

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS PECUARIAS**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS:**

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE FERTILIZANTE EN LA CALIDAD  
DEL SUELO, PASTURAS Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN  
SAN MIGUEL – CAJAMARCA- 2024**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL**

Presentada por:

**DANY ROGER ESTELA CUEVA**

Asesor:

**Ph.D. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ**

Cajamarca, Perú

2025

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. Investigador:  
Dany Roger Estela Cueva  
DNI: 72438904  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias  
Pecuarias. Programa de Maestría en Ciencias. Mención: Producción Animal
2. Asesor: Ph.D. Luis Asunción Vallejos Fernández
3. Grado académico o título profesional  
 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:  
EFECTO DE TRES NIVELES DE FERTILIZANTE EN LA CALIDAD DEL SUELO, PASTURAS Y LA  
PRODUCCIÓN DE LECHE EN SAN MIGUEL-CAJAMARCA-2024
6. Fecha de evaluación: 29 / 09/ 2025
7. Software antiplagio:  TURNITIN             URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **11%**
9. Código Documento: 3117:504997375
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 **APROBADO**     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 01 / 10/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 ..... <b>Ph.D. Luis Asunción Vallejos Fernández</b> <b>DNI:26673237</b>

\*En caso se realizó la evaluación hasta septiembre del 2023

COPYRIGHT © 2025 by  
**DANY ROGER ESTELA CUEVA**  
Todos los derechos reservados



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD  
**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERU



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 14:00 horas, del día 18 de setiembre de dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO, Dr. GIUSSEPE MARTÍN REYNA COTRINA, Mg. Sc. LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI**, y en calidad de Asesor el **Ph.D. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **“EFECTO DE TRES NIVELES DE FERTILIZANTE EN LA CALIDAD DEL SUELO, PASTURAS Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN SAN MIGUEL – CAJAMARCA-2024”**, presentado por el **Bachiller en Ingeniería Zootecnista DANY ROGER ESTELA CUEVA**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de DIECISIETE (EXCELENTE) la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Ingeniería Zootecnista DANY ROGER ESTELA CUEVA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, con Mención en **PRODUCCIÓN ANIMAL**.

Siendo las 18:21 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Ph.D. Luis Asunción Vallejos Fernández**  
Asesor

  
.....  
**Dr. Gilberto Fernández Idrogo**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Giuseppe Martín Reyna Cotrina**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Mg. Sc. Lincol Alberto Tafur Culqui**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi familia. A mi madre Rosalía Cueva Cotrina que nunca dejó de creer en mí; a mi padre Santos Estela Carrasco, A mi hermano Neimer Estela a mi sobrino Luken Scofield H. que demostraron que todo esfuerzo siempre tiene una recompensa, y que se puede salir adelante, con fe en Dios, haciendo su camino.

**Dany Roger Estela Cueva**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a dios luego a mi asesor Dr. Luis Vallejos Fernández a mis profesores Fernando Boris y Leo Pekar de Argentina, quienes con sus conocimientos y apoyo me guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba. También quiero agradecer a mis amigos Cristhian Portal, Karina Llanos, Darwin Vásquez, Ana Melba Días y Mabi, por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda. Por último, quiero agradecer a toda mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención a mi madre Rosalía a mi padre Santos a mi hermano Neimer , que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos.

**Dany Roger Estela Cueva**

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<i>1.1.2. Descripción del problema</i> .....	<i>2</i>
<i>1.1.3. Formulación del problema</i> .....	<i>3</i>
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	3
<i>1.2.1. Justificación científica</i> .....	<i>3</i>
<i>1.2.2. Justificación técnica-práctica</i> .....	<i>3</i>
<i>1.2.3. Justificación institucional-personal</i> .....	<i>4</i>
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.4. LIMITACIONES .....	4
1.5. OBJETIVOS.....	5
<i>1.5.1. Objetivo General</i> .....	<i>5</i>
<i>1.5.2. Objetivos Específicos</i> .....	<i>5</i>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
2.2. BASES TEÓRICAS .....	11
<i>2.2.1. Fertilización</i> .....	<i>11</i>
<i>2.2.2. Suelo</i> .....	<i>12</i>
<i>2.2.3. Rendimiento, altura de planta y tasa de crecimiento</i> .....	<i>13</i>
<i>2.2.4. Composición florística</i> .....	<i>14</i>
<i>2.2.5. Valor nutritivo</i> .....	<i>14</i>
<i>2.2.6. Calidad de leche, sólidos totales y perfil de ácidos grasos</i> .....	<i>15</i>
<i>2.2.7. Fertilizante</i> .....	<i>16</i>
<i>2.2.8. Niveles de fertilización</i> .....	<i>16</i>
<i>2.2.9. suelo</i> .....	<i>17</i>
<i>2.2.10. Calidad de suelo</i> .....	<i>17</i>
<i>2.2.11. pH del suelo</i> .....	<i>17</i>
<i>2.2.12. Macro y micro Nutrientes del suelo</i> .....	<i>18</i>

2.2.13. Pastos y forrajes .....	18
2.2.14. Importancia de los pastos y forrajes .....	18
2.2.15. Rendimiento productivo.....	19
2.2.16. Tasa de crecimiento.....	19
2.2.17. Composición florística.....	19
2.2.18. Calidad de las pasturas (Valor nutritivo).....	20
2.2.19. Materia seca (Ms).....	20
2.2.20. Fibra .....	20
2.2.21. Proteína .....	20
2.2.22. Fibra detergente neutro (FDN) .....	21
2.2.23. Fibra detergente acida (FDA).....	22
2.2.24. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).....	22
2.2.25. Calidad de leche .....	22
2.2.26. Sólidos totales.....	22
2.2.27. Perfil de ácidos grasos .....	23
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>24</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>24</b>
3.1. HIPÓTESIS.....	24
3.2. VARIABLES.....	24
3.2.1. Variable Independiente (X).....	24
3.2.2. Variable Dependiente (Y).....	24
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LAS HIPÓTESIS .....	25
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>26</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>26</b>
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	26
4.2. METODOLOGÍA .....	27
4.2.1. Tipo de Investigación.....	27
4.2.2. Diseño de Investigación.....	27
4.2.3. Método de la investigación.....	27
4.2.4. Población y muestra .....	27
4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	28
4.3.1. Instalación del Experimento.....	28
4.4. PARÁMETROS EVALUADOS .....	32
4.4.1. Calidad del suelo.....	32
4.4.2. Rendimiento Productivo y valor nutritivo .....	32
4.4.3. Altura de planta.....	33
4.4.4. Composición florística.....	33
4.4.5. Tasa de crecimiento.....	33
4.4.6. Calidad de Leche .....	33
4.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS .....	33
4.5.1. Recolección de datos .....	33

4.6. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
4.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
4.8. MODELO ESTADÍSTICO .....	34
4.8.1. <i>Modelo estadístico para evaluar calidad de suelo y Rendimiento de Ms</i> .....	34
4.7. EQUIPOS Y MATERIALES .....	35
4.7.1. <i>Equipos</i> .....	35
4.7.2. <i>Materiales</i> .....	35
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>37</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
5.1. INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA CALIDAD DEL SUELO .....	37
5.1.1. <i>Efecto de los niveles de fertilización en el pH del suelo</i> .....	37
5.1.2. <i>Efecto de los niveles de fertilización en la materia orgánica del suelo</i> .....	38
5.1.3. <i>Efecto de los niveles de fertilización en el nitrógeno total del suelo</i> .....	39
5.1.4. <i>Efecto de los niveles de fertilización en el fósforo disponible del suelo</i> .....	40
5.1.5. <i>Efecto de los niveles de fertilización en el potasio disponible del suelo</i> .....	41
5.2. DETERMINACIÓN DE LOS DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO, ALTURA, TASA DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LAS PASTURAS, A LOS 45 DÍAS DE CORTE....	42
5.2.1. <i>Rendimiento (kg MS/h), altura(cm) y tasa de crecimiento(kg MS/ha) de la asociación raigrás-trébol blanco a los 45 días de corte</i> .....	42
5.2.2. <i>Composición florística de las pasturas a los 45 días de corte</i> .....	45
5.3. VALOR NUTRITIVO DE LAS PASTURAS .....	48
5.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE EN VACAS ALIMENTADAS CON PASTURAS FERTILIZADAS Y SIN FERTILIZAR.....	49
5.4.1. <i>Perfil de ácidos grasos cis trans en leche fresca de vaca bajo manejo de pasturas sin y con fertilización</i> .....	51
5.4.2. <i>Sólidos totales en leche fresca de vaca bajo manejo de pasturas sin y con fertilización</i> .....	54
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	58
6.2. RECOMENDACIONES .....	58
<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>60</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
<i>Tabla 1. Operacionalización de las variables del estudio según el comportamiento de la hipótesis</i> .....	25
<i>Tabla 2. Composición de suelo</i> .....	29
<i>Tabla 3. Interpretación de la materia orgánica, nitrógeno y potasio</i> .....	29
<i>Tabla 4. Interpretación del pH</i> .....	29
<i>Tabla 5. Dosis de semilla utilizada en la siembra</i> .....	30
<i>Tabla 6. Niveles de fertilización</i> .....	31
<i>Tabla 7. Rendimiento, altura y tasa de crecimiento de la asociación raigrás-trébol blanco según los niveles de fertilización</i> .....	42
<b>Tabla 8. Niveles de fertilización y su influencia en la composición florística</b> .....	46
<i>Tabla 9. Valor nutritivo según nivel de fertilización</i> .....	49
<b>Tabla 10. Ácidos grasos Cis Trans según evaluaciones</b> .....	50
<i>Tabla 11. Sólidos totales según evaluaciones</i> .....	55
<i>Tabla 12. Análisis de varianza de rendimiento y tasa de crecimiento por hectárea y altura (cm) según niveles de fertilización</i> .....	73
<i>Tabla 13. Análisis de varianza de niveles de fertilización y su influencia en la composición florística</i> .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<i>Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental .....</i>	26
<i>Figura 2. Distribución de las unidades experimentales .....</i>	27
<i>Figura 3. Influencia de la fertilización sobre el pH del suelo. ....</i>	37
<i>Figura 4. Diferencias de la materia orgánica en el suelo según tratamiento. ....</i>	38
<i>Figura 5. Diferencias del nitrógeno total en el suelo en cada tratamiento.....</i>	39
<b>Figura 6. Diferencias del fósforo disponible en el suelo en cada tratamiento .....</b>	<b>40</b>
<i>Figura 7. Diferencias del potasio disponible en el suelo en cada tratamiento .....</i>	41
<i>Figura 8. Rendimiento de materia seca de la asociación de pasturas según los tratamientos .....</i>	43
<i>Figura 9. Altura de planta del raigrás ecotipo cajamarquino según tratamientos.....</i>	44
<i>Figura 10. Tasa de crecimiento de la asociación de pasturas según los tratamientos .....</i>	45
<b>Figura 11. Composición Florística de las pasturas .....</b>	<b>46</b>
<i>Figura 12. Variación del perfil de ácidos grasos cis trans en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización) .....</i>	52
<i>Figura 13. Variación de los sólidos totales en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización).....</i>	55
<i>Figura 14. Crioscopía -mC en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización).....</i>	56
<i>Figura 15. Urea en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización) .....</i>	57
<i>Figura 16. Análisis de suelo antes de instalar el experimento .....</i>	72
<i>Figura 17. Análisis de suelo después del experimento .....</i>	72
<i>Figura 18. Resultados de valor nutritivo de la pastura emitido por el laboratorio de nutrición animal y bromatología de alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.....</i>	76
<i>Figura 19. Toma de muestra de suelos. ....</i>	76
<i>Figura 20. Parcela experimental grande y pequeña .....</i>	77
<i>Figura 21. Toma de muestra de pastura en Fv.....</i>	77
<i>Figura 22. Medición de altura de planta.....</i>	77
<i>Figura 23. Toma de muestra para análisis de leche .....</i>	78
<i>Figura 24. Resultado de análisis de leche emitido por el laboratorio SGS .....</i>	79

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Evaluar el efecto de tres niveles de fertilizante en la calidad del suelo, Rendimiento productivo y valor nutritivo de raigrás más trébol blanco y la producción de sólidos totales y ácidos grasos de la leche en el distrito de Calquis provincia de San Miguel-Cajamarca. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos: un testigo sin fertilización y tres niveles de fertilización (bajo, medio y alto), con tres repeticiones cada uno. Los resultados mostraron que la fertilización redujo el pH, así como los contenidos de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio disponibles, esta reducción se dio porque las plantas lo aprovecharon para el rendimiento productivo y también se tubo perdidas por lixiviación y erosión . En cuanto a las pasturas, se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el rendimiento de materia seca, altura de planta y tasa de crecimiento, destacando el tratamiento con nivel medio de fertilización (T2), que alcanzó 2 926,98 kg MS/ha, 32,67 cm de altura y una tasa de crecimiento de 65,04. La composición florística también se vio influenciada por la fertilización, con un aumento en la cobertura de raigrás (del 54,23 % al 76,11 %) trébol blanco (del 16% al 9%) y una disminución en la presencia de malezas (del 20,36 % al 5,22 %). En cuanto a la calidad de la leche, la fertilización de las pasturas tuvo un efecto positivo sobre su composición, evidenciado por el incremento de los sólidos totales de 12,89 % a 13,35 %, resultado asociado principalmente a un mayor contenido de grasa y proteína. Asimismo, se observaron ligeras variaciones en el perfil lipídico, como el aumento del ácido linolénico, mientras que otros ácidos grasos, como el linoleico, se mantuvieron constantes. En conjunto, estos resultados indican que la fertilización contribuyó a mejorar la productividad y calidad del forraje y de la leche; sin embargo, también generó un impacto sobre la calidad química del suelo.

**Palabras claves:** Fertilización química, Calidad del suelo, Calidad forrajera, Composición química de la leche

## ABSTRACT

The present investigation aimed to evaluate the effect of three fertilizer levels on soil quality, yield, and nutritional value of perennial ryegrass and white clover, as well as on the production of total solids and fatty acids in milk, in the Calquis district, San Miguel province, Cajamarca . A randomized complete block design (RCBD) was used with four treatments: a control without fertilization and three levels of fertilization (low, medium and high), with three replications each. The results showed that fertilization reduced the pH, as well as the contents of organic matter, total nitrogen, phosphorus and available potassium, this reduction occurred because the plants took advantage of it for productive performance and also had losses due to leaching and erosion. Regarding pastures, significant differences ( $p < 0.05$ ) were observed in dry matter yield, plant height and growth rate, highlighting the treatment with medium level of fertilization (T2), which reached 2 926.98 kg DM / ha, 32.67 cm in height and a growth rate of 65.04. The floral composition was also influenced by fertilization, with an increase in ryegrass cover (from 54.23% to 76.11%) and white clover (from 16% to 9%), and a decrease in weeds (from 20.36% to 5.22%). Regarding milk quality, pasture fertilization had a positive effect on its composition, evidenced by an increase in total solids from 12.89% to 13.35%, a result primarily associated with higher fat and protein content. Likewise, slight variations were observed in the lipid profile, such as an increase in linolenic acid, while other fatty acids, such as linoleic acid, remained constant. Overall, these results indicate that fertilization contributed to improving forage and milk productivity and quality; however, it also had an impact on soil chemical quality.

**Keywords:** Chemical fertilization, Soil quality, Forage quality, Chemical composition of milk

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La producción de leche en la zona altoandina del norte del Perú constituye una de las principales actividades económicas para las familias rurales, al ser una fuente esencial de ingresos y sustento. En estas áreas, las extensas superficies de pasturas de rye grass anual (*Lolium multiflorum* L.) “ecotipo cajamarquino” y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) conforman la base alimenticia del ganado vacuno destinado a la producción lechera (Florián, 2017).

La región Cajamarca se caracteriza por una geografía compleja, con diversos pisos altitudinales que presentan condiciones edafoclimáticas diferenciadas y una notable variabilidad de suelos. En este contexto, la calidad del suelo influye de manera determinante en la ganadería lechera, la cual, sin un manejo adecuado, enfrenta limitaciones en el rendimiento y la calidad de las pasturas. Aunque los factores climáticos condicionan el crecimiento forrajero (Vallejos, 2007), es la fertilidad del suelo el factor clave que define la productividad. Por ello, la baja calidad de los suelos y el escaso rendimiento de las pasturas se reflejan en una limitada producción de leche, con promedios de apenas 6 L/vaca/día en la región (Vallejos, 2021). Aun así, Cajamarca se mantiene como la principal productora de leche fresca del país, aportando 361 millones de litros anuales, equivalentes al 19 % de la producción nacional (GRC, 2021).

En la provincia de San Miguel, distrito de Calquis, caserío San Lorenzo Bajo, la producción promedio de leche alcanza únicamente 5 L/vaca/día, con ganado de razas Brown Swiss, Holstein y criollo mejorado. La dieta de estos animales se basa en rye grass asociado con trébol blanco, predominando praderas de baja calidad debido al limitado manejo de los suelos, en particular en lo relacionado con la fertilización, que suele ser insuficiente o inadecuada. De hecho, solo el 3 % de los productores aplica algún tipo de fertilización y apenas

el 1 % utiliza prácticas básicas como la distribución de estiércol con rastrillo proveniente del propio ganado pastoreado (Vallejos, 2019). A ello se suman limitaciones como el sobrepastoreo, la ausencia de resiembra y la falta de tecnologías de manejo, factores que generan pasturas degradadas y bajas productividades (Duché, 2017).

Ante esta problemática, la presente investigación se orienta a evaluar los efectos de la aplicación de tres niveles de fertilización en la calidad del suelo, el rendimiento de las pasturas y la producción de leche en el distrito de Calquis, provincia de San Miguel – Cajamarca. La importancia del estudio radica en que el uso de fertilizantes representa una alternativa viable para mejorar la fertilidad del suelo, incrementar la disponibilidad y calidad del forraje y, en consecuencia, mejorar la productividad lechera. De esta manera, se busca contribuir al fortalecimiento de la ganadería local y a la mejora de las condiciones de vida de los productores de San Lorenzo Bajo.

### ***1.1.2. Descripción del problema***

La presente investigación aborda una problemática relevante para el fortalecimiento de la productividad y sostenibilidad de los sistemas lecheros en el caserío San Lorenzo Bajo, distrito de Calquis, provincia de San Miguel, región Cajamarca. Se enfoca en el uso de la fertilización como estrategia para mejorar la calidad del suelo, producción de pasturas y la producción de leche.

La asociación forrajera de raigrás con trébol blanco, ampliamente utilizada en la alimentación del ganado lechero en Cajamarca, presenta una disponibilidad y composición variable a lo largo del año (Vallejos, 2019). La producción de materia seca de las pasturas, depende en gran medida de la fertilidad del suelo y de la precipitación pluvial. Durante los períodos de déficit hídrico, esta producción se ve fuertemente afectada, ya que disminuye la movilidad de los nutrientes hacia las raíces; además, un suelo con baja fertilidad no aporta los nutrientes necesarios para cubrir las demandas del cultivo forrajero. Esta limitación reduce el

crecimiento de la pradera y, por ende, su participación en la dieta del ganado, conlleva a una menor producción de leche.

Por otro lado, los requerimientos nutricionales de la vaca lechera varían según su peso, nivel de producción y composición de la leche. El gasto energético para el mantenimiento se incrementa entre un 10 % y 20 % dependiendo de la disponibilidad de forraje. En esta situación, los productores de la zona no suelen incorporar suplementos de forma regular en el plan alimenticio del hato, debido a limitaciones económicas, las cuales dependen directamente de la venta de leche. Esta alimentación deficiente se convierte en uno de los principales factores que limitan el rendimiento lácteo (Silva, 2023).

### ***1.1.3. Formulación del problema***

¿Cuál es el efecto de tres niveles de fertilizante en la calidad del suelo, Rendimiento productivo y valor nutritivo de raigrás más trébol blanco y la producción de sólidos totales y ácidos grasos de la leche en el distrito de Calquis provincia de San Miguel-Cajamarca?

## **1.2. Justificación e importancia**

### ***1.2.1. Justificación científica***

La presente investigación se justifica en la necesidad de generar evidencia científica sobre la relación entre la fertilización, la calidad del suelo, el rendimiento de las pasturas y la producción de leche. La evaluación de tres niveles de fertilizante permitió determinar el grado de significancia entre estas variables, aportando información relevante que contribuirá al entendimiento de los procesos productivos en sistemas ganaderos. Asimismo, los resultados obtenidos constituyen una base sólida para el desarrollo de futuras investigaciones orientadas a mejorar la sostenibilidad y la eficiencia en el sector agropecuario.

### ***1.2.2. Justificación técnica-práctica***

Este estudio se justifica desde un enfoque técnico-práctico, ya que aporta información aplicable al manejo de suelos, pasturas y sistemas de producción de leche. Los resultados obtenidos ofrecen herramientas que pueden ser empleadas por productores, criadores,

instituciones y especialistas para optimizar la fertilización, mejorar la productividad forrajera y, en consecuencia, incrementar la eficiencia en la producción lechera. Asimismo, constituye un insumo útil para la toma de decisiones en el sector agropecuario, al vincular directamente la investigación con las necesidades reales del campo.

### ***1.2.3. Justificación institucional-personal***

La presente investigación se enmarca en lo establecido por el Estatuto de la Universidad Nacional de Cajamarca, Capítulo Único, Artículo 211, referido a la función y participación de la investigación, donde menciona que, “la investigación, responde a la problemática de sociedad, con énfasis en los problemas del ámbito local, regional, nacional y universal”. En este sentido, la elección del tema se fundamenta en el propósito de contribuir al desarrollo de mi localidad, ,región y mi país, alineándome a la misión institucional de la universidad. Asimismo, a nivel personal, este estudio representa una oportunidad para fortalecer mis competencias investigativas y alcanzar el grado académico de Maestro en Ciencias en el programa de Maestría en Ciencias de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca.

### **1.3. Delimitación de la investigación**

- Las propiedades químicas del suelo tras la aplicación de fertilizantes.
- La producción de forraje en materia seca y valor nutritivo de la asociación raigrás-trébol blanco.
- La composición química de la leche, en especial los sólidos totales y el perfil lipídico.

### **1.4. Limitaciones**

- Factores ambientales: cambios climáticos inesperados pudieron afectar el crecimiento.
- Variabilidad del suelo: Las diferencias naturales entre parcelas pudieron influir en la respuesta a los tratamientos.
- Plagas y enfermedades: La presencia de agentes bióticos pudo alterar el rendimiento y calidad del forraje.

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo General***

- Evaluar el efecto de tres niveles de fertilizante en la calidad del suelo, Rendimiento productivo y valor nutritivo de raigrás más trébol blanco y la producción de sólidos totales y ácidos grasos de la leche en el distrito de Calquis provincia de San Miguel-Cajamarca.

### ***1.5.2. Objetivos Específicos***

- Analizar los cambios en las propiedades químicas del suelo (pH, materia orgánica, fósforo, potasio y nitrógeno disponible) bajo la aplicación de tres niveles de fertilizante.
- Determinar el efecto de los niveles de fertilizante en el rendimiento productivo y valor nutritivo de raigrás y trébol blanco.
- Evaluar la producción de sólidos totales y perfil de ácidos grasos de la leche de vacas alimentadas con pasturas fertilizadas con los tres niveles de fertilización y sin fertilizar.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Gagliostro *et al.* (2018) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de disminuir la concentración de ácidos grasos saturados potencialmente aterogénicos (C12:0, C14:0 y C16:0) en la leche e incrementar el contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en vacas lecheras estabuladas, alimentadas con ración completamente mezclada (RCM), mediante la suplementación con ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Para ello, se trabajó con dos lotes de 70 vacas multíparas en el primer tercio de lactancia. Tras seis semanas de tratamiento, se recolectaron cinco muestras de leche estándar (LE), provenientes del tanque de vacas sin suplementación, y cinco muestras de leche enriquecida en CLA (LCLA), obtenidas del tanque de las vacas suplementadas con AGPI. Los resultados evidenciaron que el tenor graso (g/100 g) de la leche estándar (3.84) fue significativamente superior al de la LCLA (2.84), lo que representó una reducción del 17.21 % en los ácidos grasos aterogénicos. Asimismo, el índice aterogénico fue mayor en la LE (4.07) que en la LCLA (2.58). En contraste, la concentración de CLA aumentó en un 122 % en la leche suplementada (0.77 g/100 g) frente al valor de la leche estándar (0.34 g/100 g). También se observó un incremento en el contenido de ácido oleico en la LCLA (23.37 g/100 g) respecto a la LE (18.78 g/100 g). Estos resultados demuestran que la suplementación mejoró el perfil lipídico de la leche, al reducir la proporción de ácidos grasos aterogénicos e incrementar compuestos de interés nutricional, como el CLA y el ácido oleico, manteniendo además una adecuada relación omega-6/omega-3 (6.59).

Prieto *et al.* (2016) desarrollaron un estudio con el propósito de analizar cómo la dieta, el número de partos y la etapa de lactancia influyen en el contenido de grasa y en el perfil de ácidos grasos insaturados de la leche, en particular ácido linoleico conjugado (ALC-c9t11) y ácido transvaccénico (ATV-C18:1t11). La investigación se llevó a cabo entre mayo y

diciembre de 2012 en diez hatos lecheros de Colombia, representativos de los sistemas de lechería tropical (LT) y doble propósito (DP), tanto con como sin sistemas silvopastoriles intensivos de leucaena (SSPi). En cada ganadería se recolectaron tres muestras de leche de cinco vacas en diferentes momentos de la lactancia (día  $62 \pm 22$ , día  $147 \pm 22$  y día  $227 \pm 22$ ), además de estimarse el consumo de suplemento y forraje para determinar los ácidos grasos presentes en la dieta. Los resultados evidenciaron que el contenido de grasa en la leche estuvo condicionado por el tercio de lactancia ( $p < 0,05$ ), registrándose los valores más bajos en el primer tercio en los sistemas LTSSPi y DPSSPi. El ALC-c9t11 osciló entre 1,02 y 2,22 %, mientras que el ATV fluctuó entre 4,40 y 6,50 %, con un índice de aterogenicidad de 1,69 a 2,89. Se observó que la elevada contribución de la grasa proveniente de los suplementos (51 a 84 % del total) y su composición fueron determinantes en las variaciones del perfil de ácidos grasos en los sistemas LT, LTSSPi y DP. En contraste, el número de partos y el tercio de lactancia tuvieron un impacto menor que la dieta.

Londoño (2010) realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación en vacas lecheras sobre la composición de la leche en condiciones de clima frío en Colombia. Los resultados mostraron incrementos en el contenido de grasa (de 2,71 % a 2,90 %) y proteína (de 3,28 % a 3,60 %), lo que elevó los sólidos totales de 11,55 % a 12,10 %. Estos hallazgos evidencian que el consumo de pasturas con adecuado aporte proteico, complementado con suplementación, mejora la concentración de grasa y proteína en la leche, incrementando así el porcentaje de sólidos totales. En conclusión, la suplementación representó la mejor alternativa en este estudio, ya que permitió obtener leche de mayor calidad y mejorar la rentabilidad de la producción.

Terroba (2024) evaluó la respuesta de la fertilización en una asociación de pastos cultivados en secano conformada por Dactylis (Dactylis glomerata var. Potomac) y trébol rojo (Trifolium pratense var. Quiñequeli) en la región Pasco, Perú. El experimento se condujo bajo

un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial  $2 \times 3 \times 2$ , que consideró dos niveles de nitrógeno (0 y 50 kg/ha), tres niveles de fósforo (0, 80 y 160 kg/ha) y dos niveles de potasio (0 y 30 kg/ha). Se evaluaron las variables composición florística, tasa de crecimiento y producción de forraje. Los resultados mostraron que la aplicación de nitrógeno (50 kg/ha) y fósforo (80 kg/ha) tuvo un efecto significativo tanto en la tasa de crecimiento (23.2 kg MS/ha/día) como en la producción de forraje (4 176 y 4 147 kg MS/ha, respectivamente). El análisis de interacciones reveló que la combinación de 50 kg/ha de nitrógeno, 80 kg/ha de fósforo y ausencia de potasio alcanzó el mejor desempeño en producción de forraje, con una composición de 80 % de gramíneas, 17 % de leguminosas y solo 3 % de otras especies. En contraste, la fertilización con potasio no generó efectos significativos en las variables evaluadas.

Vásquez (2025) realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de tres dosis de fertilización química sobre las propiedades químicas de un suelo ácido en San Miguel. El ensayo incluyó tres niveles de fertilización: dosis alta (180-60-60), dosis media (140-40-40), dosis baja (100-20-20) de NPK y un testigo sin fertilización. A los 60 días de la aplicación, los tratamientos mostraron efectos significativos en las propiedades químicas del suelo. Se registró una disminución del pH, potasio disponible y bases cambiabiles, acompañada de un incremento en la conductividad eléctrica y la acidez cambiabiles. También se evidenció un aumento en la materia orgánica, fósforo disponible y capacidad de intercambio catiónico. La dosis alta destacó por alcanzar los mayores valores en pH (4.83), conductividad eléctrica (0.43 dS/m), materia orgánica (6.07 %) y fósforo disponible (32.76 ppm). En cambio, la dosis media presentó los valores más altos de potasio disponible (139.31 ppm), capacidad de intercambio catiónico (6.86), bases cambiabiles (61.05 %) y acidez cambiabiles (38.95 %). Sin embargo, a los 180 días después de la aplicación, las propiedades químicas del suelo tendieron a estabilizarse,

lo que evidenció el poder de amortiguamiento del suelo frente al impacto de los fertilizantes químicos.

Llanos (2024) llevó a cabo una investigación en el caserío Alto Palmito, provincia de San Miguel (Cajamarca), con la finalidad de analizar el efecto de tres fuentes nitrogenadas sobre el rendimiento de la asociación raigrás ecotipo cajamarquino–trébol blanco. El estudio se implementó bajo un diseño de bloques completamente al azar, considerando cuatro tratamientos: aplicación de urea, nitrato de amonio y sulfato de amonio (cada uno en una dosis de  $180 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), además de un testigo sin fertilización, en un área experimental de  $280 \text{ m}^2$ . Se evaluaron como variables el rendimiento de forraje verde, el rendimiento de materia seca y la altura de planta, encontrándose diferencias estadísticamente significativas en todos los casos ( $p < 0.05$ ). Los resultados evidenciaron que el nitrato de amonio alcanzó el mayor rendimiento de forraje verde ( $23\ 146.67 \text{ kg ha}^{-1}$ ), seguido por el sulfato de amonio ( $14\ 133.33 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y la urea ( $13\ 146.67 \text{ kg ha}^{-1}$ ), mientras que el testigo presentó el valor más bajo ( $7\ 493.33 \text{ kg ha}^{-1}$ ). En cuanto al rendimiento de materia seca, el mejor desempeño también correspondió al nitrato de amonio ( $5\ 394.4 \text{ kg ha}^{-1}$ ), superando al sulfato de amonio ( $3\ 392 \text{ kg ha}^{-1}$ ), a la urea ( $3\ 108.27 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y al testigo ( $1\ 748 \text{ kg ha}^{-1}$ ). De manera similar, la altura de planta fue mayor con la aplicación de nitrato de amonio ( $56 \text{ cm}$ ), en comparación con la urea ( $33 \text{ cm}$ ), el sulfato de amonio ( $30.67 \text{ cm}$ ) y el testigo ( $23 \text{ cm}$ ). Estos resultados demuestran que, la aplicación de nitrato de amonio resultó ser la estrategia más eficiente para potenciar el rendimiento y crecimiento de la asociación forrajera evaluada.

Ocas (2024) investigó la influencia del abonamiento fosforado en el rendimiento de la asociación rye grass ecotipo cajamarquino – trébol blanco Huia, en el caserío Alto Palmito, provincia de San Miguel, Cajamarca, durante el periodo comprendido entre diciembre de 2023 y mayo de 2024. El ensayo se estructuró bajo un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos: superfosfato triple de calcio, fosfato diamónico y roca fosfórica (cada uno

aplicado a razón de  $80 \text{ kg P ha}^{-1}$ ), además de un testigo, con tres repeticiones. Se evaluaron las variables altura de planta, rendimiento de materia verde y rendimiento de materia seca a los 30, 45, 60 y 75 días posteriores al primer corte. Los resultados evidenciaron diferencias entre los tratamientos fosforados y el testigo, siendo más notorias a los 60 días. El fosfato diamónico alcanzó la mayor altura de planta (46.22 cm), mientras que la roca fosfórica presentó los valores más altos en producción de materia verde ( $23\ 057.78 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y materia seca ( $5\ 459.64 \text{ kg ha}^{-1}$ ). En términos generales, la aplicación de fósforo mejoró las variables evaluadas, destacando el fosfato diamónico en crecimiento vegetativo y la roca fosfórica en producción de biomasa.

Huamán (2022) desarrolló un estudio con el objetivo de evaluar el rendimiento productivo, la altura de planta, la composición florística y la composición química de pasturas de rye grass y trébol rojo bajo la aplicación de fertilización orgánica y química en el valle de Cajamarca. Los tratamientos incluyeron: un testigo sin fertilización, fertilización orgánica con 48,36 kg de estiércol de ganado vacuno, fertilización química con 9,27 kg de urea, superfosfato triple y cloruro de potasio, y una combinación de 50 % fertilizante orgánico (24,18 kg) y 50 % fertilizante químico (4,66 kg). Los resultados evidenciaron que, en cuanto al rendimiento de materia verde (kg/ha), la combinación de fertilización orgánica y química alcanzó el mayor valor con 25 700 kg/ha. En contraste, para el rendimiento de materia seca (kg/ha) no se registraron diferencias entre los tratamientos. Respecto a la altura de las plantas en la asociación de rye grass y trébol, así como en la composición florística (porcentaje de rye grass, trébol y malezas), tampoco se observaron diferencias significativas.

Florián (2019) evaluó el efecto de la fertilización combinada con resiembra y la frecuencia de pastoreo sobre el rendimiento, la composición florística y la calidad química de la asociación rye grass – trébol blanco en dos pisos altitudinales de Cajamarca. El estudio se desarrolló mediante dos experimentos: uno en Polloc, La Encañada, y otro en Cochán, San Miguel. Se trabajó con parcelas de una hectárea, utilizando como testigo una parcela sin

resiembrada ni fertilización y como tratamiento una parcela resiembrada con 10 kg/ha de semilla de rye grass y 1 kg/ha de trébol blanco, además de la aplicación de 10 bolsas de fertiabono (22-10-02 de NPK). Los resultados mostraron que la tasa de rendimiento promedio de las parcelas experimentales fue superior (63,44 kg MS/ha/día en Polloc y 67,55 en Cochán) frente al testigo (9,1 y 11,1 kg MS/ha/día, respectivamente). De igual modo, la producción de forraje fue mayor en las parcelas experimentales (11 421 y 12 152 kg MS/ha) que en las testigo (1 638 y 1 998 kg MS/ha). En cuanto a la composición florística, el porcentaje de rye grass en el experimento (60,89 % y 66,4 %) superó al testigo (30 % y 58,11 %), al igual que el trébol (6,42 % y 9,32 % frente a 0,55 % y 5,91 %). En contraste, se redujo la proporción de kikuyo (22,89 % y 15,7 % frente a 45,63 % y 25,5 %) y de malezas (9,79 % y 8,53 % frente a 23,8 % y 10,5 %). Respecto a la composición química, los contenidos de materia seca (25 % y 24,3 %) y fibra detergente neutro (51,46 % y 54,82 %) fueron superiores en el testigo, mientras que el contenido de proteína total destacó en el tratamiento experimental (11,13 % y 12,35 % frente a 9,11 % y 10,12 %). Demostrando que, la fertilización combinada con resiembra incrementó el rendimiento y mejoró la composición florística de las pasturas evaluadas.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Fertilización**

Según Pezo y García (2018), la fertilización de las pasturas es una práctica esencial para incrementar la producción de biomasa forrajera y mantener la fertilidad del suelo a largo plazo. El bajo rendimiento de pasturas en la región Cajamarca, se debe probablemente a la escasa práctica de fertilización de los suelos y a sus características físico-químicas, microbiológicas (Vallejos, 2009). En estas condiciones se genera un deficiente rendimiento y calidad de las pasturas (Gamarra, 2023).

Llanos (2025), usando un testigo y tres fuentes nitrogenadas (urea, nitrato de amonio y sulfato de amonio aplicados a una dosis de 180 kg N ha<sup>-1</sup>) obtuvo valores de 394.4 kg MS ha<sup>-1</sup>, seguido por el sulfato de amonio 3,392 kg MS ha<sup>-1</sup>, urea 3,108.27 kg MS ha<sup>-1</sup> y para la

parcela testigo 1748 kg MS ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la altura de planta, el nitrato de amonio promovió el mayor crecimiento (56 cm), seguido por la urea (33 cm), sulfato de amonio (30.67 cm) y el testigo registrando la menor altura (23 cm).

### **2.2.2. Suelo**

Según Alvarado (2016), el suelo es un componente fundamental de la tierra, está formado por capas de suelo (horizontes del suelo), minerales meteorizados, materiales orgánicos, agua y aire, es el producto final de los efectos combinados del tiempo y el clima, organismos (plantas, animales y humanos) y los materiales originales (rocas y minerales primarios). Por lo tanto, el suelo se define de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas (FAO, 2023).

Las propiedades químicas del suelo están directamente relacionadas con la calidad, disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, entre ellas encontramos el pH, Conductividad Eléctrica (C.E.), Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Bases Cambiables, Ácidos Cambiables, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), y Saturación de Aluminio (Bautista *et al.*, 2004)

El pH (potencial de hidrógeno) determina el grado en que las partículas del suelo adsorben iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>) y es un indicador clave para catalogar el suelo como ácido o alcalino, siendo fundamental para evaluar la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, dado que influye en la solubilidad, movilidad, accesibilidad de varios elementos y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo. Así mismo, el pH del suelo puede variar entre 3,5 (muy ácido) y 9,5 (muy alcalino), los suelos con un pH inferior a 5,5 suelen mostrar altos niveles de toxicidad por aluminio y manganeso, mientras que aquellos con un pH superior a 8,5 tienden a dispersarse. (FAO, 2023).

Los macronutrientes esencialmente son requeridos en grandes cantidades para el crecimiento y desarrollo de las plantas, se encuentran divididos en 2 grupos según la

disponibilidad en el suelo y la demanda de la planta, el primer grupo corresponde a los macronutrientes principales como el nitrógeno, fósforo y potasio, el segundo grupo pertenece a los macronutrientes secundarios como el calcio, magnesio y azufre, (Ribó, 2003).

Los micronutrientes, son elementos esenciales para las plantas que se requieren en pequeñas cantidades, los más estudiados en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos se encuentran el zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn), estos micronutrientes está influenciada por las propiedades físico-químicas del suelo, las cuales regulan su distribución en las diferentes fracciones del mismo; estas propiedades destacan la reacción del suelo, la concentración de carbonato de calcio y las formas en las que se encuentra los micronutrientes en la solución del suelo son como iones intercambiables siendo el Zn, Mn, Cu, Fe, ligados a la matriz orgánica como el Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo, precipitados como el Fe, Mn y adsorbidos a la fase sólida como el Zn, Cu, B, Mo (Gomez, 2024).

### **2.2.3. Rendimiento, altura de planta y tasa de crecimiento**

Los rendimientos obtenidos de la asociación raigrás-trébol blanco son de aproximadamente 25 000 kg ms ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, en suelos profundos con macro-micronutrientes necesarios y humedad abundante, se pueden realizar hasta 13 pastoreos al año (período de descanso de 28 días), más comúnmente se realizan 10 pastoreos (períodos de descanso entre 31 a 35 días)” (León *et al.*, 2018).

La producción promedio de la MS para la asociación raigrás-trébol blanco con diferentes frecuencias de corte presentó diferencia significativa (P<0,05), mostrando que el mayor rendimiento se presenta en frecuencias de 35 y 42 días con 2 915,80 y 3 970,70 kg/ha/corte (Trujillo y Uriarte, 2015).

En Celendín, se reportaron rendimientos de 5 226 kg de materia seca por hectárea por corte en pasturas de raigrás-trébol blanco consumidas entre los 50 y 90 días de crecimiento post-rebrote (Rojas, 2013). Por su parte, en el valle de Cajamarca, se registraron producciones

de 2 352 kg MS/ha/corte a los 35 días y 3 518 kg MS/ha/corte a los 55 días en pasturas de la misma asociación (Minchán, 2013), evidenciando el efecto del tiempo de rebrote en el rendimiento forrajero.

Según Llanos (2025), el nitrato de amonio promovió el mayor crecimiento de la pastura, alcanzando 56 cm de altura, seguido por la urea con 33 cm y el sulfato de amonio con 30,67 cm, mientras que el testigo registró la menor altura con 23 cm. Estos resultados evidencian que la fertilización nitrogenada incrementó el rendimiento y crecimiento de la asociación raigrás ecotipo cajamarquino-trébol blanco, siendo el nitrato de amonio la fuente más eficiente.

#### **2.2.4. Composición florística**

Con respecto a la composición florística, la fertilización fosforada no generó diferencias significativas; sin embargo, se observó una tendencia al aumento del trébol, cuyo porcentaje pasó de 12,1 % a 15,1 %, mientras que el raigrás (Rye grass) disminuyó ligeramente de 68,1 % a 66,9 %, y el kikuyo descendió de 19,9 % a 18 % (Vallejos, 2009). En otro estudio, Florián (2019) reportó que el porcentaje de raigrás fue superior en los tratamientos fertilizados (60,89 % y 66,4 %) en comparación con el testigo (30 % y 58,11 %). De igual forma, el trébol aumentó a 6,42 % y 9,32 %, frente a 0,55 % y 5,91 % en los testigos. En cuanto al kikuyo, su presencia fue menor en los tratamientos (22,89 % y 15,7 %) en relación al testigo (45,63 % y 25,5 %), al igual que las malezas, que se redujeron a 9,79 % y 8,53 %, frente a 23,8 % y 10,5 %.

En el fundo Huayrapongo de Cajamarca, se evaluó una pastura compuesta inicialmente por 45 % de raigrás, 10 % de trébol y 45 % de malezas. Luego de la aplicación de 850 kg/ha de superguano (13-12-4 de N-P-K), la composición florística mejoró notablemente, alcanzando 65 % de raigrás, manteniéndose el trébol en 10 %, y reduciendo la presencia de malezas al 25 % (Horna, 2012).

#### **2.2.5. Valor nutritivo**

León *et al.* (2018) refieren que la calidad nutritiva de los pastos refleja su capacidad para compensar la demanda de nutrientes en la alimentación de animales para su producción;

su capacidad para brindar requerimientos necesarios a los animales hace que éstos sean explotados en todo el mundo; un pasto con manejo adecuado es capaz de brindar excelente calidad de nutrientes como proteína, fibra, materia seca, etc.

Telles *et al*, (2019) indican que el forraje tierno es muy apetecido por los animales, pero dado su rápido crecimiento, pronto pierde la palatabilidad. Por esta razón, se recomienda aprovecharlo a intervalos de 6-9 semanas para obtener un máximo rendimiento de forraje y de buena calidad. Por cada 100 g de materia seca, se tiene 13,8 g de proteína; 4,3 g de grasa; 72,7 g de carbohidratos totales; 27,9 g de fibra; 9,2 g de ceniza; 53,0 mg de Ca; 51,0 mg de P; 23 mg de Fe; 3440 mg de K; 32 mg de b-caroteno equivalente y 0,17 mg de tiamina.

La composición nutricional del rye grass-trébol, fertilizadas con, N, P, K, en base seca, a los 30 días de edad de corte (23,8 % de PT y 19,8 % de FC), a los 45 días de edad de corte (19,6 % de PT y 19,3 % de FC) y a los 60 días de edad de corte (19,3 % de PT y 19,7 % de FC) (Portal, 2024).

#### **2.2.6. Calidad de leche, sólidos totales y perfil de ácidos grasos**

En las zonas rurales del país existe escasa información sobre la calidad de la leche, lo que limita el cumplimiento de los estándares establecidos. Por ello, resulta fundamental capacitar a los pequeños productores en la producción de leche de calidad, de modo que puedan cumplir con los requisitos de la Norma Técnica Peruana (NTP) (Gonzales, 2022).

Los sólidos totales de la leche evaluada superaron el valor mínimo exigido por la NTP (11,40 %). Resultados similares fueron reportados por Brousett *et al*. (2015), quienes obtuvieron 12,40 % en cuencas lecheras de Puno. Por su parte, Viera (2013) registró valores más bajos, con un promedio de 11,63 %, variando entre 11,12 % en octubre y 11,94 % en marzo. Esta fluctuación estacional se atribuye a la época del año: durante la temporada de lluvias (marzo), el pasto es más succulento y con menor contenido de fibra, lo que favorece una mayor concentración de grasa y proteína en la leche; en cambio, en el periodo seco, el forraje

es más fibroso y menos nutritivo, lo que se traduce en menores niveles de estos componentes (Preston, 1987; Phillips, 2010). El contenido de sólidos totales está determinado por la suma de lactosa, grasa, proteínas y minerales, y cualquier reducción en alguno de estos puede afectar el valor global. Entre ellos, el porcentaje de grasa es el factor con mayor influencia en los sólidos totales (Acosta, 2024).

Prieto *et al.* (2016) caracterizaron el perfil de ácidos grasos de la leche y reportaron una producción promedio de 15,8 kg/día con 1,91 % de grasa, 3,34 % de proteína y 10,4 % de sólidos totales. El contenido de ácidos grasos insaturados fue mayor en agosto y la concentración de CLA cis-9, trans-11 alcanzó en promedio 9,36 mg/g de grasa, valores considerados altos y asociados a la dieta, particularmente por el consumo de alfalfa (58,8 %) durante el verano.

#### **2.2.7. Fertilizante**

Un fertilizante es cualquier material orgánica o inorgánica de origen natural o sintético que se añade al suelo para suministrar los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y optimizar la productividad (De la Peña, 2019).

García *et al.* (2018) señalan que la importancia de los fertilizantes está relacionada con el ámbito agrícola, siendo el principal insumo utilizado para incrementar la productividad. González (2019) refiere que los fertilizantes como tal, han contribuido al rendimiento de los cultivos, generando un aumento en la producción de alimentos.

#### **2.2.8. Niveles de fertilización**

El nivel de fertilización se refiere a la cantidad y tipo de nutrientes que se agregan al suelo o a las plantas para promover un crecimiento saludable y optimizar la producción de cultivos, los nutrientes esenciales para las plantas incluyen el nitrógeno, fósforo, potasio y varios micronutrientes, los cuales son absorbidos por las raíces de las plantas a través del suelo, siendo necesarios para el desarrollo de raíces fuertes, producción de hojas, flores, para el proceso de fotosíntesis (Laos, 2020).

### **2.2.9. suelo**

El término suelo deriva del latín Solum que significa piso o terreno, se define como un recurso natural y componente del medio ambiente en el que se desarrolla la vida, es un ecosistema o un agro - ecosistema que constituye la principal fuente de nutrientes, agua y aire para el crecimiento de las plantas, donde se haya producido o no una génesis del suelo (formación de horizontes), por lo que su significado es aún más general ya que incluye no solo el suelo si no también las rocas, el agua, la materia orgánica y las formas de vida, aire y sustancias que intervienen directa o indirectamente en el sostenimiento de la vida vegetal (De La Peña, 2019). El suelo es un componente fundamental de la tierra, está formado por capas de suelo (horizontes del suelo), minerales meteorizados, materiales orgánicos, agua y aire, es el producto final de los efectos combinados del tiempo y el clima, organismos (plantas, animales y humanos) y los materiales originales (rocas y minerales primarios), por lo tanto, el suelo se define de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas (FAO, 2023).

### **2.2.10. Calidad de suelo**

La calidad del suelo se ha definido como la capacidad de un suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema y el uso de la tierra para sustentar la productividad biológica, capacidad para contribuir en los servicios ecosistémicos (Bouma, 1997), mantener la calidad ambiental y promover la producción de plantas, forrajes y la salud animal (Doran y Parkin, 1996).

### **2.2.11. pH del suelo**

El pH (potencial de hidrógeno) determina el grado en que las partículas del suelo adsorben iones de hidrógeno ( $H^+$ ) y es un indicador clave para catalogar el suelo como ácido o alcalino, siendo fundamental para evaluar la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, dado que influye en la solubilidad, movilidad y accesibilidad de varios elementos y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo (FAO, 2023). El pH del suelo puede variar

entre 3,5 (muy ácido) y 9,5 (muy alcalino), los suelos con un pH inferior a 5,5 suelen mostrar altos niveles de toxicidad por aluminio y manganeso, mientras que aquellos con un pH superior a 8,5 tienden a dispersarse (FAO, 2019).

#### **2.2.12. Macro y micro Nutrientes del suelo**

Los macronutrientes, esencialmente son requeridos en grandes cantidades para el crecimiento y desarrollo de las plantas, se encuentran divididos en 2 grupos según la disponibilidad en el suelo y la demanda de la planta, el primer grupo corresponde a los macronutrientes principales como es el nitrógeno, fósforo y potasio, el segundo grupo pertenece a los macronutrientes secundarios como el calcio, magnesio y azufre (Tirado, 2014).

Son elementos esenciales para las plantas que se requieren en pequeñas cantidades, los más estudiados en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos se encuentran el zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn), estos micronutrientes está influenciada por las propiedades físico-químicas del suelo, las cuales regulan su distribución en las diferentes fracciones del mismo; estas propiedades destacan la reacción del suelo, la concentración de carbonato de calcio, la capacidad de intercambio catiónico, la presencia de otros nutrientes en la solución del suelo, el contenido de materia orgánica y la textura del suelo (Saleem, 2023).

#### **2.2.13. Pastos y forrajes**

El pasto es cualquier recurso vegetal que sirve como alimento del ganado, esta denominación engloba tanto a los pastos naturales o seminaturales, como los pastos de origen agrícola, pastos herbáceos y pastos leñosos, ya sean éstos arbustivos o arbóreos que el ganado aproveche para alimentarse mientras este circula sobre ellas (Ayanz, 2001)

#### **2.2.14. Importancia de los pastos y forrajes**

La importancia de los pastos y forrajes constituyen una de las dietas más importantes y económica en la producción animal, como alimentación de animales bovinos, caprinos, ovinos, equinos y para mantener la fertilidad del suelo, proteger el ambiente, un buen manejo de los pastos y forrajes contribuye en gran proporción a la protección del suelo cuando su manejo

favorece el cuidado del mismo, manteniendo la humedad y previniendo procesos de erosión (Terroba, 2024).

Los pastos y forrajes resultan indispensables en la dieta por las funciones digestivas que cumplen, estimulando la rumia y la salivación o estimulando el movimiento normal del rumen y ayudando a mejorar y mantener el crecimiento de los microorganismos del rumen (Moscos, 2016).

#### ***2.2.15. Rendimiento productivo***

Los rendimientos de los pastos se indican en peso de forraje verde (FV) y materia seca (MS) por hectárea (ha), siendo un parámetro importante al momento de elegir el tipo de pasto que se va a establecer, para garantizar el nivel de abastecimiento en un sistema de producción y alimentación animal (Hernández, 2022).

#### ***2.2.16. Tasa de crecimiento***

Yu Ying y Hou Fu (2005) no encontraron efecto significativo de la frecuencia de corte sobre el rendimiento de forraje (tasa de crecimiento) concluyen que la alta frecuencia de corte promueve una interacción positiva entre el ryegrass y el trébol. Gamarra (2023). menciona que en la sierra central el mayor rendimiento anual (tasa de crecimiento) ocurre con la mayor frecuencia de pastoreo (cada 30 días), debido a la mejor capacidad de rebrote a los 30 días.

#### ***2.2.17. Composición florística***

La composición florística hace referencia a la diversidad de especies vegetales presentes en una determinada área de pastura. Para su determinación, se emplean muestreos sistemáticos que permiten registrar todas las especies presentes, incluidas gramíneas, leguminosas y malezas. Las variaciones en la composición botánica están influenciadas por factores como el clima, la época del año, el régimen de pastoreo, la frecuencia y altura de corte, la temperatura, el pH del suelo, la fertilización y el tipo de suelo (Vallejos, 2024).

### **2.2.18. Calidad de las pasturas (Valor nutritivo)**

El valor nutricional se define como el conjunto de componentes y propiedades de los alimentos, tales como la proteína cruda, minerales, digestibilidad, energía, entre otros. La calidad de los forrajes y materiales fibrosos está sujeta a variaciones influenciadas por diversos factores. A medida que la planta avanza en su desarrollo y madurez, su valor nutritivo tiende a disminuir, debido a modificaciones en su composición química, como el aumento de la lignificación y la reducción del número de hojas (López, 2015).

### **2.2.19. Materia seca (Ms)**

La materia seca es la parte que queda de una muestra de forraje fresco (materia verde), ya sea pradera, ensilaje, heno o granos, a la que se le ha extraído el agua mediante secado forzado. Además, la materia seca es un indicador de la cantidad de nutrientes que están disponibles en un alimento en particular (INIA, 2019)

### **2.2.20. Fibra**

La fibra constituye entre el 40 % y el 80 % de la materia seca, alcanzando sus valores más altos en pastos maduros. Está compuesta por carbohidratos estructurales como la celulosa, hemicelulosa y lignina, los cuales brindan soporte, rigidez y protección a la planta (Di Marco, 2011). En la alimentación de rumiantes, la fibra es un componente esencial, ya que estimula la rumia y regula el pH del rumen; sin embargo, representa también la fracción más difícil de digerir (Hernández, 2022). La cantidad de fibra en la dieta debe mantenerse en niveles adecuados, ya que un exceso puede disminuir la capacidad de ingestión, reducir la digestibilidad y limitar el aporte energético. Por el contrario, una deficiencia de fibra puede provocar trastornos como bajos niveles de grasa en la leche, acidosis ruminal, laminitis y desplazamiento de abomaso debido a un inadecuado llenado del rumen (Granja *et al.*, 2012).

### **2.2.21. Proteína**

La proteína digestible en los pastos se localiza principalmente en el citoplasma celular, mientras que la fracción no digestible se encuentra en los cloroplastos, representando

aproximadamente entre el 40 % y 50 % del total proteico. En general, tanto las leguminosas como las gramíneas en estado vegetativo temprano presentan altos contenidos de proteína, capaces de cubrir adecuadamente los requerimientos nutricionales de los bovinos en pastoreo. Sin embargo, las gramíneas perennes de clima frío suelen contener menores niveles de proteína en comparación con las leguminosas (Montesinos, 2011). Este autor también señala que la proteína en los bovinos cumple funciones esenciales, como la formación de tejidos y músculos, así como la síntesis de hormonas, vitaminas y enzimas, influyendo directamente en la producción de leche. Por otro lado, en los pastos o forrajes jóvenes se concentra una mayor proporción de proteína que en los maduros, ya que el proceso de lignificación reduce su disponibilidad y aprovechamiento digestivo (Interno, 2007).

#### **2.2.22. Fibra detergente neutro (FDN)**

La fibra detergente neutra (FDN) corresponde a la fracción del material vegetal insoluble en una solución detergente neutra y está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, además de contener componentes minoritarios como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno. Esta fracción representa estructuralmente la pared celular de las plantas, cuya digestibilidad y disponibilidad están determinadas por las características estructurales y el arreglo tridimensional de sus principales constituyentes, entre ellos la celulosa, hemicelulosa, lignina y sílica. De estos componentes, los rumiantes son capaces de fermentar o digerir la celulosa y hemicelulosa, lo que contribuye significativamente al aprovechamiento del forraje. Sin embargo, el análisis de FDN no proporciona información sobre la velocidad ni el potencial de utilización de estos compuestos, ya que dicha fracción puede presentar una composición variable en función de la naturaleza de la muestra y de los tratamientos a los que haya sido sometida, pudiendo incluir también cantidades variables de proteína, minerales y cutina (Montañés, 2020).

### **2.2.23. Fibra detergente acida (FDA)**

Es un material insoluble en una solución detergente ácida, está compuesto fundamentalmente por celulosa y lignina, aunque suelen existir otros componentes minoritarios como nitrógeno y/o minerales (Montañes, 2020).

### **2.2.24. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS)**

La Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) es una prueba de laboratorio utilizada para evaluar la calidad nutricional de los alimentos, especialmente forrajes para animales rumiantes, simula la digestión ruminal en un ambiente controlado (Martínez *et al.*, 2014).

### **2.2.25. Calidad de leche**

La calidad de la leche puede separarse en dos grandes referentes, el composicional y el higiénico-sanitario. La calidad composicional está referida a los requisitos de composición fisicoquímica que debe cumplir la leche y se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos. Además, se realiza la detección de adulteraciones como la adición de agua o sustancias no permitidas, que afectan la calidad y seguridad del producto. Una evaluación integral de estos aspectos permite verificar si la leche cumple con los estándares exigidos por la industria y la normativa sanitaria (Guzmán, 2013).

### **2.2.26. Sólidos totales**

Los sólidos totales de la leche de vaca representan la fracción no acuosa del producto e incluyen grasa, proteínas, lactosa, minerales y otros compuestos. En promedio, la leche bovina contiene entre 12,5 % y 13,5 % de sólidos totales, aunque este valor puede variar según factores como la raza, la alimentación y el manejo del animal. Este parámetro es fundamental para evaluar la calidad nutricional de la leche, su rendimiento industrial y para detectar posibles adulteraciones como la adición de agua (Vanegas y Martínez, 2011).

### ***2.2.27. Perfil de ácidos grasos***

El perfil de ácidos grasos en la leche de vacuno hace referencia a la composición y proporción de los distintos tipos de ácidos grasos presentes en su fracción lipídica, incluyendo saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y trans. Este perfil reviste gran importancia científica, ya que determina las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y funcionales de la leche. Además, está estrechamente vinculado con la dieta del animal; una mayor inclusión de forrajes frescos en la alimentación favorece el incremento de ácidos grasos beneficiosos, como los poliinsaturados, y reduce la presencia de compuestos menos deseables, como ciertos isómeros trans. El análisis del perfil lipídico permite no solo evaluar la calidad nutricional de la leche, sino también establecer criterios de diferenciación entre distintos sistemas de producción (Llano, 2016).

## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS

#### 3.1. Hipótesis

- La aplicación de tres niveles de fertilizante influye en la calidad del suelo, Rendimiento productivo y valor nutritivo de raigrás más trébol blanco y la producción de sólidos totales y ácidos grasos de la leche en el distrito de Calquis provincia de San Miguel-Cajamarca.

#### 3.2. Variables

##### 3.2.1. Variable Independiente (X)

###### Niveles de fertilizante

T0: sin fertilizante

T1: fertilización baja (30% menos que el requerimiento óptimo del suelo)

T2: fertilización media (requerimiento óptimo del suelo)

T3: fertilización alta (30% sobre el requerimiento óptimo del suelo).

##### 3.2.2. Variable Dependiente (Y)

###### Calidad del suelo

- pH,MO,N,P,K

###### Comportamiento productivo de las pasturas

- Rendimiento, altura de Planta, Tasa de crecimiento, Composición florística, Valor nutritivo (%)
  - Cenizas, Proteína cruda, Fibra detergente neutro (FDN),Fibra detergente ácido (FDA),Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS)

###### Producción de Leche (%)

- Sólidos totales (%)
- Perfil de Ácidos grasos (%)

### 3.3. Operacionalización de los componentes de las hipótesis

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables del estudio según el comportamiento de la hipótesis

Hipótesis	Tipo de variable	Variablen	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas/ Instrumentos
El efecto de tres niveles de fertilización influye en la calidad del suelo pastura y leche	Variablen Independientes	Niveles de fertilización	Es la cantidad específica de fertilizante (kg/ha)	Aplicación de tres tratamientos diferenciados según niveles de fertilizante	Parcelas y bloques	%	Muestreo en zigzag /barreno
	Variable Dependiente	Calidad del suelo	Tipo específico de suelo para funcionar y sostener la productividad de las plantas	Análisis de muestras de suelo por tratamiento	pH, materia orgánica, nitrógeno, Fósforo y potasio	%	Análisis químico
		Comportamiento productivo	Se indican en peso de materia seca (MS), en kg/ha y valor nutritivo(%)	Registro de rendimiento en parcelas tratadas con distintos niveles de fertilizante	Rendimiento (kg MS/ha)	Kg. MS. ha	Toma de muestra representativa /Análisis de laboratorio
		Producción de leche	Conjunto de características que determinan la calidad de la leche.	Análisis de muestras de leche obtenidas de vacas alimentadas con las diferentes pasturas	Sólidos totales y perfil lipídico	%	Método Roese-Gottlieb, AOCS

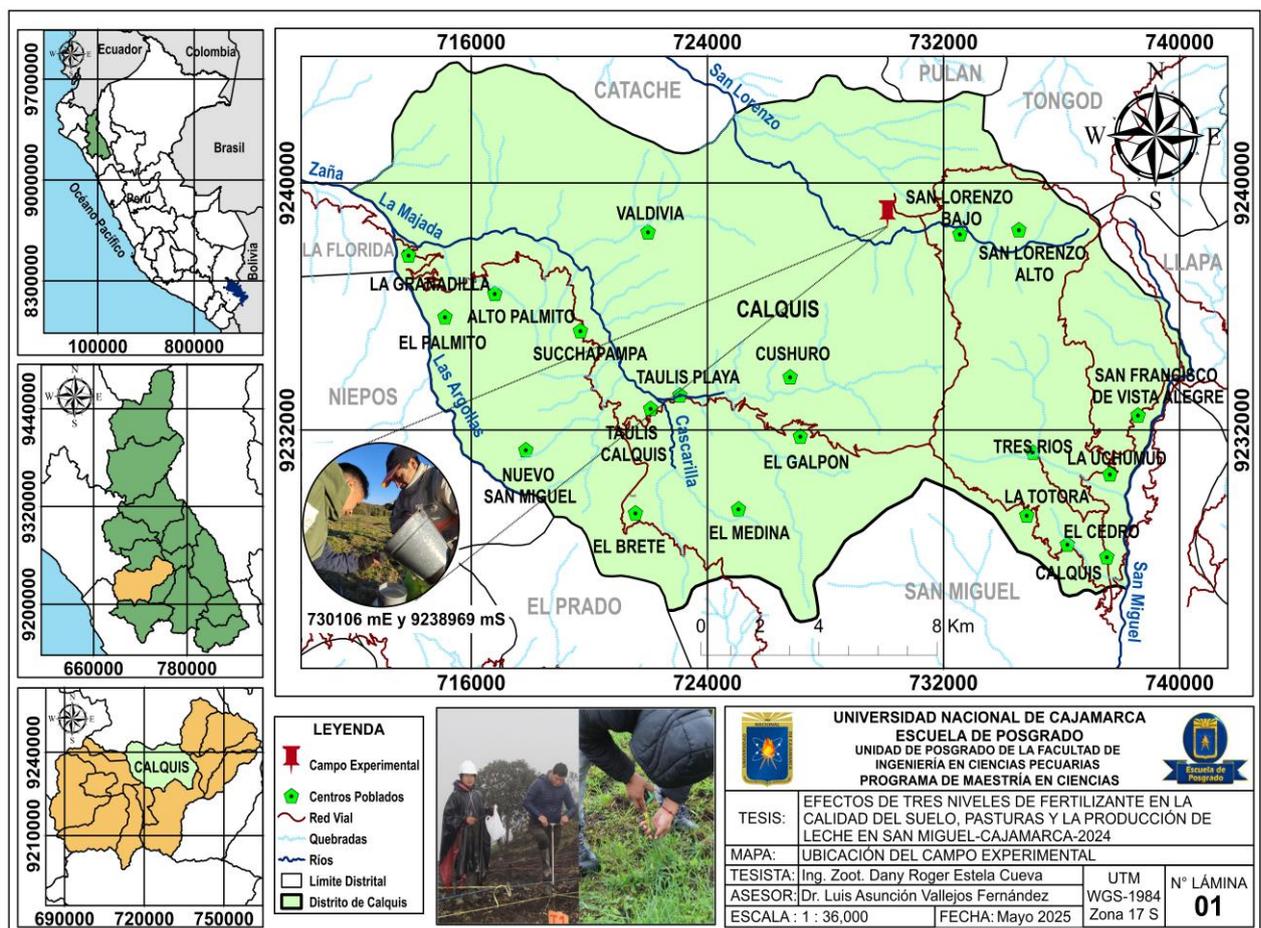
# CAPÍTULO IV

## MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en el caserío San Lorenzo Bajo, Distrito de Calquis, provincia San Miguel, región Cajamarca. A una altitud de 3371 msnm, con una temperatura promedio que oscila entre los 6.2 °C a 14 °C, humedad relativa de 70% y una precipitación de 750mm. Cuyas coordenadas UTM son 730106 m E y 9238969 m S en zona 17S.

**Figura 1.** Mapa de ubicación del área experimental



## 4.2. Metodología

### 4.2.1. Tipo de Investigación

La investigación fue experimental.

### 4.2.2. Diseño de Investigación

Para las variables rendimiento de MS en kg/ ha, altura de planta, tasa de crecimiento y composición florística de las pasturas y calidad de suelo, se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El área total del experimento fue de 240 m<sup>2</sup>.

**Figura 2.** Distribución de las unidades experimentales

BLOQUES		
BI	BII	BIII
T0	T2	T3
T1	T0	T2
T2	T3	T1
T3	T1	T0

LEYENDA	
Clave	Dosis
T0	Sin fertilizante
T1	Nivel bajo
T2	Nivel medio
T3	Nivel alto

La superficie para la evaluación de la calidad de la leche fue de 1 hectárea y se evaluó mediante un diseño estadístico descriptivo para las variables (1ha).

### 4.2.3. Método de la investigación

Observación Experimental

### 4.2.4. Población y muestra

#### a. Población

El experimento estuvo conformado por 12 unidades experimentales, distribuidas en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, cubriendo un área total de 240 m<sup>2</sup> con la asociación raigrás-trébol blanco. Adicionalmente, se estableció una hectárea de terreno fertilizada con los tratamientos en estudio para el análisis de la calidad de leche.

## **b. Muestras.**

El muestreo de rendimiento se realizó mediante cortes de 0,25 m<sup>2</sup>, a una altura de 5 cm en promedio sobre el nivel del suelo, a los 45 días pos rebrote. Para evaluar la calidad del suelo, se tomaron muestras de 1 kg por tratamiento al inicio y al final del experimento. Asimismo, para el análisis de leche, se recolectaron tres muestras de 300 ml provenientes de vacas alimentadas con pasturas fertilizadas y no fertilizadas.

Las muestras de leche fueron recolectadas durante el ordeño de la mañana. Para el análisis, se tomó un volumen de 300 ml por muestra, previamente homogenizada en el porongo. Esta se filtró mediante un colador de doble malla con el fin de eliminar impurezas como pelos, restos de pasto y otras partículas. Posteriormente, la leche fue depositada en frascos de vidrio estériles con capacidad de 500 ml. Cada frasco fue debidamente etiquetado con la identificación del tratamiento correspondiente, diferenciando entre pasturas fertilizadas y no fertilizadas. Las muestras fueron transportadas de inmediato bajo condiciones de cadena de frío, y remitidas el mismo día al laboratorio de Société Générale de Surveillance (SGS), ubicado en la ciudad de Lima, para su respectivo análisis.

## **4.3. Técnicas e instrumentos de la recolección de la información**

### ***4.3.1. Instalación del Experimento***

#### **a. Análisis de suelo**

Previo a la instalación del experimento, se realizó un muestreo de suelo con el objetivo de analizar sus características físico-químicas, a una profundidad de 15 cm, utilizando el método en zig-zag para garantizar la representatividad del  rea. Posteriormente, las submuestras fueron homogenizadas y se tomó una sola muestra representativa de aproximadamente 1 kg, la cual fue remitida al Laboratorio de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis correspondiente.

**Tabla 2.** *Composición de suelo*

Clase textural	pH 1:1	Materia Orgánica (M.O) %	Nitrógeno (N) %	Fosforo (P) ppm	Potasio (K) pmm
Franco arenoso	4,73	4,992	0,250	20,485	117,349

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, agua y ecotoxicología (LASAE) de la Universidad Nacional Agraria la Selva (UNAS).

**Tabla 3.** *Interpretación de la materia orgánica, nitrógeno y potasio*

Denominación	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fosforo (ppm)	Potasio (ppm)
Bajo	0-2	< 0,15	< 7	<100
Medio	2 – 4	0,15- 0.30	7 – 14	100 - 240
Alto	>4	> 30	> 14	> 240

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos y plantas (FCA-UNC)

**Tabla 4.** *Interpretación del pH*

Denominación	pH 1:1
Fuertemente ácido	< 5.5
Moderadamente ácido	5.5 - 6.0
Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
Neutro	7.0
Ligeramente alcalino	7.2 - 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
fuertemente alcalino	> 8.5

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina

## **b. Poder germinativo y densidad de siembra**

El análisis del poder germinativo de las semillas se llevó a cabo durante un periodo de siete días para trébol y quince días para raigrás. El procedimiento consistió en colocar 100 semillas por tratamiento en cajas Petri que contenían papel absorbente previamente humedecido, estableciendo tres repeticiones por tratamiento. Al finalizar el periodo de evaluación, se contabilizó el número de semillas germinadas. para cada repetición, obteniéndose los datos que se detallan a continuación. Para raigrás se obtuvo poder germinativo (73%), pureza (78%), valor cultural (56.94%) para trébol poder germinativo (96%), pureza (97%) y valor cultural (93.12%).

En cuanto a la densidad de siembra, se determinó siguiendo las proporciones recomendadas para asociaciones forrajeras, correspondiendo un 70 % para gramíneas y un 30 % para leguminosas. A partir de estos porcentajes se calcularon los kilogramos por hectárea necesarios para cada especie, y se procedió a la siembra en función de dichos valores.

**Tabla 5.** *Dosis de semilla utilizada en la siembra*

Cantidad de semillas sembradas en el ensayo		
Especies	Parcela experimental (kg)	Densidad de siembra(kg/ha)
Raigrás ( <i>Lolium perenne</i> )	0.720	30
Trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> )	0.072	3

### **c. Preparación del terreno**

Se realizó previamente un corte de limpieza a fin de mantener al ras el pasto y permitir el ingreso del motocultor para el rayado del suelo y abrir ligeramente (10 cm) el terreno, con el propósito de colocar el fertilizante y la semilla de raigrás-trébol blanco.

### **d. Resiembra y fertilización**

El terreno se dividió en 12 sub- parcelas iguales (20 m<sup>2</sup>), el fertilizante y las semillas fueron aplicadas al voleo, utilizando 30 kg/ha para raigrás y 3 kg/ha de trébol blanco.

**Tabla 6.** Niveles de fertilización

Tratamientos	T1	T2	T3
Cantidad	(g/20m <sup>2</sup> )	(g/20m <sup>2</sup> )	(g/20m <sup>2</sup> )
<b>PRIMER ABONAMIENTO</b>			
Gallinaza	10	104	204
Urea	138	238	338
Super fosfato triple	275	375	475
Sulfato de potasio	48	128	208
Sulpomag	427	627	827
Hidróxido de calcio	813	813	813
Yeso	712	912	1112
Sulfato de cobre	1.2	1.2	1.2
Sulfato de Zinc	2.3	2.3	2.3
Sulfato de Magnesio	4	4	4
Ulexita	3.9	3.9	3.9
<b>SEGUNDO ABONAMIENTO</b>			
Gallinaza	10	104	204
Urea	138	238	338
Sulfato de potasio	48	128	208
Sulfomag	427	627	827

Los fertilizantes se aplicaron, de acuerdo a los resultados y recomendaciones por el laboratorio y especialista quien nos indica que se formuló teniendo en cuenta 2 leyes agronómicas y 1 formula.

Ley de la restitución de nutrientes

Ley de los incrementos decrecientes

Formula:

$$QN = \frac{E - SF_1 - MOF_2}{F_3}$$

QN = Cantidad de nutrientes

E = Cuanto de nutrientes extrae la planta

S = Cantidad de nutrientes en el suelo

F1= Factor de eficiencia

MO = Materia orgánica

F2= Factor de eficiencia de especifica

F3= Factor de fertilización aplicada

Para poder formular es necesario conocer las interrelaciones que existe entre los macro y micronutrientes. La aplicación de los fertilizantes se realizó al voleo a inicio de la resiembra y al momento del primer corte de uniformización de la pastura.

#### **4.4. parámetros Evaluados**

##### ***4.4.1. Calidad del suelo***

Se tomó una muestra representativa de suelo (1 kg) por unidad experimental dentro de cada bloque, empleando el método en zig-zag para asegurar la representatividad. Posteriormente, las submuestras fueron homogenizadas y se extrajo una muestra compuesta de 1 kg por tratamiento, la cual fue destinada al análisis respectivo.

##### ***4.4.2. Rendimiento Productivo y valor nutritivo***

El rendimiento de MS se evaluó a los 45 días después de la siembra, mediante el corte manual con hoz, dejando un remanente de aproximadamente 5 cm sobre la superficie del suelo. Para el muestreo se utilizó un cuadrante de 50 × 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>). Las muestras obtenidas fueron pesadas en una balanza de precisión (g), colocadas en bolsas de plástico debidamente rotuladas y transportadas de inmediato al Laboratorio de Pastos y Forrajes de la Universidad Nacional de Cajamarca. En dicho laboratorio se realizó la evaluación productiva, expresada en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS/ha).

De las muestras obtenidas en campo, se enviaron 200 g, al Laboratorio de Nutrición animal y bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza para la determinación de la concentración de nutrientes: Método Weende (materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, cenizas); Método de Van Soest (fibra detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA), Prueba de Tilley y Terry (1963): Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

#### **4.4.3. Altura de planta**

Se utilizó el método de estimación visual, colocando una wincha en posición vertical sobre el nivel del suelo, mirando horizontalmente donde se concentra la mayor cantidad de hojas de la pastura.

#### **4.4.4. Composición florística**

Para determinar la composición florística de las áreas de cada tratamiento, se obtuvieron muestras al inicio del estudio utilizando cuadrantes rectangulares de 0,25 m<sup>2</sup>, realizando cortes del forraje con un remanente de aproximadamente 5 cm sobre la superficie del suelo. El material recolectado fue transportado al Laboratorio de Pastos y Forrajes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde se procedió a la separación y clasificación del forraje por especies botánicas, identificando específicamente raigrás, trébol y malezas. Por diferencia de peso se determinaron los porcentajes.

#### **4.4.5. Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento de las pasturas, se expresa en kg/ha/día y se obtuvo dividiendo el rendimiento (kg/ha) entre los días transcurridos.

$$TC = \text{Rendimiento} / \text{días transcurridos}$$

#### **4.4.6. Calidad de Leche**

La composición química y el perfil de ácidos grasos se determinaron mediante espectrofotometría infrarroja y cromatografía de gases, con el método "OCS Official Method Ce 1h-05"

### **4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos**

#### **4.5.1. Recolección de datos**

Los datos obtenidos de las fichas de campo se digitalizaron y se almacenaron de manera ordenada en un libro de Excel (paquete Office 365, Microsoft). Luego se realizaron las pruebas del cumplimiento de supuestos de verificación de la normalidad y homogeneidad de varianzas. Para comparar las diferencias entre los tratamientos se realizó un análisis de varianzas (ANOVA) mediante el modelo lineal general (GLM) teniendo como fuentes de variación los

tratamientos y los bloques; para la comparación entre tratamientos se realizó la prueba de diferencia de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron en el programa Infostat versión 2020e actualizado 30/4/2020.

#### **4.6. Método de la investigación**

El estudio se enmarca dentro de un diseño experimental de tipo observacional, ya que se realizó una intervención directa en las pasturas mediante la aplicación de fertilización, evaluándose posteriormente sus efectos sobre variables productivas y de calidad, tanto de las pasturas como de la leche de vacas en pastoreo.

#### **4.7. Diseño de la investigación**

La investigación se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con interacción, considerando cuatro tratamientos y tres repeticiones. El área total del experimento fue de 240 m<sup>2</sup>. Este diseño permitió evaluar las variables rendimiento de materia seca (MS) en kg/ha, altura de planta, tasa de crecimiento, composición florística de las pasturas y calidad de suelo.

Asimismo, se complementó el análisis con estadística descriptiva mediante medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación), con el fin de caracterizar de manera integral las variables estudiadas.

Para la evaluación de la calidad de la leche, se aplicó un modelo estadístico de comparación de medias, considerando como factores principales el consumo de pasturas fertilizadas y no fertilizadas, así como la posible interacción con los niveles de fertilización.

#### **4.8. Modelo Estadístico**

##### ***4.8.1. Modelo estadístico para evaluar calidad de suelo y Rendimiento de Ms***

El arreglo se estableció bajo un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones, totalizando 12 unidades experimentales. Los datos obtenidos de las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 %. Modelo lineal:

## La ecuación

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta para el tratamiento  $-i$  en el bloque  $-j$ .

$\mu$  = El efecto medio de la muestra

$t_i$  = efecto del  $i$  – ésimo tratamiento ( Testigo, Nivel bajo, Nivel medio, Nivel alto)

$\beta_j$  = efecto del  $j$  – ésimo bloque

$E_{ij}$  = El efecto del error experimental

## 4.7. Equipos y materiales

### 4.7.1. Equipos

- Balanza
- Estufa
- Computadora.

### 4.7.2. Materiales

#### a. Material Biológico

- Raigrás anual (*Lolium multiflorum L.*) “ecotipo cajamarquino”
- Trébol blanco (*Trifolium repens L.*) variedad “ huia “
- Leche.

#### b. Material de campo

- Cuadrantes de 0,50 cm x 0,50 cm
- Wincha
- Moto guadaña
- Bolsas de plástico
- Balanza electrónica
- Rafia
- Cuaderno de apuntes

- Lapiceros
- Plumón
- Frascos esterilizados
- Etiqueta de identificación
- Gel refrigerante
- Hielo

## CAPÍTULO V

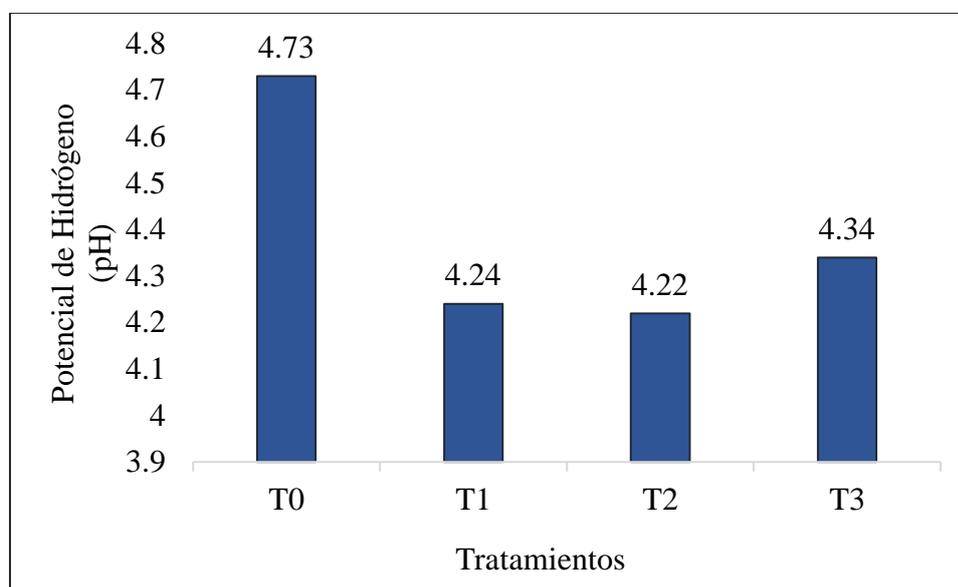
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Influencia de los niveles de fertilización en la calidad del suelo

##### 5.1.1. Efecto de los niveles de fertilización en el pH del suelo

La aplicación de los tres niveles de fertilización generó un efecto acidificante en el suelo en comparación con el tratamiento testigo. El valor más elevado de pH se registró en el tratamiento sin fertilización (T0), con 4,73, mientras que los tratamientos con fertilización presentaron valores inferiores: T3 con 4,34, T1 con 4,24 y T2 con 4,22. Estos resultados evidencian que el incremento en la dosis de fertilizante provoca una disminución del pH, indicando acidificación del suelo.

**Figura 3.** Influencia de la fertilización sobre el pH del suelo.



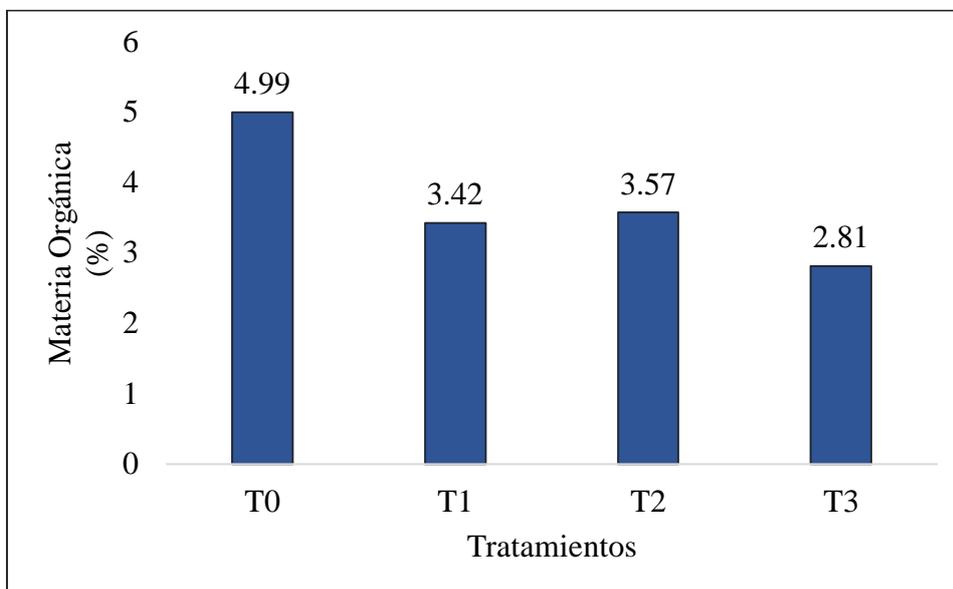
Esta tendencia confirma que la incorporación de fertilizantes incrementa la acidez del suelo, lo que coincide con la dinámica esperada de liberación de iones hidrógeno durante los procesos de transformación de los nutrientes aplicados. Estos resultados coinciden con lo reportado por Vásquez (2025), quien en un estudio realizado en suelos ácidos de San Miguel – Cajamarca encontró que la aplicación de fertilizantes químicos redujo el pH del suelo en función de la dosis utilizada. Según este autor, los fertilizantes actúan como sales acidificantes,

alterando negativamente la reacción del suelo al liberar iones que aumentan la acidez. Asimismo, Ginés y Mariscal (2002) explican que esta acidificación es particularmente pronunciada cuando se emplean fertilizantes nitrogenados de tipo amoniacal, como la urea o el sulfato de amonio, debido a la liberación de protones ( $H^+$ ) durante la hidrólisis de la urea y la nitrificación del amonio, lo cual disminuye el pH del suelo.

### 5.1.2. Efecto de los niveles de fertilización en la materia orgánica del suelo

La aplicación de fertilizantes redujo el contenido de materia orgánica en el suelo en comparación con el testigo. El tratamiento sin fertilización (T0) presentó el valor más alto de MO (4,99%), mientras que los tratamientos con diferentes niveles de fertilización T1 (3,42%), T2 (3,57%) y T3 (2,81%) mostraron reducciones progresivas.

**Figura 4.** Diferencias de la materia orgánica en el suelo según tratamiento.



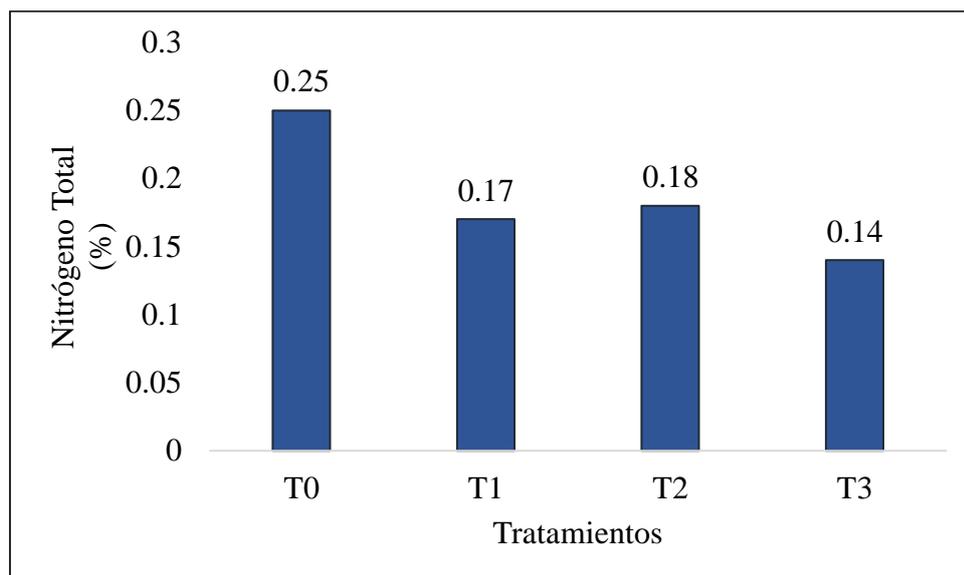
Los resultados evidencian una disminución progresiva de la materia orgánica conforme aumenta la dosis de fertilización, tendencia que puede explicarse por el incremento de la actividad microbiana y la mayor tasa de mineralización inducida por la fertilización, lo que acelera la descomposición y transformación del carbono orgánico, reduciendo las reservas estables de MO en el suelo. En concordancia, De la Peña (2019) reporta que el uso de fertilizantes químicos puede generar una disminución en las poblaciones microbianas y, en

consecuencia, en el contenido de materia orgánica. De manera similar, Vásquez (2015) sostiene que la fertilización química intensifica la mineralización, transformando los compuestos orgánicos en formas inorgánicas, lo que conlleva a una reducción del contenido de materia orgánica, ya sea por su absorción por las plantas o por pérdidas directas en el suelo. Estos hallazgos confirman que el uso continuo de fertilizantes químicos impacta negativamente en la calidad del suelo, principalmente a través de la reducción de su fracción orgánica.

### 5.1.3. Efecto de los niveles de fertilización en el nitrógeno total del suelo

El contenido de nitrógeno total en el suelo mostró una reducción asociada a la aplicación de diferentes niveles de fertilización, en comparación con el testigo. El tratamiento sin fertilización (T0) registró el valor más alto (0,25%), mientras que los tratamientos con aplicación de fertilizante presentaron valores inferiores: T1 con 0,17%, T2 con 0,18% y T3 con 0,14%.

**Figura 5.** Diferencias del nitrógeno total en el suelo en cada tratamiento



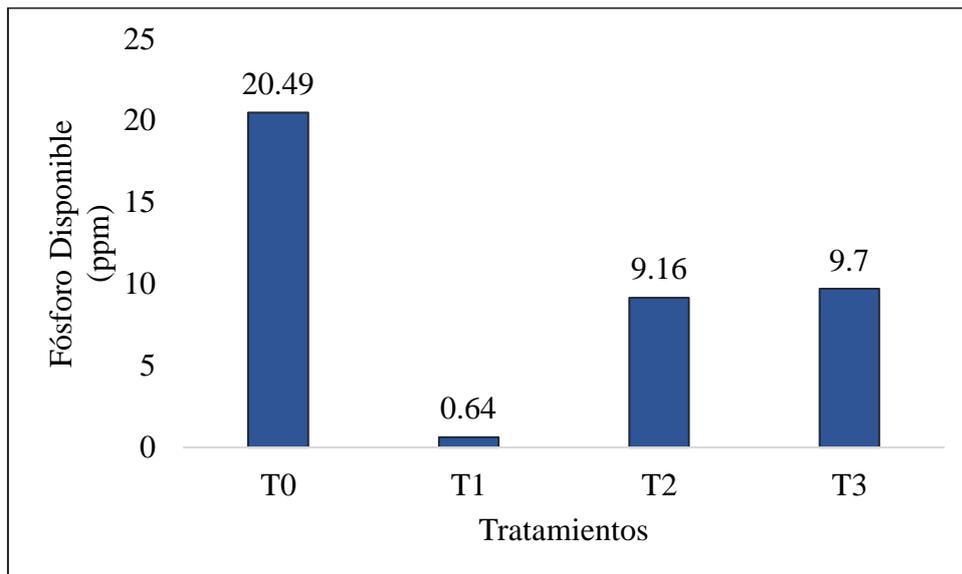
Estos resultados evidencian que, fertilizantes en el suelo podrían haber estimulado la mineralización acelerada de la materia orgánica, lo cual provoca pérdidas de nitrógeno por lixiviación, volatilización o desnitrificación, disminuyendo así el contenido total de este elemento en el perfil del suelo. Larios *et al.* (2014) señalan que la pérdida de nitrógeno está

estrechamente vinculada a fenómenos de volatilización y lixiviación. De manera complementaria, Navarro y Navarro (2013) destacan que la reducción del nitrógeno disponible también puede atribuirse a su absorción por las plantas y a la inmovilización microbiana. En este contexto, se explica que, aun cuando se apliquen fertilizantes, una fracción importante del nitrógeno se pierde o se transforma en formas menos disponibles, reduciendo así su concentración total en el suelo.

#### 5.1.4. Efecto de los niveles de fertilización en el fósforo disponible del suelo

Los resultados muestran que la aplicación de fertilizantes redujo significativamente el contenido de fósforo disponible en el suelo respecto al testigo (20,49 ppm). En los tratamientos con fertilización, las concentraciones fueron notoriamente inferiores: T3 (9,70 ppm), T1 (0,64 ppm) y T2 (0,16 ppm). Lo que evidencia una marcada reducción del fósforo disponible en el suelo.

**Figura 6.** Diferencias del fósforo disponible en el suelo en cada tratamiento



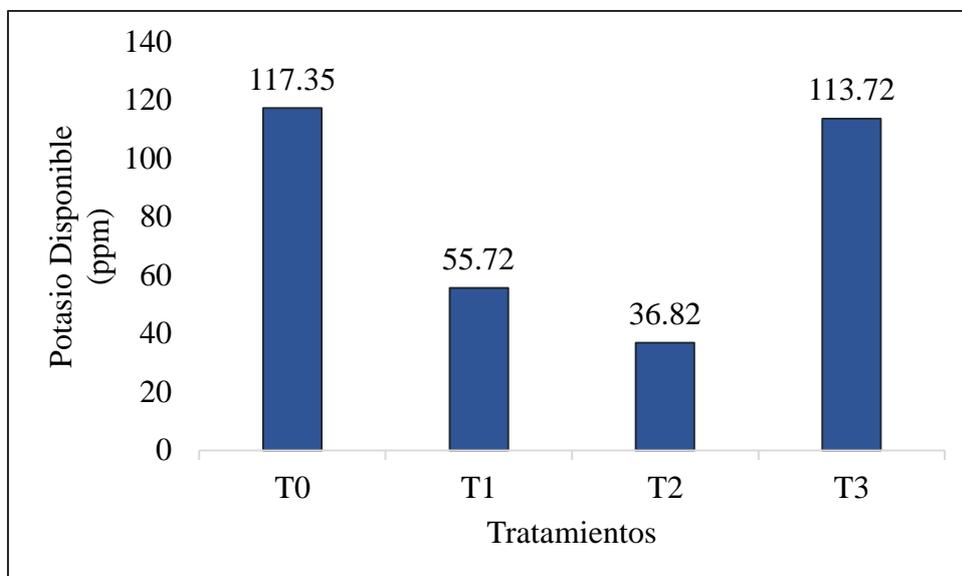
Esta reducción en la disponibilidad de fósforo puede explicarse por procesos de fijación en formas insolubles, favorecidos por la acidez del suelo y la interacción con cationes como el aluminio y el hierro. Havlin (2014) sostiene que en suelos ácidos el fósforo reacciona con dichos elementos, dando lugar a la formación de fosfatos de hierro y aluminio, compuestos

insolubles que no pueden ser aprovechados por las plantas. Del mismo modo, Fernández (2007) indica que en suelos ácidos con bajo contenido de materia orgánica, el fósforo tiende a fijarse en los coloides de arcilla, reduciendo aún más su disponibilidad para la absorción vegetal.

#### 5.1.5. Efecto de los niveles de fertilización en el potasio disponible del suelo

Los resultados muestran que La aplicación de fertilizantes redujo el contenido de potasio disponible en el suelo en comparación con el tratamiento testigo. El valor más alto se registró en el tratamiento sin fertilización (T0), con 117,35 ppm, mientras que los tratamientos con fertilización presentaron concentraciones menores: T3 con 113,72 ppm, T1 con 55,72 ppm y T2 con 36,82 ppm, evidenciando una disminución progresiva del potasio disponible.

**Figura 7.** Diferencias del potasio disponible en el suelo en cada tratamiento



Esta disminución podría estar asociada a procesos de lixiviación, a la absorción intensiva por las plantas o a reacciones de fijación del potasio en los sitios de intercambio del complejo arcillo-húmico, limitando su disponibilidad para el cultivo. Esto concuerda con Vásquez (2025), quien señala que el potasio puede fijarse en los coloides de arcilla y la materia orgánica, haciéndolo no disponible para las plantas. Esta fijación se ve favorecida en suelos ácidos, donde el hidrógeno y el aluminio compiten con el potasio por los sitios de intercambio, lo que reduce su disponibilidad para la absorción radicular.

## 5.2. Determinación de los diferentes niveles de fertilización en el rendimiento, altura, tasa de crecimiento y calidad de las pasturas, a los 45 días de corte.

### 5.2.1. Rendimiento (kg MS/h), altura(cm) y tasa de crecimiento(kg MS/ha) de la asociación raigrás-trébol blanco a los 45 días de corte

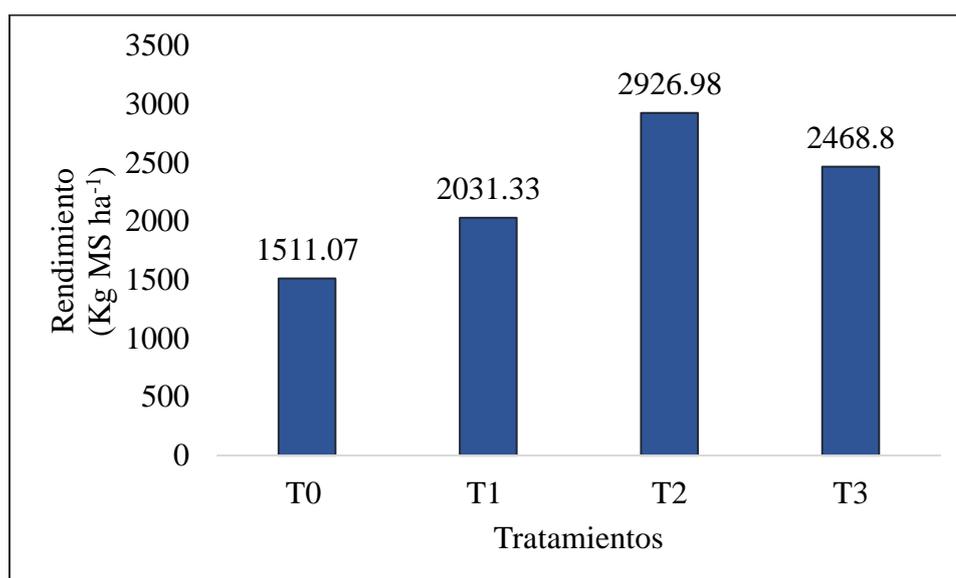
El análisis de varianza realizado para el rendimiento de materia seca, altura de planta y tasa de crecimiento, mostró diferencias significativas entre tratamientos, con un valor de significancia conjunto de  $p$ -valor  $< 0,05$ . lo que indica que al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

La aplicación de fertilización en diferentes niveles incrementó el rendimiento de materia seca respecto al testigo T0 (1 511,07 kg MS/ha<sup>-1</sup>). El T1 alcanzó 2 031,33 kg MS/ha<sup>-1</sup>, el T2 fue el más eficiente con 2 926,98 kg MS/ha<sup>-1</sup>, el T3 obtuvo 2 468,8 kg MS/ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la altura de planta se registró el mismo efecto. El T0, presentó la menor altura con un promedio de 18,33 cm. En comparación, los tratamientos fertilizados registraron incrementos progresivos en la altura: el T0 alcanzó 26,67 cm, el T2 alcanzó 32,67 cm y el T3 alcanzó 32,78 cm. Así mismo para la tasa de crecimiento (TC) el tratamiento sin fertilización (T0) presentó la menor tasa de crecimiento 33,58, mientras que todos los tratamientos fertilizados superaron significativamente este valor, T2 con un valor de 65,04, en T3 con un valor de 54,86 y T1 con un valor de 45,14. Lo que indica que incluso una dosis baja fue suficiente para mejorar la calidad de las pasturas.

**Tabla 7.** Rendimiento, altura y tasa de crecimiento de la asociación raigrás-trébol blanco según los niveles de fertilización

Niveles de fertilización	Rendimiento (Kg MS/ha)	Altura(cm)	Tasa crecimiento (Kg MS/ha <sup>-1</sup> )
T0	1511,07 b	18,33 b	33,58 b
T I	2031,33 ab	26,67 a	45,14 ab
T II	2926,98 a	32,67 a	65,04 a
T III	2468,80 ab	32,78 a	54,86 ab
E.E	283,29	1,59	6,3
<i>p</i> -valor	0.0115	<0.0001	0.0115

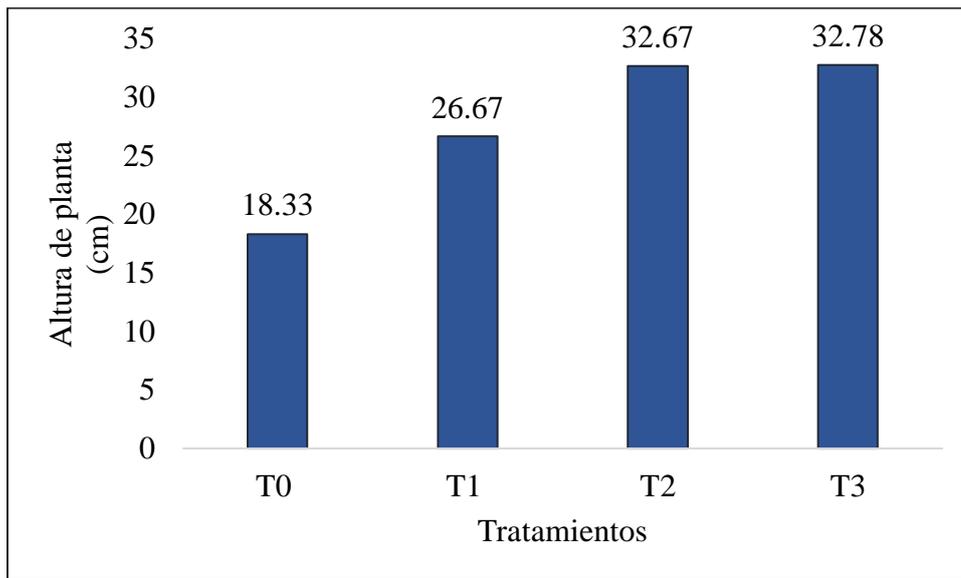
**Figura 8.** Rendimiento de materia seca de la asociación de pasturas según los tratamientos



Los resultados obtenidos en el rendimiento de materia seca evidencian un efecto positivo en todos los tratamientos con aplicación de fertilización, en comparación con el testigo sin fertilización. Este comportamiento coincide con lo reportado por Llanos (2025), quien en un estudio realizado en San Miguel – Cajamarca observó incrementos en el rendimiento de materia seca al aplicar fuentes nitrogenadas, alcanzando valores entre 2 784 y 4 356,27 kg MS ha<sup>-1</sup>. De manera similar, Ocas (2025) registró incrementos significativos en el rendimiento de materia seca mediante el uso de fertilización fosforada, alcanzando 2 640,49 kg MS ha<sup>-1</sup> con la aplicación de fosfato diamónico, lo que confirma que tanto el nitrógeno como el fósforo son nutrientes determinantes en la productividad de las pasturas.

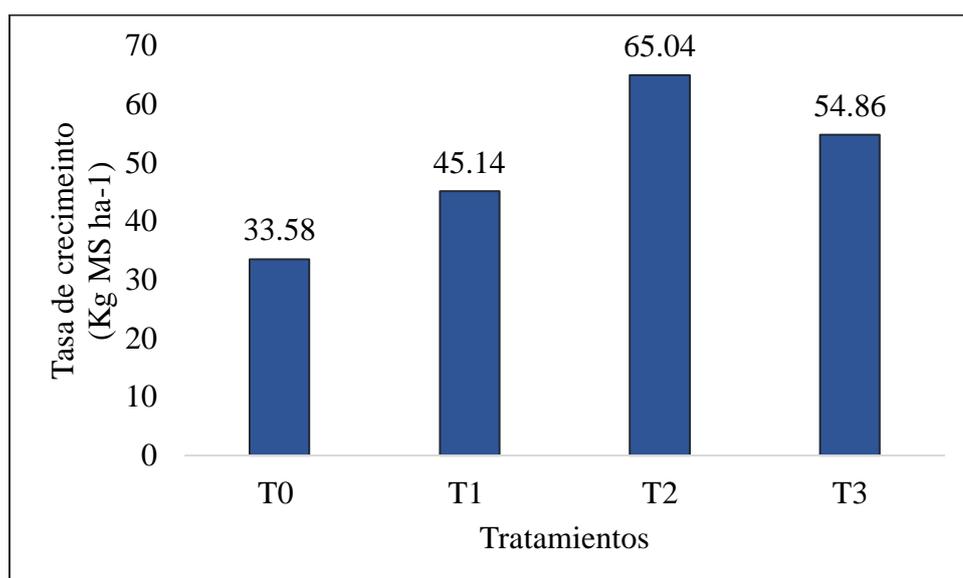
Asimismo, Vallejos (2021) reportó un rendimiento de 4 046 kg MS ha<sup>-1</sup> y una altura de planta de 33,9 cm a los 45 días de corte en condiciones similares, resultados que se aproximan a los obtenidos en el tratamiento T2 de la presente investigación. Estos antecedentes refuerzan que la aplicación balanceada de nutrientes esenciales no solo incrementa la biomasa forrajera, sino que también mejora la expresión del potencial productivo de las gramíneas en condiciones de suelos ácidos propios de la región andina.

**Figura 9.** *Altura de planta del raigrás ecotipo cajamarquino según tratamientos*



En relación con la altura de planta, se observó una tendencia creciente a medida que se incrementó el nivel de fertilización, lo que refleja el efecto positivo de la disponibilidad de nutrientes sobre el crecimiento vegetativo de las pasturas. Esta tendencia coincide con lo reportado por Llanos (2025) y Ocas (2025), quienes a los 45 días de evaluación registraron alturas de hasta 42 cm y 38 cm, respectivamente, bajo condiciones de mayor disponibilidad hídrica durante la temporada de lluvias en San Miguel – Cajamarca. Este factor hídrico podría explicar las ligeras diferencias observadas respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, donde las condiciones climáticas fueron menos favorables para la expresión máxima del crecimiento en altura.

**Figura 10.** Tasa de crecimiento de la asociación de pasturas según los tratamientos



En cuanto a la tasa de crecimiento (Figura 10), se observó una mejora significativa en los tratamientos con aplicación de fertilización en comparación con el testigo, lo que confirma el efecto positivo del aporte de nutrientes sobre la dinámica productiva de las pasturas. Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango señalado por Gamarra (2023), quien reportó tasas de crecimiento entre 6,9 y 43,7 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, con los valores más altos durante la temporada de lluvias. De manera similar, Custodio (1984) registró tasas de crecimiento de 19 a 60 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en una asociación de ryegrass italiano y trébol blanco, lo que permite situar los resultados de la presente investigación como satisfactorios y coherentes con el comportamiento esperado en pasturas mejoradas bajo condiciones de fertilización.

### **5.2.2. Composición florística de las pasturas a los 45 días de corte**

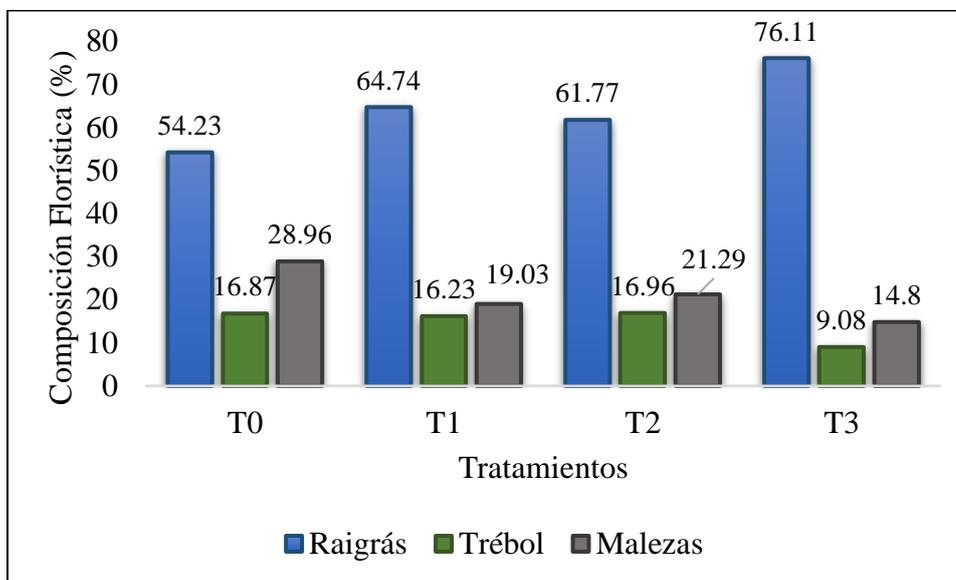
La composición florística de las pasturas se vio influenciada por los niveles de fertilización, observándose un efecto significativo sobre el raigrás ( $p = 0.0177$ ), cuyo porcentaje de cobertura aumentó con la fertilización, siendo mayor en el tratamiento con dosis alta (76,11 %) y menor en el testigo (54,23 %). En el caso del trébol, no se registraron diferencias significativas ( $p = 0.2361$ ), lo que indica que su presencia no fue afectada por los niveles de fertilización, posiblemente por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. Respecto

a las malezas, aunque no hubo diferencias estadísticas ( $p = 0.1104$ ), se observó una tendencia a disminuir su cobertura a medida que aumentó la fertilización, lo que sugiere una mayor competitividad del raigrás frente a especies no deseadas

**Tabla 8.** Niveles de fertilización y su influencia en la composición florística

Nivel de fertilización	Raigrás	Trébol	Malezas
T0	54,23 b	16,87 a	28,96 a
T1	64,74 ab	16,23 a	19,03 a
T2	61,77 ab	16,96 a	21,29 a
T3	76,11 a	9,08 a	14,80 a
E.E	4,49	3,10	3,79
<i>p</i> -valor	0.0177	0.2361	0.1104

**Figura 11.** Composición Florística de las pasturas



Los resultados obtenidos evidencian que la fertilización ejerció un efecto significativo sobre la composición florística de las pasturas, incrementando de manera notable la cobertura de raigrás en todos los tratamientos fertilizados en comparación con el testigo. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Terroba *et al.* (2024), quienes encontraron que la aplicación de fertilización química con NPK incrementó la proporción de especies forrajeras deseables, alcanzando valores de 80 % en gramíneas, 17 % en leguminosas y una reducción de malezas hasta un 3 %. Estos antecedentes refuerzan que el raigrás responde favorablemente a

una adecuada disponibilidad de nutrientes, lo que le otorga mayor capacidad de competencia y dominancia en el pastizal.

En lo que respecta al trébol blanco, en la presente investigación no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Este resultado puede atribuirse a la capacidad de esta especie para fijar nitrógeno atmosférico a través de su simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, lo que le permite mantenerse competitiva incluso en condiciones de baja fertilidad. Este hallazgo coincide con lo señalado por Carrasco (2019), quien resalta la estabilidad del trébol en la composición florística precisamente por su capacidad de suplir sus requerimientos de nitrógeno mediante fijación biológica.

Por otro lado, los resultados difieren parcialmente de lo reportado por Huamán (2022), quien no encontró diferencias significativas en la composición florística entre tratamientos con y sin fertilización, registrando valores promedio de 54,58 % para raigrás, 17,55 % para trébol y 26,88 % para malezas. En contraste, en el presente estudio se observó una clara reducción de malezas bajo condiciones de fertilización, pasando de 28,96 % en el testigo (T0) a tan solo 14,8 % en el tratamiento T3. Este efecto puede explicarse por la mayor cobertura y dominancia del raigrás, que limita la disponibilidad de luz, nutrientes y espacio para especies menos deseables, restringiendo así su proliferación.

Finalmente, los resultados coinciden con lo planteado por Carrasco (2019), quien sostiene que un manejo adecuado de la fertilización no solo fortalece el desarrollo de especies forrajeras de alto valor, como el raigrás, sino que también contribuye al control natural de malezas. En este sentido, los tratamientos fertilizados demostraron un impacto positivo en la mejora de la calidad del pastizal, favoreciendo especies con mayor valor nutritivo y reduciendo la presencia de plantas indeseables, lo que se traduce en una mayor sostenibilidad y productividad del sistema forrajero.

### 5.3. Valor nutritivo de las pasturas

En la Tabla 9 se observa que la calidad nutritiva del forraje varía según los niveles de fertilización. La proteína cruda (PC), como indicador clave de calidad, se mantiene relativamente alta en todos los tratamientos a los 45 días, Los resultados muestran que el contenido de proteína cruda en las pasturas, expresado en kg. PC/ha, se vio influenciado de por la aplicación de fertilización. En T0, se obtuvo el valor más bajo con 236.8 kg. PC/ha, lo que evidencia la limitada capacidad productiva del suelo sin intervención. Al aplicar fertilización, los valores aumentaron notablemente, T1, 322.2 kg. PC/ha, T2, 454.9 kg. PC/ha, y T3, 387.4 kg PC/ha, confirmando que la fertilización es clave para aumentar la proteína cruda en pasturas. De manera similar, Mejía *et al.* (2014) reportó que la aplicación de fertilización incrementó el contenido de PC en pasturas, pasando de 15 % en el testigo a 18 % en los tratamientos fertilizados. Asimismo, al analizar estos resultados en términos porcentuales, León (2022) señala que el contenido de proteína cruda en pastos generalmente oscila entre 14 % y 18 %, aunque tiende a disminuir a medida que avanza la edad de rebrote. Finalmente, Gutiérrez (2018) destaca que un porcentaje de PC dentro de este rango garantiza un buen valor nutritivo y una adecuada digestibilidad del forraje, lo cual refuerza la importancia de la fertilización para mejorar la calidad de la dieta animal.

Los valores de FDN oscilaron entre 54,15% en T3 y 55,26% en T0, mientras que los de FDA se ubicaron entre 29,32% en T3 y 37,43% en T0. Estos resultados indican que el forraje se encontraba aún en un estado tierno, con buena digestibilidad. Este hallazgo coincide con lo reportado por Demanet (2019), quien señala que una pastura en su momento óptimo de pastoreo debe presentar valores de FDN entre 45% y 70%, y de FDA entre 30% y 45%, rangos compatibles con una buena digestibilidad. Asimismo, León (2022) sostiene que en edades de rebrote tempranas (30, 45 y 60 días) las pasturas presentan mayor proporción de hojas y menor contenido de fibra, lo que mejora su calidad nutricional. En cambio, a los 75 y 90 días, el

incremento de tallos, materia seca, FDN y FDA producto de la madurez del forraje reduce su digestibilidad y eficiencia de aprovechamiento por los animales.

**Tabla 9.** Valor nutritivo según nivel de fertilización

Niveles de fertilización	Días	Cenizas(%)	PC %	Humedad(%)	FDN	FDA	DIVM	Kg PC/ha
T0	45	8.24	15.67	6.50	55.26	37.43	54.94	236.8
T1	45	9.52	15.86	5.05	58.06	36.22	53.82	322.2
T2	45	9.95	15.54	4.94	56.47	37.12	53.95	454.9
T3	45	8.24	15.69	5.83	54.15	29.32	55.85	387.4

La DIVMS obtenida en los tratamientos T0 (54,94%) y T3 (55,85%) indica una digestibilidad moderada, ubicándose en el límite inferior del rango considerado aceptable para forrajes de buena calidad (55 – 65%). Si bien no alcanzan el umbral óptimo (60–70%), estos valores son aceptables para una asociación forrajera como raigrás – trébol blanco, cuya digestibilidad puede variar según la edad de rebrote (Villalobos y Sánchez, 2010).

El contenido de cenizas en la asociación raigrás–trébol blanco osciló entre 8,24% en T0 y 9,95% en T2, lo que refleja un nivel mineral adecuado. Según el INTA (2020), un rango de 7% a 10% de cenizas es considerado normal en pasturas bien manejadas, bajo condiciones de fertilización adecuada y aprovechamiento en el momento óptimo. Por ello, resulta fundamental determinar el tiempo ideal de utilización de la pastura, con el fin de asegurar un adecuado aporte mineral en la dieta de los animales.

#### **5.4. Composición química de leche en vacas alimentadas con pasturas fertilizadas y sin fertilizar.**

El análisis de ácidos grasos *cis* y *trans* en la leche fresca de vaca reveló una composición estable entre la primera y segunda evaluación. Los ácidos grasos saturados fueron predominantes, con una ligera disminución de 2,44 % a 2,22 %, mientras que los ácidos *cis* monoinsaturados y poliinsaturados se mantuvieron prácticamente constantes (1,09 % y 1,06 %; 0,05 % en ambos casos). Los ácidos *trans* presentaron un leve incremento (de 0,10 % a 0,12 %), particularmente los isómeros *trans* 18:1. El perfil de ácidos grasos de cadena corta y media,

como el butírico, caproico, caprílico y cáprico, mostró mínimas variaciones sin impacto significativo. El ácido palmítico, principal ácido graso saturado, registró una reducción de 1,19 % a 1,00 %, mientras que el esteárico pasó de 0,46 % a 0,43 %. Algunos compuestos, como los ácidos linolelaídico, gadoleico, DHA, EPA y erúcico, no fueron detectados.

**Tabla 10.** Ácidos grasos Cis Trans según evaluaciones

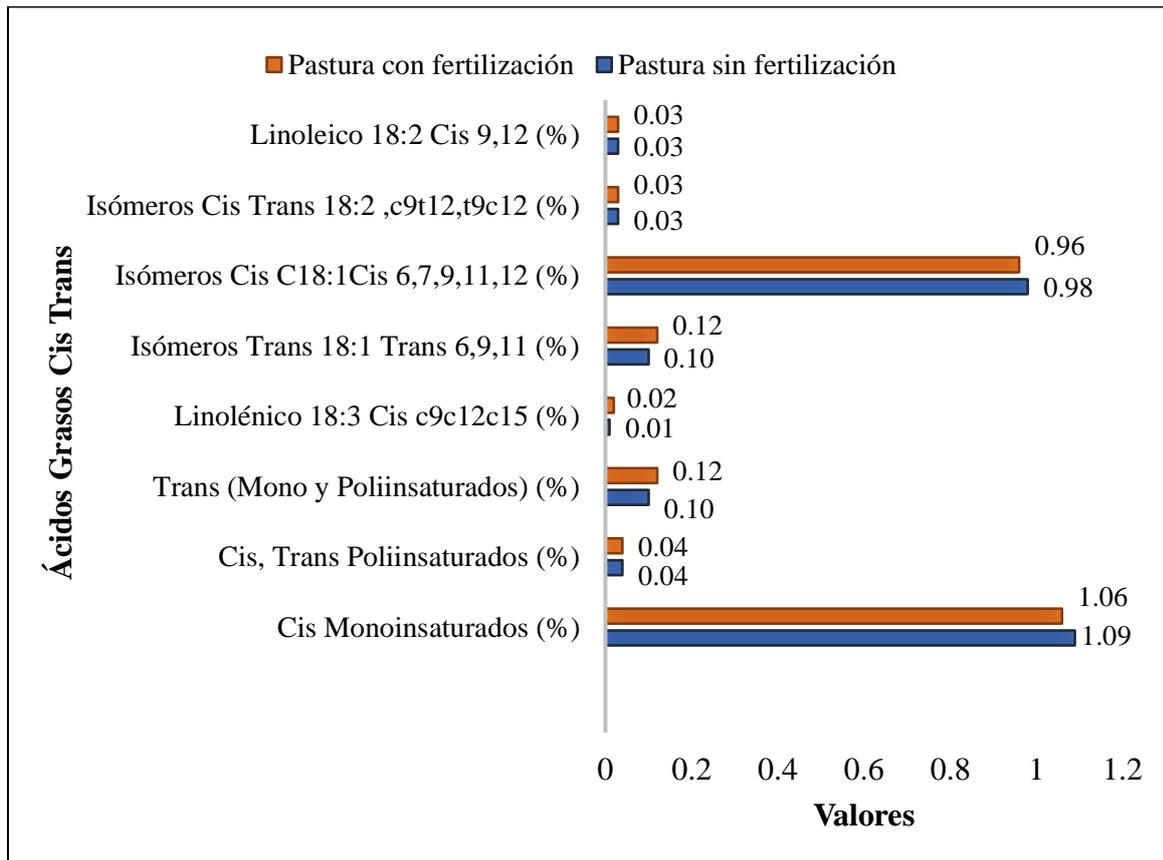
Ácidos Grasos Cis Trans	Pasturas sin fertilización	Pasturas con fertilización
Cis Monoinsaturados (%)	1.09	1.06
Cis Poliinsaturados (%)	0.05	0.05
Cis, Trans Poliinsaturados (%)	0.04	0.04
Trans (Mono y Poliinsaturados) (%)	0.1	0.12
Saturados (%)	2.44	2.22
Butírico 4:0 (%)	0.04	0.05
Caproico 6:0 (%)	0.06	0.06
Caprílico 8:0 (%)	0.04	0.04
Cáprico 10:0 (%)	0.08	0.08
Láurico 12:0 (%)	0.11	0.11
Mirístico 14:0 (%)	0.41	0.4
Palmítico 16:0 (%)	1.19	1
Palmitoleico 16:1 c9 (%)	0.1	0.09
Heptadecanoico 17:0 (%)	0.04	0.03
Heptadecenoico 17:1 c10 (%)	0.02	0.01
Esteárico 18:0 (%)	0.46	0.43
Linolénico 18:3 Cis c9c12c15 (%)	0.01	0.02
Isómeros Trans 18:1 Trans 6,9,11 (%)	0.1	0.12
Isómeros Cis C18:1Cis 6,7,9,11,12 (%)	0.98	0.96
Linolelaídico 18:2 Trans 9,12 (%)	ND	ND
Isómeros Cis Trans 18:2 ,c9t12,t9c12 (%)	0.03	0.03
Linolénico 18:3 Trans t9t12t15 (%)	ND	ND
Linoleico 18:2 Cis 9,12 (%)	0.03	0.03
Araquídico C20:0 (%)	<0.010	<0.010
Isómeros Cis Trans 18:3 (%)	<0.010	<0.010
Gadoleico 20:1 c11 (%)	ND	ND
DHA C22:6W3 (%)	ND	ND
EPA C20:5W3 (%)	ND	ND
Behénico 22:0 (%)	<0.010	<0.010
Erúcico 22:1 c13 (%)	ND	ND
Lignocérico 24:0 (%)	<0.010	<0.010

#### ***5.4.1. Perfil de ácidos grasos cis trans en leche fresca de vaca bajo manejo de pasturas sin y con fertilización***

El análisis de la composición de ácidos grasos en leche fresca de vacas alimentadas con pastura sin fertilización y con fertilización mostró ligeras variaciones en el perfil lipídico. Los ácidos grasos cis monoinsaturados presentaron un valor de 1,09 % en la leche de vacas con pastura sin fertilización, y de 1,06 % en aquellas con pastura fertilizada, indicando una leve disminución. En los ácidos grasos Cis trans (mono y poliinsaturados), se observó un incremento de 0,10 % a 0,12 % con la fertilización, tendencia que también se reflejó en los isómeros trans del ácido oleico (18:1 trans 6,9,11), que pasaron de 0,10 % a 0,12 %. El ácido linolénico (18:3 Cis c9c12c15) duplicó su proporción al aumentar de 0,01 % a 0,02 % en la leche de vacas alimentadas con pastura fertilizada. Por otro lado, los isómeros cis del ácido oleico (C18: 1Cis 6,7,9,11,12) registraron una ligera reducción, pasando de 0,98 % a 0,96 %. Estos resultados evidencian que la fertilización química generó cambios en la calidad lipídica de la leche.

Por otro lado, la fertilización de la pastura no modificó el contenido de ácidos grasos poliinsaturados cis y trans en la leche fresca, ya que se mantuvieron constantes en 0,04 %. Del mismo modo, los isómeros cis-trans del ácido linoleico (18:2, c9t12,t9c12) no presentaron variación, registrando un valor de 0,03 % en ambos tratamientos. El ácido linoleico (18:2Cis9,12) también se mantuvo en 0,03 %, lo que indica una estabilidad de esta fracción lipídica frente a los cambios inducidos por la fertilización de la pastura.

**Figura 12.** Variación del perfil de ácidos grasos cis trans en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización)



Los resultados muestran que la fertilización de la pastura produjo modificaciones en el perfil de ácidos grasos de la leche. Se observó una leve disminución de los ácidos grasos cis monoinsaturados en la leche de vacas alimentadas con pastura fertilizada, posiblemente debido a cambios en la composición química del forraje. Los ácidos grasos cis trans (mono y poliinsaturados) mostraron un ligero aumento, lo que sugiere que la fertilización pudo haber influido en la biohidrogenación ruminal, favoreciendo la formación de isómeros trans. Estos hallazgos adquieren relevancia desde el punto de vista nutricional, la FAO (2008), destaca que los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados cumplen un papel fundamental en la salud humana. Estos compuestos no solo representan una fuente eficiente de energía metabólica, sino que también contribuyen a la reducción del colesterol LDL, al fortalecimiento del sistema inmunológico y a la protección del sistema cardiovascular. Adicionalmente, Fernández *et al.*

(2015), refieren que los ácidos grasos insaturados presentes en la leche son determinantes en la alimentación infantil, dado que participan activamente en el desarrollo neurológico, la maduración del sistema nervioso central y la formación de membranas celulares.

En esa misma línea, los isómeros trans del ácido oleico (18:1 trans 6,9,11) también considerado precursor de ácido linoleico, mostraron un ligero aumento bajo condiciones de pastura fertilizada. Respecto al contenido de ácido linolénico (18:3 Cis c9c12c15), se observó una duplicación en su proporción, incrementándose de 0,01 % a 0,02 % en la leche de vacas alimentadas con pastura fertilizada. Esta tendencia resulta favorable desde el punto de vista nutricional, ya que el ácido linolénico es un ácido graso esencial de la familia omega-3 con efectos positivos sobre la salud humana. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Gagliostro *et al.* (2018) quienes, en su estudio con el propósito de incrementar la concentración de ácido linoleico en la leche de vacas mediante la implementación de una dieta complementaria, observó aumentos en los niveles de ácido linoleico (de 0,29 a 0,38 %) y de ácido oleico (de 0,54 a 1,30 %), lo cual favoreció una adecuada relación omega-6/omega-3 en la leche. Asimismo, Fuentes (2009) destaca que el aumento de ácidos grasos insaturados como el oleico y linoleico en la leche posee beneficios para la salud humana, ya que contribuyen a la reducción del riesgo de enfermedades crónicas como hipertensión, diabetes, obesidad y ciertos tipos de cáncer.

Por otro lado, los isómeros cis del ácido oleico (C18: 1Cis 6,7,9,11,12) presentaron una ligera reducción con la fertilización, lo cual podría estar relacionado con una menor disponibilidad de precursores grasos de tipo cis en la dieta o una mayor conversión a compuestos trans durante la fermentación ruminal. Este hallazgo guarda cierta concordancia con lo reportado por Cabellos (2019), quien, al evaluar la modificación del perfil lipídico de la leche tras un cambio de dieta hacia una alimentación balanceada, encontró que los isómeros derivados del metabolismo microbiano ruminal experimentaron variaciones leves, aunque sin

comprometer la funcionalidad del ambiente ruminal ni la calidad de la leche. Ello respalda la idea de que alteraciones moderadas en los perfiles de ácidos grasos, como las observadas en el presente estudio, no necesariamente implican un deterioro en la calidad del producto lácteo, sino más bien reflejan adaptaciones metabólicas normales del rumen a nuevas condiciones dietéticas. Por otra parte, Ruano (2005) demostró que la presencia de isómeros, tiene efectos beneficiosos sobre la salud humana, tales como la reducción del colesterol plasmático y la prevención de enfermedades cardiovasculares, generando efectos benéficos para la salud humana.

Por tanto, el perfil lipídico observado en este estudio, conserva componentes de valor nutricional que refuerzan la importancia de considerar las prácticas de manejo agronómico como un factor que incide directamente en la calidad nutricional de la leche.

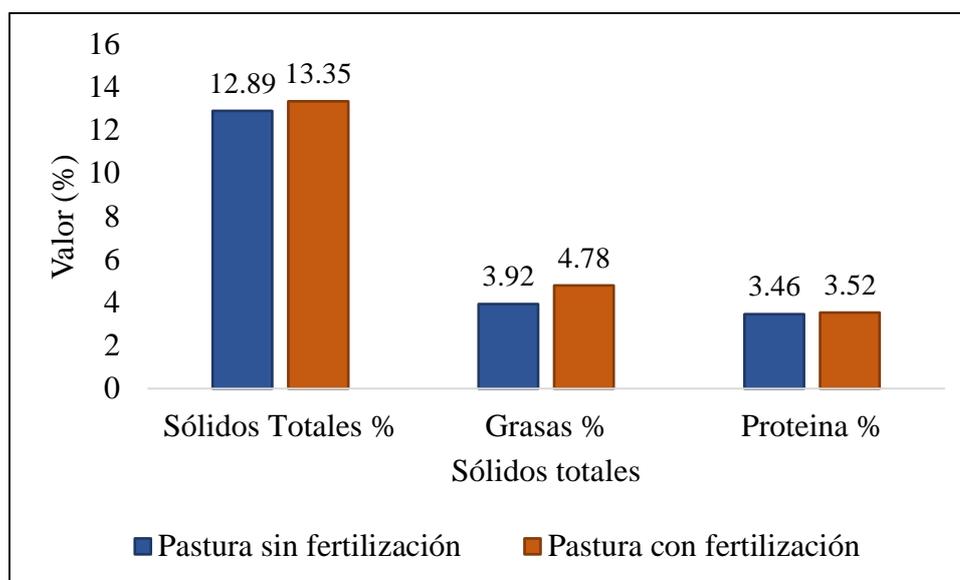
#### ***5.4.2. Sólidos totales en leche fresca de vaca bajo manejo de pasturas sin y con fertilización***

La fertilización de pasturas mejoró la calidad composicional de la leche, aumentando los sólidos totales de 12,89 % a 13,35 %. Este incremento se debió principalmente al mayor contenido de grasa (de 3,92 % a 4,78 %) y a un leve aumento en la proteína (de 3,46 % a 3,52 %), como resultado del mejor valor nutricional de las pasturas fertilizadas. La crioscopía se mantuvo estable (517-mC y 516-mC) y dentro de parámetros normales, lo que indica ausencia de adulteración. Sin embargo, los resultados muestran un incremento en el contenido de urea en leche, pasando de 26,7 mg/dl en vacas alimentadas con pastura sin fertilización a 28,3 mg/dl con pastura fertilizada. Este aumento, aunque leve, tiene relevancia desde el punto de vista nutricional y metabólico.

**Tabla 11.** *Sólidos totales según evaluaciones*

<b>SOLIDOS TOTALES</b>	<b>Pastura sin fertilización</b>	<b>Pastura con fertilización</b>
Grasas %	3.92	4.78
Proteína %	3.46	3.52
Sólidos Totales %	12.89	13.35
Crioscopia -mC	517	516
Recuentos de células somáticas (Cel/ml)	33.000	159.000
Urea	26.7	28.3

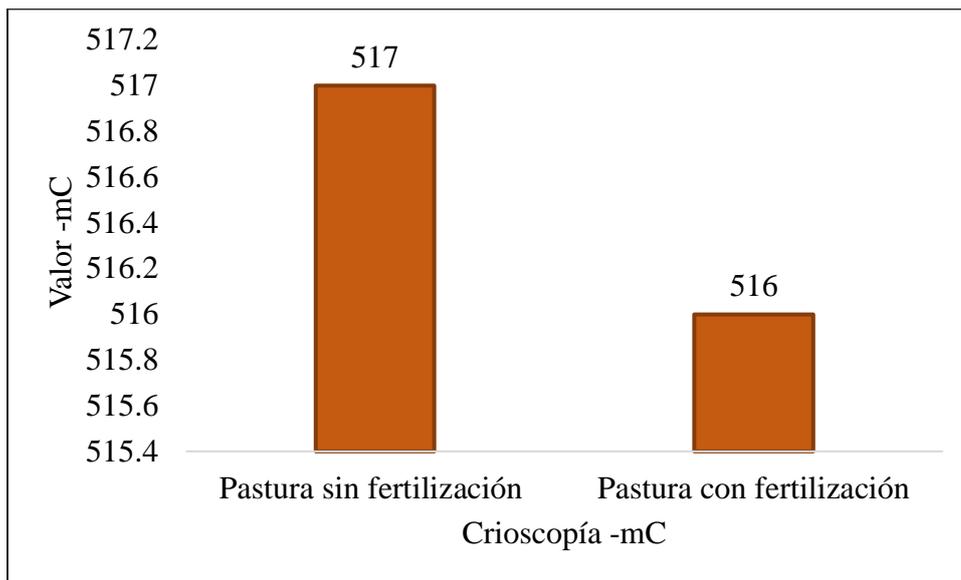
**Figura 13.** *Variación de los sólidos totales en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización)*



Los resultados (Figura 13) indican que la fertilización de pasturas tuvo un efecto positivo sobre la calidad composicional de la leche, reflejado en el aumento de los sólidos totales, principalmente por el mayor contenido de grasa y una ligera mejora en la proteína. Este efecto se atribuye al mejor valor nutritivo del forraje fertilizado, lo cual favoreció una mayor síntesis de componentes lácteos en el animal. Según la NTP 202.001-2003 de INDECOPI (2003), el contenido mínimo de sólidos totales en leche fresca debe ser 11,4 %, valor que fue superado en esta investigación. Cahuascanco (2019) reportó un 12 % de sólidos totales con

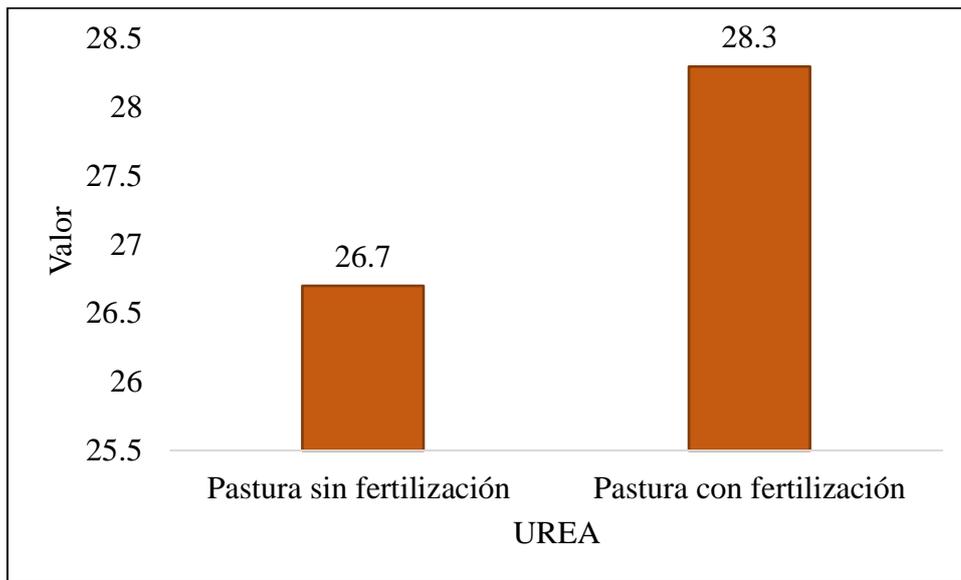
alimentación complementaria, mientras que Londoño (2010) registró incrementos en grasa (de 2,71 % a 2,90 %) y proteína (de 3,28 % a 3,60 %), elevando los sólidos totales de 11,55 % a 12,10 %. Estos antecedentes demuestran que el consumo de pastos con buen aporte proteico influye positivamente en el contenido de grasa, proteína y, en consecuencia, en los sólidos totales de la leche de vaca.

**Figura 14.** Crioscopía -mC en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización)



Como muestra la Figura 14 y tabla 6. la crioscopía se mantuvo estable y dentro de los valores normales (517 y 516 mC), conforme a lo establecido por la NTP 202.184:1998 (INDECOPI, 2003), que indica un punto crioscópico entre -0,555 y -0,540 °C. Estos resultados confirman que la leche cruda analizada no presenta adulteración por adición de agua.

**Figura 15.** Urea en leche de vaca bajo diferentes manejos de pastura (con y sin fertilización)



La Figura 15 y la Tabla 6 muestran un leve incremento en el contenido de Urea en leche, pasando de 26,7 a 28,3 mg/dl, como resultado del consumo de pastura fertilizada. Este aumento refleja una mayor disponibilidad de nitrógeno en la dieta, evidenciando un mejor aporte proteico del forraje, con efectos positivos sobre el metabolismo ruminal y la eficiencia productiva del ganado. Según González y Vásquez (2000), cuando la leche contiene un 3,2 % de proteína, se considera que la ración forrajera es adecuada, y los niveles de urea en leche deben situarse entre 15 y 30 mg/dl. Por tanto, los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango óptimo. No obstante, niveles excesivamente altos de urea podrían indicar un desequilibrio proteico en la dieta, asociado a una deficiente relación entre proteína y energía, generalmente por una limitación en el suministro de hidratos de carbono (Bonifaz y Gutiérrez, 2013).

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- La aplicación de los tres niveles de fertilización generó una acidificación del suelo y provocó una disminución progresiva de la materia orgánica, el nitrógeno total, el fósforo y el potasio disponible, favoreciendo procesos de mineralización y fijación que reducen la retención de elementos esenciales y alteran la química del suelo.
- La fertilización en distintos niveles mejoró el rendimiento productivo y valor nutritivo de la pastura. Incluso la dosis baja fue suficiente para incrementar la producción forrajera, mientras que la dosis media (T2) mostró la respuesta más eficiente.
- La fertilización de pasturas mejoró la producción de sólidos totales, grasa y proteína de la leche. Además, generó modificaciones en el perfil lipídico, como el aumento del ácido linolénico, mientras que otros ácidos grasos, como el linoleico, permanecieron estables. También se registró un ligero incremento en el contenido de urea de la leche, indicando que el nivel de proteína ingerida por los animales, a través de las pasturas fertilizadas, fue mayor que de las pasturas no fertilizadas.

#### 6.2. Recomendaciones

- Se recomienda implementar esta estrategia de manejo, como la inclusión de micronutrientes en la fertilización; así mismo la combinación de fertilizantes orgánicos y químicos y el uso de enmiendas con el fin de preservar la fertilidad a largo plazo.
- Se sugiere hacer uso de las leyes agronómica de fertilización, ya que permite utilizar adecuadamente la cantidad de nutrientes por las pasturas, maximizando de esta manera el rendimiento productivo y valor nutritivo de las pasturas.

- Es aconsejable continuar utilizando fertilización controlada en pasturas, monitoreando regularmente la composición nutricional del forraje, para asegurar una mejora sostenida en la calidad de la leche.

## CAPÍTULO VII

### BIBLIOGRAFIA

- Acosta, C. R. (2024). Leche y Derivados . Lima: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
- Alvarado, R. R. (2016). Modulo del componente teórico de química agrícola. Bogotá: Programa de Química Agrícola. Obtenido de [https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/9777/401543\\_Material\\_didactico\\_Quimica\\_Agricola.pdf?sequence=1](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/9777/401543_Material_didactico_Quimica_Agricola.pdf?sequence=1)
- Arroyave, N. Z. (2017). El análisis sensorial de alimentos. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ayanz, S. A. (2001). Las nuevas tecnologías aplicadas al conocimiento de los ecosistemas [Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional. [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/patrimonio-natural/21\\_sanmiguel\\_alfonso\\_pastos\\_herbaceos\\_tcm30\\_561826.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/patrimonio-natural/21_sanmiguel_alfonso_pastos_herbaceos_tcm30_561826.pdf)
- Bautista, A; Etchevers, J; Del Castillo, R; Gutiérrez, C. (2024). La calidad del suelo y sus indicadores. Revista científica y técnica de Ecología y Medio Ambiente, 13 (2), 90-97. [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8708/1/ECO\\_13%282%29\\_15.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8708/1/ECO_13%282%29_15.pdf)
- Bazán. (2023). Incremento de la producción de leche en base a fertilización de las pasturas en la campiña de Cajamarca. INIA, 25-22.
- Bazán, A. J. (2016). Incremento de la producción de leche en base a fertilización de las pasturas en la campiña de Cajamarca. INIA, 5. Obtenido de [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/459/1/Bazan-Incremento\\_de\\_la\\_produccion.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/459/1/Bazan-Incremento_de_la_produccion.pdf)
- Bedoya, O. (2015). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación, 2(1), 38-42. Obtenido de <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/e8aef7ee-c7cb-4309-afe5-83ecc66fd900/content>
- Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2013). Correlación de niveles de Urea en leche con características físico-químicas y composición nutricional de dietas bovinas en ganaderías de la provincia de Pichincha. Revista de ciencias de la vida, 18(2), 33-42. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047402003.pdf>
- Bouma, J. (1997) Calidad ambiental del suelo: una perspectiva europea. Revista de Calidad Ambiental, 26 (1), 26-31. Obtenido de <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/jeq1997.00472425002600010005x>
- Brousett, M. M., Torres ,J. A., Chambi Rodríguez, A., Mamani Villalba, B., y Gutiérrez Samata, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de la leche cruda en cuencas ganaderas de la región Puno-Perú. Revista Ciencia agropecuaria, 6(3), 165–176. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.0303>

Cabello, S. A. (2019). Estudio de los ácidos grasos de la leche procedentes del metabolismo microbiano ruminal. Universidad de Córdoba. Obtenido de <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/19339/2020000002048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cacho, V. R. (2022). Producción de forraje y valor nutricional de la asociación raigrás ecotipo cajamarquino -trébol blanco en Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Cahuascano, B., Rodríguez-, F., & Aranibar, M. (2018). Efecto de la suplementación de proteína y energía sobre la producción láctea, densidad, sólidos totales, grasa y nitrógeno ureico en la leche de vacas Brown Swiss en condiciones hipobáricas naturales. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(4), 1504-1514. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v30n4/a11v30n4.pdf>

Camacho, R. (2017). Manejo de suelos y enmiendas (1ra Edición ed.).

Carrasco, C. W. (2019). Determinación del estado actual de la composición florística del piso forrajero en la campiña de Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3270/DETERMINACION%20DEL%20ESTADO%20ACTUAL%20DE%20LA%20COMPOSICION%20FLORISTICA%20DEL%20PISO%20FORRAJERO%20EN%20LA%20CAMPI%2091A%20DE%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cerda, A. L. (2025). Reducción de la altura en plantas de dalia. Revista Ciencia ergo-sum, 11(1), 59-64. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/104/10411106.pdf>

Collomb, M. (2014). Impacto de una dieta basal de heno y remolacha forrajera suplementada con colza, linaza y girasol sobre la composición de ácidos grasos de la grasa de la leche. Revista internacional de productos lácteos, 14(6), 549-559. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694603002541>

Custodio, B. R. (1998). Producción de pastos cultivados en tres zonas agroecológicas de la Sierra Central. Revista de Investigación Agropecuaria, 9(1), 30-41. Obtenido de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v09\\_n1/produccionp.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v09_n1/produccionp.htm)

De la Peña, S. (2019). El suelo y Su manejo Ecológico: Fertilizantes. (1ed, Ed.) Lima-Perú.

Demagnet, R. (2019). Praderas y Pasturas. Universidad de La Frontera. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://praderasypasturas.com/rolando/01.-Catedras/01.-Praderas\\_y\\_Pasturas/2011/01.-Conceptos\\_Basicos\\_Praderas\\_y\\_Pasturas.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://praderasypasturas.com/rolando/01.-Catedras/01.-Praderas_y_Pasturas/2011/01.-Conceptos_Basicos_Praderas_y_Pasturas.pdf)

Di Marco, O. (2011). Estimación de la Calidad de los forrajes. Producir XXI, pp 24-30

Doran, J. W., Parkin, TB, 1996. Indicadores cuantitativos de la calidad del suelo: Métodos para la evaluación de la calidad del suelo. Revista Sociedad Americana de Ciencias del Suelo, Publicación Especial 49, págs. 25-37. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaspepub49.c2>

Duché, A., Bernal, H., Ocampo, I., Juárez, D., & Villarreal, A. (2017). Agricultura de traspatio

y agroecología en el proyecto estratégico de seguridad alimentaria (PESA-FAO) del Estado de Puebla. Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 14(2), 50-63. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722017000200263](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000200263)

FAO. (2008). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos. Lima- Perú: Fundación Iberoamericana de Nutrición. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i1953s/i1953s.pdf>

FAO. (2019). Portal de suelos de la FAO. Obtenido de: <https://bit.ly/2DOskQv>

FAO. (2023). *El Suelo*. Lima-Perú: FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/4/w1309s/w1309s04.htm>

Fernández, F. E., Martínez, H. J., Martínez, S. V., Moreno, V. M., Collado, Y. L., Hernández, C. M., & Morán, R. J. (2015). Documento de Consenso: Importancia nutricional y metabólica de la leche. Revista Nutrición Hospitalaria, 31(1), 92-101. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>

Fernández, J., Benítez, D., Gómez, I., Souza, A., & Espinosa, R. (2018). Rendimiento de materia seca y contenido de proteína bruta del pasto *Panicum maximum* vc likoni en un suelo vertisol de la provincia Granma. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 38(4), 417-422.

Fernández, M. (2007). Fósforo: Amigo o Enemigo. Revista Científicas de América Latina, el Caribe, España, 61(2), 51-57.

Finck, H. (2012). Fundamentos y Métodos para la fertilización de los cultivos. En Harnol, Fertilizantes y Fertilizacion (1ra. Ed ed., pág. 45). Barcelona: Editorial Reverté.S.A. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr&id=2VApEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=fertilizacion+&ots=AxSaODtS\\_z&sig=EP93AFwtNNYfdNQ-TyEEIXET024#v=onepage&q=fertilizacion&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr&id=2VApEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=fertilizacion+&ots=AxSaODtS_z&sig=EP93AFwtNNYfdNQ-TyEEIXET024#v=onepage&q=fertilizacion&f=false)

Flores, G. (2012). Efecto del pastoreo de verano de trébol violeta sobre el contenido en omega-3 de la leche de vacuno. Revista Pastos, 41(1), 76-89. Obtenido de <https://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1829>

Florián, L. R. (2019). Efecto de la fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo sobre el Rendimiento, Composición florística y Química de la asociación Rye grass – Trébol blanco, en dos pisos altitudinales de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, 87-95. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3295/EFEECTO%20DE%20LA%20FERTILIZACION%20Y%20RESIEMBRA%20Y%20FRECUENCIA%20DE%20PASTOREO%20SOBRE%20EL%20RENDIMIENTO%20Y%20COMPOSICION%20QUIMICA%20DE%20LA%20ASOCIACION%20RYE%20GRASS%20Y%20TREBOL%20BLANCO%20EN%20DOS%20PISOS%20ALTITUDINALES%20DE%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fuentes, Á. M. (2009). Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras. Universidad Católica de Barcelona. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5703/mcfa1de1.pdf>

Gagliostro, G.,ntonacci, L., Carabajal, A., López, J., & Crujeira, Y. (2018). Obtención de leche bovina reducida en grasa saturada y naturalmente enriquecida en ácido linoleico

conjugado. *Revista INNOTEC*, 15(1), 37-43. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6061/606163463006/html/>

Gamarra, b. j. (2023). Tasa de Crecimiento de las Pasturas con Fertilización. Obtenido de <http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/6147/gamarra-bojorquez-jorge-augusto.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Garcés, P. S. (2020). Efecto de la fertilización orgánica sobre la calidad nutricional de *Lolium multiflorum* (ryegrass) en el Cantón Cevallos. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8f72cbfa-8f06-4501-946b-f157323be4e5/content>

García, S.J; Borja, B.M ; Rodríguez, L.G. (2018). Consumo de fertilizantes en el sector agrícola de México: un estudio sobre los factores que afectan la tasa de adopción. *Revista Interciencia Venezuela*, 43(7), 50-61 <https://www.redalyc.org/journal/339/33957461007/33957461007.pdf>

Ginés , I., & Mariscal, I. (2002). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. Obtenido de [https://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL\\_MONO\\_2002\\_01.pdf](https://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL_MONO_2002_01.pdf)

Gomez, S. J. (2024). Micronutrientes en el rendimiento y rentabilidad de palto (*Persea americana* M.) Fuerte. Callebamba - Chincheros, 2021. Hayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/53a4843b-715a-4610-8551-cc037b9a3a15/content>

Gonzales, A. E. (2022). Evaluación de la calidad de la leche en una asociación de pequeños agricultores de la sierra norte de Lima, Perú | Evaluación de la calidad de la leche en una asociación de pequeños ganaderos en la sierra norte de Lima, Perú. *Revista Investigación Agropecuaria Peruana*, 4(2), 3-6. Obtenido de <https://agris.fao.org/search/en/providers/125029/records/67659d8ffccf879925c1201b>

González, A., & Vásquez, O. (2000). El análisis de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas. Centro Investigaciones Agrarias Mabegondo - Instituto Lácteo Gandeiro Galego. Obtenido de <https://www.laboratoriollamas.com.ar/articulos/bovinos/Urea%20en%20Leche%20como%20indicador%20de%20nutricion.pdf>

González, U. P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. [Biblioteca del Congreso Nacional de Chile]. Repositorio Institucional. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias\\_ambientales\\_de\\_la\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf)

Granja, S. Y., Ribeiro, J. C., Toro, G. D., Rivera, C. L., Machado, M., & Manrique, A. A. (2012). Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(4), 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63623403009.pdf>

GRC. (2021). Producción lechera en Cajamarca. Cajamarca: Gobierno Regional Cajamarca. Obtenido de <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/3381>

Gutierrez, F., Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A., & Bonifaz, N. (2018).

Mejoramiento de la eficiencia de la proteína de los pastos en Bovinos de leche utilizando cuatro formulaciones de balanceados. Revista de Ciencias de la Vida, 2(28), 115-122. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4760/476056688010/html/#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20cuando%20los,los%20pastos%20%3C14%25%20requiere%20una>

Guzmán, K. (2013). La industria Láctea en valledupar: Primera en la región Caribe (Vol. 20). Revista del Caribe. Obtenido de [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser\\_184.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_184.pdf)

Harrison, F. (2024). Efecto del trébol rojo moderno y fertilizantes nitrogenados en el rendimiento, la calidad y la composición botánica de un césped híbrido de raigrás. Revista New Zealand Grasslands, 86(1), 37-46. Obtenido de <https://doi.org/10.33584/jnzg.2024.86.3646>

Havlin, J. (2014). Soil fertility and fertilizers: Han introduction to nutrient management. (8th. ed.). Chile. Obtenido de [https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay?vid=56UDC\\_INST:56UDC\\_INST&tab=Li](https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay?vid=56UDC_INST:56UDC_INST&tab=Li)

Hernández, O. F; Portillo, L. P; Meneses, B. D; Castro, R. E. (2022). Evaluación y selección de genotipos de cereales forrajeros a través de técnicas multivariadas en Nariño, Colombia. Revista científica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, 45(1) 25-45. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v45/2078-8452-pyf-45-e25.pdf>

Herrera, R. S. (2016). Toma y procesamiento de la muestra de pasto. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 41(1), 209-216. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017693001.pdf>

Horna, M. (2 002) . Fertilización en pasturas en el Fundo Huayrapongo y control de calidad de leche en la planta Nestlé-Cajamarca. Informe de Practicas Pre-profesionales. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional de Cajamarca. 46 p

Huaman, L. E. (2020). Respuesta de las pasturas Rye grass y trébol rojo con uso del fertilizante orgánico y químico en el valle de Cajamarca. Unoversidad Nacional Cajamarca: Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5080>

Huisa, A. D. (2020). Calidad del suelo en campos de agricultura intensiva de café (Coffea arabica) Var. Catimor en el anexo Alto Pitocuna del distrito de Río Negro. Satipo. 2018. Universidad Continental, 36-42. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8447>

Ibarra, C. D., Ruiz, A., Raymundo, D., Flores, G., & Díaz, G. (2012). Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México. Revista Agricultura Técnica Mexicana, 31(1), 267-276. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v35n3/v35n3a3.pdf>

INDECOPI, (. N. (2003). Norma Técnica Peruana - Leche y productos lácteos. Leche. Cruda. Lima. Obtenido de [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/agroin\\_nor00009.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/agroin_nor00009.pdf)

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2019). Concepto de Materia Seca y su Uso. Chile. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/5a91acd0-4101-4089-a46f>

857904f57a19/content

INTA, (. N. (2020). Información Técnica de Producción Animal 2020. *Publicación Miscelánea*. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8201/INTA\\_CRSantaFe\\_EEARafaela\\_Informacion\\_tecnica\\_produccion\\_animal\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8201/INTA_CRSantaFe_EEARafaela_Informacion_tecnica_produccion_animal_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Interno, I. (2007). Bovinos Para Carne. pp 1-4. DGIA-INEI. <https://www.midagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/304-vacunados-de-doble-proposito?start=7>

Jaramillo, F. (2014). Perspectivas en el Uso Eficiente de los Recursos Naturales. *Revista Plant Nutrition Institute*, 2 (81), 21-39.

Laos.C. (2020). Niveles de fertilización, mezclas de fertilizantes y métodos de aplicación en el cultivo de ajos *Allium sativum* L cv. Barranquino, en Distrito de Puerto Supe, Provincia de Barranca. Repositorio Universidad Nacional de San Martín.

Larios, R., Salmerón-, F., & García, L. (2014). Fertilidad del suelo con prácticas agroecológicas y manejo convencional en el cultivo de café. *Revista la Calera*, 14(23), 67-75. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/CALERA/article/view/2660>

León, G., Juárez, J., Reyes, F., Torres, B., & Nava, F. (2022). Comportamiento productivo y valor nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(4), 1055-1066. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v13n4/2448-6698-rmcp-13-04-1055.pdf>

León, R; Bonifaz, N; Gutiérrez, F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas (1ra ed), Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana.

Llano, S. P. (2016). Desarrollo y Validación de modelos Quimiométricos Cuantitativos para la Predicción del perfil de Ácidos Grasos en Leche. Oviedo: Universidad de Oviedo. Obtenido de [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/39005/TFM\\_Pablo%20Llano%20Su%C3%A1rez.pdf?sequence=6&isAllowed=](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/39005/TFM_Pablo%20Llano%20Su%C3%A1rez.pdf?sequence=6&isAllowed=)

Llanos, C. N. (2024). Efecto del encalado en la acidez del suelo en el Caserío La Totorá, Distrito de Calquis, San Miguel – Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, 89-98. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7548>

Llanos, V. F. (2025). Eficiencia de tres fuentes nitrogenadas en el rendimiento de raigrás ecotipo cajamarquino-trébol blanco en el Caserío Alto Palmito - Provincia de San miguel-Cajamarca. Cajamarca: Tesis de Titulación. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7840>

Londoño, M. (2010). Suplemento para la producción de leche en clima frío de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de <https://www.fao.org/4/y4435s/y4435s0l.htm>

López, K. E. (2015). Plan de mejoramiento de las praderas de lechería en la Estación Experimental Agropecuaria Austral [Tesis de Titulación, Universidad Austral de Chile]

Repositorio institucional. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fal864e/doc/fal864e.pdf>

Martínez, B. A. (2010). Contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche de ganado lechero Holstein estabulado en el noroeste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(3), 221-235. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2656/265620271003.pdf>

Martínez, R., Wawrzkiwicz, M., & Jaurena, G. (2014). Intercomparación de resultados de digestibilidad in vitro obtenidos por diferentes técnicas (Vol. 34 ). *Revista Argentina de Producción Animal*. Obtenido de [https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/CISNA/rapa\\_2014-35.pdf](https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/CISNA/rapa_2014-35.pdf)

Mejía, A; Ochoa, R y Medina, M. (2014). Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). *Revista pastos y forrajes*, 1(37), 31-37.

Mendo Porta, C. E. (2024). Evaluación productiva y composición química de cuatro mezclas forrajeras en la campiña de Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6792>

Minchán, R. (2013). Composición química y comportamiento productivo de la pastura rye grass- trébol a los 35, 55 y 75 días de crecimiento post pastoreo. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Cajamarca. 43 p.

Miranda, C. F. (2018). Influencia de la asociación forrajera entre avena (*Avena sativa* L.) con vicia (*Vicia sativa* L.) y arveja (*Pisum sativum* L.), sobre el contenido proteico en dos sistemas de conservación del heno. *Revista de Ciencias Agrarias*, 7(1), 59-63. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8423764>

Mongelós, C., Valdez, F., Arévalos, R., Sánchez, R., S, S., & Lugo, D. (2024). Comportamiento productivo del pasto elefante (*Cenchrus purpureus*) con la aplicación de dosis de nitrógeno. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 8(22), 59-68. Obtenido de <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/331/810>

Montañes, H. P. (2020). Parámetros ruminales, composición química y valores energéticos de forrajes y concentrados en bovinos. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d23137b5-04f1-4944-8acb-4cfb2f8c318d/content>

Montesinos, F. (2011). Producción de forraje y calidad nutritiva de praderas mejoradas por diferentes métodos, en la zona sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Escuela de Agronomía. pp 1-11.

Morales, A. (2013). Composición química de la leche, digestibilidad in vitro de la materia seca y producción en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas con *Lotus uliginosus*. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 60(1), 32-48. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639233004.pdf>

Moreno, D. Z. (2015). Determinación de la Calidad del Suelo Agrícola de la Finca Villa Chullunquiani, en Términos de Macro y Micronutrientes. *Semantic Scholar*, 55-78. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Determinaci%C3%B3n-de-la-Calidad-del-Suelo->

[Agr%C3%ADcola-de-y-Moreno-Zamata/d636c291eed18e93eb1ffa8a98397197a0b7ee43](https://www.repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7550)

Moscós, C. M. (2016). Determinación de la respuesta forrajera al uso de dos fuentes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Gallinaza y un Fertilizante Completo) en potreros establecidos de Kikuyo, mejorados con Rye grass y Trébol blanco. Cuenca – Ecuador.

Navarro, G., & Navarro, B. (2013). Química Agrícola: El Suelo y los Elementos Químicos Esenciales (1ra ed.). Madrid: Biblioteca Amascala. Obtenido de [https://www.academia.edu/40079634/Quimica\\_Agricola\\_Segunda\\_Edicion\\_GINES\\_NAVARRRO](https://www.academia.edu/40079634/Quimica_Agricola_Segunda_Edicion_GINES_NAVARRRO)

Nazate, T. (2020). Efecto de la fertilización foliar orgánica como complemento de la fertilización edáfica. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, 12-13.

Ocas, R. Y. (2024). Efecto del abonamiento fosforado en el rendimiento de la asociación rye grass – trébol en el Caserío Alto Palmito, San Miguel – Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7550>

Olivera, Y., Machado, R., Ramírez, J., & Cepero, B. (2005). Evaluación de una colección de Centrosema spp en un suelo ácido. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", 28(2), 99-106. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121680002.pdf>

Pahuara, H. D. (2016). Efecto del fósforo sobre la población microbiana en suelos con pasturas en la zona Altoandina de Junín. Revista Ecología Aplicada, 1(1), 57-64. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/341/34100109.pdf>

Passoni, T. F., Arias, C. J., & Javier, V. C. (2018). Disponibilidad de forraje en el pasto castilla (*Panicum maximum* Jacq.) según intervalos de corte y crecimiento estacional en una zona costera. Revista Anales Científicos, 71(1), 178-181. Obtenido de <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1160>

Peñuela, B. E., & Salamanca, S. R. (2006). Nutrición y fertilización con macro y micronutrientes. Colombia: Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Obtenido de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1663/Ver\\_Documento\\_1663.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1663/Ver_Documento_1663.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pezo, D., & García, F. (2019). Uso Eficiente de fertilizantes en pasturas. Costa Rica: Repositorio Ganadería y Manejo del Medio Ambiente. Obtenido de [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso\\_eficiente\\_de\\_fertilizantes\\_en\\_pasturas.pdf](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso_eficiente_de_fertilizantes_en_pasturas.pdf)

Phillips, C.J.C. (2010). Principios de la producción ganadera. 2.<sup>a</sup> ed. University Press. [https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=1520774&pid=S20779917201500030000300029&lng=es](https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1520774&pid=S20779917201500030000300029&lng=es)

Portal, M. C. (2024) Evaluación productiva y composición química de cuatro mezclas forrajeras en la campiña de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6792>

Preston, T. R., Leng, R. A. (1987). Adaptación de los sistemas de producción de rumiantes a los recursos disponibles en las zonas tropicales y subtropicales. Nueva Gales del Sur (Australia): Libros Penambul Armidale. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030162268890019X?via%3Dihub>

Prieto, M. E., Vargas, S. J., Angulo, A. J., & Mahecha, L. L. (2016). Grasa y ácidos grasos en leche de vacas pastoreando, en cuatro sistemas de producción. Revista Agronomía Mesoamericana, 28(1), 19-42. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637002.pdf>

Puente, F. N. (2013). Abonos Orgánicos-protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Fondo para la Protección del Agua. Obtenido de [https://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](https://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)

Rahime, E. (2019). Efectos de las tasas de fertilización nitrogenada en el rendimiento y la calidad del forraje del rieggrass anual (*Lolium multiflorum* L.) en la Zona Climática Central del Mar Negro en Turquí. Revista Ecología Aplicada e Investigación Ambiental, 18(1), 417-432. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/341903910>

Ribó, M. (2003). Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado y ecológico. València: Universitat de València. Obtenido de <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/6186>

Ríos, V. J. (2020). Rendimiento de trébol blanco asociado con pasto ovilla a diferentes frecuencias de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(31), 20-29. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11nspe24/2007-0934-remexca-11-spe24-1.pdf>

Rodríguez, L. M. (2009). Rendimiento y valor nutricional del pasto panicum maximuncv. mombaza a diferentes edades y alturas de corte. Costa Rica: Universidad Tecnológica de Costa Rica.

Rojas, I. (2013). Determinación del consumo en vacas lecheras pastoreadas a estaca y condición de la pastura rye grass - trébol en La Libertad de Pallán - Celendín. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Cajamarca. 63 p.

Roncal, G. (2012). Comparativo de cuatro niveles de Azotobacter sp. con tres niveles de fósforo. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 1(1), 76-81.

Rossi, L., Chapman, D., & Edwards, G. (2017). Diferentes combinaciones de fenotipos de raigrás perenne y trébol blanco no afectan el rendimiento de la mezcla bajo manejo de corte durante el establecimiento. Revista de pastizales de Nueva Zelanda, 79(1), 251-256. Obtenido de <https://doi.org/10.33584/jnzc.2017.79.537>

Ruano, O. J. (2005). Cuantificación de isómeros trans de ácidos grasos en leche cruda de la Planta de Lácteos de Zamorano por cromatografía de gases. Honduras: Centro de Evaluación de Alimentos. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/fdb6d0fd-5af7-4e17-98f6-19577843174d/content#:~:text=Estos%20efectos%20ser%20C3%A4Dan%20atribuibles%20al,y%20por%20sus%20propiedades%20anticarcinog%20C3%A9nicas.>

Ruiz, L. J. (2013). Determinación de los ácidos 10-hidroxiesteárico, 10-cetoesteárico, 8-hidroxipalmítico y 8-cetopalmítico en la grasa de la leche mediante extracción en fase sólida más cromatografía de gases-espectrometría de masas. Obtenido de [https://es.wikibrief.org/wiki/American\\_Dairy\\_Science\\_Association](https://es.wikibrief.org/wiki/American_Dairy_Science_Association)

Ruiz, M. G. (2024). Determinación de la capacidad buffer y dosis de  $\text{CaCO}_3$  de los suelos degradados del distrito de Ñürüm, Cerro Pelado, Comarca ngäbe bugle, Panamá. *Revista de Investigación Agropecuaria*, 6(1), 91-106. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/1c3c/3eef5883af2213977b12eb76cb897b24880d.pdf>

Salcedo, D. G. (2013). Producción, contenido en principios nutritivos y composición en ácidos grasos del cultivo de *Lolium multiflorum* solo o asociado a *Trifolium*. *Revista Pastos*, 41(2), 191-209. Obtenido de <https://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1934>

Saleem, S. (2023). Nutrición vegetal y fertilidad del suelo : vías fisiológicas y moleculares para el mejoramiento de los cultivos. *Revista Nutrición vegetal sostenible*, 15(2), 23-49. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780443186752000092>

Seguel, M. G. (2018). Suplementación estival con brásicas forrajeras en vacas lecheras: Perfil de ácidos grasos y características sensoriales en quesos. Chile: Universidad Austral de Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/fas456s/doc/fas456s.pdf>

Silva, B. J. (2023). Suplementación energética con polvillo de arroz (*Oryza sativa*) sobre la producción de leche en vacas brown swiss alimentadas a base de rye grass y trébol blanco. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca (Posgrado). Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7060>

Sulca, J. C. (2024) Micronutrientes en el rendimiento y rentabilidad. Universidad Nacional de San Cristóbal. 96-105.

Telles, F., Arias, J., Vilcara, E., & Melchor, C. (2019). Dinámica estacional del crecimiento, producción de forraje y contenido de proteína en el pasto castilla (*Panicum maximum* Jacq.) en una zona costera. *Revista Anales Científicos*, 80(2), 507-514. Obtenido de [https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1486/pdf\\_240](https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1486/pdf_240)

Terroba, N., Flores, E., & Caña, E. (2024). Implicancias del manejo de una pastura cultivada en seco y la respuesta al abonamiento. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 26(1), 16-23. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v26n1/2313-2957-ria-26-01-16.pdf>

Tirado, M. R. (2014). Absorción de Macro y Micronutrientes en Ají Escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) Bajo Condiciones del Valle de Cañete [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1369001>

Torres, V. R. (2023). Efecto del abono orgánico biol en el comportamiento productivo y composición química de pasturas rye grass trébol en el valle de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, 41. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5473>

Trujillo, A; Uriarte, G. (2015). Valor nutritivo de las pasturas. Disponible en: <https://studylib.es/doc/5271230/trujillo-y-uriarte.valor-nutritivo-de-las-pasturas>. Consultado el 19-04-21.

Vallejos, C. R. (2024). Producción de forraje y valor nutricional de la asociación raigrás ecotipo cajamarquino -trébol blanco en Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca (Posgrado). Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6125>

Vallejos, F. L. (2009). Efecto de la fertilización fosforada y frecuencia de pastoreo sobre el valor nutritivo de la dieta y comportamiento ingestivo de las vacas Holstein en pasturas de ryegrass-trébol en Cajamarca. (Tesis de Doctorado inédita). Cajamarca: Universidad Nacional Cajamarca.

Vallejos, F. L. (2019). Rendimiento y composición química de la asociación Rye grass Ecotipo Cajamarquino-Trébol (Vol. 2). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Vallejos, F. L., Alvarez, G. W., Paredes, A. M., Saldanha, O. S., Guillén, S. R., Pinares, P. C., García, T. R. (2021). Comportamiento productivo y valor nutricional de siete genotipos de trébol en tres pisos altitudinales de la sierra norte del Perú. Revista de Investigación Veterinaria del Perú, 32(1), 76-90. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v32n1/1609-9117-rivep-32-01-e17690.pdf>

Vallejos, F. L., Alvarez, G. Y., Tapia, A. A., Vallejos, C. R., Saldanha, O. S., & Quilcate, P. E. (2024). Sostenibilidad de *Lolium multiflorum* L. 'Ecotipo Cajamarquino', asociado a *Trifolium repens* L., en tres frecuencias de corte en la sierra norte del Perú. La Revista Internacional de Sostenibilidad, 16(16), 69. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/16/6927>

Vanegas, D., & Martínez, M. (2011). Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche en el municipio de Chipaque Cundinamarca y su comercialización (Colombia). (Vol. 2). Revista Sistemas de Producción Agroecológicos. Obtenido de <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/587>

Vargas, S. J. (2018). Efecto de la suplementación con aceite de semilla de girasol sobre el contenido de ácidos grasos de la leche de vacas alimentadas con leucaena en un sistema silvopastoril intensivo. Revista Ciencia y tecnología de la alimentación animal, 339(1), 55-65. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840117303553?via%3Dihub>

Vargas, V. C. (2011). Evaluación de Diferentes Dosis de Enmiendas Humicas en la Producción Primaria de Forraje del *Lolium perenne* (rye grass). Riobamba-Perú: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de [file:///C:/Users/cesit/Downloads/Cordova\\_Tarife%C3%B1o\\_Ana\\_Patricia.pdf](file:///C:/Users/cesit/Downloads/Cordova_Tarife%C3%B1o_Ana_Patricia.pdf)

Vásquez, C. D. (2025). Efecto de tres dosis de fertilización química sobre las propiedades químicas de un suelo ácido en San Miguel - Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7838>

Vásquez, V. (2015). Cocos Orgánicos - Minerales del Suelo y su Importancia para la Vida. Oaxaca, México: Fundamentos de la Ciencia. Obtenido de

<https://metodo2013.blogspot.com/2015/10/coloides-organico-minerales-del-suelo.html>

Viera, M. (2013). Parámetros de Calidad de Leche de Vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el Valle del Mantaro [tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio U N A L M . <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handel/20.500.12996/1751/Q04.V665T.pdf?sequence=1&isAllowen=y>

Villalobos, L., & Sánchez, J. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. *Revista Agronomía Costarricense*, 31(1), 43-52. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242010000100004](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100004)

Villegas, A. Y. (2016). Determinar el rendimiento anual y estacional de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) cosechadas en dos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(4), 369-372. Obtenido de [https://www.redalyc.org/pdf/610/Resumenes/Resumen\\_61029413\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/610/Resumenes/Resumen_61029413_1.pdf)

Warrick, K., Myers, D., & Nielsen, R. (2003). Variabilidad espacial en algunas propiedades del suelo y asociación con las variaciones en el rendimiento del trigo. Argentina: Universidad del Centro de Argentina.

Wuesley. (2020). Productive behavior and nutritional value of 22 genotypes of. *Scientia Agropecuaria*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n4/2077-9917-agro-11-04-537.pdf>

Yu Ying, W. Y hou Fu, J. (2005). Cutting effects on growth characteristics, yield composition, and population relationships of perennial ryegrass and white clover in mixed pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 48 (3):349-358

Zapata, M. J., Portillo, L. P., Meneses, B. D., Lagos, B. E., & Castro, R. E. (2020). Evaluación agronómica de forrajes con inclusión de enmienda dolomita en Nariño, Colombia. *Revista Pastos y Forrajes*, 43(4), 345-351. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/2691/269167438009/html/>

Zarazúa, V. P., González, E. D., Nuño, R. R., & Ruiz, C. J. (2016). Variabilidad espacial del pH del suelo en tres parcelas agrícolas. *Revista Tierra Latinoamericana*, 25(2), 203-210. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57325213.pdf>

## ANEXOS

**Figura 16. Análisis de suelo antes de instalar el experimento**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



# ANALISIS DE SUELOS



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	DANY ROGER ESTELA CUEVA	MUESTREO POR:	
DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA	FECHA DE RECEPCION:	7/20/2023
PROVINCIA:	SAN MIGUEL	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	7/20/2023
DISTRITO:	CALQUIS	FECHA DE REPORTE:	
LUGAR:	SAN LORENZO BAJO	RECIBO O FACTURA:	
CULTIVO:		OBSERVACION:	----

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

N°	DATOS			ANÁLISIS MECANICO										ANÁLISIS QUIMICO											
				Clase Textural			CE		M.O.	N	C	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Ácidos Cambiables	Saturación de Aluminio	
	Arena	Arcilla	Limo	pH	dSm	disponible	ppm	ppm				CAMBIALES	Cmol(+)/kg												%
1	S1094	SAN LORENZO BAJO CALQUIS	EULER HERNANDEZ MALCA	58	12	31	Franco Arenoso	4.73	0.493	4.992	0.250	2.895	20.485	117.349	----	2.628	0.338	0.211	0.180	2.550	0.090	5.997	55.980	44.020	42.520

**Figura 17. Análisis de suelo después del experimento**



# ANALISIS DE SUELOS



SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	FECHA DE REPORTE:	
PROCEDENCIA:	CAJAMARCA	RECIBO N°	
REFERENCIA:		CULTIVO:	

**RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO**

N°	DATOS							ANÁLISIS FISICO						ANÁLISIS QUIMICO															
								Clase Textural			CE		Materia Orgánica	N	C	P K <sub>2</sub> O		CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidez Cambiable	Saturación de Aluminio	
	Ao	Arc	Lo	pH	dSm	M.O.	total	Orgánico	disponible	ppm	ppm	CAMBIALES				Cmol(+)/kg	%												%
	CODIGO DEL LABORATORIO	PREDIO	CASERIO	DISTRITO	PROVINCIA	TIPO DE MUESTRA	MUESTREADOR	%	%	%	1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm												
1	S24-1416	SAN LORENZO	SAN LORENZO	CALQUIS	SAN MIGUEL	SUELO-F0	LUIS VALLEJOS FERNANDEZ	80	12	8	Arena Franca	1.58	4.20	3.19	0.159	1.849	10.429	62.058	----	3.560	0.907	0.053	0.031	2.400	0.113	7.063	64.429	35.571	33.979
2	S24-1417	SAN LORENZO	SAN LORENZO	CALQUIS	SAN MIGUEL	SUELO-F1	LUIS VALLEJOS FERNANDEZ	80	12	8	Arena Franca	1.08	4.24	3.42	0.171	1.981	9.643	55.719	----	3.180	0.627	0.052	0.031	2.798	0.653	7.341	53.001	46.999	38.110
3	S24-1418	SAN LORENZO	SAN LORENZO	CALQUIS	SAN MIGUEL	SUELO-F2	LUIS VALLEJOS FERNANDEZ	80	12	8	Arena Franca	0.90	4.22	3.57	0.178	2.069	9.158	36.817	----	4.540	0.829	0.038	0.011	2.250	1.125	8.794	61.620	38.380	25.586
4	S24-1419	SAN LORENZO	SAN LORENZO	CALQUIS	SAN MIGUEL	SUELO-F3	LUIS VALLEJOS FERNANDEZ	72	12	16	Arena Franca	1.10	4.34	2.81	0.140	1.629	9.702	#####	----	3.970	0.764	0.175	0.105	2.573	0.203	7.789	64.375	35.625	33.026

**Tabla 12. Análisis de varianza de rendimiento y tasa de crecimiento por hectárea y altura ( cm) según niveles de fertilización**

**Análisis de la varianza**

**ALTURA DE PLANTA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA	36	0.72	0.59	17.29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1393.89	11	126.72	5.56	0.0002
TRAT	1253.00	3	417.67	18.34	<0.0001
Bloques	13.39	2	6.69	0.29	0.7480
TRAT*Bloques	127.50	6	21.25	0.93	0.4897
Error	546.67	24	22.78		
Total	1940.56	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.20640**

Error: 22.7778 gl: 24

TRAT Medias n E.E.

T3	32.78	9	1.59	A
T2	32.67	9	1.59	A
T1	26.67	9	1.59	A
T0	18.33	9	1.59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

**RENDIMIENTO DE MS KG/ha**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REN. MS	36	0.42	0.15	38.03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12308074.18	11	1118915.83	1.55	0.1784
TRAT	9891489.93	3	3297163.31	4.57	0.0115
Bloques	875673.98	2	437836.99	0.61	0.5536
TRAT*Bloques	1540910.27	6	256818.38	0.36	0.8995
Error	17334433.07	24	722268.04		
Total	29642507.25	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1105.18011**

Error: 722268.0444 gl: 24

TRAT Medias n E.E.

T2	2926.98	9	283.29	A
T3	2468.80	9	283.29	A B
T1	2031.33	9	283.29	A B
T0	1511.07	9	283.29	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

**TASA DE CRECIMIENTO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T.C	36	0.42	0.15	38.03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6077.47	11	552.50	1.55	0.1784
TRAT	4884.15	3	1628.05	4.56	0.0115
Bloques	432.32	2	216.16	0.61	0.5536

TRAT*Bloques	761.00	6	126.83	0.36	0.8995
Error	8560.08	24	356.67		
Total	14637.55	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=24.55936**

Error: 356.6699 gl: 24

TRAT	Medias	n	E.E.	
T2	65.04	9	6.30	A
T3	54.86	9	6.30	A B
T1	45.14	9	6.30	A B
T0	33.58	9	6.30	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tabla 13. Análisis de varianza de niveles de fertilización y su influencia en la composición florística**

### Análisis de la varianza

#### Raigrás

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Raigrás	36	0.42	0.15	20.98

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3123.06	11	283.91	1.56	0.1733
Tratamiento	2226.83	3	742.28	4.09	0.0177
BLOQUE	101.15	2	50.58	0.28	0.7592
Tratamiento*BLOQUE	795.07	6	132.51	0.73	0.6300
Error	4355.51	24	181.48		
Total	7478.56	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.51853**

Error: 181.4794 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	76.11	9	4.49	A
T1	64.74	9	4.49	A B
T2	61.77	9	4.49	A B
T0	54.23	9	4.49	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Trébol

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Trébol	36	0.27	0.00	62.94

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	762.48	11	69.32	0.80	0.6385
Tratamiento	393.43	3	131.14	1.52	0.2361
BLOQUE	170.81	2	85.41	0.99	0.3874
Tratamiento*BLOQUE	198.24	6	33.04	0.38	0.8834
Error	2077.51	24	86.56		
Total	2839.99	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.09900**

Error: 86.5628 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	16.96	9	3.10	A
T0	16.87	9	3.10	A
T1	16.23	9	3.10	A

T3                      9.08    9 3.10 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

### **Malezas**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Malezas	36	0.33	0.03	56.70

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1711.76	11	155.61	1.10	0.4051
Tratamiento	951.13	3	317.04	2.23	0.1104
BLOQUE	62.54	2	31.27	0.22	0.8040
Tratamiento*BLOQUE	698.09	6	116.35	0.82	0.5659
Error	3408.38	24	142.02		
Total	5120.14	35			

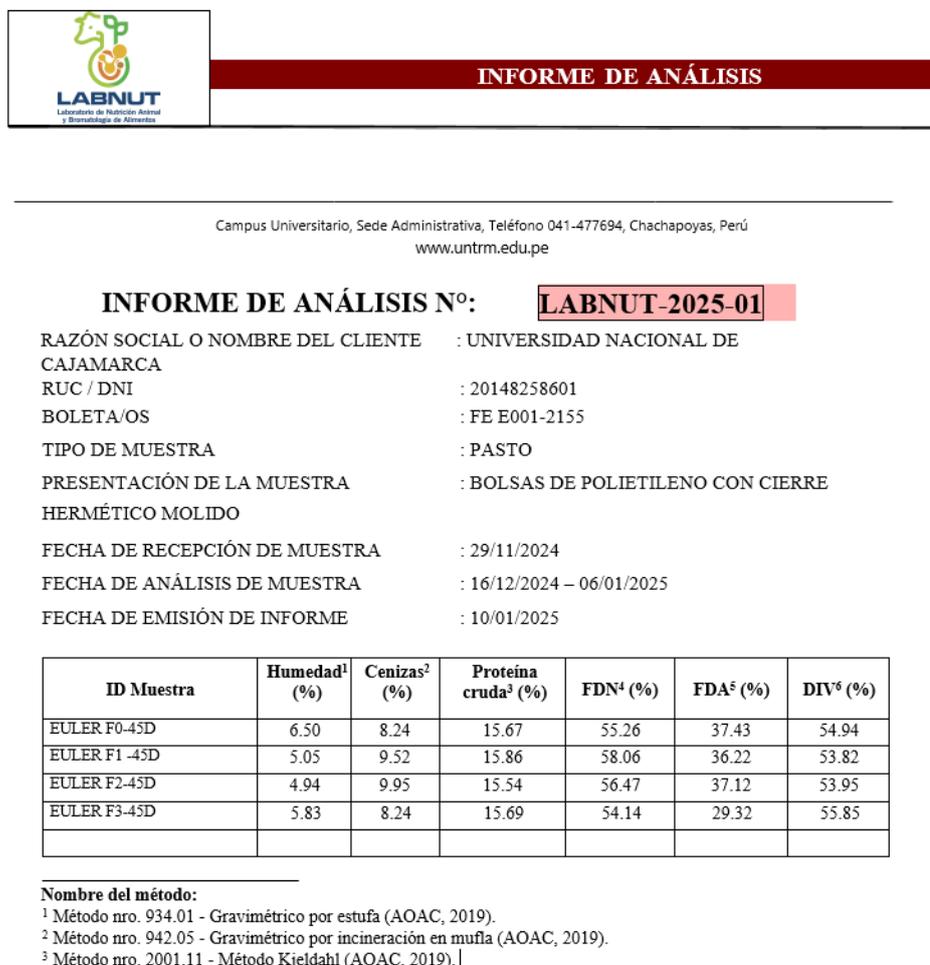
### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=15.49716**

*Error: 142.0158 gl: 24*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	28.96	9	3.97 A
T2	21.29	9	3.97 A
T1	19.03	9	3.97 A
T3	14.80	9	3.97 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

**Figura 18. Resultados de valor nutritivo de la pastura emitido por el laboratorio de nutrición animal y bromatología de alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas**



**Figura 19. Toma de muestra de suelos.**



**Figura 20. Parcela experimental grande y pequeña**



**Figura 21. Toma de muestra de pastura en Fv**



**Figura 22. Medición de altura de planta**



**Figura 23. Toma de muestra para análisis de leche**



**Figura 24. Resultado de análisis de leche emitido por el laboratorio SGS**

**Análisis de pastura sin fertilizar ( testigo)**



**INFORME DE ENSAYO**  
**CO2408040 Rev. 0**

Página 1 de 2

<b>Análisis solicitado por:</b>	ESTELA CUEVA DANY ROGER Cajamarca. CAJAMARCA - CAJAMARCA	
<b>Solicitud de Ensayo:</b>	229690-2	<b>Cantidad Muestras:</b> 1
<b>Producto descrito como:</b>	LECHE	<b>Fecha de Recepción:</b> 26/05/2024
<b>Procedencia:</b>	JR NORUEGA B1 12 LA MOLINA BAÑOS DEL INCA - JR NORUEGA B1 12 LA MOLINA BAÑOS DEL INCA	<b>Fecha de Ensayo:</b> 29/05/2024
<b>Observaciones Recep.:</b>	EN FRASCO DE VIDRIO	<b>Fecha de Emisión:</b> 01/06/2024

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Acidos Grasos Cis Trans	AOCS Official Method Ce 1h-05 Revised 2017 7th Edition Determination of Cis-, Trans-, Saturated, Monounsaturated and Polyunsaturated Fatty Acids in Vegetable. Or Non-Ruminant Animal Oils and Fats by Capillary GLC. (VALIDADO)
Grasa	NTP 202.126:1998 (revisada el 2014)/CT 1:2019. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Grasa en la leche. Método Rose-Gottlieb. CORRIGENDA TÉCNICA 1

Resultados	LECHE FRESCA		
	Identificación de la muestra	L.D.	L.C.
Ensayo			
Cis Monoinsaturados (%)	-	-	1.09
Cis Poliinsaturados (%)	-	-	0.05
Cis, Trans Poliinsaturados (%)	-	-	0.04
Trans (Mono y Poliinsaturados) (%)	-	-	0.10
Saturados (%)	-	-	2.44
Butírico 4:0 (%)	-	-	0.04
Caproico 6:0 (%)	-	-	0.06
Caprílico 8:0 (%)	-	-	0.04
Cáprico 10:0 (%)	-	-	0.08
Láurico 12:0 (%)	-	-	0.11
Mirístico 14:0 (%)	-	-	0.41
Palmitico 16:0 (%)	-	-	1.19
Palmitoleico 16:1 c9 (%)	-	-	0.10
Heptadecanoico 17:0 (%)	-	-	0.04
Heptadecenoico 17:1 c10 (%)	-	-	0.02
Estéarico 18:0 (%)	-	-	0.46
Linoléico 18:3 Cis c9c12c15 (%)	-	-	0.01
Isómeros Trans 18:1 Trans 6,9,11 (%)	-	-	0.10
Isómeros Cis C18:1Cis 6,7,9,11,12 (%)	-	-	0.98

 Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s), no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

	LECHE FRESCA		
Linolealídico 18:2 Trans 9,12 (%)	-	-	No Detectable
Isómeros Cis Trans 18:2 ,c9t12,t9c12 (%)	-	-	0.03
Linolénico 18:3 Trans t9t12t15 (%)	-	-	No Detectable
Linoleico 18:2 Cis 9,12 (%)	-	-	0.03
Araquídico C20:0 (%)	-	-	< 0.010
Isómeros Cis Trans 18:3 (%)	-	-	< 0.010
Gadoléico 20:1 c11 (%)	-	-	No Detectable
DHA C22:6W3 (%)	-	-	No Detectable
EPA C20:5W3 (%)	-	-	No Detectable
Behénico 22:0 (%)	-	-	< 0.010
Erúico 22:1 c13 (%)	-	-	No Detectable
Lignocérico 24:0 (%)	-	-	< 0.010
Otros Ácidos Grasos (%)	-	-	0.34
Total Ácidos Grasos (%)	-	-	4.06
Total Ácidos Grasos Identificados (%)	-	-	3.72
Total de Ácidos Grasos Trans (%)	-	-	0.14
Total de Ácidos Grasos Trans (g/100g de Grasa)	0.003	0.01	3.38
Grasa (%)	-	0.01	4.06

L.D. = Límite de Detección  
L.C. = Límite de Cuantificación

### Análisis de pastura con fertilización ( tratamientos en estudio )

<b>Análisis solicitado por:</b>	ESTELA CUEVA DANY ROGER Cajamarca, CAJAMARCA - CAJAMARCA	<b>Cantidad Muestras:</b>	1
<b>Solicitud de Ensayo:</b>	229690-3	<b>Fecha de Recepción:</b>	27/05/2024
<b>Producto descrito como:</b>	LECHE	<b>Fecha de Ensayo:</b>	29/05/2024
<b>Procedencia:</b>	JR NORUEGA B1 12 LA MOLINA BAÑOS DEL INCA - JR NORUEGA B1 12 LA MOLINA BAÑOS DEL INCA	<b>Fecha de Emisión:</b>	01/06/2024
<b>Observaciones Recep.:</b>	EN FRASCO DE VIDRIO		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Ácidos Grasos Cis Trans	AOCS Official Method Ce 1h-05 Revised 2017 7th Edition Determination of Cis-, Trans-, Saturated, Monounsaturated and Polyunsaturated Fatty Acids in Vegetable. Or Non-Ruminant Animal Oils and Fats by Capillary GLC. (VALIDADO)
Grasa	NTP 202.126:1998 (revisada el 2014)/CT 1:2019. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Grasa en la leche. Método Roese-Gottlieb. CORRIGENDA TÉCNICA 1

Resultados Identificación de la muestra Ensayo	LECHE FRESCA		
	L.D.	L.C.	
Cis Monoinsaturados (%)	-	-	1.06
Cis Poliinsaturados (%)	-	-	0.05
Cis, Trans Poliinsaturados (%)	-	-	0.04
Trans (Mono y Poliinsaturados) (%)	-	-	0.12
Saturados (%)	-	-	2.22
Butírico 4:0 (%)	-	-	0.05
Caproico 6:0 (%)	-	-	0.06
Caprílico 8:0 (%)	-	-	0.04
Cáprico 10:0 (%)	-	-	0.08
Láurico 12:0 (%)	-	-	0.11
Mirístico 14:0 (%)	-	-	0.40
Palmitico 16:0 (%)	-	-	1.00
Palmitoleico 16:1 c9 (%)	-	-	0.09
Heptadecanoico 17:0 (%)	-	-	0.03
Heptadecanoico 17:1 c10 (%)	-	-	0.01
Estéarico 18:0 (%)	-	-	0.43
Linolénico 18:3 Cis c9c12c15 (%)	-	-	0.02
Isómeros Trans 18:1 Trans 6,9,11 (%)	-	-	0.12
Isómeros Cis C18:1Cis 6,7,9,11,12 (%)	-	-	0.96

			LECHE FRESCA
Linolealáidico 18:2 Trans 9,12 (%)	-	-	No Detectable
Isómeros Cis Trans 18:2 c9,12,19c12 (%)	-	-	0.03
Linoléico 18:3 Trans t9t12t15 (%)	-	-	No Detectable
Linoleico 18:2 Cis 9,12 (%)	-	-	0.03
Araquídico C20:0 (%)	-	-	< 0.010
Isómeros Cis Trans 18:3 (%)	-	-	< 0.010
Gadoleico 20:1 c11 (%)	-	-	No Detectable
DHA C22:6W3 (%)	-	-	No Detectable
EPA C20:5W3 (%)	-	-	No Detectable
Behénico 22:0 (%)	-	-	< 0.010
Erúico 22:1 c13 (%)	-	-	No Detectable
Lignocérico 24:0 (%)	-	-	< 0.010
Otros Ácidos Grasos (%)	-	-	0.34
Total Ácidos Grasos (%)	-	-	3.84
Total Ácidos Grasos Identificados (%)	-	-	3.50
Total de Ácidos Grasos Trans (%)	-	-	0.16
Total de Ácidos Grasos Trans (g/100g de Grasa)	0.003	0.01	4.29
Grasa (%)	-	0.01	3.84

L.D. = Límite de Detección  
L.C. = Límite de Cuantificación

  
 Eladio Máximo Muñoz Contreras  
 C.B.P. 01516  
 Supervisor Lab Prod Orgánicos

  
 Reyna Huarman Sanchez  
 CIP 171520  
 Supervisor Lab Instrumental