

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas
Escuela Académico Profesional de Economía



TESIS

**“MODELO DE PRODUCTIVIDAD DE LA GANADERÍA
LECHERA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE
MICHQUILLAY, DISTRITO DE LA ENCAÑADA AÑO
2022”**

Presentado por la Bachiller en Economía

VERÓNICA EDITH CALUA ROJAS

DOCENTE ASESOR

DR. ELMER WILLIAMS RODRÍGUEZ OLAZO

CAJAMARCA, ENERO 2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Verónica Edith CALUA ROJAS
DNI: 74120851
Escuela Profesional - Facultad:
Escuela Profesional de Economía – Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas.
2. Asesor:
Dr. Elmer Williams RODRÍGUEZ OLAZO
Departamento Académico: Ciencias económicas
3. Grado académico o título profesional para el estudiante
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"MODELO DE PRODUCTIVIDAD DE LA GANADERÍA LECHERA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE MICHQUILLAY, DISTRITO DE LA ENCAÑADA AÑO 2022."
6. Fecha de evaluación: 04/09/2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 6%
9. Código Documento: oid:3117:382614483
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES DESAPROBADO

Fecha Emisión:

17/09/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>	
	
_____ Dr. Elmer Williams RODRÍGUEZ OLAZO DNI. 16445845	 _____ Dr. Juan José Yara Abanto Director de la Unidad de Investigación F-CECA

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, siendo las 11:00 am. del día miércoles 04 de septiembre del 2024, reunidos en el ambiente 1M- 106 los integrantes del Jurado Evaluador de Sustentación de Tesis designados mediante Resolución N°206-2024 - F-CECA, conforme a lo siguiente:

Presidente: Dr. Héctor Leonardo Gamarra Ortíz
Secretario: Dr. Oscar David Carmona Alvarez
Vocal: Dr. Walter Terán Ramírez
Asesor: Dr. Elmer Williams Rodríguez Olazo

Con el objeto de ESCUCHAR LA SUSTENTACION Y CALIFICAR la Tesis intitulada:

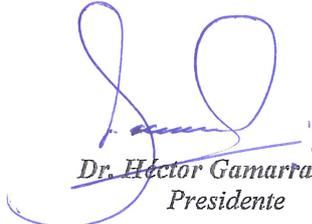
“Modelo de Productividad de la Ganadería Lechera en la Comunidad
Campesina de Michiquillay, distrito de la Encañada, año 2022”

Presentada por la bachiller: **Verónica Edith Calua Rojas**, con el fin de obtener el Título Profesional de **ECONOMISTA**, dando cumplimiento a lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Escuchada la sustentación, comentarios, observaciones y respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, SE ACORDÓ: aprobar la Tesis con la calificación de DIECIOCHO (18).

Siendo las 12:25 horas de la misma fecha, se dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Elmer Rodríguez Olazo
Asesor


Dr. Héctor Gamarra Ortíz
Presidente


Dr. Oscar Carmona Alvarez
Secretario


Dr. Walter Terán Ramirez
Vocal

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento de mi vida, su fortaleza e invaluable motivación para lograr este objetivo académico que motiva con mis anhelados sueños.

La tesista

AGRADECIMIENTO

A Dios quién ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto por guiarme espiritualmente en todos los actos de mi vida.

A mi asesor Dr. Elmer Rodríguez Olazo, por su constante orientación en el desarrollo de esta tesis y por darme su apoyo y aliento para no rendirme.

A la Universidad Nacional de Cajamarca y a todas las personas que colaboraron permitiéndome investigar sobre el tema de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN	vii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	1
1.1. Situación problemática y definición del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas auxiliares	2
1.3. Justificación.....	2
1.3.1. Justificación teórica – científica y epistemológica.....	2
1.3.2. Justificación técnica-práctica	3
1.3.3. Justificación metodológica.....	3
1.3.4. Justificación institucional y académica	4
1.3.5. Justificación personal	4
1.4. Delimitación del problema: espacio - temporal	4
1.5. Limitación del estudio.....	5
1.6. Objetivos de la investigación	5
1.7. Hipótesis y variables	6
II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación	9
2.2. Marco conceptual	17
2.2.1. La productividad de la ganadería lechera.....	17
2.2.2. La función de producción de la ganadería lechera	21
2.2.3. La variable explicada Y1: Productividad de la ganadería lechera	24
2.2.4. La variable explicativa X1: Tipo de ganado	25
2.2.5. Variable explicativa X2: Manejo productivo	30
2.2.6. La variable explicativa X3: Sanidad animal.....	38
2.3. Definición de términos básicos	39
III. MARCO METODOLÓGICO	42
3.1. Tipo y nivel de investigación	42
3.2. Objeto de estudio.....	42
3.3. Unidad de análisis	43
3.4. Unidad de observación	43
3.5. Diseño de la investigación.....	43

3.6.	Población y muestra	44
3.7.	Métodos generales de la investigación	44
3.8.	Métodos específicos de la investigación	45
3.9.	Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	45
3.10.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	45
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
4.1.	La producción de leche	46
4.2.	La raza del ganado bovino	47
4.3.	Edad en meses de la vaca	48
4.4.	El peso en Kg. de la vaca productora de leche	49
4.5.	Tipo de alimentación	50
4.6.	Consumo de agua de la vaca productora de leche.....	51
4.7.	Tipo de ordeño de la vaca productora de leche	52
4.8.	Tipo de ordeño de la vaca productora de leche	53
4.9.	Periodo de lactancia de la vaca productora de leche	54
4.10.	Sanidad del ganado.....	56
4.11.	Modelo de regresión múltiple de productividad.....	57
4.12.	Prueba de significancia general del modelo de productividad	62
4.13.	Discusión de resultados	63
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1.	Conclusiones	66
5.2.	Recomendaciones.....	67
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
	APENDICE.....	72

RESUMEN

La tesis concluyó la productividad de la ganadería lechera se explica por el tipo de ganado, la sanidad y el manejo productivo, con un modelo econométrico que alcanzó un R^2 de 0.957 ; demostrando que el 66.7% de las vacas produce entre 11 y 16 litros diarios, el 20% produce entre 17 y 21 litros, y el 13.3% produce entre 6 y 10 litros; de igual modo identificó los factores que influyen en la productividad como son el peso del animal, que incrementa la producción en 0.35% por cada 1% de aumento, seguido por la sanidad, que mejora la producción en 0.27% por cada 1% de mejora, y el concentrado alimenticio, que aumenta la producción en 0.17% por cada 1% adicional en la dieta. También se estudió factores que determinan la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada durante el año 2022, para lo cual se recopiló y sistematizó un conjunto de teorías referidas a la productividad lechera llegando a contrastar dichas teorías a entorno de la comunidad campesina investigada, es una investigación de nivel básico porque pretende conocer, explicar y comprender los fenómenos en base información propia de la zona de producción, es de tipo descriptiva, no experimental, correlacional y transversal, la muestra de estudio es de vacas lecheras en periodo productivo, la investigación hizo uso de la técnica de hoja de registro de la producción.

Palabras clave. productividad, ganadería lechera.

ABSTRACT

The thesis studied factors that determine the productivity of dairy livestock in the Peasant Community of Michiquillay, Encañada District during the year 2022, for which a set of theories related to dairy productivity were compiled and systematized, contrasting these theories in the environment of the peasant community investigated, it is a basic level research because it aims to know, explain and understand the phenomena based on information from the production area, it is descriptive, non-experimental, correlational and cross-sectional, the study sample is of dairy cows in a productive period, the research made use of the production record sheet technique. The thesis concluded that the productivity of dairy livestock is explained by the type of cattle, health and productive management, with an econometric model that reached an R^2 of 0.957; showing that 66.7% of cows produce between 11 and 16 liters per day, 20% produce between 17 and 21 liters, and 13.3% produce between 6 and 10 liters; it also identified the factors that influence productivity such as animal weight, which increases production by 0.35% for every 1% increase, followed by health, which improves production by 0.27% for every 1% improvement, and feed concentrate, which increases production by 0.17% for every additional 1% in the diet.

Keywords. productivity, dairy farming.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la tesis se estudió factores que determinan la productividad de la ganadería lechera, que ponga en discusión los procesos de productividad y su mejora en un entorno rural propio como es la comunidad campesina de Michiquillay; concentrando la atención en el análisis económico de los factores de la producción planteando la medición de la productividad mediante un modelo de regresión múltiple demostrando su validez y confiabilidad referente al análisis detallado del aspecto pecuario (basado en la crianza y manejo de animales) combinado con el aspecto agrícola (siembra de pastos y forrajes para la alimentación del ganado) que en forma combinada determinan la producción de leche. El estudio tomó como antecedentes los estudios de Avilez Ruiz (2012) quien señaló la importancia del conocimiento del ganadero en el manejo reflejado en el tipo de ordeño, la alimentación y la sanidad animal así como lo propuesto por García Hoyos (2017) quien otorgó importancia a los días de lactancia y a problemas reproductivos (retraso del celo o infertilidad) causados por la mala alimentación y la presencia de parásitos internos que influye en los rendimientos; de igual manera lo expuesto por Rodríguez Lezcano quien señala lo importante que es la asociatividad de ganaderos para que juntos se beneficien de los conocimientos en ganadería con la única finalidad de tener un mejor rendimiento en la producción de la leche; es así que la tesis se estructura en cuatro capítulos, en el primero se desarrolla el problema de la investigación, en el capítulo dos se muestra el marco teórico; en el capítulo tres se desarrolla el marco metodológico para luego presentar en el capítulo cuatro el análisis y discusión de resultados para finalmente establecer las conclusiones del estudio.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

1.1. Situación problemática y definición del problema

Cajamarca debido a su geografía y cultura muestra ventajas comparativas para la producción de leche, esta actividad involucra a más de 90 mil familias cajamarquinas, activando una de las cadenas productivas más grandes y sostenibles de la economía regional al generar fuentes de trabajo directo e indirecto de mano de obra calificada y no calificada, así como el uso de servicios en transporte, procesamiento, envasado, energía eléctrica, consultas veterinarias, alquiler de locales, y por ende contribuciones al crecimiento económico (regioncajamarca.gob.pe, 2023).

Cajamarca al 2021 registró una producción de leche anual superior a los 361'000,000 litros, que equivale al 19% de la producción nacional, estimada en 1,900 millones de litros. La región del Cumbe es la primera cuenca lechera del Perú (INEI, 2021).

La producción de lácteos ha sido una actividad históricamente importante para la región de Cajamarca, y ha sido uno de los pilares económicos que conforman la identidad de la región. Junto con la minería, esta actividad es fundamental para el territorio y podría ser objeto de debate para caracterizar mejor la región y establecer políticas de desarrollo.

Respecto al proceso productivo de leche en la zona de estudio, esta se basa en una producción de pequeños ganaderos a pequeña escala, por lo que sus procesos productivos son factibles de modelizar, de modo tal que se pueda identificar y medir los factores que influyen en la productividad láctea; para ello el estudio propuso realizar una investigación de tipo cuantitativa correlacional, que según Hernández Sampieri (2016) persigue como objetivo describir relaciones entre variables en un momento determinado.

1.2. Formulación del problema

La región tienen por tanto ventajas competitivas para la producción de leche, actividad que tiene aspectos a mejorar respecto a su productividad, la tesis abordó algunos de estos aspectos como es un estudio detallado desde el punto de vista de la economía de los factores que determinan la producción lechera en la Comunidad campesina de Michiquillay desarrollado en un entorno de preponderancia minera, ubicado en una de las áreas de influencia directa de la empresa minera Southern Peru Copper Corporation.

Dado la necesaria convivencia de la actividad agropecuaria con la minera en la zona; el estudio identifica los factores relacionados a la producción lechera en la Comunidad de modo que se puedan optar por tomar medidas objetivas para un desarrollo apropiado de la actividad lechera en armonía con la actividad minera desarrollada en su entorno.

En tal sentido se formula la siguiente pregunta de investigación:

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el modelo econométrico que explica la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022?

1.2.2. Problemas auxiliares

¿Cuál es la situación de la producción de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022?

¿Cuáles son los factores que explican la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica – científica y epistemológica

El presente trabajo de investigación se justifica a nivel teórico dado su estrecha relación con los factores de la producción ligado a la actividad del manejo del ganado

lechero que influyen en la cantidad de producción de leche; para el desarrollo del estudio se tomó como referencia las diferentes teorías económicas relacionadas con la economía agropecuaria que permitió modelizar la realidad de la Comunidad Campesina de Michiquillay, en la que existen pocas investigaciones relacionadas con el tema, de tal forma que se validó dichas teorías mediante la estimación de un modelo económico.

La tesis propone una metodología científica basada en la descripción de la realidad de modo que se puedan identificar qué aspectos se deben mejorar respecto a la productividad de la actividad lechera y la forma más justa de retribución a la producción, de modo que se comprenda económicamente la dinámica de los ingresos en las familias que forman parte del flujo económico en la comunidad.

1.3.2. Justificación técnica-práctica

La investigación es de importancia técnica-práctica debido a que permitirá mejorar los procesos de productividad de la actividad lechera; aporta al mejoramiento del sector, debido a que se concentra la atención en el análisis económico de los factores de la producción relacionados, esto permitirá analizar económicamente la actividad e identificar aquellos recursos factibles de ser mejor aprovechados.

Teniendo en consideración los resultados obtenidos vinculados con el nivel de productividad del ganado se modelizó los factores que explican la productividad basados en el tipo de ganado, la alimentación y la sanidad. La tesis propone una metodología científica basada en la descripción de la realidad de modo que se puedan identificar qué aspectos se deben mejorar respecto a la productividad de la actividad lechera y la forma más justa de retribución a la producción, de modo que se comprenda económicamente la dinámica de los ingresos en las familias que forman parte del flujo económico en la comunidad.

1.3.3. Justificación metodológica

La elaboración y aplicación de procedimientos de medición de la productividad del ganado lechero en cada hato de producción y las técnicas para el procesamiento y manejo de los resultados; acompañado de métodos científicos, situaciones que pueden ser investigadas por la ciencia, una vez que sean demostrados su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación y en otras instituciones educativas

1.3.4. Justificación institucional y académica

La formación académica recibida en la EAP de Economía ha generado capacidades y competencias que me permitieron conocer y comprender el entorno actual de las unidades agropecuarias de Cajamarca, capacidades que me motivaron a investigar sobre la producción lechera en la presente tesis, de modo tal que permitan constituir la base teórica para futuras investigaciones respecto al tema.

1.3.5. Justificación personal

Asimismo, afianzar mis conocimientos e interés personal por contrastar teorías respecto a cómo mejorar la productividad de actividades del entorno donde me desarrollo profesionalmente y convivo, en base a los recursos locales que aporten a mejorar la calidad de vida de las comunidades campesinas.

1.4. Delimitación del problema: espacio - temporal

Espacial

La comunidad campesina de Michiquillay, ubicada en la vertiente oriental de la Cordillera Andina, es el hogar de 4,342 personas, según un censo local realizado en abril del 2022 con referencia a sus padrones. Esta comunidad se encuentra principalmente en el distrito de La Encañada, provincia de Cajamarca, y se extiende también en los distritos de Sorochuco y Sucre en la provincia de Celendín, Región Cajamarca.

Temporal

El estudio se delimita temporalmente en el año 2022 en donde se realizó el estudio de campo y análisis para desarrollar la investigación.

Temática

La productividad agropecuaria y la actividad lechera combinan el aspecto pecuario (basado en la crianza y manejo de animales) con la agricultura (siembra de pastos y forrajes para la alimentación del ganado) es así que la investigación explora el desarrollo de dichas actividades y las relaciona desde el punto de vista de la economía cuantificando la producción y los recursos que se utilizaron en dicho proceso determinando indicadores que miden la productividad lechera en el ámbito de estudio.

1.5. Limitación del estudio

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron limitaciones referidas a la ausencia de investigaciones previas en el mismo campo en la zona de estudio y de igual manera la limitada experiencia en la redacción de investigaciones científicas (o en la realización de estudios complejos). Como resultado, la profundidad y la amplitud de las discusiones pueden verse afectadas en varios niveles en comparación con los académicos con amplia experiencia.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Estimar el modelo econométrico que explica la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022.

1.6.2. Objetivos específicos

- a. Caracterizar la producción de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022.

- b. Determinar los factores que explican la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022.

1.7. Hipótesis y variables

1.7.1. Formulación de la hipótesis general

“La productividad de la ganadería lechera se determina por el tipo de ganado, el manejo productivo y la sanidad del animal”.

1.7.2. Relación de variables que determinan el modelo de contrastación de hipótesis

Variable Y : Productividad de la ganadería lechera

Variable X:

- X1 Tipo de ganado,
- X2 Manejo productivo
- X3 Sanidad del animal

La productividad de la ganadería lechera (Y) está en *función* del tipo del ganado (X1), el manejo productivo (X2) y la sanidad animal (X3), manteniendo las demás variables constantes (*ceteris paribus*).

1.7.3. Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables

Hipótesis	Definición conceptual	Definición operacional de las variables			
		Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de recolección de datos
<p>Hipótesis de investigación</p> <p>La productividad de la ganadería lechera se determina por el tipo de ganado, el manejo productivo y la sanidad del animal</p>	<p>Meller (2019) Productividad es la eficiencia del uso de los insumos en el proceso productivo y mide cuántos bienes (output) se obtienen con un determinado conjunto de factores productivos (principalmente trabajo y capital).</p> <p>Holmann et al. (2018) La producción de leche se sustenta en sistemas de producción de diferente apropiación tecnológica: pastoreo a bajo insumo, pastoreo suplementado y la lechería especializada, y se desarrolla principalmente en las zonas alto andinas de clima frío o en los valles interandinos.</p>	Y: Productividad de la ganadería lechera	Producción de leche	Producción de leche/ día por vaca	Hoja de registros del productor
				Productividad media de leche	
		X1: Tipo de ganado	Calidad del ganado	Raza de la vaca	Hoja de registro del productor.
				Edad de la vaca	
				Periodo de lactación	
				Peso de la vaca	
		X2: Manejo productivo	Alimentación	Alimento en concentrado	Hoja de registro del productor.
				Alimento en forraje	
			Ordeño	Consumo de agua	
				Tipo de ordeño	
X3: Sanidad del animal	Estado de salud	Nº de ordeños por día	Hoja de registro del productor.		
		Condición de salud del animal			

1.7.4. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 1. Matriz de consistencia metodológica

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de recolección	Metodología	Población y Muestra
<p>Pregunta general</p> <p>¿Cuál es el modelo econométrico que explica la producción de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022?</p> <p>Preguntas auxiliares</p> <p>¿Cuál es la situación de la producción de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022?</p> <p>¿Cuáles son los factores que explican la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Estimar el modelo econométrico que explica la producción de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Caracterizar la producción de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022.</p> <p>Determinar los factores que explican la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay Distrito de la Encañada Año 2022.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La productividad de la ganadería lechera se determina por el tipo de ganado, el manejo productivo y la sanidad animal.</p>	<p>Y: Productividad de la ganadería lechera</p> <p>X1: Tipo de ganado</p> <p>X2: Manejo productivo</p> <p>X3: Sanidad animal</p>	<p>Producción de leche</p> <p>Calidad del ganado</p> <p>Alimentación</p> <p>Ordeño</p> <p>Estado de salud</p>	<p>Volumen de la producción de leche</p> <p>Productividad media de la leche</p> <p>Raza de la vaca</p> <p>Edad de la vaca</p> <p>Periodo de lactación</p> <p>Peso de la vaca</p> <p>Alimento en concentrado</p> <p>Alimento en forraje</p> <p>Consumo de agua</p> <p>Tipo de ordeño</p> <p>Nº de ordeños por día</p> <p>Nº de vacunas</p> <p>Nº Pruebas diagnosticas</p>	<p>Hoja de Registro del productor por ganado lechero</p>	<p>Citando a Bisquerra (2004) el método a utilizar para el análisis de datos corresponde al método cuantitativo en donde el tratamiento estadístico de la información de los datos obtenidos por medio de los registros de producción de leche.</p>	<p>Población</p> <p>Está conformada por las 596 vacas en producción de los hatos lecheros de la comunidad campesina de Michiquillay.</p> <p>Muestra</p> <p>Debido a las características similares de producción en la comunidad se elige una muestra por conveniencia en donde se escoge al azar 60 vacas en producción de los hatos lecheros de la comunidad campesina de Michiquillay.</p> <p>Tipo de diseño y nivel</p> <p>Correlacional no experimental.</p>

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Avilez Ruiz (2012) *Caracterización de la producción bovina lechera en la IX y X Región (Chile)*; Tesis Doctoral. El objetivo general de la tesis ha sido estudiar la producción de leche en sistemas de pastoreo en el sur de Chile y su metodología fue explicativa, se evaluó el desarrollo estratégico de la producción láctea con alto contenido de CLA, en donde 24 fincas lecheras fueron encuestadas, incluyendo 11 pequeñas, 7 medianas y 6 grandes explotaciones. Las conclusiones fueron: Los grandes productores, en general, tienen una mayor superficie de tierra dedicada a la lechería, más días de lactancia para sus vacas y producen un promedio de 14 litros por vaca al día, en comparación con los 9 litros diarios de los medianos y pequeños productores. Además, se encontró una asociación entre el nivel educativo de los productores y la cantidad de leche producida. Los productores grandes suelen tener títulos técnicos o de ingeniería, mientras que los pequeños y medianos productores tienen un nivel de educación básica. Aquellos que ordeñan dos veces al día producen más leche en total, y la terapia de secado se lleva a cabo más en productores grandes y medianos que en los pequeños. El uso de estanques de frío es más común en productores con una producción mayor. Además, los grandes productores tienden a llevar registros reproductivos, lo que se asocia con sus altos niveles de producción. En cuanto a la salud de las vacas, los productores con más experiencia en la industria lechera tienen menos problemas de mastitis en su rebaño.

García Hoyos (2017) *Caracterización del sistema de producción lechera de la comunidad de Taramaya, Provincia Omasuyos, departamento de La Paz*; Tesis de Pregrado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. El estudio tiene como objetivo analizar las características productivas de la actividad lechera en una comunidad

campesina del altiplano, emplea una metodología de enfoque del sistema, utilizando el método de encuesta estática, el sondeo y el estudio de caso, el método de análisis descriptivo de variables, correlación múltiple y análisis de cluster. El agroecosistema de la zona está conformado principalmente por el subsistema ganadero donde el principal animal es el ganado bovino lechero, con una población de 711 bovinos de la cual 440 son vacas, 65 vaquillonas, 70 vaquillas, 55 terneras 33 terneros, 36 toretes y 15 toros criollos, holstein y pardo suizo. el subsistema de cultivos está conformado por 5 cultivos alfalfa, avena, papa, haba, y cebolla siendo los principales cultivos los forrajes. Las conclusiones del estudio determinan: (a) las correlaciones significativas de superficie total stot y animales totales antot (0.80), superficie total stot y potencial bovino lechero pble (0.85) y anto – pble (0.85). (b) una variación en uno de estos componentes influye en los otros dos, creando de esta manera cambios positivos o negativos en la producción lechera. (c) el rendimiento promedio de vaca/leche/día 4-5.9kg; existe 240 – 364 de días de lactancias, 90 y 180 días sin preñes, 390 - 468 días de intervalo entre partos. Estos resultados muestran que los días de lactancia, días abiertos e intervalo entre parto son muy prolongados, lo que indica que existen problemas reproductivos (retraso del celo o infertilidad) causados por la mala alimentación y la presencia de parásitos internos que influye en los rendimientos moderados de leche, Por lo que se considera que el rubro lechero de la comunidad de Taramaya presenta condiciones adecuadas para su mejoramiento, tomando en cuenta que el factor principal es el propio productor, que en definitiva puede regular la actividad lechera, mejorando la alimentación, sanidad, composición del hato, realizando un seguimiento en base a registros para un control reproductivo, e invirtiendo en construcciones básicas para el ganado lechero.

Morales Chandomi (2018) *Evaluación de la Producción de Leche del Hato Lechero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*; tesis para optar el Título de

Ingeniero Agrónomo Zootecnista. El objetivo es evaluar la producción lechera del establo lechero ubicado en Buenavista, municipio de Saltillo, localizado a 7 Km al sur de la ciudad. La metodología es el análisis descriptivo correlacional de corte longitudinal cuantitativo, haciendo uso de la hoja de registro de información recolectada para periodos 1996 a 2000, procedente de cinco periodos de lactancias que fueron utilizados para estudiar las influencias que ejercían algunos factores de orden fisiológico y ambiental, sobre la producción de leche, siendo esta principalmente.

- a. Identificación del animal.
- b. Producción de leche.
- c. Mes de parto.
- d. Temperatura del mes de parto.
- e. Edad del animal.

La metodología se basó en hacer un seguimiento histórico de cinco lactancias, procedente de vacas del primer al quinto parto, siendo en total diez los animales estudiados. Las conclusiones del estudio de las cinco lactancias en conjunto por correlaciones múltiples determinaron que la edad de la vaca y mes de parto influían sobre la producción de leche. La producción promedio de leche por vaca en cada una de las lactancias fue la siguiente: en la 1ª lactancia 6 557 lts, 2ª lactancia 6 586 lts, 3ª. lactancia 6 617 lts. 4ª. lactancia 7 581 lts. y 5ª. lactancia 7 380 lts. Al realizar los análisis estadísticos en cada una de las lactancias, se encontró que, la edad de la vaca influía sobre la producción de leche en las cinco lactancias. El mes de parto, tuvo efecto sobre la producción de leche en la segunda y quinta lactancia. La temperatura del mes de parto, tuvo influencia sobre la producción de leche en la tercera y cuarta lactancia. En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede decir que es de vital importancia conocer las características climáticas y ambientales de la región ya que estas son la

principal limitante en la producción de leche y conociendo los efectos de cada uno de ellos se puede explotar de una manera más eficiente a esta especie.

A Nivel Nacional:

Ramos (2012). *Estudio económico de rentabilidad de la producción de leche en el distrito de Locumba*; tesis para obtener el Título de Ingeniero en Economía Agraria. El objetivo de la investigación es determinar la rentabilidad y las variables que la afectan en la producción de leche. Las variables estudiadas incluyen el costo de producción, el precio de la leche y el nivel tecnológico. El distrito de Locumba, que incluye varios anexos como la Aurora, Sitana, Piñapa, Locumba (Conostoco), Chaucalana, Sagollo y Chipe, representa el 20% de la producción de leche y el 15% de la población de vacunos en la región. Esto lo posiciona como una de las principales zonas ganaderas en la Región Tacna. La metodología fue de tipo descriptiva correlacional basado en el análisis de registro detallado de 95 productores ganaderos lecheros con una producción aproximada de 6,040 litros por día. Para determinar la rentabilidad de los productores de leche, se seleccionó una muestra de 40 fincas ganaderas. Debido a las diferencias en el tamaño del hato lechero, la muestra se dividió en dos partes iguales: 20 muestras para productores con menos de 10 vacas (pequeños productores) y 20 muestras para productores con 10 vacas o más (medianos productores). El análisis concluyó que el factor tecnológico tiene una influencia significativa en la rentabilidad de la leche en el valle de Locumba. El rendimiento unitario y el costo unitario también afectan la rentabilidad. El análisis de regresión múltiple señaló que los costos de producción unitaria tienen la mayor influencia en los niveles de rentabilidad, seguidos por los precios y la tecnología.

Multhauptff y Romero (2017) *Factores Asociados a la Producción, Transformación y Comercialización de Productos Lácteos en las Comunidades de Tambo Real y Ancachuro del Distrito de Zurite, Provincia de Anta 2010 – 2015*; tesis para optar

el Título Profesional de Economista. El objetivo de la investigación fue analizar y determinar los factores asociados con la producción, transformación y comercialización de productos lácteos. Se aplicó una metodología cuantitativa descriptiva, utilizando datos estadísticos y una encuesta realizada a 121 productores. La metodología utilizada fue analítica sintética, desglosando los factores asociados con la producción, transformación y comercialización de productos lácteos para obtener una visión general de la cadena productiva de lácteos y abordar las problemáticas presentes en la provincia de Anta. Se realizó un diagnóstico socioeconómico de la zona de estudio para contextualizar la investigación, seguido por un análisis e interpretación de los resultados y la formulación de conclusiones y recomendaciones. La conclusión general encontrada en esta investigación es que varios factores asociados con la producción, transformación y comercialización de leche, como la capacitación en manejo técnico, la asociatividad y el acceso a servicios financieros, tienen un impacto significativo en la producción de lácteos y, por lo tanto, en el desarrollo económico de los productores. El nivel de capacitación en el manejo técnico de los productores lácteos es particularmente importante, ya que una capacitación deficiente puede limitar la producción al reducir los conocimientos en áreas clave como el cuidado del ganado y el uso adecuado de materiales para la transformación de la leche, lo que lleva a los productores a continuar con prácticas de producción tradicionales. Por otro lado, la asociatividad entre los productores de leche permite a los productores acceder al mercado local y aprovechar oportunidades de mercado, como participar en ferias y concursos. Sin embargo, solo el 50% de la población se encuentra asociada, lo que limita en cierta medida la producción de los que no están asociados, ya que no pueden beneficiarse de los conocimientos colectivos ni de las oportunidades de mercado que ofrece la asociación. En cuanto al acceso a créditos y servicios financieros, todos los productores tienen acceso a ellos, pero la forma en que utilizan estos recursos

varía según sus preferencias y necesidades. Aunque deberían destinarse a mejorar la producción de leche, muchos productores los utilizan para mejorar sus hogares, adquirir bienes materiales y pagar la educación de sus hijos. Sin embargo, estas no se consideran inversiones sostenibles a largo plazo. Se recomienda fortalecer estos factores asociados con la producción, transformación y comercialización de lácteos para consolidar una cadena productiva de lácteos que beneficie a todos los productores y contribuya al desarrollo económico de la región.

Beteta Pacheco (2021) *Productividad lechera de vacas brown swiss en un establo de La Costa*; tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Los objetivos fueron evaluar la producción total de leche por campaña, producción de leche en 305 días y duración de la lactación de vacas de raza Brown Swiss por número y año de parto, así como modelar la curva de lactación para cada parto. La metodología fue descriptiva longitudinal, constó de dos procesos, una de gabinete que se realizó en el Programa de Investigación y Proyección Social en Mejoramiento Animal, con datos oficiales de productividad lechera del establo Bali S.A.C. existentes en el Servicio Oficial de Productividad Lechera y otra de campo en el establo. Se consideraron campañas de vacas Brown Swiss paridas entre el 2013 y 2018, haciendo un total de 224 lactaciones correspondientes a 84 vacas. Para el modelamiento de la curva de lactación se utilizó el modelo no lineal de Wood (1967), analizando un total de 2 356 registros de producción mensual de leche (kg). Las conclusiones del estudio determinan que el promedio de producción real de leche por campaña fue de 8 656,21 kg con una duración promedio de 344,17 días, el promedio de producción real en 305 días fue de 8 225,86 kg. Tanto en producción real de leche por campaña y en 305 días, las vacas de cuarto parto tuvieron la mayor producción de leche con valores de 9 222,77 y 8 933,43 kg respectivamente. Así

mismo, al desarrollar las ecuaciones para el modelamiento de la curva de lactación según pico de producción y niveles de persistencia para vacas según número de partos.

A Nivel Local:

Rodríguez Lezcano (2013) *Estructura Productiva y Exclusión en el Sector Lechero de Cajamarca*; Tesis de Doctorado, tubo como objetivo demostrar que la organización económica del sector ganadero lechero en Cajamarca tiene incidencia en la pobreza monetaria, la desigualdad de ingresos, el bajo desarrollo económico y la exclusión social de la realidad ganadera lechera en esta región. Para validar su hipótesis, el autor plantea una metodología de análisis descriptivo y correlacional con el objetivo de medir el grado de incidencia de las variables propias de la estructura productiva en las variables socioeconómicas mencionadas. Para desarrollar esta investigación se han analizado las características socioeconómicas del productor ganadero. Además, se ha aplicado el método correlacional para medir el grado de incidencia de las variables propias de la estructura productiva en las variables socioeconómicas estudiadas. El universo estudiado estuvo constituido por 30.000 productores ganaderos lecheros de la zona. Como la investigación realizada se fundamentó en revisión bibliográfica, el universo y la muestra coincidieron en cantidad. La unidad de análisis estuvo comprendida por las unidades productivas ganaderas lecheras. Las relaciones entre las variables baja productividad (exógena) y pobreza monetaria (endógena), además de incidencia del minifundio (exógena) en el mínimo desarrollo en Cajamarca (endógena) han sido demostradas con el uso del coeficiente de Pearson o de correlación. Para demostrar la relación entre la informalidad y la desigualdad de ingresos, se utilizó la técnica de análisis de gráficos de barras. La investigación concluye que el precio que los productores lecheros reciben como pago por litro de leche fresca por parte de las grandes acopiadoras no cubre los costos unitarios de producción. La débil organización de los productores disminuye su poder de

negociación ante dichas empresas, por lo que no pueden conseguir mejores precios. La tendencia entre los productores ganaderos lecheros a nivel mundial es +la asociatividad. Es conveniente mencionar que, en la realidad regional, las empresas de mayor éxito son cooperativas y que en el área rural se aprecia una tendencia a la asociatividad en la producción y la comercialización, tanto de la leche como de sus derivados. Por otra parte, el sistema de producción de los ganaderos lecheros ha generado baja productividad, la cual incide en la pobreza monetaria de este sector. Asimismo, se observó que la informalidad en él ha originado desigualdad de ingresos, que han derivado en exclusión. Finalmente, la presencia del minifundio merma el desarrollo económico sectorial. Palabras clave: baja productividad, desarrollo económico, desigualdad de ingresos, estructura económica, exclusión, ganadería, informalidad, minifundio, pobreza monetaria, sistema productivo.

Niño Ramos, José Antonio (2020) *Sistemas de producción de leche en la campiña de Cajamarca y su efecto sobre el grado de acidosis en el ganado y la composición de la leche*; Tesis de Doctorado, El objetivo del presente estudio fue evaluar dos sistemas de producción de leche, uno basado en solo forraje (sistema A) y otro forraje más concentrado (sistema B) sobre la producción lechera y composición de la leche en vacas lecheras de la campiña de Cajamarca. Cada sistema agrupó 32 vacas de 03 establos lecheros con vacas de primer tercio de lactancia. Se evaluó la producción de leche durante el primer tercio de lactancia y la composición de la leche. Las conclusiones determinaron que la producción de leche/vaca/día fue superior por el aporte del concentrado en los periodos 50 y 100 días posparto de las vacas del sistema B. El consumo de materia seca en ambos sistemas fue deficitario lo que genera una menor capacidad de producción lechera por vaca.

Baca Vásquez (2020) *Propuesta de un Modelo de Internacionalización para el Sector Lácteo del Distrito de Cajamarca con vías de Exportación*; tesis para obtener el Título en Administración y Negocios Internacionales. La investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de un modelo de internacionalización para las empresas del sector lácteo del distrito de Cajamarca, y determinar si es la vía correcta para la exportación de sus productos. La leche y derivados, es de suma importancia, por ser generador de empleo y crecimiento para toda la población cajamarquina y especialmente para aquellas pequeñas empresas que se dedican a este sector, es por ello que conocer la vía correcta de exportación sería muy importante en el desarrollo de dicho sector, debido a que nos abrirá muchas puertas para el intercambio comercial con diferentes países del mundo. La metodología fue descriptiva cuantitativa se aplicó como muestra la empresa Lácteos Huacariz S.R.L. El estudio concluye que los volúmenes de venta se relacionan directamente con la rentabilidad determinando que los incrementos en los ingresos que podría generar esta empresa con las ventas en mercados extranjeros permitiría aumentar la rentabilidad en 147% en promedio anual.

2.2. Marco conceptual

A continuación, se presenta aportes teóricos y enfoques en el estudio.

2.2.1. La productividad de la ganadería lechera

Para comprender el concepto de sistema productivo de la ganadería lechera primero se parte por entender el concepto "un sistema implica un conjunto de factores que están interrelacionados, implica interacción entre estos factores, e implica que un límite conceptual se puede erigir alrededor del complejo como un límite a su anatomía orgánica" (Dent y Anderson, 2004, p.207).

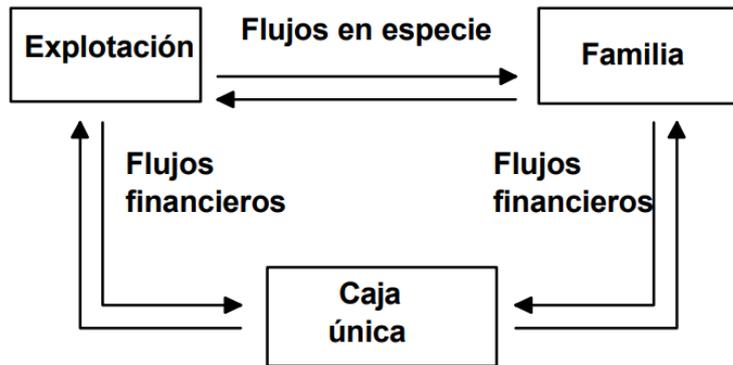
Según Bernet y Tapia (2019) la productividad de la ganadería lechera en la zona de estudio se apoya en un entorno ecológico en constante cambio, donde los procesos están interrelacionados, son dinámicos e inestables. Esto, combinado con una disciplina social tan compleja como la economía, hace que el estudio de esta actividad sea sumamente complejo. Por lo tanto, la organización y el desarrollo de una empresa ganadera no deben llevarse a cabo sin tener en cuenta la variabilidad de los elementos que intervienen en su funcionamiento, como el clima, el mercado, los insumos, el manejo, entre otros. Es así según los autores que el sistema ganadero en la comunidad de Michiquillay es de una organización productiva de tipo familiar, en la que el ganadero realiza un trabajo manual en la empresa al mismo tiempo que asume su dirección. Algunos de los miembros de la familia (esposa, hijos, etc.) pueden aportar una contribución importante a la ejecución de los trabajos. Sus recursos, como contrapartida de este trabajo, provienen de su hato lechero: ingresos en dinero y consumo directo de productos. Las decisiones se toman en el seno de la familia y existe una complementariedad, a la vez que una competencia entre la familia y la producción de la ganadería lechera. (p. 171).

La necesaria acción de mejora del hato con inversiones o la adquisición de bienes de producción a menudo resulta en una disminución del nivel de vida del ganadero y su familia. En cierto sentido, las inversiones en producción, como la compra de herramientas y animales, y los gastos familiares para el bienestar, que se consideran un consumo, compiten entre sí. La gestión de la empresa y la de la familia se llevan conjuntamente, lo que implica un arbitraje entre estos dos tipos de egresos económicos. Esta situación financiera de la explotación se recoge en lo que diversos autores han denominado "caja única" (Cordonnier, et al. 2003, p. 97).

Las aportaciones financieras que contribuyen al buen funcionamiento de la empresa láctea pueden provenir de ambas, mientras que los desembolsos financieros se hacen unos con cargo a la familia y otros con cargo a la empresa.

Figura 1

Diagrama de flujos en la empresa familiar con Caja única



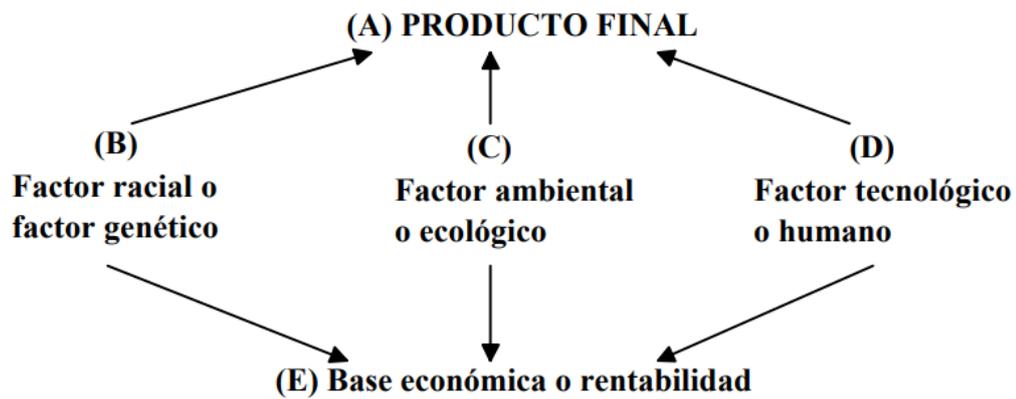
Nota. Tomado de Cordonnier, et al. 2003, p. 97

Según Macarro (1987), por consiguiente, señala que el sistema de producción de leche se puede definir como una unidad económica de producción que combina factores como la tierra, la mano de obra, etc., mediante una técnica específica, con el objetivo de producir bienes lácteos que se destinan al mercado. Por lo tanto, es una unidad que controla y toma decisiones sobre la producción, y presenta características propias tal y como describe en la figura 2. (p.120).

El objetivo final de una explotación, con un determinado sistema de producción, tecnología, gestión y disponibilidad de capital, no es otro que el alcanzar un nivel de rentabilidad económica, tal que justifique la inversión de tiempo, capital y riesgo (coste de oportunidad, riesgo del sector y del negocio).

Figura 2

La producción de la ganadería lechera



Nota. Tomado de Macarro (1987)

Donde:

(A) Es el resultado de combinar los tres tipos de factores; se expresa, en el caso de la producción láctea, se expresa en litros de leche, densidad, porcentaje de proteína, extracto seco, grasa, etc. Asimismo, desde el punto de vista de la calidad, por el número de gérmenes por mililitro, células somáticas, etc.

(B) Son los animales productores, cuyo límite productivo es la dotación genética de los individuos. Desempeña, por tanto, un papel la elección de la raza, la variedad racial o el cruzamiento

(C) Comprende el entorno exógeno de la población objeto de producción, desde los factores fisiográficos, climáticos o telúricos a los nutricionales.

(D) Depende fundamentalmente del capital humano, así como la tecnología a aplicar (manejo productivo, reproductivo, alimenticio, etc.).

En la teoría económica ganadera, se define el factor de producción como cualquier agente, recurso o servicio utilizado en el proceso de producción. Esto puede incluir la tierra, los animales y la maquinaria, entre otros. Se consideran importantes aquellos factores que, debido a su escasez, tienen un precio en el mercado o un coste imputado. Además, su nivel de consumo se relaciona, en el corto plazo, con el nivel de producción. Por ejemplo, el consumo de concentrado o la contratación de mano de obra.

En la empresa agropecuaria, el producto se origina a partir de la utilización de diversos factores que están interrelacionados entre sí y con respecto a los productos y

servicios originados. Para comprender esta relación, se requiere un conocimiento técnico específico que se denomina función de producción.

2.2.2. La función de producción de la ganadería lechera

La función de producción es una herramienta fundamental en la teoría económica pecuaria, ya que cuantifica la relación entre los requerimientos de factores productivos, como la tierra y el abono, y los productos generados, como la carne, la leche y la lana, en la actividad cotidiana de una empresa pecuaria. Esta función establece una relación entre los insumos y los productos, lo que permite determinar la cantidad máxima de producto que se puede obtener para una combinación específica de factores (Samuelson y Nordhaus, 2012, p. 68).

Es un concepto económico referido a la relación existente entre un grupo de variables. La representación numérica de la función de producción se denomina "Tabla de producción"; en tanto, que la representación gráfica se denomina "Curva de producción". Hay que aclarar que la función de producción se encuentra enmarcada en el entorno de la explotación y las condiciones técnicas reinantes. Cualquier modificación en el proceso productivo como los adelantos tecnológicos, los avances en el conocimiento del sistema de producción, las modificaciones en los factores utilizados o en la coordinación interna entre ellos, modifican esta función.

Tabla 3

La producción de la ganadería lechera

Nº de Vacas	Producción Total (Kg.)	Producto Medio Kg./Vaca	Producto Marginal Kg./Vaca
1	4,500	4,500	4,500
2	9,300	4,650	4,800
3	13,500	4,500	4,200
4	17,000	4,250	3,500
5	20,000	4,000	3,000

Nota. Elaborado en base a Samuelson y Nordhaus, 2012, p. 68

La producción puede ser simple o conjunta; en el primer caso la explotación genera un producto único o principal y algunos subproductos de escaso interés (caso de la explotación ovina de carne con un producto principal, el cordero, y algunos subproductos como la leche y el cuero); en tanto que en la producción conjunta hay varios productos de similar importancia (caso de las explotaciones lecheras de aptitud mixta con leche y carne).

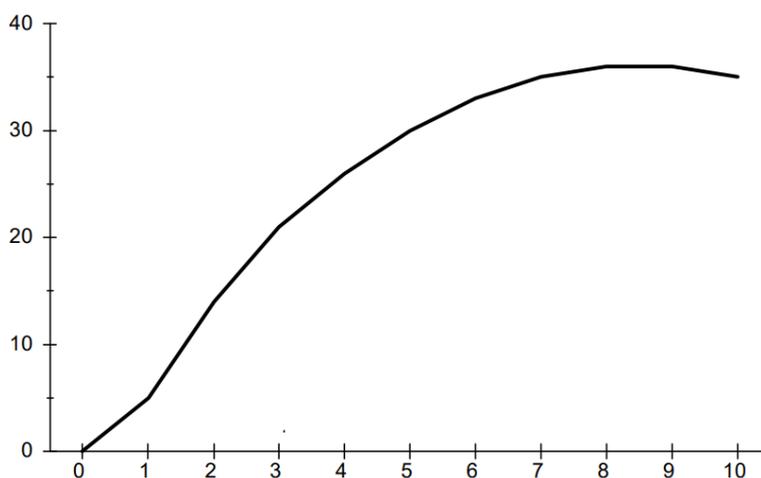
Expresión general: $Y = f (X)$

Función de producción simple: $Y = f (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$

Mediante la función de producción y el carácter cuantitativo, se puede obtener un producto o varios productos por infinitas combinaciones de factores. Por ejemplo la producción de leche en función del consumo del factor concentrado se representa según la expresión general en la Figura 3.

Figura 3

Función de producción de la ganadería lechera



Nota. Elaborado en base a Samuelson y Nordhaus, 2012, p. 68

En teoría económica ganadera se distingue el corto y largo plazo. En el corto plazo los factores pueden ser fijos y variables. En el largo plazo todos los factores son variables. En el corto plazo existen una serie de factores sobre los que se puede tomar la decisión

de incrementar o disminuir su consumo (concentrado, pasto, etc.); en tanto que hay otro grupo de factores que no se puede modificar su consumo (establo, herramientas, etc.).

Los primeros factores se denominan variables y su consumo está relacionado directamente con el nivel de producción, según $Y = f(X)$. Aquellos factores productivos no modificables en el corto plazo se denominan fijos y su consumo es independiente del nivel de producción en el periodo analizado. Si se pasa de un análisis en el corto al largo plazo todos los factores de producción se transforman en variables.

En ganadería existe un factor añadido a la función de producción que no suele considerarse y que, sin embargo, presenta ciertas variaciones importantes de considerar. En gran número de procesos en producción animal el factor tiempo es fundamental, llegando a ser prácticamente el único factor diferencial, como en el caso de engordar cuyes en dos climas diferentes (uno en el valle y otro en la sierra), logrando en ambos casos el mismo peso final y con un gasto similar en factores, pero el primer proceso se termina en 58 días y el segundo en 72 días. En otras ocasiones el tiempo es constante para la producción total, pero representa un factor limitante de suma importancia en la ejecución de algunos pasos como, por ejemplo, la duración de la gestación, lactación, etc.

A. El modelo económico de la producción de leche

La relación entre dos factores y un producto se expresa como:

$$Y = f(X_1, X_2)$$

Donde Y expresa la cantidad de producto obtenido, siendo X_1 y X_2 la cantidad de cada uno de los factores productivos utilizados. O sea que conociendo los valores de los insumos X_1 y X_2 , se establece el mayor nivel que se puede alcanzar de Y. Se expresa con esta función una superficie de respuesta de Y para cada valor de X_1 y X_2

. Desde el punto de vista teórico, la forma utilizada comúnmente en los estudios de producción es la potencial, que indica una relación multiplicativa entre los diversos insumos y su forma es:

$$Y = aX_1^b X_2^c$$

que se puede linealizar mediante logaritmos obteniendo:

$$\log Y = \log a + b \log X_1 + c \log X_2$$

Este tipo de función fue la utilizada por Charles W. Cobb y Paul H. Douglas en los primeros trabajos de función de producción a fines de la década del veinte, por lo que este tipo de funciones se conocen como "funciones Cobb-Douglas".

2.2.3. La variable explicada Y1: Productividad de la ganadería lechera

Dimensión 1: Producción de leche

La producción de leche se basa en las condiciones de la vaca, los factores que determinan la producción por animal están relacionados principalmente por la calidad del ganado y el manejo del mismo, para obtener el mejor ajuste de la función de producción se elige para la presente investigación una de tipo Cobb-Douglas multivariada (Gujarati, 2020, p.38), planteando un modelo no lineal que describe la relación funcional de (variable dependiente) respecto a (variable independiente) (Gujarati y Porter, 2009, p. 526).

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} u_i$$

Donde Y representa el volumen de leche, β_0 la ordenada al origen (tecnología), β_1 el coeficiente de regresión de la variable calidad del ganado, β_2 el coeficiente de regresión de la variable manejo del ganado, X_1 es la valoración de la calidad del ganado, X_2 la valoración del manejo del ganado y u_i el error aleatorio. Los errores (u_i) se suponen no correlacionados, con media cero y varianza desconocida (Gujarati y Porter, 2009, p. 154).

Para transformar el modelo estadístico Cobb-Douglas (Cobb y Douglas, 1928; Douglas, 1976) a un modelo econométrico, bivariado y pseudocuadrático (Gujarati y Porter, 2009, p. 526) y obtener los coeficientes de regresión, se linealizó el modelo, tomando el logaritmo en ambos lados de la ecuación, quedando como sigue:

$$\text{Log}(y) = \text{Log}(\beta_0) + \beta_1 \text{Log}(x_1) + \beta_2 \text{Log}(x_2) + \text{Log}(u_i)$$

Este modelo es lineal en los parámetros, por lo que el modelo de regresión lineal múltiple será el siguiente:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + e_i$$

Lo que supone errores multiplicativos al ser el anterior un modelo econométrico. β_0 se obtuvo como el antilogaritmo de β_0 o 10^{β_0} .

Los resultados del modelo se obtendrán mediante el método de mínimos cuadrados a través del procedimiento GLM (General Linear Model) utilizando el programa Eviews. Las pruebas estadísticas para la validación del modelo serán el coeficiente de determinación o bondad de ajuste (R^2) ajustado, y la F_c como prueba conjunta de validación del modelo con un el valor $p < 0.05$.

2.2.4. La variable explicativa X1: Tipo de ganado

Dimensión 2: Calidad del ganado

Si dividimos el ganado vacuno en dos grupos, distinguimos entre aquel ganado que ha sido criado y mejorado para la producción de carne y aquel que ha sido mejorado para la producción de leche. Los bovinos destinados a la producción de carne tienen cuerpos más rectangulares, lo que les permite acumular una mayor cantidad de carne. Por otro lado, los bovinos destinados a la producción de leche presentan cuerpos más triangulares, con menos musculatura y ubres más grandes. Además, el ganado lechero utiliza casi todos los nutrientes que consume para la producción de leche, mientras que el ganado de carne

puede almacenar estos nutrientes en forma de carne y grasa. En términos de la conformación ósea, el ganado lechero tiene huesos más delgados y una piel más fina, lo que les da un aspecto más flaco y anguloso. En contraste, el ganado destinado a la producción de carne tiene huesos y piel más gruesos y una mayor acumulación de grasa, lo que les da un aspecto más robusto y redondeado (Bernet y Tapia, 2019, p. 105).

En la Comunidad de Michiquillay el ganado predominante para producción lechera es Holstein y Brown Swiss.

Holstein o Holstein Friesian

Las primeras referencias documentadas de la raza Holstein se remontan aproximadamente a 2,000 años atrás, una época en la que ya se reconocía su superioridad en la producción de leche en comparación con otros bovinos de esa época. Tras la caída del Imperio Romano, pueblos de pastores llevaron a estos bovinos a la zona que hoy es conocida como Holanda, huyendo de las invasiones de los pueblos bárbaros. En el siglo XIII, se encuentran documentos que hacen mención a la existencia de estos bovinos en la región, donde se observa que ya estaban siendo cruzados con otras razas de diferente pelaje, como colorados, overos colorados y overos negros. Esto sugiere que la raza Holstein comenzó a desarrollarse y a ser conocida por sus características lecheras, un atributo que ha continuado siendo su rasgo distintivo hasta el día de hoy.

A partir de este ganado, la selección fue el procedimiento que más influyó en la formación de la raza. Se produjeron algunos cruzamientos con cebú (siglo XVII), con ganado danés y con Shorthorn lechero, pero se abandonaron rápido e influyeron poco. Los productores comprobaron que los animales overos eran los mejores productores de leche, y dentro de éstos, los overos negros. Emplearon solamente toros de este pelaje, y guardaron las vaquillonas hijas de las vacas que más producían. La selección intensa

comienza en realidad en EE.UU., cuando para uso de la tripulación un barco llega a Boston con vacas Holando. Un comerciante (Chenery) viendo su alta producción, compra una y luego importa otras. Comienza a llevar registros de producción y a difundir la raza. En 1871, en Estados Unidos, se estableció una Asociación que llevaba registros genealógicos de ganado. Poco después, otro criador e importador llamado Whiting, fundó una segunda Asociación. En 1885, estas dos Asociaciones se unieron. Whiting, durante uno de sus viajes a Holanda, convenció a los criadores de que era necesario tener una Asociación que guiara y supervisara la cría de ganado, especialmente si querían mantener su presencia en el mercado estadounidense. Esta nueva Asociación se estableció en 1873. En 1885, la Asociación de Criadores de Holstein se unió a la Asociación Friesina de Holanda, lo que llevó a la creación del nombre oficial de la raza Holstein-Friesian. La existencia de estas Asociaciones permitió estandarizar el tipo de ganado. Posteriormente, se adoptaron métodos basados en el tipo y la producción. Estos métodos se volvieron más sencillos de aplicar después de que Gerber y Babcock idearon sus métodos de análisis para la grasa butirométrica, lo que facilitó el control lechero y su difusión (Bernet y Tapia, 2019, p. 46).

El Holstein-Friesian se caracteriza por su tamaño relativamente grande, su madurez media, un esqueleto fuerte y mantas musculares no muy desarrolladas, lo que le da un aspecto angular. Son reconocidos por su ubre bien desarrollada y su pelaje overo negro, que se manifiesta con manchas negras repartidas por el cuerpo y extremidades blancas. Aunque hay variaciones, algunos tienen más manchas negras, mientras que otros son mayormente blancos. Deben tener vientres, patas y colas blancas, aunque se aceptan manchas negras en las extremidades. El pelaje negro en la parte superior y los lados del cuerpo es beneficioso en áreas donde los pastos pueden causar fotosensibilización. Tienen cuernos de tamaño mediano.

El Holstein-Friesian es la raza lechera más pesada del país. Tienen requerimientos específicos en términos de adaptación al medio y alimentación. Tienen un buen período de lactancia, con una producción de grasa butirosa que puede alcanzar el 4%. Aunque tiene el menor porcentaje de grasa entre las razas lecheras, es la que produce más leche en total.

La Raza Holstein, es la más productiva de todas las razas lecheras. El promedio de producción en Holanda es de 7,300 kg y, para los de alto registro, 8,700 kg. En EE. UU, (año 2018). El promedio para la cuenca de Cajamarca es de 5,690 k.g por periodo de lactación de 335 días.

Brown Swiss

En español esta raza se traduce como *Pardo Suizo*, es una raza bovina de doble propósito altamente eficiente, adecuada tanto para la producción lechera como para la obtención de carne. Gracias a su alta adaptabilidad y productividad, esta raza se ha extendido por toda Europa y América del Sur, Centro y Norte. También conocida como Pardo Suiza, esta es una de las razas más antiguas. Proveniente directamente del tipo de cuernos cortos, cuyos representantes más antiguos datan de aproximadamente 2000 a.C., esta raza de ganado se crió en los valles de Suiza central, donde se utilizaba para intercambios y exportaciones. Dado que se criaba principalmente en el cantón de Schwyz, se le denominaba la raza de Schwyz. Las características zootécnicas de esta raza se establecieron en 1859 (Bernet y Tapia, 2019, p. 206).

El origen de la raza Brown Swiss es proveniente de una población de vacas de aptitud mixta carne-leche del Este de Suiza, la raza se seleccionó por sus capacidades lecheras. De este modo, una raza lechera de doble propósito especializada, pero consiguió conservar un contenido de proteína particularmente interesante.

Los sistemas de crianza pueden ser muy diferentes en función de las regiones: La Brown Swiss puede criarse de manera intensiva o extensiva al pastoreo en los climas de la costa, sierra, altiplano y en el trópico.

Las características de la Raza Brown Swiss se tiene su longevidad, ubres sanas, resistencia al calor y frío, buena fertilidad y facilidad de parto, la leche ideal para la producción de queso con altos solidos con Beta caseína BB Y AB Kappa Caseína A2.

Su capa es de un color “café-gris” el cual varía en tono, aunque se prefieren las sombras oscuras; las áreas de un color más claro se localizan en los ojos, hocico, orejas y en las partes bajas de las patas. El pelo es corto, fino y suave; la piel pigmentada; por lo general color negro en la parte expuesta como en el hocico.

Los cuernos son blancos con puntas negras, medios o pequeños, dirigidos hacia afuera y arriba, encorvándose en las puntas. La cabeza es ancha y moderadamente larga. La espalda es amplia y la línea dorsal recta. El pecho es profundo con costillas bien arqueadas, y los desarrollados cuartos traseros son carnosos.

Reconocido por sus buenas patas y pezuñas, rasgos necesarios en la evolución de la raza en los Alpes suizos, lo que confiere ventajas en el pastoreo. Las patas son algo cortas y las pezuñas son negras. La ubre está bien desarrollada, está en general bien adherida y tiene buenos pezones respecto a su tamaño la alzada a la cruz (hembra) es de 145 a 155 cm, su peso adulto (hembra): de 650 a 750 kg. Para el caso de nuestro país respecto a su producción se sabe que en la costa principalmente en Arequipa, Trujillo, Lima producción promedio 6710 Kg en ordeño de 305 días. La Sierra y Altiplano (Puno, Cajamarca, La Libertad, Arequipa, Junin, Huanuco, Ancash, Huancavelica, Ica) Producción Promedio 4000 Kg en ordeño de 280 días (Bernet y Tapia, 2019, p. 231).

En el Perú, la raza Brown Swiss es la segunda raza productora de leche, representando el 17.6% de la producción total, y ha mostrado un crecimiento anual del 1.9% durante el periodo 2007-2016. Las regiones con la mayor población de esta raza son Cajamarca (17.7%), Puno (11.41%) y Cusco (9.05%). Durante este periodo, las regiones con la tasa de crecimiento promedio más alta fueron Cusco (11.6%), San Martín (9.1%) y Tumbes (6.6%) (MINAGRI, 2017). Las cuencas lecheras más productoras son Cajamarca (18.2%), Arequipa (17.9%) y Lima (17.8%); sin embargo, las regiones con las tasas anuales de incremento más altas en los últimos 10 años son Ica (11.65%), Cusco (10.54%) y Junín (10.46%) (MINAGRI, 2017).

Respecto a las ventajas de la raza Brown Swiss se tiene su alta producción lechera, manifestada para la cuenca lechera de Cajamarca en promedios de 4410 kg. para periodos de 302 días con 4% de grasa, de los mayores entre las razas lecheras siendo de gran docilidad, lo que facilita su manejo. También muestran una excelente condición para el pastoreo; su metabolismo es muy eficiente, lo que le confiere una alta tasa de aprovechamiento del forraje con una longevidad en vacas de 12 años periodo que producen normalmente leche y grasa.

2.2.5. Variable explicativa X2: Manejo productivo

Dimensión 3: Alimentación

Según Vélez (2013), la alimentación “tanto para los humanos como en los animales juega un papel fundamental en la salud y en el bienestar. Por eso, es importante conseguir un nivel adecuado en la cantidad de proteínas, energía, nutrientes y por supuesto el agua que ingerimos” (p. 23).

Cuando se habla de nutrición animal, se hace referencia al proceso de proporcionar a los animales los nutrientes que necesitan en la cantidad y calidad adecuadas para

satisfacer sus necesidades. Esto es esencial para que los animales alcancen su máximo potencial en términos de producción y reproducción, de acuerdo con su especie y etapa de desarrollo. Para lograrlo, es necesario determinar el valor nutricional de los alimentos, teniendo en cuenta si se trata de animales monogástricos (como los cerdos o las aves) o poligástricos (como los rumiantes, que tienen un estómago dividido en varios compartimentos). Además, se deben estudiar los efectos biológicos y los mecanismos de acción de las sustancias activas presentes en los alimentos, que podrían mejorar los parámetros productivos. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) ha establecido que el ganado vacuno necesita una dieta o ración con seis componentes básicos o nutrientes para un crecimiento óptimo. Estos son:

- i. Agua: Es esencial para mantener la hidratación y el buen funcionamiento del organismo.
- ii. Proteínas: Son fundamentales para el crecimiento y desarrollo muscular, así como para la producción de leche.
- iii. Minerales: Incluyen elementos como calcio, fósforo, magnesio y zinc, que son esenciales para el desarrollo óseo, la función nerviosa y la salud en general.
- iv. Vitaminas: Son esenciales para el correcto funcionamiento del metabolismo y el sistema inmunológico.
- v. Energía: Proporciona la energía necesaria para el crecimiento, la reproducción y la producción de leche.
- vi. Fibra: Es importante para la salud digestiva y la prevención de trastornos gastrointestinales.

Al proporcionar una dieta equilibrada que incluya estos seis componentes, se puede garantizar un crecimiento óptimo y una salud general adecuada para el ganado vacuno.

El agua es uno de los componentes más importantes y básicos de la alimentación, según los autores Bernet y Tapia (2019) el agua es fundamental que esté limpia, fresca y

que siempre puedan disponer de ella dado que el agua representa desde la mitad hasta las dos terceras partes de la masa corporal en el animal adulto y hasta un 90% en el recién nacido. En concreto el ganado vacuno adulto necesita alrededor de 50 l/día (10-15 l/agua por cada 100 kg de peso.)

Clase de animal	Necesidades de agua
Terneros	5-15 litros/día
Bovinos (1-2 años)	15-35 litros/día
Ganado mayor	40-60 litros/día

Las proteínas son elementos vitales para los animales, ya que participan en diversos procesos celulares y metabólicos en el organismo. Durante la estación seca, la deficiencia de proteínas puede ser un problema importante, aunque los pastos suelen contener cantidades significativas de proteínas. Para abordar esta deficiencia, se pueden utilizar fuentes ricas en proteínas, como las leguminosas forrajeras. Estas plantas son una fuente valiosa de proteínas de alta calidad y pueden ayudar a satisfacer las necesidades nutricionales de los animales, especialmente durante períodos de escasez de forraje. Las leguminosas forrajeras, como la alfalfa, el trébol y la soja, pueden ser una opción útil para complementar la dieta de los animales durante la época seca y garantizar un suministro adecuado de proteínas en su alimentación (Bavera, 2005, p. 67).

Los minerales son componentes fundamentales en la dieta de los animales, y es recomendable que siempre estén disponibles para ellos. Esto se logra a través de un libre acceso a mezclas minerales balanceadas. Por ejemplo, para preparar un suplemento mineral de calidad, se puede mezclar una parte de premezcla mineral con dos partes de sal común y ofrecer esta mezcla a los animales para que la consuman libremente. Es importante tener en cuenta que los minerales son esenciales para obtener un buen aumento de peso en los animales, ya que están involucrados en una serie de procesos metabólicos

clave, como la formación de tejido óseo, la función nerviosa y muscular, y la regulación de los niveles de pH en el cuerpo. Una deficiencia de minerales puede afectar negativamente el rendimiento y la salud de los animales, por lo que es fundamental asegurar que reciban una alimentación equilibrada que incluya una adecuada cantidad de minerales (Vélez, 2013, p. 50).

Las vitaminas son nutrientes que se requieren en pequeñas cantidades y generalmente se encuentran presentes en los alimentos consumidos por el ganado, especialmente en forrajes verdes. Además, los animales pueden sintetizar algunas vitaminas en su propio organismo, por lo que rara vez se recomienda la administración de suplementos vitamínicos. Sin embargo, en ciertas situaciones específicas, como durante la alimentación con forrajes secos o cuando los animales están enfermos, convalecientes o desnutridos, puede ser necesario proporcionar suplementos vitamínicos para garantizar un adecuado aporte de estos nutrientes. También en casos de sequías prolongadas, donde la calidad de los forrajes disponibles puede ser insuficiente para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales, se pueden administrar suplementos vitamínicos para prevenir deficiencias nutricionales (Vélez, 2013).

La energía como tal no se provee, pero es fundamental para el ganado. La correcta alimentación en base a los anteriores elementos mencionados hace que puedan generar energía, empezando por la correcta cantidad de agua necesaria.

La fibra es la parte de la alimentación más importante, tanto en volumen como en aporte de nutrientes. “Una gran fuente de fibra son los forrajes que son uno de los componentes básicos para que la digestión de los bovinos marche bien; además, provee proteína, energía, vitaminas, agua y minerales” (Bavera, 2005).

Lo primero decir que las dietas generalmente son controladas por un técnico especialista. Pero lo que debes saber sobre tu ganado son varias cosas: tener un análisis nutricional, el coste y la disponibilidad de las materias primas a usar; y los requerimientos nutricionales de los animales según su peso, velocidad de crecimiento, raza y estado fisiológico. La cantidad de alimento que el productor debe aportar varía de acuerdo con el sistema que utilice. Si usa un estabulado (animales en libertad) deberá dar el 100% de la alimentación, mientras que si usa un sistema semi-estabulado el aporte dependerá de cuanto consuma el ganado en los comederos. Debe tenerse siempre presente que el pasto es el principal alimento de los animales, los demás ingredientes producen aumentos en la ganancia de peso de los animales, siempre que se les dé la cantidad de forraje (fibra) necesaria (Vélez, 2013).

Por consiguiente, es importante entender que la cantidad y proporción de alimentos suministrados influyen directamente en la producción de leche de las vacas. Por ejemplo, durante el periodo de lluvias, la disponibilidad de pastos puede asegurar una mejor nutrición para las vacas en lactancia. Es crucial destacar que la producción máxima de leche generalmente se alcanza entre los primeros 30 y 45 días después del parto. Las vacas lecheras son muy selectivas en su alimentación, ya que cortan el forraje con la lengua y prefieren pasto con al menos 12 cm de altura. Además, pueden distinguir entre forrajes de mejor calidad y prefieren hojas sobre tallos. La disponibilidad de forraje se ve afectada por la carga animal y la velocidad de crecimiento de las plantas en una pradera. En resumen, la cantidad de animales por unidad de superficie (carga animal) y la tasa de crecimiento de las plantas influyen en la disponibilidad de forraje. Durante la época de lluvias, las praderas producen aproximadamente el 70% de su forraje anual, lo que indica un rápido crecimiento y es el momento ideal para realizar la conservación de forraje (Vélez, 2013).

Dimensión 4: Ordeño

La crianza del ganado vacuno lechero obedece a un estricto orden de manejo, el mismo que busca la obtención de un producto final (leche, derivados) de alta calidad; todo esto es posible aplicando rigurosas prácticas en el ordeño, sea manual o mecánico.

El ordeño se basa en el adecuado manejo de la ubre para extraer la leche fresca; la ubre de la vaca está dividida en cuatro cuartos separados entre sí, por ciertos tejidos que hacen que la leche que se produce en un cuarto no pueda pasar a otro y solamente se excrete por el pezón correspondiente. Los cuartos delanteros producen un poco menos de leche que los cuartos traseros. (Molina, E., et al., 1985). En las vacas lecheras actuales, la ubre puede llegar a pesar más de 50 kg debido a la gran cantidad de tejido secretor y de leche que se acumula entre los ordeños. (Edenilson, M., et al., 2013)

En cada uno de los cuartos hay un tejido conocido como CONECTIVO que sirve de sostén a la ubre, suspendiéndola del abdomen mediante fuertes ligamentos que impiden que se descuelgue, aún en las vacas viejas. Los pezones tienen en su extremo inferior un anillo musculoso, llamado esfínter del pezón, que impide la entrada de microbios a la ubre y mantiene cerrado el paso de la leche. (Molina, E., et al., 1985).

Al lavar y secar la ubre se produce en la vaca una sensación nerviosa que le hace secretar una hormona llamada OXITOCINA. Esta hormona es la que estimula a la vaca a soltar la leche. Si la vaca se pone nerviosa debido a gritos, golpes o ruidos, entonces secreta otra hormona llamada ADRENALINA, que interrumpe la salida de la leche. Se dice entonces que "la vaca esconde la leche". (Molina, E., et al., 1985)

Ordeñar manualmente es sacar o extraer la leche contenida en la cisterna del pezón, apretando o presionando el pezón, con una técnica que facilite la salida de la leche sin lesionarlo. (García, O., et al., 1987)

Antes del ordeño se debe arrear las vacas con calma, sin palos, sin perros, sin gritos y en lo posible a pie. Si se rodea a caballo, hacerlo al tranco de las vacas y no al tranco del caballo. Hacer pasar a las vacas a sus puestos de ordeña con igual tranquilidad. (Santana, S., et al., 2013).

No se debe lavar la ubre de la vaca, ya que resulta muy difícil secarla en forma completa y el agua puede quedarse en la superficie, mojar las manos del ordeñador o caer en el balde, lo cual contamina la leche. Para tal caso se puede lavar los pezones y secarlos (Sinópoli. E., 2011).

Conseguir la máxima higiene en el ordeño. En un sentido amplio, la higiene es la suma de todos los esfuerzos para manejar el ambiente de la vaca con el fin de reducir al mínimo el número de organismos causantes de mastitis a lo que están expuestos los pezones y la ubre. (Callejo, A., 2010).

Las manos del ordeñador son un medio para transmitir los microorganismos de la mastitis. Su contaminación puede ocurrir cuando se saca el primer chorro de leche. Diversos estudios revelan que el 50% de los operarios están ya contaminados antes de empezar el ordeño, por lo que el uso de desinfectantes y de lavado es recomendable. (Callejo, A., 2010).

El ordeño debe hacerse siempre en seco, es decir, con la ubre y las manos limpias y secas y nunca mojadas porque así el riesgo de causar heridas en los pezones es menor

y se evita la contaminación de la leche con el líquido que siempre baja a lo largo del pezón, cuando se ordeña con la mano húmeda. (García, O., et al., 1987).

El objetivo de la preparación de la vaca es ordeñar pezones secos, limpios y bien estimulados (Gonzales, P., 2015).

Comience la ordeña lo más pronto posible después de la preparación de la ubre, ya que la bajada de leche comienza aproximadamente después de 1 minuto de iniciada la preparación. El efecto máximo de la oxitocina dura aproximadamente 5 minutos. Si la ordeña es más tardía se perderá el efecto de esta hormona y la ordeña será incompleta, aumentando el riesgo de infección intramamaria. (Carmona, L., 2017).

Después de varios estudios ha sido demostrado el valor del buen estímulo en la rutina de ordeño y el compromiso de la oxitocina. También el pre-estímulo y estímulo táctil durante el ordeño en la vaca lechera. (Arévalo, J., et al., 2012)

El ganado criollo se estimula poniendo a mamar al ternero. Las vacas de razas selectas deben ser estimuladas visual y auditivamente. Por ejemplo, alimentando la vaca y tocándole la ubre antes del ordeño. (Molina, E., et al., 1985)

Modalidades de Ordeño Manual

a. Pulgar e índice Se colocan los dedos pulgar e índice en la base del pezón y luego se hace presión hacia abajo para extraer la leche. Este método no es muy recomendable porque produce heridas en el pezón y puede generar una puerta de entrada para la mastitis. (Nieto, D., et al., 2012).

b. Martillo. Se toma el pezón con toda la mano, se dobla el dedo pulgar y se hace presión sobre la base del pezón con el pulgar doblado y el índice; se sigue bajando la leche con el resto de los dedos. Este método es menos recomendable que el anterior, pues

además de aumentar las posibilidades de producir mastitis, puede producir heridas dolorosas en el pezón que terminan produciendo úlceras, callosidades y dificultando futuros ordeños (el callo no se cura y las úlceras, si no se tratan, quedan abiertas y son puerta de entrada de otras infecciones). (Nieto, D., et al., 2012).

c. Hegelund (dígito manual) Esta técnica que es la imitación más parecida a la acción de mamar del ternero. Se trata del método más recomendable para el ordeño a mano. Los dedos deben hacer presión en orden, evitando presiones alternadas que provoquen interrupción de la salida de la leche. (Nieto, D., et al., 2012)

2.2.6. La variable explicativa X3: Sanidad animal

Los autores Pallete, Rodríguez y García (2018) señalan que la sanidad animal es un aspecto crucial para mantener la calidad y la producción de leche. La presencia de animales saludables es esencial para garantizar alimentos seguros y de calidad a precios razonables, lo que satisface las necesidades de la población. Este término se refiere a un sistema diseñado para optimizar la salud física y el bienestar del rebaño de ganado vacuno, incluyendo la prevención, tratamiento y control de enfermedades y trastornos que puedan afectar a los animales (p. 27).

Es vital establecer un programa eficaz para prevenir y tratar enfermedades y trastornos, siguiendo las directrices y protocolos establecidos por un veterinario cualificado. Los encargados del cuidado del ganado deben estar capacitados para reconocer signos de mala salud o angustia, como una reducción en la ingesta de agua o alimento, cambios en el peso y la condición corporal, alteraciones en el comportamiento o apariencia física anormal (Vélez, 2013).

El ganado bovino con mayor riesgo de enfermedad o angustia requiere una inspección más frecuente por parte de los cuidadores. Si estos no pueden corregir las

causas de la enfermedad o angustia, o si sospechan la presencia de una enfermedad de declaración obligatoria, deben consultar con personas que tengan la formación y experiencia adecuadas, como veterinarios especializados u otros asesores cualificados. La administración de vacunas y otros tratamientos al ganado debe ser realizada por personas competentes en estos procedimientos, siguiendo los consejos de veterinarios u otros expertos.

Los cuidadores deben tener experiencia en reconocer y cuidar del ganado que no se puede mover, y en tratar al ganado con enfermedades o lesiones crónicas. El ganado que no puede moverse debe tener acceso al agua en todo momento y debe ser alimentado al menos una vez al día. No debe ser movido o transportado, a menos que sea absolutamente necesario por razones de tratamiento o diagnóstico. En tales casos, los movimientos deben ser realizados con mucho cuidado, usando métodos que eviten el arrastre o la elevación excesiva (Pallete, Rodríguez y García, 2018).

Una vez que se haya intentado un tratamiento y tan pronto como se estime que la recuperación es imposible, deberá procederse al sacrificio humanitario del ganado que no se pueda levantar sin ayuda y que se niegue a alimentarse o a beber.

Criterios medibles basados en resultados: tasa de morbilidad, tasa de mortalidad, eficiencia reproductiva, comportamiento, aspecto físico, cambios de peso y de condición corporal

2.3. Definición de términos básicos

La definición de los términos operacionales permitirá dar claridad a las formulaciones utilizadas en el informe de la investigación realizada.

Concentrado para animales: Mezcla de ingredientes, que permiten ofrecer una alta proporción de proteínas o de energía a la dieta.

Hato lechero: Representa el conjunto de cabezas de ganado vacuno o la hacienda de campo destinada a la cría de estos animales con la finalidad de producir leche. Su correcto manejo es fundamental para cumplir los objetivos de los productores ganaderos.

Unidad productiva de leche conformada por un grupo de ganado bovino desinado para la producción de leche. Los hatos lecheros en la región por lo general son de tipo familiar en donde una familia se dedica a la crianza y manejo de ganado lechero en pequeña escala.

En la investigación explicaremos cómo se dividen los diferentes grupos de hatos, de acuerdo al ganado vacuno. Los terneros desde que nacen hasta los 6 meses, su alimentación es de leche materna. Luego, paulatinamente ingresarán a una dieta basada en pasto y balanceado para que posteriormente a los 18 meses entren a un proceso de producción de leche basado en la reproducción de crías.

Productividad: La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa.

Productividad laboral: Según los investigadores Stephen y Timothy (2013) la productividad laboral es el proceso eficaz de las personas que desarrolla su trabajo dentro de una unidad productiva, la cual es de mucha utilidad para la organización en el logro de sus objetivos.

Deficitario: Falta o escasez de algo que se juzga necesario.

Minifundio: Propiedad agrícola de pequeña extensión que resulta poco rentable porque no puede dar el fruto suficiente para pagar el trabajo que exige su explotación.

Forraje: Plantas que son cultivadas con el fin de alimentar a los animales.

Mastitis: Inflamación en el tejido mamario que a veces implica una infección. Produciendo dolor, hinchazón y enrojecimiento en los pechos, presentando fiebre y escalofríos.

Oxitocina: Hormona producida por la hipófisis, que estimula la contracción uterina y la secreción de leche en la glándula mamaria.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de tipo correlacional no experimental.

La investigación correlacional es un tipo de investigación que permite medir y evaluar la relación estadística entre las variables productividad con el tipo de ganado, el manejo productivo y la sanidad animal; tratando de explicar de esta manera la productividad de esta actividad pecuaria; para lo cual se supone mantener constantes los demás factores que puedan estar relacionados (clima, organización productiva, entorno económico, etc) Tamayo y Tamayo (1999) definen la investigación correlacional como aquella destinada a establecer relaciones estadísticas entre características o fenómenos, pero que no conduce directamente a establecer relaciones de causa y efecto entre ellos. Este tipo de investigación es un método no experimental, en el cual el investigador mide las variables y luego evalúa la relación estadística entre ellas mediante un modelo de regresión lineal. En resumen, la investigación correlacional es útil para comprender y cuantificar la relación entre diferentes aspectos o fenómenos, pero no permite establecer una relación de causa y efecto entre ellos.

Es no experimental debido a que no realiza ninguna manipulación de las variables del estudio, es decir no modificamos las formas de la producción lechera, solamente registramos los datos sin alterar a la unidad de observación (vaca en producción). Según Hernández, Fernández y Baptista, (2010, p. 149) la investigación no experimental, consiste en estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

3.2. Objeto de estudio

Esta referido a la producción lechera, es decir a las vacas en etapa de producción de leche en la Comunidad Campesina de Michiquillay.

3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis fue el ganado lechero conformado por las vacas en producción.

3.4. Unidad de observación

La unidad de observación es la producción de leche.

3.5. Diseño de la investigación

Citando a Bisquerra (2004) el diseño a utilizar en el estudio para el análisis y discusión de resultados corresponde a un estudio cuantitativo dado que se registra información de la producción de leche y de los factores utilizados en dicho proceso, para, posteriormente proceder con el tratamiento estadístico y econométrico de la información desarrollado en dos fases: 1) A nivel descriptivo, con tablas de distribución de frecuencias absolutas y porcentuales, y, 2) A nivel inferencial, a través de la estimación de un modelo de regresión lineal de la función de producción y de la prueba de hipótesis correspondiente.

Descriptivo

Según (Hernández, 2014, pág. 93) los estudios descriptivos permiten detallar el estudio de la productividad de leche y los factores que la explican y eventos, es decir cómo es y cómo se manifiesta el proceso productivo de la leche y busca especificar propiedades importantes interrelacionadas como son los diferentes elementos que se integran en el proceso productivo para que sea sometido a análisis.

No experimental

Como explica (Hernández, 2014, pág. 152) este tipo de estudio se caracterizó por la “no manipulación deliberada de las variables por parte del investigador”. A su vez, (Kerlinger, F. y Lee, H., 2002, pág. 504) señalaron que “la investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones no son manipulables”.

Transversal, (Hernández, 2014, pág. 118) su alcance es transversal ya que los datos se recopilaron en un solo momento.

En cuanto al enfoque, se ha utilizado el enfoque cuantitativo, teóricamente como lo indica Hernández (2014) menciona lo siguiente: “el uso de la recolección de datos para probar hipótesis con base en la mediación numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento” (p. 6), por lo mencionado el estudio se asignará números a características cualitativas como: cantidad de producción, la raza, la sanidad, etc; para lo cual se toma escalas de valor como referencia, lo que permite hallar estadísticas de dichas cualidades, para el caso de registros de producción de leche por vaca según diferentes características como son su edad, su raza, el periodo de lactación, la alimentación recibida, etc.

3.6. Población y muestra

Población. Está conformada por las 596 vacas en producción de los hatos lecheros de la comunidad campesina de Michiquillay.

Muestra. Debido a las características similares de producción en la comunidad se elige una muestra por conveniencia en donde se escoge al azar 60 vacas en producción de los hatos lecheros de la comunidad campesina de Michiquillay.

3.7. Métodos generales de la investigación

Analítico. Entendiendo el análisis como un procedimiento para llegar a la comprensión mediante la descomposición de los factores de la producción lechera en sus elementos constitutivos como son el proceso de alimentación, la sanidad, y el manejo productivo de modo que cada uno de dichos elementos son analizados en detalle para entender mejor la productividad (Lopera et al., 2010b),

Sintético. El método sintético es un proceso de análisis de razonamiento que busca la forma de reconstruir y explicar la productividad en base a los factores que la explican

de manera resumida mediante un modelo econométrico, valiéndose de los diferentes elementos de la producción lechera descompuestos en dimensiones e indicadores que generan datos para luego ser modelados.

3.8. Métodos específicos de la investigación

Método econométrico

Los métodos econométricos son procedimientos para manejar datos cuantitativos mediante técnicas de recolección, recuento, presentación, descripción y análisis. permiten comprobar hipótesis o establecer relaciones de la producción lechera mediante la modelización matemática que es un método que posibilita describir alguna parte del mundo real en términos matemáticos. Modelos econométricos han sido construidos en todas las ciencias y la economía también lo ha utilizado ampliamente. Los elementos que lo componen son tomados del cálculo, el álgebra, la geometría y otros campos afines; entendiendo como modelo “una representación o abstracción de la realidad económica”.

3.9. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Para esta investigación se utiliza el registro de producción de leche por vaca como técnica de recolección de datos y como instrumento la hoja de registro. Según (López y Fachelli, 2015, pág. 8).

3.10. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Implica elaborar un plan detallado de procedimientos que conduzcan a reunir datos con un propósito específico del análisis de la productividad. Se tomó en cuenta indicadores estadísticos generados mediante softwares especializados como es el SPSS.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La información obtenida de las vacas en producción respecto a las variables de estudio, basados en el tipo de ganado, su alimentación y la sanidad y como influyen en la productividad medida por la producción diaria de leche se muestra a continuación.

4.1. La producción de leche

Tabla 4.

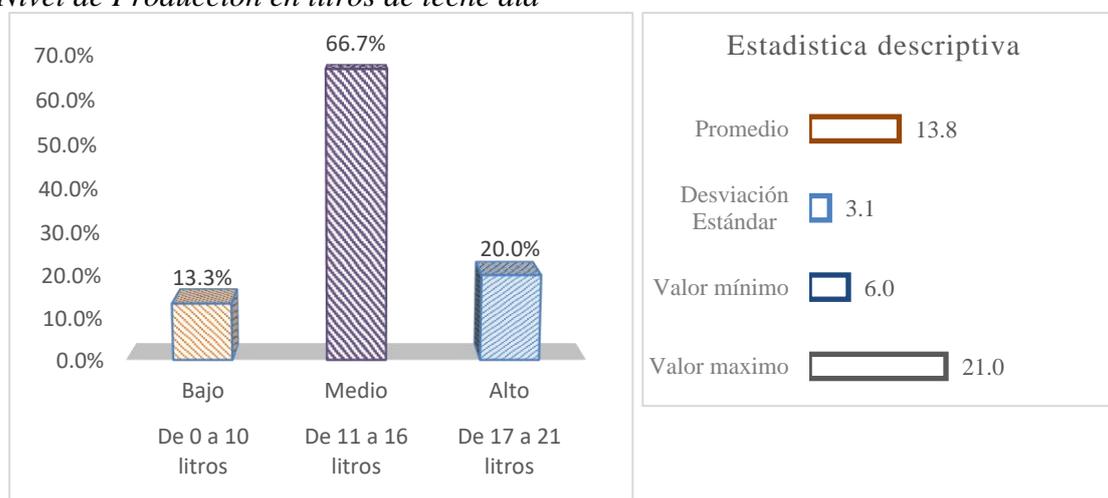
Producción en litros de leche día

Intervalo de frecuencia	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
De 6 a 10 litros	Bajo	8	13.3%	13.3%
De 11 a 16 litros	Medio	40	66.7%	80.0%
De 17 a 22 litros	Alto	12	20.0%	100.0%
Total		60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 4.

Nivel de Producción en litros de leche día



Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Interpretación:

Los resultados que se describen en detalle en la Figura 4: Nivel de Producción en litros de leche día; determina que el 66.7 por ciento de las vacas en producción registran

un nivel medio de producción de leche entre 11 y 16 litros diarios, el 20 por ciento registra un nivel alto de producción entre 17 y 21 litros y una proporción menor del 13.3 por ciento obtienen nivel bajo de producción de entre 6 a 10 litros diarios respecto a los intervalos de frecuencias considerados para su clasificación.

Respecto a los indicadores estadísticos de la dimensión, los datos describen que el nivel promedio alcanzado en una escala de producción de 6 a 21 litro de leche fue de 13.8 litros diarios; la desviación estándar fue de 3.1 litros de leche, la producción máxima registrada fue de 21 litros y la producción mínima que se registro fue de 6 litros respectivamente.

4.2. La raza del ganado bovino

Tabla 5.

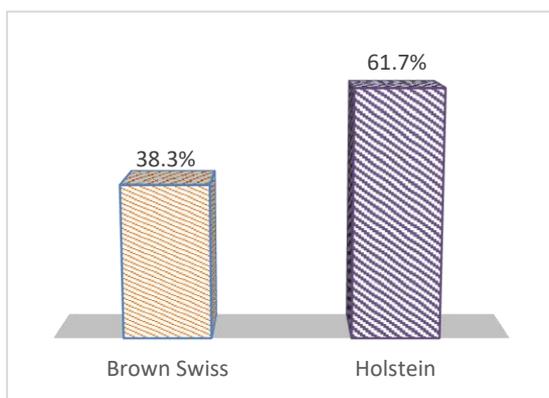
Resultados respecto a la Raza del animal

Raza	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Brown Swiss	23	38.3%	38.3%
Holstein	37	61.7%	100.0%
Total	60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 5.

Resultado respecto a la raza del animal



Los resultados que se describen en detalle en la Figura 5: Resultado respecto a la raza del animal; el 61.7 por ciento de las vacas en producción son de raza Holstein ganado más apropiado para la producción de leche en la zona. complementariamente una proporción importante del 38.3 del ganado es de raza Brown Swiss.

4.3. Edad en meses de la vaca

Tabla 6

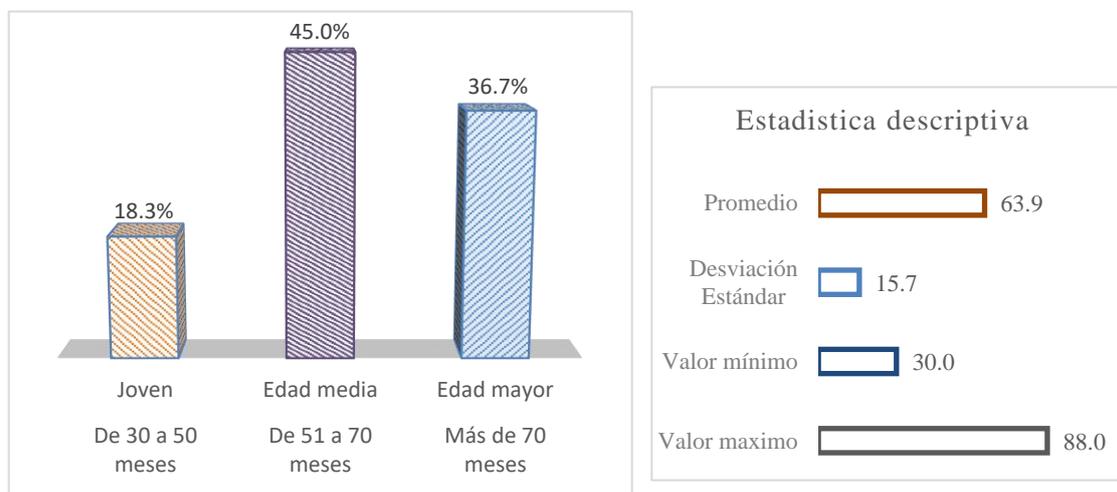
Resultados de la edad en meses de la vaca en producción

Edad	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
De 30 a 50 meses	Joven	11	18.3%	18.3%
De 51 a 70 meses	Edad media	27	45.0%	63.3%
Más de 70 meses	Edad mayor	22	36.7%	100.0%
Total		60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 6.

Resultado respecto al número de partos



Interpretación:

Los resultados que se describen en detalle en la Figura 6: Resultado respecto a la edad del ganado; determina que el 45 por ciento de las vacas sometidas al estudio registran entre 51 y 70 meses de edad encontrándose en una edad media, el 18.3 por ciento registra

una edad joven entre 30 y 50 meses y solamente la proporción 36.7 por ciento son vacas que registran más de 70 meses de edad es decir de edad adulta; determinado que en la zona de estudio se representa una preferencia marcada por el ganado de edad media y joven. Respecto a los indicadores estadísticos, los datos describen que el nivel promedio es de 63.9 meses; la desviación estándar fue de 15.7 meses, la edad máxima registrada del animal es 88 meses y la edad mínima de la vaca en producción fue de 30 meses para esta dimensión que forma parte de la variable calidad del ganado.

4.4. El peso en Kg. de la vaca productora de leche

Tabla 7.

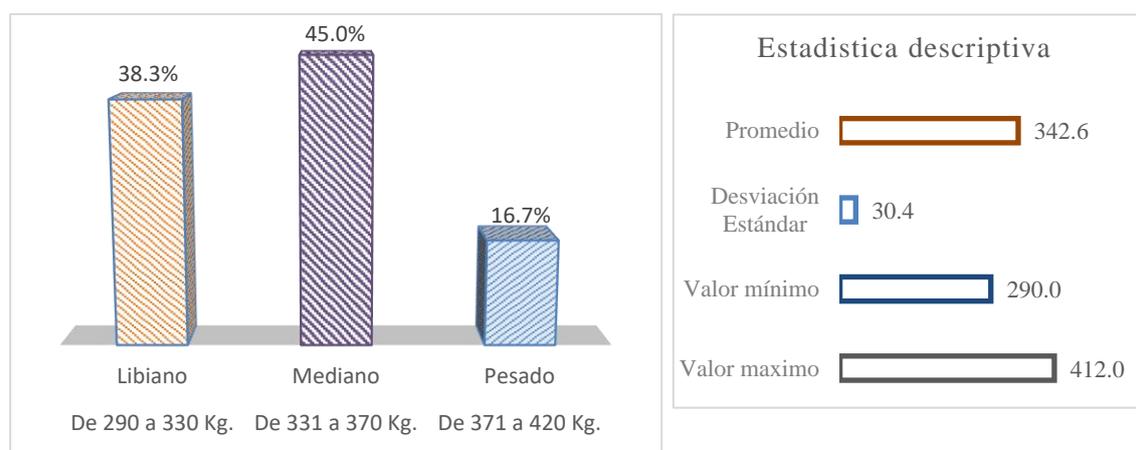
Calificación obtenida en la dimensión Peso del animal en Kg.

Intervalo de frecuencia	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
De 290 a 330 Kg.	Libiano	23	38.3%	38.3%
De 331 a 370 Kg.	Mediano	27	45.0%	83.3%
De 371 a 420 Kg.	Pesado	10	16.7%	100.0%
Total		60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 7

Resultados respecto al peso del animal en Kg.



Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Interpretación:

Los resultados que se describen en detalle en la Figura 7: Resultados respecto a la dimensión Peso del animal en Kg.; el 45 por ciento de las vacas en estudio registran un peso entre 331 y 370 Kg. considerado como peso medio, el 16.7 por ciento alcanza un peso considerado alto entre 371 y 420 Kg. una proporción importante del 38.3 por ciento registró un peso considerado como liviano entre 290 y 330 Kg. respectivamente.

Respecto a los indicadores estadísticos de la dimensión, los datos describen que el nivel promedio alcanzado en una escala del 290 a 420 Kg. de peso del animal este fue de: 342.6 Kg.; la desviación estándar fue de 30.4 Kg. el peso máximo registrado fue de 412 Kg. y el peso mínimo que se obtuvo fue de 290 Kg. respectivamente.

4.5. Tipo de alimentación

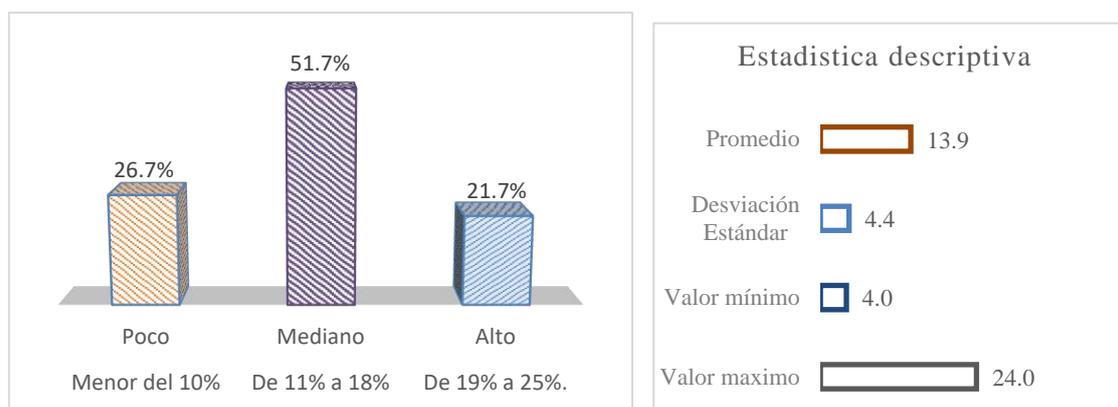
Tabla 8: Porcentaje de Concentrado en la alimentación

Cantidad de concentrado	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Menor del 10%	Poco	16	26.7%	26.7%
De 11% a 18%	Mediano	31	51.7%	78.3%
De 19% a 25%.	Alto	13	21.7%	100.0%
Total		60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 8

Resultados respecto al % de Concentrado en la alimentación



Interpretación:

Los resultados que se describen en detalle en la Figura 8: Resultados respecto a la dimensión % de Concentrado en la alimentación; el 51.7 por ciento de las vacas en estudio registran un consumo de concentrado de entre 11% y 18% en su alimentación. considerado como un consumo medio de concentrado en su dieta, el 21.7 por ciento alcanza un consumo alto entre 18% y 25% de concentrado en su dieta. una proporción menor del 26.7 por ciento registró un consumo considerado bajo menor al 10% de concentrado en su dieta. respectivamente.

Respecto a los indicadores estadísticos de la dimensión, los datos describen que el nivel promedio alcanzado en una escala del 4% al 25% de concentrado en su alimentación fue de: 13.9 por ciento; la desviación estándar fue de 4.4 por ciento. el consumo máximo registrado fue de 24 por ciento y el consumo mínimo que se obtuvo fue de 4 por ciento en su alimentación respectivamente.

4.6. Consumo de agua de la vaca productora de leche

Los resultados que se describen en detalle en la Figura 9: Resultados respecto a la dimensión consumo de agua litros día; el 58.3 por ciento de las vacas en estudio registran un consumo de entre 31 y 40 litros de agua al día. considerado como un consumo medio, el 18.3 por ciento alcanza un consumo alto entre 41 y 50 litros de agua al día en su dieta; una proporción menor del 23.3 por ciento registró un consumo considerado bajo menor a 30 litros de agua en su dieta diaria respectivamente.

Respecto a los indicadores estadísticos de la dimensión, los datos describen un promedio de consumo de agua en una escala de 25 litros a 48 litros día en su alimentación fue de: 35.5 litros día; la desviación estándar fue de 5.4 litros día. el consumo máximo

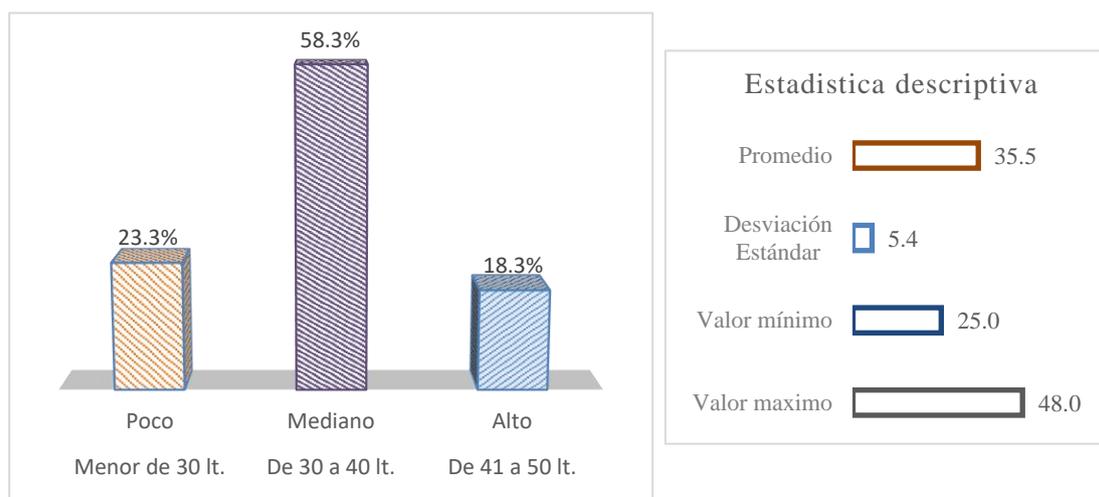
registrado fue de 48 litros día y el consumo mínimo que se obtuvo fue de 25 litros día en su alimentación respectivamente.

Tabla 9.
Consumo de agua litros día

Intervalo de frecuencia	Nivel	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Menor de 30 litros	Poco	14	23.3%	23.3%
De 30 a 40 litros	Mediano	35	58.3%	81.7%
De 41 a 50 litros	Alto	11	18.3%	100.0%
Total		60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 9
Resultados respecto a la dimensión consumo de agua litros día



4.7. Tipo de ordeño de la vaca productora de leche

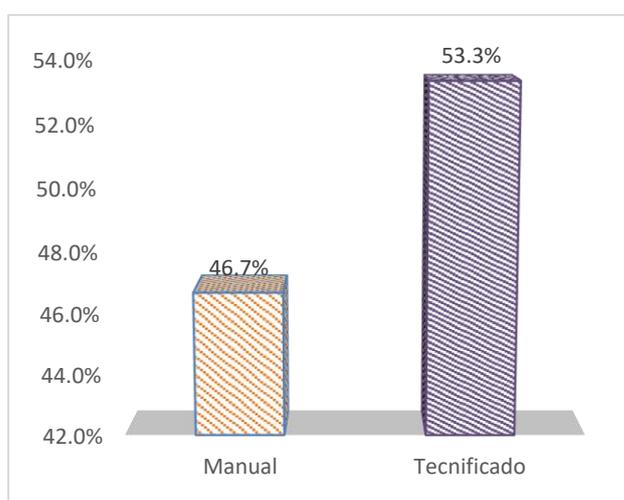
Los resultados que se describen en detalle en la Figura 10: Resultado respecto al tipo de ordeño; el 53.3 por ciento de las vacas en producción son ordeñadas en forma tecnificada mediante el uso de ordeñadoras mecánicas procedimiento más apropiado para la producción de leche en la zona. complementariamente una proporción importante del 46.7 del ganado es ordeñado de la forma tradicional en forma manual.

Tabla 10.
Resultados respecto al tipo de ordeño de la vaca

Tipos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Manual	28	46.7%	46.7%
Tecnificado	32	53.3%	100.0%
Total	60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 10.
Resultado respecto al tipo de ordeño



4.8. Tipo de ordeño de la vaca productora de leche

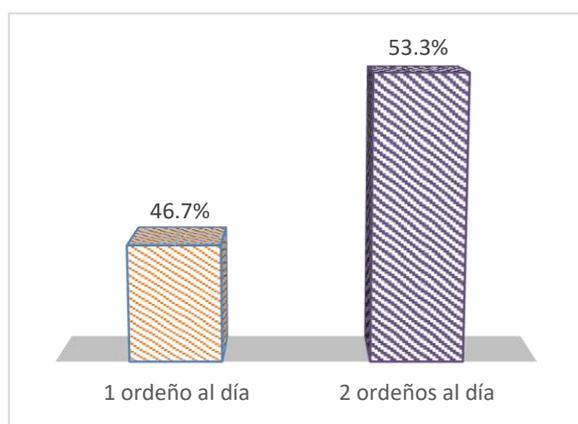
Los resultados que se describen en detalle en la Figura 11: Resultado respecto a la cantidad de ordeños día; el 53.3 por ciento de las vacas en producción son ordeñadas dos (02) veces al día, procedimiento más apropiado para la producción de leche en la zona. complementariamente una proporción importante del 46.7 del ganado es ordeñado solamente una (1) vez al día.

Tabla 11
Resultados respecto a la cantidad de ordeños día

Nº de ordeños	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 ordeño al día	28	46.7%	46.7%
2 ordeños al día	32	53.3%	100.0%
Total	60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 11
Resultado respecto a la cantidad de ordeños día



Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

4.9. Periodo de lactancia de la vaca productora de leche

Los resultados que se describen en detalle en la Figura 12: Resultados respecto a la dimensión periodo de lactancia en días; el 51.7 por ciento de las vacas en estudio se encuentran entre 101 y 200 días de lactación. considerado como la etapa media de producción, el 21.7 por ciento se ubica en un periodo entre 201 y 300 días de lactación considerado como la etapa final de la producción. una proporción del 26.7 por ciento se encuentra en un periodo menor a 100 días de lactación que representa la etapa inicial de producción de leche respectivamente.

Tabla 12.

Calificación obtenida en la dimensión Periodo de lactancia en días

Intervalo de frecuencia	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Menor a 100 días	Etapa inicial	18	30.0%	30.0%
De 101 a 200 días	Etapa Media	30	50.0%	80.0%
De 200 a 294 días	Etapa final	12	20.0%	100.0%
Total		60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 12

Resultados respecto a la dimensión Periodo de lactancia en días



Respecto a los indicadores estadísticos de la dimensión, los datos describen que el nivel promedio alcanzado en una escala de 0 a 300 días de producción por animal fue de: 159 días, la desviación estándar fue de 63 días, el valor máximo registrado fue de 294 días y el valor mínimo que se obtuvo fue de 24 días del periodo de lactación respectivamente.

4.10. Sanidad del ganado

Los resultados que se describen en detalle en la Figura 13: Resultado respecto al cumplimiento del calendario sanitario; el 53.3 por ciento de las vacas en producción si cumplen con su respectivo calendario sanitario, es decir tiene buena salud complementariamente una proporción importante del 46.7 del ganado no tiene un adecuado manejo sanitario.

Tabla 13

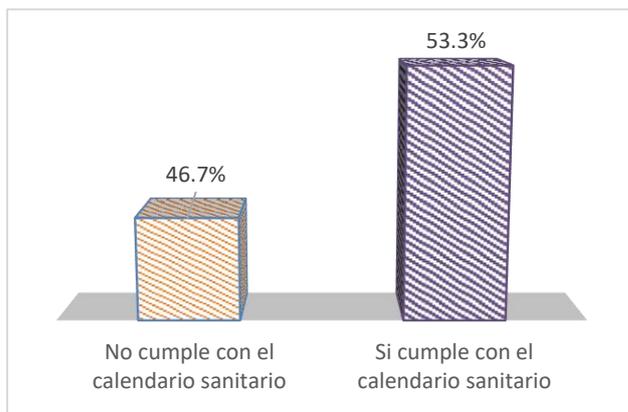
Resultados respecto al cumplimiento del calendario sanitario

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
No cumple con el calendario sanitario	28	46.7%	46.7%
Si cumple con el calendario sanitario	32	53.3%	100.0%
Total	60	100%	

Nota. Resultados de la hoja de registro de la vaca en el hato lechero

Figura 13

Resultado respecto al cumplimiento del calendario sanitario



4.11. Modelo de regresión múltiple¹ de productividad

La investigación propuso que la producción de leche se basa en las condiciones del ganado lechero, los factores que determinan la producción por animal están relacionados principalmente por la calidad del ganado y el manejo del mismo, para obtener el mejor ajuste de la función de producción se elige para la presente investigación una ecuación multivariable que incorpora tres variables dummy, aquellas que solo poseen valor cero y uno (Gujarati, 2020, p.38), planteando un modelo de regresión con múltiples variables que describe la relación funcional de (variable dependiente Y) respecto a (variables independientes X) (Gujarati y Porter, 2009, p. 526). Es así que el modelo es una función potencia tipo Cobb Douglas que se muestra a continuación:

$$\text{Prodi} = \beta_0 \text{Concent}_i^{\beta_1} \text{Dlac}_i^{\beta_2} \text{Peso}_i^{\beta_3} \text{Sanid}_i^{\beta_4} \text{Mes}_i^{\beta_5} \text{Agua}_i^{\beta_6} \text{Raza}_i^{\beta_7} \text{Tordeño}_i^{\beta_8} \text{Tordeño}_i^{\beta_9} u_i$$

¹ Utilizamos regresión lineal múltiple cuando estudiamos la posible relación entre varias variables independientes (predictoras o explicativas) y otra variable dependiente (criterio, explicada, respuesta). La regresión lineal múltiple permite generar un modelo lineal en el que el valor de la variable dependiente o respuesta (Y) se determina a partir de un conjunto de variables independientes llamadas predictores (X_1, X_2, X_3, \dots). Es una extensión de la regresión lineal simple, por lo que es fundamental comprender esta última. Los modelos de regresión múltiple pueden emplearse para predecir el valor de la variable dependiente o para evaluar la influencia que tienen los predictores sobre ella (esto último se debe que analizar con cautela para no malinterpretar causa-efecto).

Los modelos lineales múltiples siguen la siguiente ecuación:

$$Y_i = (\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_n X_{ni}) + u_i$$

β_0 : es la ordenada en el origen, el valor de la variable dependiente Y cuando todos los predictores son cero.

β_i : es el efecto promedio que tiene el incremento en una unidad de la variable predictora X_i sobre la variable dependiente Y, manteniéndose constantes el resto de variables. Se conocen como coeficientes parciales de regresión.

u_i : es el residuo o error, la diferencia entre el valor observado y el estimado por el modelo.

Según lo señalado este modelo utiliza una función potencias que para su mejor tratamiento se debe linealizar dicha función aplicando logaritmos a las variables de estudio, quedando de la siguiente manera:

$$\text{LogProd}_i = \log\beta_0 + \beta_1 \log \text{Concent}_i - \beta_2 \text{LogDlac}_i + \beta_3 \log \text{Peso}_i + \beta_4 \log \text{Sanid}_i - \beta_5 \log \text{Mes}_i + \beta_6 \log \text{Agua}_i + \beta_7 \text{Raza}_i + \beta_8 \log \text{Tordeño}_i + \beta_9 \text{LogQordeño}_i + \log u_i$$

Donde:

Concent = Porcentaje de concentrado en la alimentación.

Dlac = Días del periodo de lactancia de la vaca

Peso = Peso en Kg. de la vaca

Sanid = Sanidad del ganado donde 0 = insana y 10 = sana

Mes = Edad en meses de la vaca

Agua = litro/día de agua consumido por vaca.

VARIABLES DUMMY

Raza = Raza del ganado donde 0 raza Brown Swiss y 1 raza Holstein

Qordeno = Cantidad de ordeños/día donde 0 = 1 ordeño y 1 = 2 ordeños.

Tordeno = Tipo de ordeño donde 0 = ordeño manual y 1 = ordeñadora.

Los coeficientes de los parámetros se interpretan de la siguiente forma:

β_0 = El valor de la variable dependiente Y cuando todos los predictores son cero.

β_1 = El aporte a la producción del porcentaje de concentrado en la alimentación

β_2 = El aporte a la producción de los días del periodo de lactancia de la vaca

β_3 = El aporte a la producción del peso en Kg. de la vaca

β_4 = El aporte a la producción según la edad en meses de la vaca

β_5 = El aporte a la producción por cada litro/día de agua consumido por vaca

β_6 = El aporte a la producción según nivel de salud de la vaca

Respecto a las variables dummy

β_7 = El aporte a la producción si la raza es Holstein

β_8 = El aporte a la producción si se utiliza ordeñadora automática

β_9 = El aporte a la producción si hay 2 ordeños/día

Los coeficientes de regresión de la variable tipo del ganado son: β_3 , β_4 y β_7 ; respecto a los coeficientes de regresión de la variable manejo del ganado son: β_1 , β_2 , β_5 , β_8 y β_9 ; el

coeficiente de regresión de la variable sanidad del animal es: β_6 y u_i representa el error aleatorio. Los errores (u_i) se suponen no correlacionados, con media cero y varianza desconocida (Gujarati y Porter, 2009, p. 154).

Ahora el modelo de productividad inicial (medido por la producción diaria de litros de leche por vaca) es una función que tiene nueve variables explicativas o dependientes dentro de las cuales tres son variables dummy (dichas variables no pueden ser convertidas a logaritmos naturales por lo que no pueden ser incorporadas al modelo). Al correr el modelo en el software Eviews 10 y establecer la mejor estimación basado en la significancia individual de los coeficientes beta; este considera como valido estadísticamente al siguiente modelo:

$$\text{LogProd}_i = \beta_1 \log \text{Concent}_i - \beta_2 \text{LogDlac}_i + \beta_3 \log \text{Peso}_i + \beta_4 \log \text{Sanid}_i + \log u_i$$

Los resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14
Resultados del modelo de regresión múltiple

Dependent Variable: LOG(PROD)
Method: Least Squares
Date: 07/18/24 Time: 12:15
Sample: 1 60
Included observations: 60

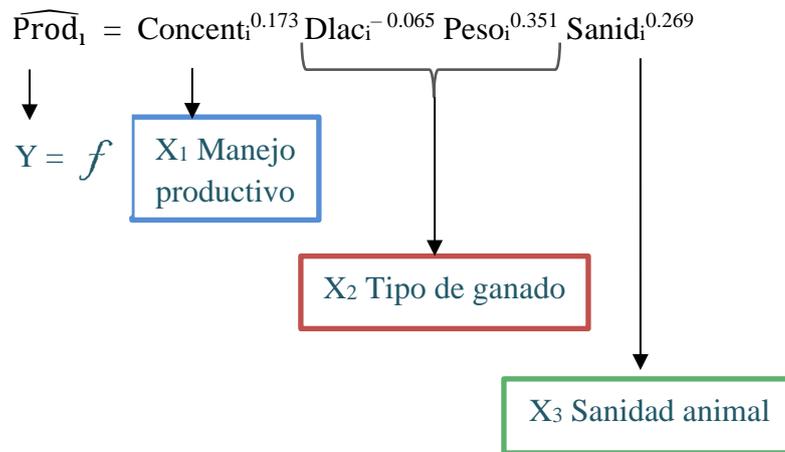
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(CONCENT)	0.172866	0.038559	4.483201	0.0000
LOG(DLAC)	-0.065384	0.021687	-3.014844	0.0039
LOG(PESO)	0.351476	0.030723	11.44001	0.0000
LOG(SANID)	0.268924	0.034519	7.790562	0.0000
R-squared	0.957316	Mean dependent var		2.606527
Adjusted R-squared	0.955030	S.D. dependent var		0.231510
S.E. of regression	0.049094	Akaike info criterion		-3.125804
Sum squared resid	0.134974	Schwarz criterion		-2.986181
Log likelihood	97.77412	Hannan-Quinn criter.		-3.071190
Durbin-Watson stat	1.841502			

Nota: Datos de hojas de registro de los hatos lecheros procesado en Eviews 10

La expresión econométrica del modelo es la siguiente

$$\widehat{\text{LogProd}}_i = 0.173 \log \text{Concent}_i - 0.065 \text{LogDlac}_i + 0.351 \log \text{Peso}_i + 0.269 \log \text{Sanid}_i$$

Teniendo la función en logaritmos procedemos a convertir la ecuación a la función potencia original aplicando las propiedades de los logaritmos quedando definido de la siguiente manera:



Que representa la función de producción tipo Cobb Douglas propuesta para la presente investigación.

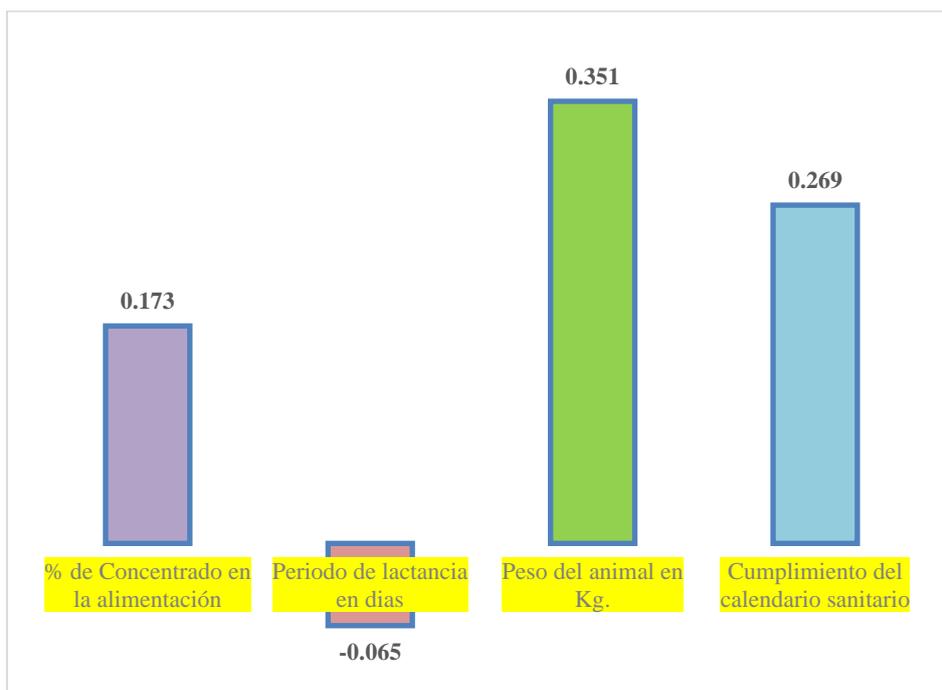
Interpretación de resultados

La figura 14 muestra el aporte de cada uno de los factores que explican la producción de leche; tomando como referencia a Gujarati (2009, p. 207) los valores de beta β representan la elasticidad (parcial) de la producción respecto a los factores estimados como son el alimento (concent) periodo de lactancia (dlac) peso del animal (peso) y nivel de salud (sanid) respecto al cambio porcentual en la producción debido a una variación de 1% en cada uno de dichos factores, manteniendo constante los demás; así se puede detallar que:

El principal factor que favorece la producción de leche es el peso del animal determinando que el incremento del 1% en el peso genera un incremento en el rendimiento de la producción de leche en 0.35%; el siguiente factor en relevancia es la sanidad del animal, los resultados señalan que la mejora del 1% en la sanidad de la vaca mejora la producción de litros de leche diarios en 0.27%. De la misma forma se aprecia que el incremento de 1% de concentrado en su dieta mejora el rendimiento de la producción de leche en 0.17%.

Figura 14.

Aporte por factor a la producción de litros de leche diario por vaca



Fuente: Datos de la tabla 14

La figura 14 también describe al factor que genera la disminución de la producción; así tenemos que a más días de lactancia (medido por los días de lactancia desde el parto) la producción de leche tiende a decaer, el incremento del 1% en el periodo de lactancia reduce la producción de leche en 0.065%,

El modelo en su conjunto explica los factores determinantes de la producción de leche, es preciso señalar así mismo que el valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0.957$ establece que la producción de litros/día de leche por vaca es explicada en un 95.7% por los factores detallados en el modelo indicando un alto nivel de ajuste entre cada una de las variables explicativas con la variable dependiente del estudio.

4.12. Prueba de significancia general del modelo de productividad

Procedemos a plantear las hipótesis para este caso:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_4 = 0$ La producción no es explicada mediante el modelo

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_4 \neq 0$ La producción si es explicada mediante el modelo

Esta hipótesis nula es una hipótesis conjunta de que los valores β son iguales a cero en forma conjunta o simultánea. Una prueba de tal hipótesis se denomina prueba de significancia general de la línea de regresión observada o estimada, es decir, si la producción está relacionada o no con todos los factores de la producción señalados en el modelo a la vez.

Para realizar esta prueba de hipótesis procedemos de la siguiente manera

Paso 1: Hallamos el valor de $F_{calculado}$

$$F_{calculado} = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{(1-R^2)}{(n-k)}}$$

$$F_{calculado} = \frac{\frac{0.957}{4}}{\frac{(1-0.957)}{(60-4)}} = 311.58$$

Donde:

n = número de datos del estudio

k = número de coeficientes de la regresión

R^2 = coeficiente de determinación

Paso 2: Hallamos el valor de F_{tabulado} para nivel de confianza de 95%, que el nivel de significancia $\alpha = 5\%$ y 4 g.l en el numerador y con (n-5) 55 g.l. en el denominador.

$$F_{\text{tabulado}} = 4.15$$

Paso 3: Regla de decisión

Lo que verificamos a continuación es si el valor 311.58 cae en la región de aceptación o de rechazo de la H_0 . (para este caso se aceptaría la hipótesis nula si el $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabulado}}$)

Dado que el $F_{\text{calculado}} = 311.58$ es mayor que el $F_{\text{tabulado}} = 4.15$ no se cumple con la condición para aceptar la H_0 . Por lo tanto, RECHAZAMOS la H_0 en FAVOR de la H_1 . Entonces podemos afirmar con un 95% de confianza que $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_4 = 0$ por lo tanto, la producción de leche si es explicada mediante el modelo propuesto.

4.13. Discusión de resultados

Respecto a la productividad de la ganadería lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay, el estudio es afín a lo determinado por Avilez Ruiz (2012) quien señala la importancia del conocimiento del ganadero en el manejo reflejado en el tipo de ordeño, la alimentación y la sanidad animal como factores preponderantes en la producción de leche. A lo señalado se complementa con lo señalado por García Hoyos (2017) quien otorga importancia a los días de lactancia y a problemas reproductivos (retraso del celo o infertilidad) causados por la mala alimentación y la presencia de parásitos internos que influye en los rendimientos de producción de leche.

Respecto a las cualidades de la zona respecto a la producción lechera el estudio establece que los factores preponderantes de la producción son (a) la calidad del ganado explicada por la raza, el peso, la edad y la sanidad a lo cual se complementa con (b) el

manejo del ganado para la producción, explicada por la alimentación, el consumo de agua, el tipo y la cantidad de ordeño, los días de lactación como los factores más relevantes. Estos resultados son concordantes con lo afirmado por Morales Chandomi (2018) quien estudió las influencias que ejercían algunos factores de orden fisiológico y ambiental, sobre la producción de leche, siendo esta principalmente: identificación del animal; mes de parto; temperatura del mes de parto y la edad del animal. A dichas afirmaciones se debe agregar la raza del ganado ya que según Beteta Pacheco (2021) quien determina para campañas de vacas Brown Swiss en promedio de producción real de leche fue de 8 656 kg con una duración promedio de 344 días, quien también desarrolla ecuaciones para el modelamiento de la curva de lactación según pico de producción y niveles de persistencia para vacas según número de partos.

La tesis identifico de igual modo que la alimentación con concentrado es también es de vital importancia dado que agregar un 1% de concentrado en su dieta mejora el rendimiento en 0.17% litros/día por vaca; este aspecto es coincidente con lo estudiado por Niño Ramos (2020) en su tesis “Sistemas de producción de leche en la campiña de Cajamarca y su efecto sobre el grado de acidosis en el ganado y la composición de la leche” en donde evaluó dos sistemas de producción de leche, uno basado en solo forraje (sistema A) y otro forraje más concentrado (sistema B) sobre la producción lechera y composición de la leche en vacas lecheras de la campiña de Cajamarca, siendo los resultados que la producción de leche/vaca/día fue superior por el aporte del concentrado en los periodos 50 y 100 días posparto de las vacas del sistema B. El consumo de materia seca en ambos sistemas fue deficitario lo que genera una menor capacidad de producción lechera por vaca.

De suma importancia también es lo expuesto por Rodríguez Lezcano (2013) y Multhuapft y Romero (2017), quienes afirman que la asociatividad de ganaderos hace que

se beneficien del conocimiento que trae consigo una Asociación, en cuanto a capacitaciones técnicas de tipo de ganado y manejo productivo, que influyen positivamente en el rendimiento de la leche, lo cual actualmente en la zona ganadera de Michiquillay gracias al FONDO SOCIAL del proyecto minero han promovido este tipo de especializaciones con la única finalidad de sacar a flote las actividades tradicionales y una de las mas beneficiadas es la ganadería.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La investigación estimó un modelo econométrico con un R^2 de 0.957, lo que valida robustamente la hipótesis de que "la productividad de la ganadería lechera está explicada por el tipo de ganado, la sanidad y el manejo productivo". La prueba F confirma la validez del modelo en su totalidad, respaldando su capacidad para explicar la variabilidad en la productividad lechera.

El estudio revela que el 66.7% de las vacas registran una producción media de leche, con un rango de 11 a 16 litros diarios. El 20% de las vacas alcanzan niveles altos de producción, entre 17 y 21 litros diarios, mientras que el 13.3% restante presenta una producción baja, entre 6 y 10 litros diarios. Estos resultados proporcionan una visión clara de la distribución de la productividad lechera en la muestra estudiada.

La investigación identificó los principales factores que influyen en la productividad lechera en la Comunidad Campesina de Michiquillay. El peso del animal se destaca como el factor más significativo, con un incremento del 1% en el peso del ganado asociado a un aumento del 0.35% en la producción de leche. La sanidad del animal es el segundo factor más relevante, donde una mejora del 1% en la sanidad se traduce en un aumento del 0.27% en la producción diaria de leche. Asimismo, un incremento del 1% en el concentrado alimenticio en la dieta del ganado mejora el rendimiento lechero en un 0.17%. Estos hallazgos subrayan la importancia de optimizar estos factores para mejorar la productividad lechera.

5.2. Recomendaciones

Para los productores lecheros: Es fundamental que los productores lecheros reconozcan que el peso del ganado es un factor crucial que influye directamente en la productividad de la leche. Por lo tanto, deben priorizar la alimentación adecuada de su ganado para maximizar la producción lechera. Una nutrición balanceada y adecuada no solo mejora el peso del ganado, sino también su rendimiento general.

Para los investigadores agropecuarios: Se recomienda que los investigadores agropecuarios utilicen los hallazgos de esta tesis como una base teórica para profundizar en el estudio de la productividad ganadera en la región. Esta investigación ofrece una perspectiva valiosa que puede ayudar a identificar y potenciar las ventajas comparativas del sector ganadero en la región.

Para las autoridades en el sector agropecuario: Las autoridades encargadas de la productividad agropecuaria deben promover programas de capacitación para los ganaderos, enfocándose en la gestión adecuada del ganado. Es esencial que se subraye la importancia de mantener ganado de alta calidad, bien alimentado y con un buen estado de salud para mejorar la productividad en la región. Implementar estas medidas contribuirá a un desarrollo más sostenible y eficiente del sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, Sweeney, Williams. “Estadística para negocios y economía”. 11ª Edición; CENGAGE Learning, Mexico, 2012.
- Aparicio Macarro (1987) “El cerdo ibérico” Ingrasa. Cádiz.
- Avilez Ruiz (2012) “*Caracterización de la producción bovina lechera en la IX y X Región (Chile)*” Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. Tesis Doctoral.
<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/8385/2012000000669.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Baca Vásquez (2020) “*Propuesta de un Modelo de Internacionalización para el Sector Lácteo del Distrito de Cajamarca con vías de Exportación*”. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrel. Facultad de Ciencias Empresariales y Administrativas Carrera Profesional de Administración y Negocios Internacionales.
<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/305/PROPUESTA%20DE%20UN%20MODELO%20DE%20INTERNACIONALIZACION%20PARA%20LAS%20EMPRESAS%20DEL%20SECTOR%20LACTEO%20DE%20CAJAMARCA%20CON%20VIAS%20DE%20EXPORTACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bavera G. (2005). Lactancia y destete definitivo. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
- Bernet y Tapia (2019). “*Análisis de los Sistemas de Producción en la Microcuenca de la Encañada – Cajamarca*”. Documento Base para Investigaciones y Acciones Futuras en la Sierra Norte del Perú.
- Beteta Pacheco (2021) “*Productividad lechera de vacas brown swiss en un establo de La Costa*”. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5165/beteta-pacheco-danillo-javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Callejo, A.2010 .Rutina de ordeño (II)-Rutina pre-ordeño. 11pp.
- Cordonnier, (2003) “Economía de la empresa agraria” Mundi Prensa. Madrid

- Dent y Anderson (2004) “El análisis de sistemas de producción agrícola”. México
- Edenilson, M. (2013). Estructura de la glándula mamaria. 10pp.
- Frank, H. R. (2009). Microeconomía intermedia. Análisis y comportamiento económico. 7.a ed. McGraw-Hill, México
- García Hoyos (2017) “*Caracterización del sistema de producción lechera de la comunidad de Taramaya, Provincia Omasuyos, departamento de La Paz*” Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5211/T-1148.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, O., Ochoa, I. (1987). El ordeño. volumen 2.36pp.
- Gujarati y Porter (2009). “*Econometría*” Quinta edición. McGraw-Hill Companies, Inc. México.
- Henderson, J. M. y Quandt, R. E. (1995). “*Teoría microeconómica. Una aproximación matemática*”. 11.a ed. Ariel, Barcelona.
- Hernández, S. Roberto et. al. (2014). Metodología de la Investigación. 6ª. Edición. México. McGraw Hill.
- INEI (2022) “Cajamarca: Valor Agregado Bruto por Años, según Actividades Económicas Valores a Precios Constantes de 2007 (Miles de soles)”
https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/pbi_dep06_11.xlsx
- INEI (2021) *Estadísticas departamentales*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. www.inei.gov.pe.
- Jiménez (2010) Crecimiento económico: enfoques y modelos. Lima, Departamento de Economía, PUCP.
<https://files.pucp.education/departamento/economia/DDD288.pdf>
- MINAGRI (2017). Estudio de la Ganadería Lechera en el Perú. Dinámica y estructura productiva.

<https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/73/1/Ganaderia%20de%20la%20Leche.pdf>

Morales Chandomi (2018) “*Evaluación de la Producción de Leche del Hato Lechero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*”. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6072/T16940%20Morales%20Chandomi.%20Jos%C3%A9%20Lu%C3%ADs%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Molina, E., Espitia, E. (1985). Ordeño Manual. 46pp.

Multhauptff y Romero (2017) “*Factores Asociados a la Producción, Transformación y Comercialización de Productos Lácteos en las Comunidades de Tambo Real y Ancachuro del Distrito de Zurite, Provincia de Anta 2010 – 2015*”. Tesis de grado. Universidad Andina del Cuzco. https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/1458/Marjorie_Fiorella_Tesis_bachiller_2017.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Niño Ramos (2020) “*Sistemas de producción de leche en la campiña de Cajamarca y su efecto sobre el grado de acidosis en el ganado y la composición de la leche*” Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Cajamarca.

Parra, J., Pizon, S., Correal, W., Cerinza, O., Rodríguez, N., Rojas, A. (2006). Buenas prácticas de ordeño manual para mejorar la calidad de la leche. 17pp.

Pallete, Rodríguez y García (2018) Características de productividad lechera de un establo de la cuenca de Cajamarca. *Anales Científicos*, 79 (2): 466 - 472 (2018). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

Ramos (2012). “Estudio económico de rentabilidad de la producción de leche en el distrito de Locumba” “Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann- Tacna” Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela Académico Profesional de Economía Agraria. [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1682/114_2012_ramos_ortega_1_fcag_economia_agraria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1682/114_2012_ramos Ortega_1_fcag_economia_agraria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Rodríguez Lezcano (2013) “*Estructura Productiva y Exclusión en el Sector Lechero de Cajamarca*”. Universidad Nacional de Cajamarca. EAP. Economía. Cajamarca.
- Riego, M. (2014). Anuario de producción pecuaria. Oficina de estudios económicos y estadísticos.
- Santana, S., Uribe, C. (2013). Rutina de ordeña y calidad higiénica de la leche.8pp.
- Sinópoli, E. (2011). Manual de las buenas prácticas de ordeño. Volumen 1. 320pp.
- Samuelson P.A. & Nordhaus W.D. (2012). Economía. Madrid. Mc. Graw Hill.
- Vélez (2013). “*Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo*”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Lima.
- Wooldridge, J. M. (2010). “*Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*”. 4.a ed. Cengage Learning, México.

APENDICE

Apéndice 1: Datos utilizados en el estudio

Indicador	Producción	Calidad Animal			Alimento		Ordeño			Salud
	Producción en litros de leche día	Raza del animal	Edad en meses	Peso del animal en Kg.	% de Concentrado en la alimentación	Consumo de agua litros día	Tipo de ordeño	Cantidad de ordeños día	Periodo de lactancia en días	Nivel de sanidad de la vaca
Vaca										
1	16	1	55	357	18	38	1	1	96	5.6
2	18	1	34	398	21	43	1	1	81	7.4
3	14	1	64	338	15	35	0	0	120	5.1
4	13	1	68	320	12	30	0	1	164	4.3
5	10	0	86	305	8	32	0	0	210	3.3
6	8	0	87	310	7	28	0	0	238	2.7
7	12	1	76	335	11	30	0	1	190	4
8	8	0	86	290	4	27	0	0	290	1.4
9	9	0	88	312	9	32	1	1	214	1.9
10	15	1	56	355	14	39	1	1	127	5.8
11	13	1	70	348	11	35	1	0	155	4.5
12	17	1	50	386	18	42	1	1	96	7.1
13	18	1	39	387	17	43	1	1	45	7.9
14	11	1	80	304	8	35	0	0	210	4.1
15	13	1	68	325	12	36	0	1	186	4.8
16	12	1	75	331	10	30	0	1	205	3.9
17	14	1	66	345	15	32	1	1	150	5
18	20	1	30	412	22	46	1	1	52	10
19	16	1	53	374	16	37	1	1	96	6.2
20	15	0	51	353	14	38	1	1	104	5.3
21	17	1	46	395	19	46	1	1	60	6.6
22	13	0	66	326	14	35	1	0	187	4.3
23	17	1	43	387	18	42	1	1	95	6.9
24	12	0	78	341	10	36	0	0	193	3.5
25	10	0	85	306	7	31	0	0	226	3.1
26	14	1	65	347	13	33	1	1	147	5.2
27	16	1	54	360	17	36	1	1	130	6.1
28	15	0	58	351	14	35	0	1	128	4.9
29	13	0	69	330	14	30	0	0	159	4
30	11	0	81	312	11	32	0	0	228	3.6
31	12	0	73	320	10	34	0	0	154	3.9
32	15	1	59	356	16	40	1	1	116	5.3
33	14	1	68	345	14	36	1	1	140	4.5
34	16	1	58	380	17	38	1	1	96	6.7
35	13	0	71	340	14	30	0	0	170	4.4

36	14	1	67	342	16	32	1	1	138	5.3
37	18	1	36	390	22	45	1	1	51	8.2
38	15	1	60	364	18	35	1	1	133	6
39	21	1	32	408	24	48	1	1	24	10
40	13	0	70	316	10	36	0	0	142	5.9
41	14	1	66	330	14	30	1	1	151	6
42	8	0	83	310	6	28	1	1	294	2.1
43	11	0	79	330	10	34	1	1	220	3.5
44	17	1	51	360	20	45	1	1	90	7.7
45	11	1	83	310	9	36	0	0	193	3.7
46	12	1	76	344	12	36	0	1	170	5.1
47	14	1	65	331	13	30	0	1	138	5.7
48	12	1	78	330	10	30	0	1	192	4.3
49	9	0	80	294	5	25	0	0	292	2.7
50	9	0	86	306	9	32	1	1	214	3.2
51	20	1	33	391	20	43	0	1	34	10
52	13	1	73	324	13	35	0	0	174	5.6
53	15	1	61	341	12	36	0	1	151	6.7
54	13	0	72	331	10	30	0	1	171	5.6
55	16	1	56	353	14	38	1	1	84	7.2
56	18	1	39	401	20	48	1	1	74	9.6
57	12	0	72	318	7	35	1	0	190	4.8
58	18	1	42	368	17	36	1	1	83	9.4
59	16	0	55	361	14	35	0	1	132	8.6
60	15	0	62	340	15	30	0	0	148	6.4

Valor máximo	21.00	1.00	88.00	412.00	24.00	48.00	1.00	1.00	294.00	10.00
Valor mínimo	8.00	0.00	30.00	290.00	4.00	25.00	0.00	0.00	24.00	1.40
Desviación	3.07	0.49	15.70	30.25	4.52	5.42	0.50	0.47	62.30	2.04
Promedio	13.90	0.63	63.88	344.57	13.50	35.50	0.53	0.68	149.02	5.44

Apéndice 2: Modelos estimados para la investigación

Modelo 1

Dependent Variable: LOG(PROD)
 Method: Least Squares
 Date: 07/18/24 Time: 15:04
 Sample: 1 60
 Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.321127	1.527714	0.864774	0.3911
RAZA	0.012913	0.016571	0.779212	0.4393
LOG(PESO)	0.189119	0.236724	0.798901	0.4279
LOG(CONCENT)	0.179187	0.043516	4.117698	0.0001
LOG(SANID)	0.250083	0.035795	6.986578	0.0000
LOG(DLAC)	-0.019161	0.036882	-0.519526	0.6056
LOG(MES)	-0.143903	0.080009	-1.798581	0.0778
R-squared	0.960020	Mean dependent var	2.606527	
Adjusted R-squared	0.955494	S.D. dependent var	0.231510	
S.E. of regression	0.048841	Akaike info criterion	-3.091228	
Sum squared resid	0.126427	Schwarz criterion	-2.846888	
Log likelihood	99.73685	Hannan-Quinn criter.	-2.995653	
F-statistic	212.1084	Durbin-Watson stat	1.827446	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Modelo 2

Dependent Variable: LOG(PROD)
 Method: Least Squares
 Date: 07/18/24 Time: 12:17
 Sample: 1 60
 Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PESO)	0.389170	0.038048	10.22848	0.0000
LOG(CONCENT)	0.172412	0.037269	4.626172	0.0000
LOG(SANID)	0.258577	0.034579	7.477865	0.0000
LOG(MES)	-0.126695	0.037148	-3.410507	0.0012
R-squared	0.958921	Mean dependent var	2.606527	
Adjusted R-squared	0.956720	S.D. dependent var	0.231510	
S.E. of regression	0.048163	Akaike info criterion	-3.164119	
Sum squared resid	0.129901	Schwarz criterion	-3.024496	
Log likelihood	98.92356	Hannan-Quinn criter.	-3.109505	
Durbin-Watson stat	1.963331			

Modelo 3

Dependent Variable: PROD
 Method: Least Squares
 Date: 07/18/24 Time: 12:54
 Sample: 1 60
 Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PESO	0.036494	0.005250	6.951491	0.0000
CONCENT	0.117928	0.050037	2.356804	0.0223
MES	-0.012259	0.012656	-0.968658	0.3373
DLAC	-0.008038	0.003616	-2.223047	0.0307
SANID	0.501624	0.093712	5.352841	0.0000
TORDENO	-0.237097	0.196263	-1.208057	0.2326
QORDENO	-0.198947	0.218440	-0.910761	0.3667
AGUA	-0.024874	0.028002	-0.888311	0.3785
RAZA	0.193394	0.200487	0.964623	0.3393
R-squared	0.971022	Mean dependent var	13.90000	
Adjusted R-squared	0.966477	S.D. dependent var	3.068152	
S.E. of regression	0.561760	Akaike info criterion	1.821998	
Sum squared resid	16.09431	Schwarz criterion	2.136150	
Log likelihood	-45.65995	Hannan-Quinn criter.	1.944880	
Durbin-Watson stat	2.150208			

Modelo 4

Dependent Variable: LOG(PROD)
 Method: Least Squares
 Date: 07/18/24 Time: 15:05
 Sample: 1 60
 Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RAZA	0.010764	0.016346	0.658500	0.5130
LOG(PESO)	0.391051	0.038801	10.07827	0.0000
LOG(CONCENT)	0.163146	0.039273	4.154173	0.0001
LOG(SANID)	0.253833	0.035448	7.160675	0.0000
LOG(DLAC)	-0.017435	0.036741	-0.474531	0.6370
LOG(MES)	-0.102737	0.064157	-1.601344	0.1151
R-squared	0.959455	Mean dependent var	2.606527	
Adjusted R-squared	0.955701	S.D. dependent var	0.231510	
S.E. of regression	0.048726	Akaike info criterion	-3.110550	
Sum squared resid	0.128210	Schwarz criterion	-2.901116	
Log likelihood	99.31650	Hannan-Quinn criter.	-3.028629	
Durbin-Watson stat	1.909613			

Modelo 5

Dependent Variable: LOG(PROD)

Method: Least Squares

Date: 07/18/24 Time: 15:06

Sample: 1 60

Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PESO)	0.410847	0.206593	1.988677	0.0517
LOG(CONCENT)	0.167718	0.042721	3.925900	0.0002
LOG(SANID)	0.268457	0.034842	7.705015	0.0000
LOG(DLAC)	-0.059686	0.029369	-2.032305	0.0470
C	-0.360721	1.240994	-0.290671	0.7724
R-squared	0.957382	Mean dependent var		2.606527
Adjusted R-squared	0.954282	S.D. dependent var		0.231510
S.E. of regression	0.049501	Akaike info criterion		-3.094006
Sum squared resid	0.134767	Schwarz criterion		-2.919477
Log likelihood	97.82017	Hannan-Quinn criter.		-3.025738
F-statistic	308.8832	Durbin-Watson stat		1.872774
Prob(F-statistic)	0.000000			