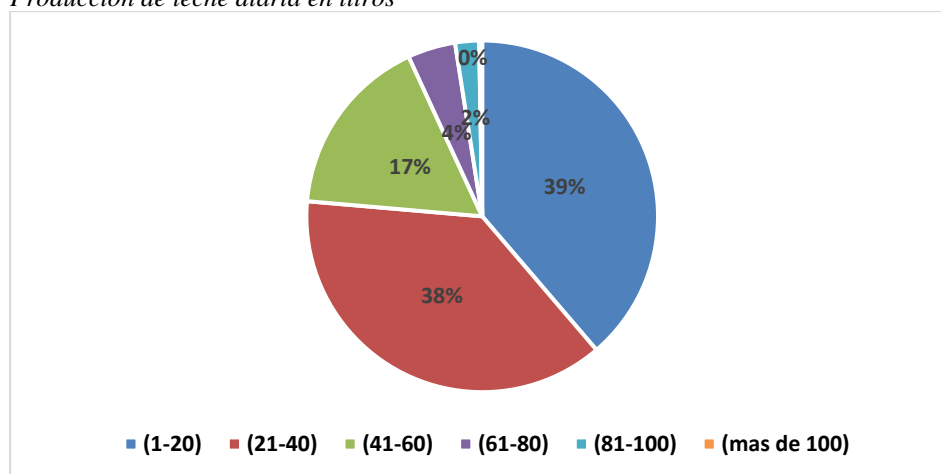
La parroquia de Ingapirca no solo es un centro productivo de leche, sino que también es un lugar de rica historia y cultura, donde el legado de las civilizaciones prehispánicas se entrelaza con la vida cotidiana. Visitar Ingapirca es una oportunidad para conocer de cerca las prácticas agrícolas, disfrutar de sus paisajes impresionantes y descubrir la calidez de su gente. Este rincón del Ecuador promete una experiencia enriquecedora para aquellos que deseen explorar la fusión de tradición y modernidad en el corazón de la Sierra Sur.

4.1.2 Comportamiento de las variables

4.1.2.1 Producción de leche diaria

Figura 5

Producción de leche diaria en litros



Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023

Como se puede observar en la gráfica el 39% de los productores se ubica en el rango de 1 a 20 litros diarios, lo que sugiere una predominancia de micro productores o unidades familiares de subsistencia. El segundo segmento más significativo, representando el 38% de

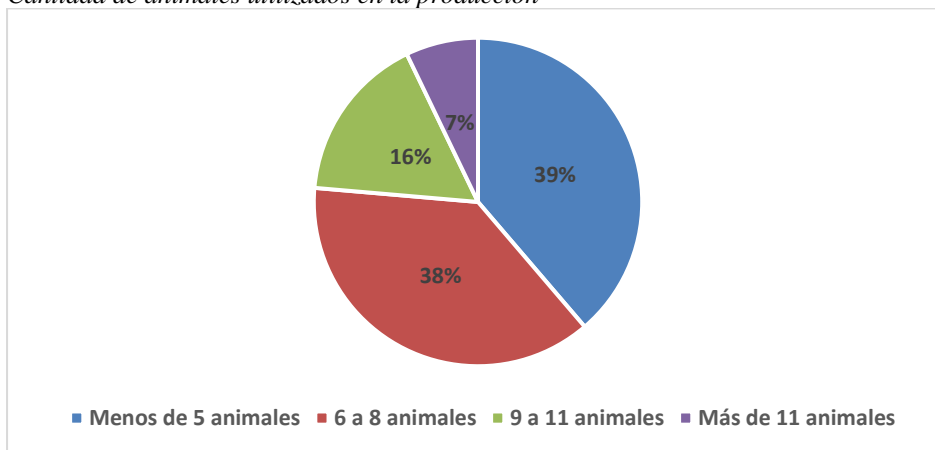
los productores, genera entre 21 y 40 litros diarios. Este grupo podría clasificarse como pequeños productores comerciales, con potencial para la expansión y la adopción de tecnologías de mejora productiva.

Un 17% de los productores alcanza volúmenes de 41 a 60 litros diarios, lo que indica la presencia de operaciones de escala media con posible acceso a mejores recursos y tecnologías. Los segmentos de mayor producción (61-80, 81-100, y más de 100 litros) constituyen colectivamente solo el 6% del total, sugiriendo una limitada presencia de productores a gran escala en la región.

4.1.2.2 Cantidad de animales

Figura 6

Cantidad de animales utilizados en la producción



Nota. Elaboración propia, encuestas a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023

La mayoría de los productores, un total de 141 (aproximadamente el 39%), indican que utilizan menos de 5 animales en sus actividades productivas. Cabe destacar que este grupo constituye la categoría más numerosa entre los productores de la parroquia.

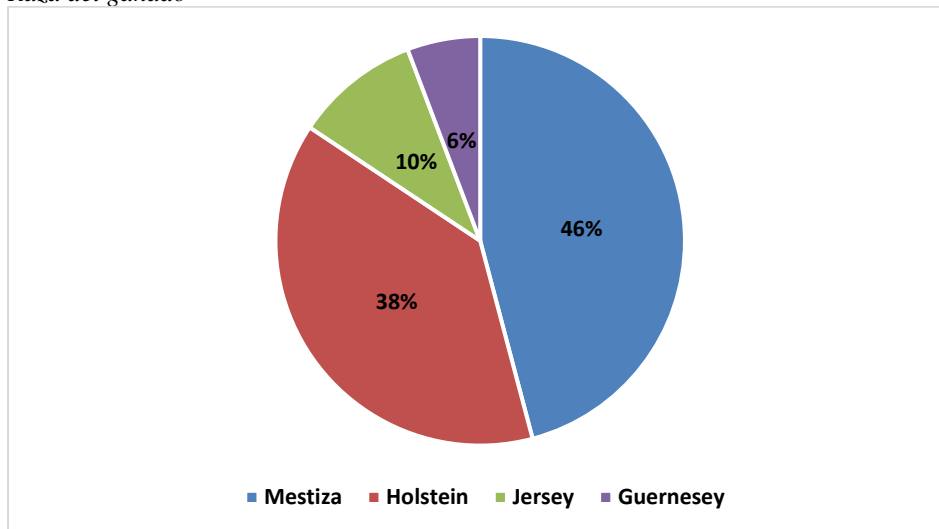
Por otro lado, 137 productores (aproximadamente el 38%) manejan entre 6 a 8 animales en sus explotaciones, representando una proporción significativa del total. Este rango indica una escala de producción moderada que contribuye de manera sustancial al conjunto de la producción ganadera. Asimismo, 60 productores (aproximadamente el 16%) informan que manejan entre 9 a 11 animales en total, lo cual representa una escala de producción intermedia.

Por último, solo el 7% de productores trabajan con más de 11 animales, lo que indica que este grupo de productores a gran escala constituye una minoría dentro de la población de la parroquia.

4.1.2.3 Raza del ganado

Figura 7

Raza del ganado



Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023.

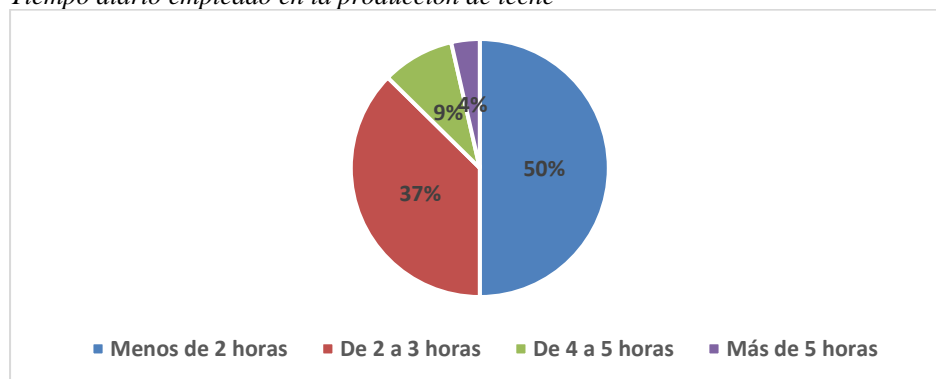
La distribución de razas de ganado en la parroquia de Ingapirca revela una composición diversificada, con un total de 364 productores de leche. La raza predominante es la Mestiza, que representa aproximadamente el 46% del total, con un número significativo de 167 productores que poseen este tipo de raza. La segunda raza más prevalente es Holstein, contribuyendo con aproximadamente el 38% al total con un número significativo de 140 productores que poseen este tipo de raza. En tercer lugar, la raza Jersey constituye alrededor del 10% del total, con 36 productores que poseen esta raza de ganado, mientras que Guernesey representa el 6%, con 21 productores que tienen este tipo de raza de ganado para su producción.

Esta distribución proporciona una visión detallada de la composición relativa de las razas de ganado en la parroquia. La preeminencia de la raza Mestiza destaca su importancia numérica en comparación con otras razas, seguida de cerca por Holstein. La presencia de Jersey y Guernesey, aunque menos prominente, añade diversidad al conjunto.

4.1.2.4 Mano de obra

Figura 8

Tiempo diario empleado en la producción de leche



Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023.

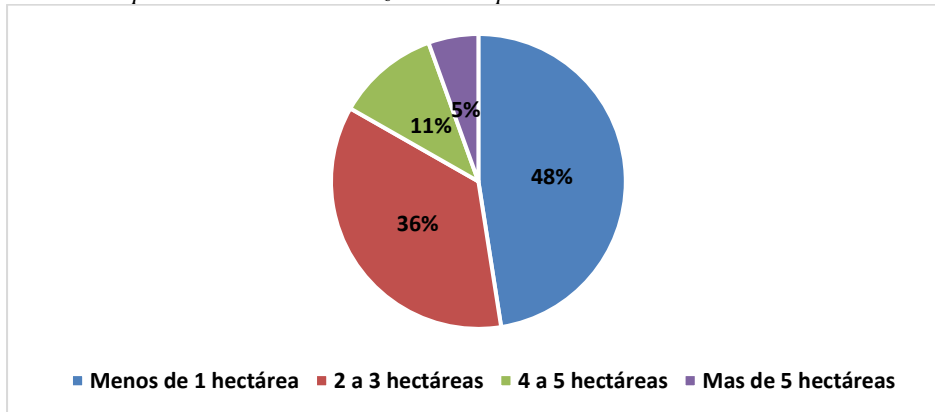
La mayoría de los productores, que representan el 50% del total (182), dedican menos de 2 horas diarias a la producción de leche, lo que sugiere operaciones más pequeñas o métodos eficientes que requieren menos tiempo; no obstante, una proporción significativa, equivalente al 37% (136 productores), emplea entre 2 y 3 horas diarias, abarcando una diversidad de operaciones que pueden requerir una atención más detallada y tiempo dedicado. Además, solo el 9% del total (33 productores) dedica de 4 a 5 horas diarias a la producción de leche, lo que puede indicar operaciones más extensas o con mayores requerimientos en términos de manejo y cuidado del ganado, mientras que el grupo menos común, representando el 4% (13 productores), emplea más de 5 horas diarias, lo que puede incluir operaciones más grandes, especializadas o con prácticas más intensivas.

El análisis revela una variabilidad significativa en el tiempo diario empleado en la producción de leche, desde operaciones muy eficientes hasta aquellas que requieren una dedicación más extensa. La mayoría de los productores parece gestionar su producción en un tiempo relativamente corto diario, indicando posiblemente prácticas eficientes y métodos optimizados. La presencia de productores que dedican más tiempo puede deberse a la complejidad de las operaciones o a la realización de actividades adicionales.

4.1.2.5 Tamaño de parcela de terreno

Figura 9

Tamaño de parcela de terreno utilizado en la producción



Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023.

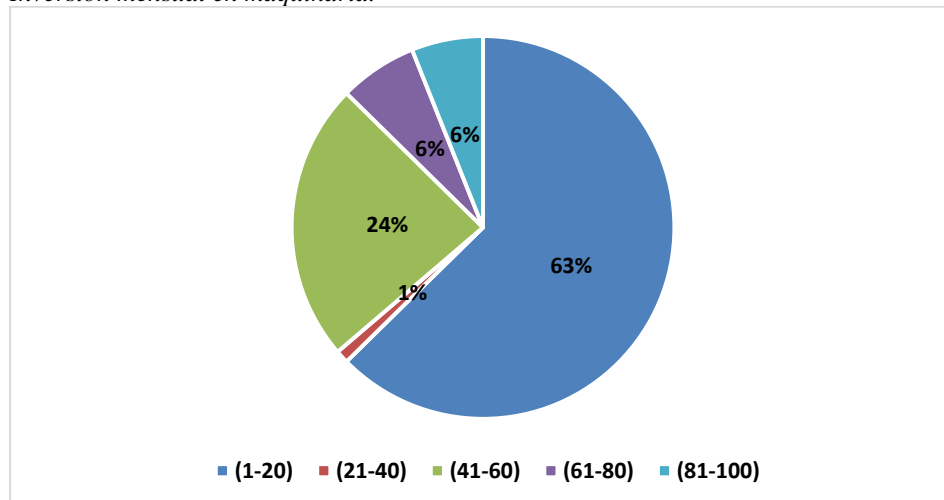
Respecto al análisis del tamaño del terreno, se observa que la mayoría de los productores, con un 48% del total (173 encuestados), opera en terrenos de menos de 1 hectárea, lo que posiblemente incluye operaciones más pequeñas y enfocadas en producciones locales o especializadas. Por otra parte, una proporción significativa, representando el 36% (130 encuestados), trabaja en terrenos de 2 a 3 hectáreas, lo que puede indicar operaciones más diversificadas o un mayor enfoque en la producción láctea. En contraste, solo el 11% del total (41 encuestados) opera en terrenos de 4 a 5 hectáreas, lo que sugiere la presencia de operaciones más grandes o con una mayor capacidad para la producción de leche. Finalmente, el grupo menos común, representando el 5% (20 encuestados), trabaja en más de 5 hectáreas, lo que destaca la existencia de productores con operaciones significativamente grandes.

El análisis revela una distribución diversa en cuanto al tamaño del terreno utilizado por los productores en la producción lechera. La mayoría de los productores opera en terrenos más pequeños, pero hay una presencia significativa de aquellos que manejan operaciones de tamaño moderado. La existencia de productores en los rangos más grandes sugiere una diversidad en la escala de las operaciones lecheras, con algunos enfocados en producciones más especializadas y otros con capacidades para operaciones a mayor escala.

4.1.2.6 Inversión en maquinaria

Figura 10

Inversión mensual en maquinaria.



Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023.

Respecto al análisis de la inversión mensual en maquinaria, se observa que la mayoría de los productores, con el 63% del total de encuestados (228 productores), realiza inversiones en el rango de 1 a 20 dólares, lo que sugiere que gran parte de ellos prefiere inversiones más moderadas o posee operaciones que no requieren inversiones significativas en maquinaria. Por otra parte, una proporción considerable, representando el 23.12% del total (86 productores), invierte entre 41 y 60 dólares mensualmente, lo que puede reflejar una necesidad de equipos más especializados o de mayor capacidad. En contraste, un grupo muy pequeño, con el 1.08% del total (4 productores), realiza inversiones en el rango de 21 a 40 dólares, lo que puede indicar una necesidad limitada de inversiones en maquinaria o la presencia de operaciones más pequeñas. Además, algunos productores, representando el 6.45% del total (24 productores), invierten entre 61 y 80 dólares mensualmente, lo que puede señalar la presencia de operaciones más grandes o la adquisición de equipos más costosos.

Finalmente, un número limitado de productores, con el 5.91% del total (22 productores), realiza inversiones en el rango de 81 a 100 dólares, lo que puede indicar la presencia de operaciones más especializadas o la adopción de tecnologías más avanzadas. El análisis revela una variabilidad significativa en los montos de inversión mensual en maquinaria, desde inversiones más modestas hasta aquellas que requieren montos más sustanciales. La mayoría de los productores realizan inversiones en el rango de 1 a 20 dólares, con una presencia significativa en el rango de 41 a 60 dólares.

4.2 Estimación y análisis del modelo econométrico

4.2.1 Regresión Lineal Múltiple

Tabla 3
Regresión Lineal Múltiple

Source	SS	df	MS	Number of obs = 364		
				F (5, 358)	= 428.34	
Model	110.094175	5	22.0188351	Prob > F	= 0	
Residual	18.4031639	358	0.051405486	R-squared	= 0.8568	
				Adj R-squared	= 0.8548	
Total	128.497339	363	0.35398716	Root MSE	= 0.22673	

log_Litros_diarios	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
log_Cantidad_animales	0.69744	0.05151	13.54	0.00	0.5961315	0.7987393
log_Raza_ganado	0.07237	0.0554	1.31	0.19	-0.0365925	0.1813243
log_tiempo_diario_empleado	0.33377	0.0825	4.05	0.00	0.171529	0.4960194
log_Tamaño_terreno	-0.1223	0.04918	-2.49	0.01	-0.2190008	-0.0255566
Inversion_maquinaria	0.00367	0.00072	5.1	0.00	0.0022538	0.0050826
_cons	2.70685	0.01866	145.05	0.00	2.670147	2.743545

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, basado en los resultados obtenidos en Stata 16

El primer paso en el análisis de un modelo econométrico es estimar el modelo utilizando los datos disponibles. En este caso, se ha estimado un modelo de regresión lineal múltiple basado en la función Cobb-Douglas transformada en logaritmos (excepto para la variable de inversión en maquinaria, dado que la misma tenía múltiples valores nulos).

Análisis de los coeficientes:

log_Cantidad_animales: El coeficiente es 0.69743, lo cual indica que un incremento del 1% en la cantidad de animales está asociado con un incremento del 0.69743% en la producción de leche. Este coeficiente es estadísticamente significativo ($P < 0.000$).

log_Raza_ganado: El coeficiente es 0.072365, sugiriendo que una mejora en la variable de raza del ganado está asociada con un incremento en la producción de leche. Este coeficiente no presenta significancia estadística ($P = 0.192$).

log_tiempo_diario_empleado: El coeficiente es 0.333, lo que implica que un incremento del 1% en el tiempo diario empleado en la producción de leche está asociado con un incremento del 0.33% en la producción de leche. Este coeficiente es estadísticamente significativo ($P = 0.013$).

log_Tamaño_terreno: El coeficiente es -0.1222, lo que indica que un incremento del 1% en el tamaño del terreno está asociado con una disminución del 0.12% en la producción de leche. Este coeficiente no presenta significancia estadística ($P=0.013$).

Inversion_maquinaria: El coeficiente es 0.00366, lo que implica que un incremento de un dólar en la inversión en maquinaria está asociado con un incremento del 0.00366% en la producción de leche. Este coeficiente es estadísticamente significativo ($P<0.000$).

Estadísticas del modelo:

- $R^2= 0.8568$: Indica que el 85.68% de la variabilidad en la producción de leche está explicada por las variables independientes del modelo. Este valor es bastante elevado, lo que indica que el modelo se ajusta bien a los datos observados.
- Ajustado $R^2 = 0.8548$: Ajusta el R^2 por el número de variables en el modelo y el tamaño de la muestra. El valor ajustado está cerca del R^2 no ajustado, lo que sugiere que las variables incluidas en el modelo son pertinentes y que no se está realizando un sobreajuste.
- Estadístico ($F(5, 358) = 428.34$): El estadístico F mide la significancia global del modelo. En este caso, con un valor de 428.34 y una probabilidad asociada ($\text{Prob} > F$) de 0.000, se puede concluir que el modelo es estadísticamente significativo en su totalidad. Esto significa que al menos una de las variables independientes está relacionada con la variable dependiente.
- $\text{Prob} > F = 0.000$: Los resultados sugieren que se puede descartar con gran confianza la suposición de que ninguna de las variables independientes influye en la producción de leche. Dicho de otro modo, se puede afirmar con un alto grado de certeza que por lo menos uno de los factores analizados tiene un impacto relevante en la cantidad de leche producida.
- $\text{Root MSE} = 0.22673$: La raíz del error cuadrático medio (Root Mean Squared Error, RMSE) mide la desviación estándar de los residuos del modelo. Un RMSE de 0.22673 sugiere que la variabilidad de los errores de predicción es relativamente baja, lo que indica un buen ajuste del modelo a los datos observados.

Estos valores estadísticos indican que el modelo tiene una buena capacidad de predicción y que las variables independientes incluidas en el modelo son significativas para explicar la variabilidad en la producción de leche en la parroquia de Ingapirca.

4.2.2 Test de multicolinealidad

El Factor de Inflación de la Varianza (VIF) es un método empleado en estudios de regresión para detectar y medir la multicolinealidad entre variables predictoras. Este fenómeno ocurre cuando existe una fuerte relación entre las variables independientes, lo que puede complicar la correcta interpretación de cómo cada una de estas variables afecta a la variable de respuesta. El VIF permite cuantificar el aumento en la variabilidad de los coeficientes de regresión causado por la interdependencia de las variables explicativas en el modelo. En esencia, esta prueba ayuda a identificar qué tan severa es la multicolinealidad y cómo afecta la precisión de las estimaciones en el análisis de regresión.

Tabla 4
Test de multicolinealidad

Variable	VIF	1/VIF
Log (Tiempo_diario_employado)	9.21	0.108617
Log (Raza_ganado)	4.52	0.221401
Log (Cantidad_animales)	4.39	0.227637
Log (Tamaño_parcela)	3.65	0.274226
Inversion_maquinaria	3.54	0.282335
Mean VIF	5.06	

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

En el cuadro proporcionado, se presentan los valores del VIF para cada variable independiente. El VIF se interpreta como el factor por el cual la varianza de un coeficiente de regresión se incrementa debido a la multicolinealidad.

log_Tiempo_diario_employado: Tiene un VIF de 9.21, que es considerablemente alto. Esto sugiere una posible multicolinealidad con otras variables del modelo. Un VIF mayor a 10 generalmente se considera indicativo de problemas serios de multicolinealidad, aunque valores superiores a 5 pueden ser preocupantes en este contexto.

log_Raza_ganado: Tiene un VIF de 4.52, que está por debajo del umbral de 10, pero aún podría indicar cierta multicolinealidad.

log_Cantidad_animales: Con un VIF de 4.39, esta variable también presenta cierto grado de multicolinealidad, pero no es extremo.

log_Tamaño_parcela: Tiene un VIF de 3.65, que indica una baja multicolinealidad. La variable no está fuertemente correlacionada con las otras variables independientes del modelo.

Inversion_maquinaria: Tiene un VIF de 3.54, similar al de log_Tamaño_parcela, lo que sugiere una baja multicolinealidad.

Mean VIF: El VIF promedio es 5.06, lo que muestra que, en promedio, las variables independientes no presentan un problema severo de multicolinealidad. Sin embargo, el alto VIF de log_Tiempo_diario_employado es una excepción que merece atención.

Conclusión:

El VIF promedio de 5.06 sugiere que la multicolinealidad en el modelo no es un problema generalizado, pero el alto VIF de log_Tiempo_diario_employado (9.21) indica que esta variable tiene una alta correlación con otras variables independientes. El grado de interdependencia observado entre las variables puede comprometer la fiabilidad y exactitud de los coeficientes estimados en el modelo. En consecuencia, se ha tomado la decisión de excluir esta variable.

4.2.3 Regresión lineal con eliminación de variable correlacionada

Tabla 5
Regresión lineal con eliminación de variable correlacionada

Source	SS	df	MS	Number of obs = 364
				F (4, 359) = 509.52
Model	109.252763	4	27.3131908	Prob > F = 0
Residual	19.2445758	359	0.053606061	R-squared = 0.8502
				Adj R-squared = 0.8486
Total	128.497339	363	0.35398716	Root MSE = 0.23153

log_Litros_diarios	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
log_Cantidad_animales	0.7768463	0.0486344	15.97	0.000	0.6812021	0.8724904
log_Raza_ganado	0.171842	0.0507009	3.39	0.001	0.072134	0.2715501
log_Tamaño_terreno	-0.0566259	0.0474112	-1.19	0.233	-0.1498644	0.0366126
Inversion_maquinaria	0.0048757	0.0006682	7.3	0.000	0.0035616	0.0061898
_cons	2.697866	0.0189209	142.59	0.000	2.660656	2.735076

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, los resultados fueron procesados y analizados utilizando el software estadístico Stata en su versión 16

Después de la eliminación de la variable “Tiempo_diario_employado” debido al alta multicolinealidad, se presenta una nueva regresión. A continuación, se resumen las principales estadísticas y conclusiones:

Estadísticas del Modelo:

R2: Ha disminuido ligeramente de 0.8568 a 0.8502, esta pequeña disminución sugiere que el poder explicativo del modelo respecto a las fluctuaciones en la producción láctea se ha visto marginalmente reducido.

- Sin embargo, sigue siendo un valor muy alto.
- Ajustado R2: Ha disminuido de 0.8548 a 0.8486, mostrando un ajuste similarmente alto.
- Estadístico F: Ha aumentado de 428.34 a 509.52, indicando que el modelo sigue siendo altamente significativo en su conjunto.
- Root MSE: Ha aumentado ligeramente de 0.22673 a 0.23153, indicando una pequeña reducción en la precisión de las predicciones.

Coefficientes y su Significancia:

- log_Cantidad_animales: El coeficiente ha aumentado de 0.69744 a 0.7768463 y sigue siendo altamente significativo ($p = 0.000$), indicando una relación aún más fuerte con la producción de leche.
- log_Raza_ganado: El coeficiente ha aumentado de 0.07237 a 0.171842 y se ha vuelto significativo ($p = 0.001$), mostrando una mayor influencia en la producción de leche.
- log_Tamaño_terreno: El coeficiente ha cambiado de -0.1223 a -0.0566259 y ha dejado de ser significativo ($p > 0.05$).
- Inversion_maquinaria: El coeficiente ha aumentado de 0.00367 a 0.0048757 y sigue siendo altamente significativo ($p = 0.000$).

En resumen, aunque el nuevo modelo sin la variable log_tiempo_diario_employado tiene un ligero descenso en R^2 y un aumento en el Root MSE, sigue siendo un modelo robusto y significativo. La eliminación de la variable ha reducido la multicolinealidad y mejorado la significancia de otras variables, haciendo el modelo más eficiente y fácil de interpretar.

4.2.4 Test de multicolinealidad (2)

El análisis de multicolinealidad emplea el VIF (Factor de Inflación de la Varianza) como herramienta para medir el grado en que una variable predictora afecta a las otras dentro de un modelo regresivo. Un VIF alto indica una fuerte multicolinealidad, lo que podría ser problemático para la interpretación del modelo. Aquí está el análisis de los resultados proporcionados:

Tabla 6
Test de multicolinealidad (2)

Variable	VIF	1/VIF
Log (Cantidad_animales)	3.76	0.266302
Log (Raza_ganado)	3.63	0.275700
Log (Tamaño_parcela)	3.25	0.307727
Inversion_maquinaria	2.93	0.341070
Mean VIF	3.39	

Nota: Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

Análisis del VIF:

Log (Cantidad_animales) (VIF = 3.76)

- Un VIF de 3.76 indica que el nivel de multicolinealidad es aceptable. Aunque está por encima de 1, está por debajo del umbral comúnmente utilizado de 10, que indicaría una multicolinealidad severa. La variable Log (Cantidad_animales) no tiene un problema significativo de multicolinealidad.

Log (Raza_ganado) (VIF = 3.63)

- Similar a Log (Cantidad_animales), un VIF de 3.63 indica una multicolinealidad aceptable. La variable Log (Raza_ganado) no presenta problemas graves de multicolinealidad y se puede mantener en el modelo sin preocupaciones.

Log (Tamaño_parcela) (VIF = 3.25)

- El VIF de 3.25 para Log (Tamaño_parcela) sugiere una multicolinealidad baja a moderada. Esto indica que esta variable no está altamente correlacionada con las otras variables del modelo, y su inclusión no debería afectar significativamente la precisión de las estimaciones.

Inversion_maquinaria (VIF = 2.93)

- Con un VIF de 2.93, *Inversion_maquinaria* muestra la menor multicolinealidad entre las variables del modelo. Esto sugiere que la variable es bastante independiente de las demás variables regresoras, lo cual es deseable para obtener estimaciones precisas y confiables.

Mean VIF (3.39)

- El VIF promedio de 3.39 indica que, en general, la multicolinealidad en el modelo es baja. Esto sugiere que las variables independientes no están excesivamente correlacionadas entre sí y que el modelo es robusto en términos de evitar los problemas asociados con la multicolinealidad.

4.2.5 Test de correcta especificación de RAMSEY

El Test RESET (Regression Specification Error Test) desarrollado por Ramsey es una herramienta estadística que permite determinar si un modelo de regresión está correctamente especificado. La hipótesis nula de la prueba establece que el modelo no tiene variables omitidas, lo que significa que todas las variables relevantes están incluidas y la forma funcional del modelo es correcta. Por otro lado, la hipótesis alternativa sugiere que hay variables omitidas o que la forma funcional del modelo es incorrecta.

Tabla 7

Test de correcta especificación de RAMSEY

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of log_Litros_diarios
Ho: model has no omitted variables
F (3, 356) = 1.80
Prob > F = 0.1469

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

El resultado de la prueba se expresa en términos de una estadística F y su correspondiente valor p. Cuando el valor de probabilidad (p-valor) resulta inferior al nivel de significancia establecido, existe fundamento estadístico para descartar la hipótesis nula.

Ahora, analizando el resultado proporcionado:

- Estadística F: $F(3,356) = 1.80$
- Valor p asociado: $\text{Prob} > F = 0.1469$

Interpretación:

- La estadística F calculada es 1.80, y el valor p asociado es 0.1469.

- Dado que el valor p es mayor que un umbral comúnmente utilizado (por ejemplo, 0.05), no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula en este caso.
- En términos prácticos, esto sugiere que no hay indicios significativos de especificación errónea en el modelo, según la evidencia proporcionada por la prueba RESET de Ramsey.

4.2.6 Test de Heterocedasticidad

El test de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg es una herramienta estadística diseñada para detectar si existe variabilidad no constante en los términos de error de un modelo de regresión, una condición conocida como heterocedasticidad.

Esta prueba opera bajo dos escenarios posibles:

- Escenario ideal (hipótesis nula): La dispersión de los errores se mantiene uniforme a lo largo de todos los valores de las variables predictoras, una condición conocida como homocedasticidad.
- Escenario problemático (hipótesis alternativa): La variabilidad de los errores fluctúa en función de los valores de las variables independientes, lo que indica la presencia de heterocedasticidad.

Tabla 8

Test de heterocedasticidad

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of log_Litros_diarios
chi2(1) = 146.02
Prob > chi2 = 0.0000

Nota: Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

Ahora, analizando los resultados proporcionados:

- Estadística chi2(1): 146.02
- Valor p asociado: 0.00

Interpretación:

- Dado que el valor p es muy pequeño (menor que cualquier nivel común de significancia como 0.050), hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula de constancia de la varianza.
- Los resultados sugieren que hay evidencia de heterocedasticidad en el modelo.
- Esto indica que la varianza de los errores no es constante a lo largo de los niveles de la variable independiente, lo que puede afectar la eficiencia y precisión de las estimaciones del modelo de regresión.

4.2.7 Test de normalidad (Jarque Bera)

El test de Jarque-Bera es una herramienta estadística que evalúa si los residuos de un modelo de regresión se ajustan a una distribución normal. Esta prueba analiza dos características fundamentales de la distribución de los datos: la simetría de la distribución y el grado de concentración de los datos alrededor del valor medio (kurtosis). La prueba plantea dos escenarios (hipótesis nula) los residuos se distribuyen de manera normal y el escenario alternativo los residuos no siguen un patrón de distribución normal. Se rechaza la hipótesis nula cuando el valor p es inferior a un nivel de significancia establecido, usualmente 0.05. Esto sugiere que los datos no se distribuyen de manera normal.

Tabla 9

Test de normalidad

Jarque-Bera normality test:	1957	Chi (2)	0,000
Jarque-Bera test for Ho: normality:			

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

En la tabla 11, se presentan los resultados del test de normalidad de Jarque-Bera aplicado a los residuos del modelo de regresión basado en la encuesta a productores de leche en Ingapirca, Cañar. El estadístico de Jarque-Bera es 1957 y el valor p asociado es 0.000.

Los resultados del test de Jarque-Bera arrojan una probabilidad notablemente inferior al umbral crítico convencional de 0.05. Este hallazgo proporciona evidencia estadística suficiente para descartar la suposición de normalidad en la distribución de los residuos.

4.2.8 Regresión robusta

La regresión lineal constituye una técnica fundamental dentro del campo estadístico que permite estudiar y establecer cómo se vinculan las variables predictoras con aquellas que se busca predecir. Sin embargo, los modelos estándar pueden asumir condiciones específicas que,

si no se cumplen, pueden afectar la validez de las inferencias. En situaciones donde los residuos no siguen una distribución normal y hay evidencia de heterocedasticidad, se busca mejorar la robustez del modelo utilizando técnicas alternativas. Un enfoque común es la regresión robusta, que proporciona estimaciones de parámetros más resistentes a violaciones de las suposiciones clásicas.

Tabla 10
Regresión robusta

Linear	Regression	Number of	obs	=	364
		F (4, 359)		=	853.99
		Prob > F		=	0
		R-squared		=	0.8502
		Root MSE		=	0.23153

log_Litros_diarios	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
log_Cantidad_animales	0.7768463	0.0517386	15.01	0.0000	0.6750975 0.878595
log_Raza_ganado	0.171842	0.0467761	3.67	0.0000	0.0798524 0.2638317
log_Tamaño_terreno	-0.0566259	0.0752025	-0.75	0.4520	-0.2045187 0.0912669
Inversion_maquinaria	0.0048757	0.0003936	12.39	0.0000	0.0041017 0.0056497
_cons	2.697866	0.0268422	100.51	0.0000	2.645078 2.750654

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

Estadísticas del Modelo

- Número de Observaciones (364): Este tamaño de muestra es bastante grande, lo que aumenta la fiabilidad de los resultados y la estabilidad de las estimaciones de los coeficientes.
- $F(4, 359) = 853.99$ y $\text{Prob} > F = 0$: El valor de F es muy alto y su probabilidad asociada es cero, lo que indica que el modelo en su conjunto es altamente significativo. Esto sugiere que al menos una de las variables independientes es significativa en la predicción de la variable dependiente (log_Litros_diarios).
- $R\text{-squared} = 0.8502$: El R-cuadrado de 0.8502 indica que el 85.02% de la variabilidad en la producción diaria de litros de leche se explica por las variables independientes incluidas en el modelo. Esto es un valor alto, lo que sugiere un buen ajuste del modelo.
- $\text{Root MSE} = 0.23153$: La raíz del error cuadrático medio (Root MSE) de 0.23153 es relativamente baja, lo que indica que las predicciones del modelo son bastante precisas. Un Root MSE más bajo significa menos error en las predicciones.

Análisis de los coeficientes

- $\log_Cantidad_animales$ (0.7768463): Un aumento del 1% en la cantidad de animales está asociado con un aumento del 0.78% en la producción diaria de litros de leche, manteniendo las demás variables constantes. Este coeficiente es altamente significativo.
- \log_Raza_ganado (0.171842): Un aumento en la calidad de la raza del ganado está asociado con un aumento en la producción diaria de leche. Esta variable también es significativa, indicando que la raza del ganado tiene un impacto positivo y considerable.
- $\log_Tamaño_terreno$ (-0.0566259): Aunque el coeficiente es negativo, no es significativo ($P > 0.05$). Esto sugiere que el tamaño del terreno no tiene un efecto claro en la producción de leche en este contexto específico.
- $Inversion_maquinaria$ (0.0048757): Cada dólar adicional invertido en maquinaria está asociado con un aumento de aproximadamente 0.49% en la producción diaria de litros de leche. Este coeficiente es altamente significativo, subrayando la importancia de la inversión en maquinaria para mejorar la producción de leche.
- Constante (2.697866): Representa la producción diaria de litros de leche cuando todas las variables independientes son cero. Aunque no tiene una interpretación práctica directa, es importante para la precisión del modelo.

El modelo robusto ajustado es altamente significativo y explica una gran proporción de la variabilidad en la producción diaria de leche (85.02%). Las variables $\log_Cantidad_animales$, \log_Raza_ganado e $Inversion_maquinaria$ son significativamente positivas, indicando que aumentos en estas variables están asociados con incrementos en la producción de leche. El tamaño del terreno no tiene un efecto significativo en la producción en este modelo robusto. La inversión en maquinaria, a pesar de no estar transformada logarítmicamente, muestra un fuerte impacto positivo, subrayando su importancia en el proceso de producción lechera.

Para abordar los problemas de normalidad, se suele aplicar la transformación logarítmica a los coeficientes asociados al modelo. En este caso, se aplicó dicha transformación a las variables del modelo, excepto a las variables referentes a tecnología (inversión en maquinaria) debido a que contenían muchos valores de cero, lo cual impide la aplicación directa de logaritmos.

A pesar de aplicar transformaciones logarítmicas, el problema de normalidad no se resolvió completamente. No obstante, es posible proceder con una regresión robusta, que es efectiva para corregir la heterocedasticidad. Es importante señalar que, aunque la regresión robusta no aborda directamente los problemas de normalidad de los residuos, estos no representan un problema significativo en este contexto. La no normalidad residual puede no afectar gravemente la validez de las estimaciones y las inferencias derivadas del modelo.

4.3 Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza (ANOVA) es una técnica estadística que permite determinar si existen diferencias significativas en las medias de una variable cuantitativa entre varios grupos definidos por una variable cualitativa (Montgomery, 2017). En el contexto del presente estudio, se ha empleado el ANOVA para investigar si existen diferencias significativas entre varias razas de ganado respecto a diversas variables relacionadas con la producción lechera y el manejo del ganado.

El ANOVA permite comparar más de dos medias y es adecuado cuando se dispone de una variable independiente categórica y varias variables dependientes cuantitativas (Gujarati & Porter, 2009). Este método analiza la variabilidad de cada variable cuantitativa en términos de dos fuentes: (1) variabilidad entre grupos (en este caso, entre las razas de ganado) y (2) variabilidad dentro de cada grupo. Si la variabilidad entre los grupos es considerablemente mayor que la variabilidad dentro de los grupos se puede concluir que existen diferencias significativas entre las razas en relación con las variables dependientes (Johnson & Wichern, 2019).

Se realizó el análisis ANOVA para cada una de las variables cuantitativas relacionadas con la producción y manejo del ganado. Un resultado significativo indicaría que la raza del ganado influye de manera diferenciada en los aspectos productivos y financieros evaluados.

Los resultados obtenidos proporcionarán una visión clara sobre si la raza del ganado tiene un impacto significativo en las variables independientes. Estos resultados serán cruciales para identificar patrones específicos de producción y gestión que puedan estar asociados con razas particulares y podrían ser útiles para orientar las prácticas de manejo y optimización en la producción lechera.

4.3.1 Cantidad de animales y tiempo diario empleado

Tabla 11

Análisis ANOVA (Cantidad de animales / tiempo diario dedicado a la producción)

Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	275.383837	3	91.7946123	469.37	0.000
Within groups	70.4046248	360	.195568402		
Total	345.788462	363	360.365536		
Bartlett's test for equal variances: chi2(3) = 2.1578 Prob>chi2 = 0.540					

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en esta tabla evalúa si existen diferencias significativas en el número de animales de leche que posee el productor en función del tiempo que dedica a la producción de leche. El valor de $F = 469.37$ y una probabilidad asociada ($\text{Prob} > F = 0.000$) indican que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de número de animales de leche en función del tiempo dedicado, con un nivel de confianza del 99.9%. Esto sugiere que el tiempo dedicado a la producción es un factor relevante en la variabilidad del número de animales de leche que posee el productor.

La Suma de Cuadrados Total ($SS \text{ Total} = 345.788462$) refleja la variabilidad total en el número de animales de leche. La mayor parte de esta variabilidad (275.383837) se atribuye a las diferencias entre los grupos (tiempo dedicado a la producción), lo que confirma que el tiempo de dedicación tiene un impacto considerable en el número de animales de leche. La variabilidad dentro de los grupos es mucho menor (70.4046248), lo cual sugiere que la variabilidad dentro de los diferentes tiempos de dedicación es limitada en comparación con la variabilidad entre los grupos.

El test de Bartlett ($\text{chi}^2 = 2.1578$, $\text{Prob} > \text{chi}^2 = 0.540$) indica que las varianzas entre los grupos son homogéneas, ya que no se observa una diferencia estadísticamente significativa en la variabilidad del número de animales de leche entre los distintos grupos de tiempo dedicado a la producción.

4.3.2 Raza de ganado y la producción de leche

Este estudio busca evaluar y comparar la producción de leche entre diferentes razas de ganado, con el objetivo de identificar la raza más productiva. Los datos fueron recopilados mediante una encuesta realizada a productores de leche de la parroquia Ingapirca. La tabla presenta los resultados de la "Producción de leche" para cuatro razas distintas: Guernsey, Holstein, Jersey y Mestiza. Estos valores representan la producción media de cada raza, obtenidos a partir del promedio calculado a partir de los datos recolectados en la encuesta.

Tabla 12

Producción de Leche entre Diferentes Razas de Ganado (promedio)

Raza	Producción de leche (promedio)
Mestiza	26
Holstein	41
Jersey	22
Guernesey	29

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023.

El análisis de estos resultados permitirá determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la producción de leche entre las razas evaluadas. Esto brindará información valiosa para los productores y otros actores del sector lechero, al identificar la raza de ganado más eficiente en términos de rendimiento lácteo en la región.

Tabla 13

Análisis ANOVA (Raza de ganado/producción de leche)

Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	114.329261	3	38.109754	832.32	0.0000
Within groups	16.483428	12	1.373602		
Total	130.81269	15	8.721512		

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en esta tabla evalúa si existen diferencias significativas en la producción de leche en función de la raza de ganado en la parroquia de Ingapirca. El valor de $F = 832.32$ y una probabilidad asociada ($\text{Prob} > F = 0.0000$) indican que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de producción de leche según la raza del ganado, con un nivel de confianza del 99.9%. Esto sugiere que la raza del ganado es un factor relevante en la variabilidad de la producción de leche.

La Suma de Cuadrados Total (SS Total = 130.81269) refleja la variabilidad total en la producción de leche. La mayor parte de esta variabilidad (114.329261) se atribuye a las diferencias entre los grupos (razas de ganado), lo que confirma que la raza tiene un impacto considerable en la producción. La variabilidad dentro de los grupos es mucho menor (16.483428), lo cual sugiere que la variabilidad dentro de cada raza de ganado es limitada en comparación con la variabilidad entre las razas.

4.3.3 Análisis de Comparación Múltiple de Tukey

Tabla 14

Comparación de razas de ganado (Guernsey, Holstein, Jersey y Mestiza)

Raza	Contrast	Std. Err.	t	P > t	[95% Conf. Interval]	[95% Conf. Interval]
Guernsey						
Holstein	-12.0	1.173	-10.24	0.000	15.09	-8.91
Jersey	7.0	1.173	5.97	0.000	3.91	10.09
Mestiza	3.0	1.173	2.56	0.67	0.09	6.09
Holstein						
Jersey	19.0	1.173	16.21	0.000	15.91	22.09
Mestiza	15.0	1.173	12.80	0.000	11.91	18.09
Jersey						
Mestiza	-4.0	1.173	-3.41	0.014	-7.09	-0.91

Nota. Elaboración propia, encuesta a productores de leche, Ingapirca, Cañar, octubre 2023, en base a los resultados obtenidos en Stata 16

En el análisis ANOVA, el valor de F fue muy alto (832.32) y el valor p fue menor a 0.05, lo que indica que hay diferencias significativas en la producción de leche entre al menos algunas de las razas.

El análisis de comparación múltiple de Tukey evidencia que existen diferencias significativas en la producción de leche entre las diferentes razas de ganado evaluadas. En particular:

- La raza Holstein se destaca por tener la mayor producción de leche en comparación con las otras razas, mostrando diferencias significativas con todas ellas.
- La raza Jersey produce significativamente menos leche en comparación con la raza Holstein, y también produce menos que la Mestiza.
- La raza Guernsey muestra una producción inferior a la Holstein y la Jersey.

Estos resultados sugieren que, en términos de producción de leche, la raza Holstein es superior, lo cual puede influir en la elección de razas de ganado para mejorar la eficiencia productiva en

la región de Ingapirca, Cañar. La utilización de esta información podría apoyar decisiones estratégicas para los productores locales en cuanto a las razas de ganado más rentables.

4.4 Discusión

Este estudio ha generado descubrimientos relevantes acerca de los factores que influyen en la producción láctea dentro del contexto geográfico de Ingapirca, una parroquia ubicada en la provincia del Cañar. La investigación arroja luz sobre las dinámicas productivas de este sector. El modelo econométrico estimado permite comprender los principales factores que influyen en la producción en esta zona. Nuestra investigación, mediante el empleo de una regresión robusta, analizó la influencia de factores diversos, como la inversión en tecnología, la cantidad de animales de leche y la raza de ganado, en la producción diaria de leche.

El análisis estadístico demuestra que los recursos destinados a mejoras tecnológicas ejercen una influencia favorable y estadísticamente comprobable sobre el volumen de producción láctea. Se evidencia una clara correlación positiva entre la modernización tecnológica y los niveles de producción de leche, además de la cantidad de animales y la raza del ganado, subrayando su papel crucial en el aumento de la eficiencia y productividad en el sector ganadero. Este hallazgo respalda la importancia de considerar el progreso tecnológico y las otras variables específicas del sector al aplicar la función Cobb-Douglas. No obstante, es esencial contextualizar estos resultados, ya que esta investigación identificó una discrepancia con la literatura revisada al encontrar que la extensión de la parcela no es un determinante significativo de la producción de leche en este contexto específico. Esto enfatiza la necesidad de adaptar los modelos a las características particulares de cada región o industria.

Diversos análisis económicos se han enfocado en el sector lácteo, investigando tanto la relación entre los recursos empleados y la producción obtenida, como el aprovechamiento óptimo de los insumos en distintas zonas geográficas dedicadas a la producción de leche. Los estudios presentados ofrecen una visión comprensiva de múltiples aspectos que inciden en la producción de leche, desde el impacto de los insumos y recursos utilizados hasta las características económicas y las limitaciones enfrentadas por los productores.

Los estudios de Meena et al. (2012) y Thakur (2022) emplearon la función de producción Cobb-Douglas para estudiar la influencia de diversos insumos en la producción de leche de búfala y vacas en Rajasthan e Himachal Pradesh en la India, respectivamente. Ambos estudios encontraron que el concentrado y el forraje verde son determinantes críticos de la

producción de leche. Esta coincidencia subraya la importancia de estos insumos en mejorar la productividad lechera, sugiriendo que su utilización adecuada puede resultar en aumentos sustanciales en la producción. Similarmente, Sushila et al. (2015) encontraron que el gasto en forraje seco y verde tiene una influencia significativa en la producción lechera en granjas comerciales, destacando nuevamente la relevancia de una alimentación adecuada.

En Kenia, Kurgat et al. (2019) hallaron que factores como el acceso a servicios de inseminación artificial (IA), la capacitación en cría de animales y la membresía de grupos influyen significativamente en la producción de leche. Este estudio resalta la importancia de los servicios de apoyo y la educación del productor en mejorar la eficiencia y productividad de la lechería. Los estudios también identificaron varias limitaciones que afectan la producción lechera. Thakur et al. (2023) encontraron que el alto costo del alimento concentrado, la falta de servicios veterinarios y la baja productividad de los animales son desafíos significativos en Himachal Pradesh. Estos hallazgos se alinean con las conclusiones de Budiraharjo et al. (2020), que observaron factores similares en Indonesia, añadiendo que variables como el forraje y el número de cabezas de ganado influyen en la producción de leche.

En cuanto a las limitaciones del estudio, es importante mencionar que la investigación se circunscribe únicamente a la parroquia Ingapirca, por lo que los resultados obtenidos pueden no ser generalizables a toda la provincia del Cañar. Sería importante ampliar el alcance geográfico del estudio en el futuro, a fin de tener una visión más comprehensiva de la dinámica productiva láctea en la región.

Asimismo, otra limitación radica en la disponibilidad y calidad de los datos utilizados. Si bien se procuró recopilar información primaria a través de encuestas a los productores, es posible que existan sesgos o imprecisiones en los reportes, lo que puede haber afectado los resultados del modelo econométrico. En futuras investigaciones, sería deseable contar con registros más detallados y confiables de las variables de interés.

En conclusión, los hallazgos de esta investigación aportan conocimiento relevante sobre los factores que determinan la producción de leche en la parroquia Ingapirca, provincia del Cañar. Los resultados sugieren que la cantidad de animales, la raza de ganado y la inversión en maquinaria son variables clave para mejorar la productividad láctea en la zona.

CAPÍTULO V.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El estudio de los elementos productivos en Ingapirca ha facilitado la identificación de los factores clave que inciden en los niveles de productividad de la leche en la región, los resultados obtenidos indican que el tamaño del hato ganadero medido a través del cantidad de animales constituye el factor de mayor incidencia sobre la producción de leche, la cantidad de tierra dedicada a la producción de pastos, la raza del ganado como la Holstein y la Jersey demuestran una mayor eficiencia productiva en comparación con razas de doble propósito o cárnicas, la mano de obra y finalmente la inversión en maquinaria.
- El presente estudio ha permitido caracterizar los principales procesos productivos de la leche en la parroquia Ingapirca, provincia del Cañar, brindando una comprensión integral de esta actividad económica, en el cual se logró identificar que la producción lechera en Ingapirca está dominada por pequeños y medianos productores, quienes en su mayoría realizan ordeño manual, esta dinámica refleja la persistencia de sistemas productivos tradicionales con un limitado grado de tecnificación los pasos posteriores de transporte, procesamiento de la leche, la preferencia de la raza Mestiza, combinada con la presencia de Holstein, Jersey y Guernesey, las cuales permiten abastecer mercados más amplios, tanto a nivel local como regional.
- El análisis de la función de producción de leche muestra que el modelo utilizado es adecuado y tiene una alta capacidad explicativa, como lo indican la significancia global del estadístico F y el alto valor del R-cuadrado. Específicamente, se encontró que la raza del ganado y el número de animales tienen una relación positiva y significativa con la producción de leche, lo que resalta su papel fundamental para la producción. Por el contrario, el tamaño de la parcela no resultó ser un factor significativo en este análisis. Además, se observó una asociación positiva y significativa entre la inversión en maquinaria y la producción lechera sostenible en la zona.

5.2 Recomendaciones

- Para futuras investigaciones se recomienda que el análisis se realice por comunidades en lugar del nivel parroquial, con el fin de identificar de manera más precisa las diferencias y particularidades de cada comunidad, ya que es posible que existan condiciones agroecológicas, socioeconómicas y de acceso a recursos productivos que varíen entre las distintas comunidades que conforman la parroquia. Este enfoque a nivel comunitario brindará una visión más integral y adaptada de la cadena lechera en Ingapirca, permitiendo diseñar e implementar estrategias, políticas y programas de desarrollo más efectivos y acordes a las necesidades y realidades locales, con mayores posibilidades de éxito.
- Se recomienda que las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Cañar y el GAD Parroquial de Ingapirca implementen un programa integral de asistencia técnica y apoyo financiero a los pequeños y medianos productores lecheros. Esto podría incluir la organización de talleres y capacitaciones periódicas sobre prácticas de manejo del ganado, técnicas de ordeño y procesos de conservación de la leche, con el objetivo de mejorar la eficiencia de los sistemas productivos tradicionales.
- El gobierno, a través del Ministerio de Agricultura, debería implementar una política pública integral y de largo plazo para fortalecer la cadena de valor de la leche en todo el país. Esto implicaría establecer una mesa técnica o consejo nacional del sector lácteo que reúna a las diferentes entidades involucradas y facilite la coordinación de programas y recursos. Además, se deberían establecer incentivos fiscales y financieros para la adquisición de tecnología y maquinaria por parte de los productores, así como implementar subsidios o bonos para la compra de insumos estratégicos.

Bibliografía

- Acosta, A., Galetto, A., & Valdés, A. (2021). Determinantes de la sostenibilidad económica del sector lácteo en América Latina. FAO - FEPALE.
- Arispe, I., & Tapia, M. S. (2007). Inocuidad y calidad: Requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agroalimentaria*, 12(24), 105-118. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-03542007000100008&script=sci_arttext
- Arzubi, A. (2005). Análisis de Eficiencia sobre Explotaciones Lecheras de la Argentina. [Tesis de doctorado]. Universidad de Córdoba.
- Asociación Latinoamericana de Integración. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua.
- Banco Central del Ecuador. (2022). Información estadística anual Ecuador. Información Económica BCE. <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- Becattini, G., Costa, M. T., & Trullén, J. (2002). Desarrollo local: teorías y estrategias (pp. 17-106). Madrid, Spain: Civitas.
- Benavides, Ó. A. (2004). La innovación tecnológica desde una perspectiva evolutiva. *Cuadernos de economía*, 23(41), 49-70.
- Budiraharjo, K., Sunarno, S., & Nugroho, S. B. M. (2020). Cobb-douglas production function for analyzing dairy milk production factors. <http://www.envirobiotechjournals.com/EEC/26Issue12020/EEC26-56.pdf>
- Cartuche, L., Vargas, N., & Pascual, M. (2014). Análisis preliminar del pedigrí de las razas bovinas lecheras Jersey y Brown Swiss en el Ecuador. Congreso de Ciencia y Tecnología_ESPE_9(1)_1-3. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/79>
- Cervo, H. J., Barcellos, J. O. J., Peripolli, V., Colle, G., & McManus, C. (2017). Economic values for production, functional and fertility traits in milk production systems in

Southern Brazil. Archivos de zootecnia, 66(255), 421-429.
<https://www.redalyc.org/pdf/495/49553112014.pdf>

Chuncho, L., Uriguen, P., & Apolo, N. (2021). Ecuador: Análisis económico del desarrollo del sector agropecuario e industrial en el periodo 2000-2018.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7651>

Correa-Calderón, A., Avendaño-Reyes, L., López-Baca, M., & Macías-Cruz, U. (2022). Estrés por calor en ganado lechero con énfasis en la producción de leche y los hábitos de consumo de alimento y agua. Revisión. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 13(2), 488-509.

Crespo. (2021, octubre 24). Ecuador: La pandemia ahonda la crisis de los productores de leche. Portal Lechero. <https://portalechero.com/ecuador-la-pandemia-ahonda-la-crisis-de-los-productores-de-leche/>

Cuevas Reyes, V., Loaiza Meza, A., Astengo Cazares, H., Moreno Gallegos, T., Borja Bravo, M., Reyes Jimenez, J. E., & González González, D. (2018). Análisis de la función de producción de leche en el sistema bovinos doble propósito en Ahome, Sinaloa. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 9(2), 376-386.

Datta, A. K., Haider, M. Z., & Ghosh, S. K. (2019). Economic analysis of dairy farming in Bangladesh. Tropical Animal Health and Production, 51(1), 55-64.
<https://doi.org/10.1007/s11250-018-1659-7>

Deschamps, L., Domínguez, J. Á., Vega, A., García, M. Á., González, C., Carmona, D., Mendez Guzmán, E., Ortega Reyes, L., & Naturales, R. (2020). Hacia una ganadería sustentable y de bajas emisiones en México: Una propuesta de implementación de una acción nacionalmente apropiada de mitigación para transitar hacia la ganadería bovina extensiva sustentable (1.a ed., Vol. 1). Leticia Deschamps Solórzano.
<https://repositorio.iica.int/handle/11324/14347>

Dirección Nacional de Estudios de Mercado. (2021). Estudio de mercado del sector lácteo. Superintendencia de Control de Poder de Mercado. <https://www.scpm.gob.ec>

- Flórez, M., Aguilar, A. J., Hernández, Y. K., Salazar, J. P., Pinillos, J. A., & Pérez, C. A. (2017). Sociedad del conocimiento, las TIC y su influencia en la educación. <http://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/1770>
- GAD Parroquia Ingapirca. (2023). PDOT-GAD Parroquia Ingapirca. <https://www.ingapirca.gob.ec/>
- GADIC. (2020). Ubicación Geográfica. <https://www.canar.gob.ec/8-home/183-experience>
- González, M. R., & Pérez, E. M. (1989). La innovación tecnológica y su gestión (Vol. 25). Marcombo.
- González, O., Pérez, M. A., & Alenda, R. (2004). Economic value of female fertility and its relationship with profit in Spanish dairy cattle. *Journal of dairy science*, 87(9), 3053-3061. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030204734384>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Econometría*. McGraw-Hill.
- Hidalgo, M., Vargas, O., & Cevallos, H. A. V. (2020). Análisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del cantón Arenillas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2), 124-130. <http://www.remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/277>
- Iparraquirre, D. (1954). El modelo económico de Leontief. *Boletín de Estudios Económicos*, 9, 3.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2019). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (7th ed.). Pearson.
- Jumbo, A. M., & Tunala, A. C. (2023). Estimación del índice de mérito total del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de leche de la parroquia chantilín, cantón Saquisilí [B.S. thesis, Ecuador. Latacunga. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10992>
- Kouzmine, V. (2003). América Latina: El comercio internacional de productos lácteos. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/4372>

- Kurgat, E. K., Keror, J. S., Bartilol, M. K., & Yego, H. (2019). Determinants of Small Holder Dairy Farmers Milk Production and Supply to Market in Uasin Gishu County, Kenya. *International Journal of Research and Innovation in Social Sciences*, 3(4), 2454-6286. https://www.academia.edu/download/60168811/April_201920190731-116049-1mnq48g.pdf
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
- López, S., Goyache, F., Quevedo, J. R., Alonso, J., Ranilla, J., Luaces, O., ... & del Coz, J. J. (2000). Un sistema inteligente para calificar morfológicamente a bovinos de la raza Asturiana de los Valles. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* 4(10)_5-17. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/30643/92541001.pdf?sequence=1>
- Maina, F., Mburu, J., Gitau, G., & VanLeeuwen, J. (2020). Factors influencing economic efficiency of milk production among small-scale dairy farms in Mukurweini, Nyeri County, Kenya. *Tropical animal health and production*, 52, 533-539.
- Meena, G. L., Burark, S. S., Pant, D. C., Sharma, H., & Yogi, R. K. (2012). Milk production function and resource use efficiency in Alwar district of Rajasthan. *Int J Sci Tech Res*, 1(8), 115-119.
- Mendoza, F. J. R., & Masegosa, A. G. (2011). Going beyond metaphonymy: Metaphoric and metonymic complexes in phrasal verb interpretation. *Language Value*, 3, 1-29. <https://www.raco.cat/index.php/LanguageValue/article/view/302075>
- Molinero, Y. (2020). La creciente dependencia de mano de obra migrante para tareas agrícolas en el centro global. Una perspectiva comparada. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/53784>
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Naranjo, K. (2024). Evaluación de los animales en base a los caracteres de importancia económica en la producción de leche de bovinos acorde al objetivo de mejora genética

- en parroquias de Pujilí. [B.S. thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11766>
- OECD. (2020). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. perspectivas agrícolas 2020-2029. OECD iLibrary. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/8b675a1a>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Acerca de | FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. AboutFAO. <https://www.fao.org/about/about-fao/es/>
- Parkin, M., Esquivel, G., & Muñoz, M. (2007). Macroeconomía: versión para Latinoamérica. Pearson Educación.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cañar. (2020). Gobierno Provincial del Cañar: Provincia Provincial del Cañar. http://www.gobiernodelcanar.gob.ec/public_html/documentos/poa-y-pdyot.112
- Porter, M. E. (2011). Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance. simon and schuster.
- Prefectura del Cañar. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Ingapirca. Actualización, —PDF Free Download. <https://docplayer.es/69502722-Plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-de-la-parroquia-ingapirca-actualizacion.html>
- Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La granja*, 15(1), 55-69.
- Rivera, A. P. G. (2020). Mejoramiento genético animal. <https://doi.org/10.22490/notas.3472>
- Salas-Velasco, M. (2018). Microeconomía Cap. 3 Conceptos teóricos y aplicaciones (pp. 178-200). Economía. Ediciones Pirámide.
- Silva Lira, I. (2005). Desarrollo económico local y competitividad territorial en América Latina.
- Solari, A. E., Franco, R., & Jutkowitz, J. M. (1976). Teoría, acción social y desarrollo en América Latina.

- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones. Fao. <https://agritrop.cirad.fr/553605>
- Sushila, S., Pramendra, P., Vijay, V., & Raju, R. (2015). Milk production function and resource use efficiency in Jaipur District of Rajasthan. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20153333159>
- Thakur, N., Amit, & Shilpa, D. (2023). Economics of Milk Production and its Constraints: A Case Study of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Dairy Science*, 76(3), Article 3. <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJDS/article/view/124733>
- Trakur, N. (2022). Milk production function and resource use efficiency in Hilly district of Himachal Pradesh. *Indian Journal*, 9. <https://doi.org/10.30954/2394-8159.02.2022.1>
- Varian, H. (2010). *Intermediate Microeconomics (Eighth Edition)*. Jason Spears.

Anexos

Anexo 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional/ categoría	Indicadores	Unidad de medida
Variable dependiente.				
Producción de leche en litros diariamente.	Se refiere a una actividad económica importante que involucra diversos factores y técnicas de manejo ganadero para obtener leche de alta calidad (Correa et al., 2022).	Actividad económica.	Producción de leche por animal	litros
Variables independientes.				
Cantidad de tierra (dedicada a la producción de pasto).	Superficie de terreno utilizada para cultivar pastos destinados a la alimentación del ganado. El pasto es una fuente importante de alimento para el ganado, y es utilizado en la producción de leche, carne y otros productos ganaderos (León et al., 2018).	Actividad agropecuaria	Hectáreas Se ha codificado de la siguiente manera: 1 para Menos de 1 hectárea, 2 para 1 a 4 hectáreas, 3 para 5 a 10 hectáreas y 4 para más de 10 hectáreas.	Metros cuadrados
Cantidad de animales de leche utilizados en la producción.	Número de animales que se utilizan para producir leche en una explotación ganadera (Hidalgo et al., 2020).	Actividad agropecuaria	Cabezas de ganado lechero. Se ha codificado de la siguiente manera:	Unidades

			1 para menos de 5 animales, 2 para 6 a 8 animales, 3 para 9 a 11 animales y 4 para más de 11 animales.	
Raza del ganado.	<p>Estudio de los genes y su función en la herencia de características en las poblaciones de ganado. La genética del ganado se utiliza para mejorar la calidad de los animales y la producción de alimentos, mediante la selección de animales con características deseables y la eliminación de aquellos con características no deseables (Naranjo, 2024).</p>	<p>Producción de animal</p> <p>Agricultura</p>	<p>Las razas del ganado se han codificado de la siguiente manera: 1 para Mestiza, 2 para Holstein, 3 para Jersey y 4 para Guernesey.</p> <p>Esta codificación refleja una mejora en la calidad de la raza conforme aumenta el número, lo que permite un análisis más viable y preciso al aplicar un Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).</p>	Codificación

Mano de obra	Cantidad adeudada por el trabajo manual desarrollado por una o más personas (Molinero, 2020).	Recursos humanos	Tiempo dedicado al trabajo diario. Se ha codificado de la siguiente manera: 1 para menos de 2 horas, 2 para 2 a 3 horas, 3 para 3 a 4 horas y 4 para más de 5 horas.	Horas
Tecnología y equipo	El grado de adopción y uso de tecnología avanzada y equipos modernos en la producción de leche (Deschamps et al., 2020).	Variables de producción.	Inversión mensual en maquinarias	Dólares



Cuestionario

El presente cuestionario ha sido elaborado con fines académicos, cuyo objetivo es recopilar datos en relación con los factores que indiquen en la producción de leche en la Provincia del Cañar. Agradezco su colaboración.

i. Datos Básicos

1. Situación Familiar

- | | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-----|--------------|-----|
| 1.1). Usted es jefe de hogar | Si | () | No | () |
| 1.2). Genero | Masculino | () | Femenino | () |
| 1.3). Edad | | | | |
| 1.4). Estado civil | Soltero | () | Divorciado | () |
| | Casado | () | Otros | () |
| | Viudo | () | | |
| 1.5). Escolaridad del jefe de hogar | Ninguno | () | Secundaria | () |
| | Primaria | () | Tercer nivel | () |

ii. Datos Secundarios

2.1. Ocupación

- | | | | |
|---------------------|-----|----------------|-----|
| a) Estudiante | () | d) Autónomo | () |
| b) Empleado Público | () | e) Desempleado | () |
| c) Empresario | () | | |

2.2. Ingresos

- | | | | |
|------------------|-----|-------------------|-----|
| a) Menor a \$450 | () | c) \$901 a \$1350 | () |
| b) \$451 a \$900 | () | d) Mas de \$1350 | () |

iii. Estudio de las variables

3.1. ¿Qué raza de ganado utiliza en su producción de leche?

- | | | | |
|-------------|-----|--------------|-----|
| a) Holstein | () | c) Guernesey | () |
| b) Jersey | () | d) Mestizas | () |

3.2. ¿Cuántos animales de leche tiene en su producción?

- | | | | |
|------------------------|-----|-----------------------|-----|
| a) Menos de 5 animales | () | d) Más de 11 animales | () |
| b) 6 a 8 animales | () | | |
| c) 9 a 11 animales | () | | |

3.3. ¿Cuántos litros de leche produce en promedio diariamente?

_____ litros.



3.4. ¿Cuánto dinero invierte mensualmente en la producción de leche?

- a) Menos de \$500 () c) De \$1000 a \$2000 ()
b) De \$500 a \$999 () d) Más de \$2000 ()

3.5. ¿Cada que tiempo le pagan por su producción lechera?

- a) Quincenal () b) Mensual () c) Diaria ()

3.6. ¿Cuánto tiempo dedica a la producción de leche al día?

- a) Menos de 2 horas () c) De 3 a 4 horas ()
b) De 2 a 3 horas () d) Más de 5 horas ()

3.7. ¿Cuál es el tamaño de la parcela de tierra que dedica a la producción de pasto para sus animales de leche?

- a) Menos de 1 hectáreas () d) Más de 10 hectáreas ()
b) 1 a 4 hectáreas ()
c) 5 a 10 hectáreas ()

3.8. ¿Cuál es el destino de su producción de leche?

- a) Venta de leche cruda () c) Elaboración de productos
b) Autoconsumo () lácteos ()

3.9. ¿Actualmente qué técnica de ordeño utiliza para la extracción de leche?

- a) Manual () c) Ambos ()
b) Mecánica ()

3.10. ¿Cuánto invierte en promedio en las máquinas de ordeño para la extracción de leche?

_____ dólares.

3.11. ¿Cuál es el costo diario de contratar a una persona para que recoja leche?

_____ dólares.

Anexo 4. Base de datos de las variables de estudio.

¿Cuántos litros de leche produce en promedio diariamente?	¿Cuántos animales de leche tiene en su producción?	¿Qué raza de ganado utiliza en su producción de leche?	¿Cuánto tiempo dedica a la producción de leche al día?	¿Cuál es el tamaño de la parcela de tierra que dedica a la producción de pasto para sus animales de leche?	¿Cuánto invierte en promedio en las máquinas de ordeño para la extracción de leche?
18	1	4	1	1	0
25	2	4	1	1	0
15	1	4	1	1	0
20	1	4	1	1	0
20	1	4	1	1	0
25	2	4	1	1	0
25	2	4	1	1	0
17	1	4	1	1	0
15	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	0
50	3	2	2	2	50
45	3	2	2	2	42
60	3	3	3	3	87
35	2	2	2	2	44
65	4	3	3	3	79
40	2	2	2	2	40
5	1	1	1	1	0
55	3	3	3	3	95
80	4	4	4	4	66
90	5	4	4	4	66
5	1	1	1	4	0
18	1	1	1	2	0
60	3	3	3	1	67
85	5	4	4	3	80
30	2	2	2	1	0
95	5	4	4	4	99
15	1	1	1	1	0
70	4	3	3	2	68
90	5	4	4	3	67
100	5	4	4	2	76
25	2	1	1	4	0
130	5	4	4	2	69
50	3	2	2	3	41
40	2	2	2	2	46
85	5	4	4	4	79
70	4	3	3	3	80
50	3	2	2	3	43
40	2	2	2	4	56
50	3	2	2	2	46
40	2	2	2	1	52
45	3	2	2	3	53
40	2	2	2	1	41
30	2	2	2	2	0
30	2	2	2	4	0
25	2	1	1	2	0
30	2	2	2	2	0
30	2	2	2	3	0
40	2	2	2	2	42
30	2	2	2	1	0
85	5	4	4	4	77
60	3	3	3	3	90
20	1	1	1	1	0
40	2	2	2	2	55
40	2	2	2	2	55
35	2	2	2	2	45
60	3	3	3	3	98
40	2	2	2	2	50
25	2	1	1	1	0
35	2	2	2	2	48
30	2	2	2	2	0
40	2	2	2	2	40
30	2	2	2	2	0
60	3	3	3	3	68
30	2	2	2	2	0
24	2	1	1	1	0
55	3	3	3	3	61
35	2	2	2	2	52
30	2	2	2	2	0
28	2	2	2	2	0
35	2	2	2	2	44
45	3	2	2	2	50
35	2	2	2	2	52
25	2	1	1	1	0
25	2	1	1	1	0
55	3	3	3	3	99
40	2	2	2	2	56
35	2	2	2	2	46
30	2	2	2	2	0
35	2	2	2	2	54
30	2	2	2	2	0
30	2	2	2	2	0
45	3	2	2	2	43
18	1	1	1	1	0
45	3	2	2	2	58
10	1	1	1	1	0
35	2	2	2	2	44
45	3	2	2	2	53
25	2	1	1	1	0
45	3	2	2	2	55
35	2	2	2	2	43
60	3	3	3	3	66
35	2	2	2	2	50
45	3	2	2	2	58
35	2	2	2	2	54
45	3	2	2	2	46
50	3	2	2	2	48

45	3	2	2	2	2	44
35	2	2	2	2	2	51
45	3	2	2	2	2	42
45	3	2	2	2	2	53
45	3	2	2	2	2	59
35	2	2	2	2	2	42
45	3	2	2	2	2	42
55	3	3	3	3	3	82
35	2	2	2	2	2	48
35	2	2	2	2	2	43
45	3	2	2	2	2	57
40	2	2	2	2	2	50
25	1	1	1	1	1	0
35	2	2	2	2	2	46
55	3	3	3	3	3	88
80	4	4	4	4	4	94
50	3	2	2	2	2	55
70	4	3	3	3	3	99
50	3	2	2	2	2	60
55	3	3	3	3	3	97
70	4	3	3	3	3	88
60	3	3	3	3	3	97
50	3	2	2	2	2	59
15	1	1	1	1	1	0
45	3	2	2	2	2	55
0	1	1	1	1	1	0
45	3	2	2	2	2	47
55	3	3	3	3	3	78
5	1	1	1	1	1	0
24	2	1	1	1	1	0
30	2	2	2	2	2	0
30	2	2	2	2	2	0
24	2	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
22	2	1	1	1	1	0
40	2	2	2	2	2	42
45	3	2	2	2	2	46
22	2	1	1	1	1	0
26	2	2	2	2	2	0
40	2	2	2	2	2	47
23	2	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
50	3	2	2	2	2	54
56	3	3	3	3	3	71
32	2	2	2	2	2	0
35	2	2	2	2	2	53
54	3	3	3	3	3	83
40	2	2	2	2	2	41
24	2	1	1	1	1	0
65	4	3	3	3	3	78
38	2	2	2	2	2	45
18	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
35	2	2	2	2	2	59
30	2	2	2	2	2	0
20	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	0
50	3	2	2	2	2	46
16	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
81	5	4	4	4	4	77
40	2	2	2	2	2	60
60	3	3	3	3	3	90
10	1	1	1	1	1	0
40	2	2	2	2	2	51
20	1	1	1	1	1	0
50	3	2	2	2	2	59
26	2	2	2	2	2	0
16	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
19	1	1	1	1	1	0
22	2	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
24	2	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
22	2	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1	0
30	2	2	2	2	2	0
26	2	2	2	2	2	0
10	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
28	2	2	2	2	2	0
28	2	2	2	2	2	0
15	1	1	1	1	1	0
14	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
26	2	2	2	2	2	0
20	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
13	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
26	2	2	2	2	2	0
18	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1	0
30	2	2	2	2	2	0
30	2	2	2	2	2	0
9	1	1	1	1	1	0
14	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
27	2	2	2	2	2	0
30	2	2	2	2	2	0
15	1	1	1	1	1	0

14	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
30	2	2	2	2	2	0
15	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
14	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1	0
30	2	2	2	2	2	0
9	1	1	1	1	1	0
30	2	2	2	2	2	0
14	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
14	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
26	2	2	2	2	2	0
18	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
14	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
24	2	1	1	1	1	0
26	2	2	2	2	2	0
20	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	0
26	2	2	2	2	2	0
20	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
19	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0
22	2	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0
23	2	1	1	1	1	0
25	2	1	1	1	1	0
30	2	2	2	2	2	0
65	4	3	3	3	3	100
70	4	3	3	3	3	97
35	2	2	2	2	2	40
50	3	2	2	2	2	42
40	2	2	2	2	2	57
60	3	3	3	3	3	99
30	2	2	2	2	2	0
30	2	2	2	2	2	0
70	4	3	3	3	3	81
50	3	2	2	2	2	40
40	2	2	2	2	2	57
60	3	3	3	3	3	72
70	4	3	3	3	3	63
50	3	2	2	2	2	46
50	3	2	2	2	2	50
40	2	2	2	2	2	60
50	3	2	2	2	2	54
30	2	2	2	2	2	0
70	4	3	3	3	3	82
60	3	3	3	3	3	66
80	4	4	4	4	4	100
80	4	4	4	4	4	77
50	3	2	2	2	2	52
70	4	3	3	3	3	96
30	2	2	2	2	2	0
28	2	2	2	2	2	0
45	3	2	2	2	2	58
18	1	1	1	1	1	0
22	2	1	1	1	1	0
50	3	2	2	2	2	52
36	2	2	2	2	2	43
20	1	1	1	1	1	0
40	2	2	2	2	2	50
40	2	2	2	2	2	43
45	3	2	2	2	2	41
30	2	2	2	2	2	0
14	1	1	1	1	1	0
36	2	2	2	2	2	59
26	2	2	2	2	2	0
28	2	2	2	2	2	0
20	1	1	1	1	3	0
40	2	2	2	2	2	58
30	2	2	2	2	4	0
18	1	1	1	1	2	0
50	3	3	2	2	4	44
30	2	3	2	2	3	0
36	2	3	2	2	4	43
55	3	3	3	3	3	72
40	2	2	2	2	2	43
25	2	2	2	1	4	0
24	2	2	2	1	4	0
18	1	2	2	1	2	0
0	1	2	1	1	3	0
22	2	2	2	1	3	0
15	1	2	2	1	2	0
22	2	2	2	1	4	0
40	2	2	2	2	4	45
50	3	2	2	2	2	59
36	2	2	2	2	2	46

Anexo 5. Aplicación de encuestas a los productores de leche de la parroquia Ingapirca.

