



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**MEJORAMIENTO DE PRADERAS NATURALES CON EL  
ABONAMIENTO DE ESTIÉRCOL Y SIEMBRA DE TREBOL  
BLANCO CON TRES SISTEMAS DE LABRANZA EN CORANI-  
CARABAYA-PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. MARCO ANTONIO PERALTA MERMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

MEJORAMIENTO DE PRADERAS NATURALES CON EL ABONAMIENTO DE ESTIÉRCOL Y SIEMBRA DE TREBOL BLANCO CON TRES SISTEMAS DE LABRANZA EN CO RANI- CARABAYA-PUNO

AUTOR

MARCO ANTONIO PERALTA MERMA

RECuento DE PALABRAS

11689 Words

RECuento DE CARACTERES

64841 Characters

RECuento DE PÁGINAS

73 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.5MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 7, 2024 10:35 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 7, 2024 10:37 PM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
REG. CIP. 22203

V. B. Peralta Merma  
Dr. Marco A. Peralta Merma  
Cod. 82081  
Director Sub Unidad de Investigación

Resumen



## DEDICATORIA

*A mis padres, Marco y Elena por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin su guía y confianza, este logro no hubiera sido posible.*

*A mi novia, Faneth por su amor, paciencia y comprensión. Gracias por creer en mí y por ser mi compañera incondicional en este viaje. Tu apoyo y motivación han sido esenciales para alcanzar esta meta.*

*A mis hermanos, Walter, Ely, Lu, Amapola, Edgar y sobre todo a Fredy por su compañía, consejos y por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles. Su apoyo ha sido fundamental en este camino.*

*Con gratitud y cariño,*

*Marco Antonio Zerralta Merma*



## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza en todo momento. Gracias por las bendiciones y la sabiduría que me has concedido para llevar a cabo este trabajo.*

*A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por su formación profesional.*

*Agradecer a mi director y asesor de tesis, M. Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo, por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus valiosas sugerencias y comentarios han sido fundamentales para lograr los objetivos propuestos.*

*A los distinguidos miembros del jurado, M. Sc. Juan Larico Vera, M. Sc. Jesús Sánchez Mendoza y M. Sc. Nicaela Pilar Ferroba Quispe, por su adecuada colaboración y corrección en la tesis.*

*Al Sr. Benito Fernández Calloapaza, laboratorista de aguas y suelos de la FCA-UNA- Puno, por su trabajo serio y responsable el desarrollo del presente estudio.*

*A mis padres, hermanos y suegros por confiar en mí y alentarme a terminar este proyecto.*

*A mis estimados docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, quienes han sido pilares fundamentales en mi formación académica.*

*A mis amigos, Willian y Victor, por su amistad y guía en la realización de esta tesis.*

*Finalmente, a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a este proyecto, ya sea con su apoyo logístico, recursos o aliento moral. Cada gesto de apoyo ha sido invaluable y ha hecho posible la culminación de este trabajo.*

*Con gratitud y respeto,*

*Marco Antonio Peralta Merma*



# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 15**

**ABSTRACT..... 16**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL ..... 18**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 18**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO ..... 19**

**2.2. MARCO TEÓRICO ..... 21**

2.2.1. Sistema de labranza ..... 21

2.2.2. Clasificación del sistema de labranza ..... 21



2.2.3. Tipo de siembra.....	22
2.2.4. Forraje verde .....	24
2.2.5. Materia seca .....	24
2.2.6. Proteína .....	25
2.2.7. Fibra detergente neutra (FDN) .....	25
2.2.8. Trébol blanco .....	26
2.2.9. Praderas naturales.....	27
2.2.10. Estiércol.....	27

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
3.3.1. Determinación del sistema de labranza.....	33
3.3.2. Niveles de abonamiento con estiércol.....	35
<b>3.4. DISEÑO DE UNIDADES EXPERIMENTALES .....</b>	<b>37</b>
<b>3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>38</b>

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS .....</b>	<b>39</b>
4.1.1. Materia seca .....	39



4.1.2. Proteína .....	42
4.1.3. Fibra detergente neutra.....	45
4.1.4. Materia verde .....	49
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

**ÁREA:** Manejo de pastizales y cultivos forrajeros

**TEMA:** Agronomía

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 10/07/2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Características del estiércol de alpaca .....	28
<b>Tabla 2</b> Diagrama de proceso para determinación de labranza más adecuado.....	34
<b>Tabla 3</b> Diagrama de proceso para determinar el efecto de abonamiento .....	36
<b>Tabla 4</b> Diseño y descripción de la interacción de las unidades experimentales.....	37





## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Siembra de voleo en superficie .....	23
<b>Figura 2</b> Análisis de fibra detergente neutra (FDN) .....	26
<b>Figura 3</b> Ámbito de estudio de la CC. Quelcaya .....	31
<b>Figura 4</b> Resultados de materia seca de los tratamientos en porcentaje .....	39
<b>Figura 5</b> Resultados de proteína de los tratamientos en porcentaje.....	42
<b>Figura 6</b> Resultados de fibra detergente neutra de los tratamientos en porcentaje.....	48
<b>Figura 7</b> Resultados de materia verde de los tratamientos en porcentaje .....	49
<b>Figura 8</b> Preparación de suelo.....	58
<b>Figura 9</b> Sistema de labranza convencional.....	58
<b>Figura 10</b> Unidades experimentales.....	59
<b>Figura 11</b> Sistema de labranza mínima.....	59
<b>Figura 12</b> Siembra de trébol al voleo.....	60
<b>Figura 13</b> Abonamiento con estiércol de alpaca.....	60
<b>Figura 14</b> Estiércol de alpaca.....	61
<b>Figura 15</b> Evaluación del establecimiento del trébol en las unidades experimentales ..	61
<b>Figura 16</b> Georreferenciado de la zona de experimentación .....	62
<b>Figura 17</b> Evaluación del establecimiento de trébol.....	62
<b>Figura 18</b> Evaluación de establecimiento del trébol.....	63
<b>Figura 19</b> Recojo de muestras para análisis.....	63
<b>Figura 20</b> Recojo de muestras para análisis.....	64
<b>Figura 21</b> Muestras de forraje.....	64
<b>Figura 22</b> Forraje empacado .....	65
<b>Figura 23</b> Secado de muestras en estufa de ventilación forzada .....	65



**Figura 24** Pesado de muestras recolectadas de las unidades experimentales ..... 66



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1</b> Ejecución del proyecto de tesis .....	58
<b>ANEXO 2</b> Toma de muestras y análisis de laboratorio .....	64
<b>ANEXO 3</b> Operacionalización de variables.....	66
<b>ANEXO 4</b> ANDEVA BCA para materia seca (MS).....	67
<b>ANEXO 5</b> Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de sistemas de labranza (SL) de materia seca (MS).....	67
<b>ANEXO 6</b> ANDEVA BCA para proteína .....	67
<b>ANEXO 7</b> Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de sistemas de labranza (SL) de proteína .....	67
<b>ANEXO 8</b> Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de estiércol (E) de proteína.....	68
<b>ANEXO 9</b> ANDEVA de efectos simples para la interacción sistema de labranza (SL) por estiércol (E) de proteína .....	68
<b>ANEXO 10</b> ANDEVA BCA para fibra detergente neutra (FDN) .....	68
<b>ANEXO 11</b> ANDEVA BCA para materia verde (MV) .....	68
<b>ANEXO 12</b> Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de sistemas de labranza (SL) de materia verde (MV) .....	69
<b>ANEXO 13</b> Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de estiércol (E) de materia verde (MV).....	69
<b>ANEXO 14</b> Datos transformados con transformación angular de arco seno de materia seca (MS).....	69
<b>ANEXO 15</b> Datos transformados con transformación angular de arco seno proteína....	69



<b>ANEXO 16</b> Datos transformados con transformación angular de arco seno de fibra detergente neutra (FDN).....	70
<b>ANEXO 17</b> Datos transformados con transformación angular de arco seno de materia verde (MV) .....	70
<b>ANEXO 18</b> Resultados de análisis de laboratorio de agua y suelos .....	71
<b>ANEXO 19</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis .....	72
<b>ANEXO 20</b> Autorización para el depósito de tesis de investigación en el repositorio institucional .....	73



## ACRÓNIMOS

<b>BCA:</b>	Bloque Completo al Azar
<b>SL:</b>	Sistema de labranza
<b>E:</b>	Estiércol
<b>FDN:</b>	Fibra detergente neutra
<b>CC:</b>	Cenizas crudas
<b>C:</b>	Ceniza
<b>CEL:</b>	Celulosa
<b>LDA:</b>	Lignina detergente ácido
<b>HC:</b>	Hemicelulosa
<b>FDA:</b>	Fibra detergente ácido
<b>Kg/ha:</b>	Kilogramo por hectárea
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:</b>	Nitrato
<b>ANDEVA:</b>	Análisis de varianza
<b>PCM:</b>	Prueba de comparación múltiple
<b>CV:</b>	Coeficiente de varianza
<b>MS:</b>	Materia seca
<b>MV:</b>	Materia verde
<b>FV:</b>	Factor de varianza



<b>BL:</b>	Bloques
<b>SC:</b>	Suma de cuadrados
<b>FC:</b>	Fuentes de variación
<b>SIG:</b>	Significancia
<b>ho:</b>	Hipótesis nula
<b>ha:</b>	Hipótesis alternativa
<b>N.S.:</b>	No hay significancia
<b>C.E.:</b>	Conductividad Eléctrica en milímetros
<b>pH:</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>M.O.:</b>	Materia Orgánica
<b>N:</b>	Nitrógeno
<b>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:</b>	Fosfato de Fósforo
<b>K<sub>2</sub>O:</b>	Óxido de Potasio
<b>CaO:</b>	Óxido de Calcio
<b>MgO:</b>	Óxido de Magnesio
<b>Hd:</b>	Humedad
<b>C/N:</b>	Relación Carbono/Nitrógeno
<b>%:</b>	Porcentaje
<b>mm:</b>	Milímetros



## RESUMEN

El estudio realizado en Quelcaya, Puno, Perú a 4 440 msnm, evalúa cómo diferentes sistemas de labranza y niveles de abonamiento con estiércol de alpaca afectan el rendimiento y calidad de pastizales naturales con trébol blanco (*Trifolium repens L. var. Huia*). La siembra y la toma de muestras fueron realizadas desde el 2019 hasta el 2021. Los objetivos fueron determinar el sistema de labranza más adecuado para incrementar el valor nutritivo de los pastizales y analizar el efecto del abonamiento con estiércol de alpaca en el rendimiento de forraje verde, materia seca, proteína y fibra detergente neutra. Las variables fueron sistemas de labranza (SL) y niveles de estiércol (E), se utilizó un diseño de Bloque Completo al Azar (BCA) con 27 unidades experimentales. Los resultados muestran que la labranza convencional (SL2) es la más efectiva para aumentar el valor nutritivo de los pastizales, especialmente en contenido de proteína. Además, las dosis altas de estiércol de alpaca, como 15 000 kg/ha (E2), dinamizan a un mayor rendimiento de materia seca y proteína con rangos de 34 a 40% y de 23 a 25% respectivamente. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la fibra detergente neutra entre los tratamientos de abonamiento. Se concluye que tanto los sistemas de labranza como la siembra de trébol blanco impactan significativamente en el valor nutritivo de los pastizales, con la labranza convencional mostrando mejores resultados y estiércol de alpaca mejorando el rendimiento de forraje y proteína.

**Palabras Clave:** Labranza cero, labranza mínima, labranza convencional, valor nutritivo.



## ABSTRACT

The study carried out in Quelcaya, Puno, Peru at 4,440 masl, evaluates how different tillage systems and levels of fertilization with alpaca manure affect the yield and quality of natural grasslands with white clover (*Trifolium repens* L. var. Huia). Sowing and sampling were carried out from 2019 to 2021. The objectives were to determine the most suitable tillage system to increase the nutritive value of the grasslands and to analyze the effect of fertilization with alpaca manure on the yield of green forage, dry matter, protein and neutral detergent fiber. The variables were tillage systems (SL) and manure levels (E); a Randomized Complete Block (BCA) design with 27 experimental units was used. The results show that conventional tillage (SL2) is the most effective in increasing the nutritive value of the grasslands, especially in protein content. Furthermore, high doses of alpaca manure, such as 15,000 kg/ha (E2), lead to higher dry matter and protein yields with ranges of 34 to 40% and 23 to 25% respectively. However, no significant differences were found in neutral detergent fiber between the fertilization treatments. It is concluded that both tillage systems and white clover sowing significantly impact the nutritional value of pastures, with conventional tillage showing better results and alpaca manure improving forage and protein yield.

**Keywords:** Conventional tillage, minimum tillage, no-till, nutritional value.





# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En las regiones altoandinas del Perú, la ganadería desempeña un papel crucial para la economía local y la subsistencia de las comunidades rurales. Sin embargo, las prácticas tradicionales de manejo de pastizales naturales enfrentan desafíos significativos, como la degradación del suelo y la disminución de la productividad (Casal et al., 2019). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2016), ha señalado que el aumento de la presión demográfica ha llevado al abandono de prácticas sostenibles y a la intensificación del uso agrícola, provocando el agotamiento de los recursos naturales. En este contexto, mejorar los pastizales naturales se convierte en una prioridad para garantizar la seguridad alimentaria y el sustento de las poblaciones locales.

Las praderas naturales, que cubren aproximadamente el 80% del área de pastos en la región altoandina son la principal fuente de alimentación para el ganado (Orellana et al., 2023). Sin embargo, estos pastizales tienen baja productividad y calidad nutricional, lo que limita el desarrollo ganadero. Una alternativa es la introducción de leguminosas como el trébol blanco (*Trifolium repens L. var. Huia.*), que aporta nitrógeno al sistema y mejora la digestibilidad del forraje (Luján, 2013). Además, el abonamiento con estiércol puede aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y favorecer el crecimiento de especies forrajeras (Benavidez, 2021).

En este entorno, (Luján, 2013) evaluó el establecimiento de trébol blanco en bofedales con diferentes niveles de abonamiento orgánico, encontrando que la aplicación de estiércol mejoró significativamente el rendimiento forrajero y el contenido de proteína bruta. Por otro lado, (Orellana et al., 2023) estudiaron el efecto de la densidad de siembra y la fertilización fosfatada en la introducción de trébol blanco en pajonales, determinando



que una densidad de 40 semillas/hoyo y 30 g de roca fosfatada por hoyo aumentaron el rendimiento de materia seca en un 48%.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto del abonamiento con estiércol y tres sistemas de labranza con la inducción de trébol blanco para mejorar la calidad de las praderas naturales en Corani-Carabaya-Puno. La elección del trébol blanco (*Trifolium repens* L. var. *Huia*) y el estiércol de alpaca como elementos clave de este estudio se basa en su potencial para mejorar la fertilidad del suelo y la calidad nutricional del pastizal, respectivamente. La introducción de estas prácticas innovadoras busca revitalizar los pastizales naturales y garantizar una producción sostenible de forraje para el ganado en las áreas altoandinas.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del abonamiento con estiércol de alpaca y la siembra de trébol blanco en tres sistemas de labranza en pastizales naturales.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el sistema de labranza más adecuado en el incremento del valor nutritivo de los pastizales naturales con la siembra de trébol blanco (*Trifolium repens* L. var. *Huia*).
- Analizar el efecto del abonamiento con niveles de estiércol de alpaca en tres sistemas de labranza en el rendimiento de forraje verde, materia seca, proteína y fibra detergente neutro.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El trébol blanco (*Trifolium repens L. var. Huia*) según Bustamante et al. (2014), pertenece a la familia de las *Fabaceae*, en sus raíces tiene unos nódulos constituidos por bacterias del género *Rhizobium*, capaces de transformar el nitrógeno atmosférico, en nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

Además, Flores (2005) indica que por lo que son plantas mejorantes del suelo y con necesidades mínimas o nulas en abonos nitrogenados, es muy adecuada para fincas que realizan agricultura ecológica; fija el nitrógeno atmosférico, gracias a su asociación con la bacteria *Rhizobium trifolii*. Entre las *fabaceae* y los *rhizobios* se establece una simbiosis, las bacterias utilizan el nitrógeno del aire y lo convierten en compuestos nitrogenados asimilables por las plantas y éstas a su vez, les suministran a las bacterias carbohidratos, como fuente de energía, proceso denominado fijación biológica del nitrógeno.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2016), la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa, es el que aporta la mayor cantidad de nitrógeno al ecosistema y a la producción de alimentos. Se estima que esta puede oscilar entre 200 y 250 kg. ha<sup>-1</sup> al año.

Además, Ruiz (1987) demuestran que es importante que se mejoren los pastos naturales de la sierra con la introducción de especies cultivadas perennes como el trébol blanco que mejora la palatabilidad y eleva la calidad nutritiva del pastizal natural.



Según Miranda (1995) cuando la pradera natural está sobre pastoreada ocasiona la pérdida de pastos; entonces es necesario realizar la recuperación y mejoramiento con la introducción directa de trébol blanco (*Trifolium repens L. var. Huia*), que es una leguminosa muy nutritiva y palatable; además tiene un sistema de propagación rápida, aumentando la cobertura vegetal, evitando la erosión y escorrentía rápida.

También Flórez & Malpartida (1987), demuestran que el trébol blanco es una especie de mucha importancia en la zona alto andina, como componente básico de las asociaciones vegetales bajo riego. Tiene la capacidad de recuperarse del corte o pastoreo muy rápidamente, cuando existe humedad adecuada.

Según Farfán & Durant (1998), indican que las gramíneas naturales altas proporcionan excelente cobertura y protección a las plantas jóvenes de los vientos helados, granizadas, propiciando una buena asociación que mejora sustancialmente la oferta forrajera. En este estudio se realizó la siembra de trébol blanco en diferentes tipos de suelo de la Estación Ivita en Marangani-Cusco. Como conclusión, se recomienda realizar la siembra en zonas adyacentes a los bofedales y aquellas que garanticen humedad.

Además Lima (2016) indica que los mejores resultados se obtienen a un nivel de distanciamiento de 0.5 m entre hoyos, parcelas sembradas a mayor densidad de trébol muestran mayor disponibilidad de nitrógeno para las especies nativas, mayor número y tamaño de nódulos en los tréboles y mejor calidad y cantidad de forraje por parcela, la asociación gramínea leguminosa en entre siembra son muy importantes ya que estas se benefician mutuamente evitando ser competitivas entre sí para su supervivencia en ecosistemas de puna.



Finalmente, Oropeza (2021) señala que el pasto nativo influye en la sobrevivencia y el crecimiento del *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*. Los pastos nativos generan microclimas; Así, no se alcanzan temperaturas extremas (mayores a 30 °C y menores a 0 °C). Existe menor pérdida de agua del suelo por la evaporación. Este microclima que genera beneficia mejor a la especie de trébol blanco, tanto en la sobrevivencia como en el crecimiento.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Sistema de labranza**

Los sistemas de labranza comprenden una amplia gama de prácticas agrícolas utilizadas para preparar el suelo antes de la siembra de cultivos. Desde la labranza convencional, que implica una perturbación profunda del suelo, hasta la labranza cero, que minimiza la perturbación del suelo, cada técnica tiene implicaciones únicas en la estructura del suelo, la retención de humedad, la erosión y la salud del ecosistema (Garreto et al., 2023).

### **2.2.2. Clasificación del sistema de labranza**

#### **A. Labranza convencional**

La labranza convencional es un sistema tradicional que implica la perturbación intensiva del suelo mediante el uso de arados y maquinaria pesada. Esta práctica busca voltear y pulverizar el suelo, lo que facilita la siembra y el control de malezas. Sin embargo, puede provocar problemas como la erosión del suelo, la pérdida de materia orgánica y la compactación (López, 2015).



## **B. Labranza mínima**

La labranza mínima, también conocida como labranza reducida, implica una perturbación menos intensiva del suelo en comparación con la labranza convencional. Se utilizan implementos de labranza menos agresivos, como cultivadores y rastras, para realizar una preparación superficial del suelo (López, 2015).

## **C. Labranza cero**

La labranza cero, también llamada siembra directa o no labranza, implica la ausencia total de perturbación del suelo antes de la siembra. En este sistema, los residuos de cultivos anteriores se dejan en la superficie del suelo para protegerlo de la erosión y mejorar su estructura. La labranza cero puede conservar la humedad del suelo, reducir la erosión y promover la biodiversidad del suelo (López, 2015).

### **2.2.3. Tipo de siembra**

Se refiere al método o la técnica utilizada para colocar las semillas en el suelo con el propósito de establecer un cultivo o una cobertura vegetal (Mihretie et al., 2021). Entre los tipos de siembra más comunes se encuentran:

#### **A. Siembra a voleo**

La siembra a voleo es un método donde las semillas se esparcen de manera uniforme sobre la superficie del suelo sin seguir un patrón específico, donde, se distribuyen manualmente o con el uso de un esparcidor, cubriendo así una amplia área de siembra (Mihretie et al., 2021).

## Figura 1

### *Siembra de voleo en superficie*



**Fuente:** Sierra et al., (2008)

### **B. Siembra en líneas**

La siembra en líneas implica la colocación de las semillas en surcos o líneas espaciadas uniformemente en el suelo, este método permite una distribución más organizada de las semillas y facilita el manejo y el monitoreo del cultivo, ya que las plántulas emergentes tienden a crecer en filas definidas (Mihretie et al., 2021).



### **C. Siembra en hoyos**

La siembra en hoyos consiste en la excavación de pequeños hoyos en el suelo donde se colocan las semillas, así mismo, estos pueden ser espaciados de manera regular o irregular, dependiendo de las preferencias del agricultor y las condiciones del suelo, este método proporciona un ambiente protegido para las semillas, favoreciendo su germinación al protegerlas del viento y la erosión (Mihretie et al., 2021).

### **D. Siembra a máquina**

La siembra a máquina implica el uso de equipos especializados diseñados para distribuir las semillas de manera precisa y uniforme en el suelo. Estos equipos pueden variar desde sembradoras de precisión hasta sembradoras de grano a gran escala, dependiendo de las necesidades y escala de la operación agrícola (Mihretie et al., 2021).

#### **2.2.4. Forraje verde**

Es un componente vital en la alimentación del ganado y juega un papel fundamental en la producción ganadera sostenible, este recurso consiste en plantas herbáceas que se utilizan como alimento fresco para el ganado, sin necesidad de pasar por procesos de secado o conservación (Murney et al., 2019).

#### **2.2.5. Materia seca**

Es la porción de un material vegetal que queda después de que se ha eliminado toda la humedad presente en él, es decir, es la masa restante una vez que el agua ha sido completamente evaporada, esta información proporciona una





medida precisa de la cantidad de sólidos presentes en una muestra, excluyendo el agua (Malounas et al., 2024).

#### **2.2.6. Proteína**

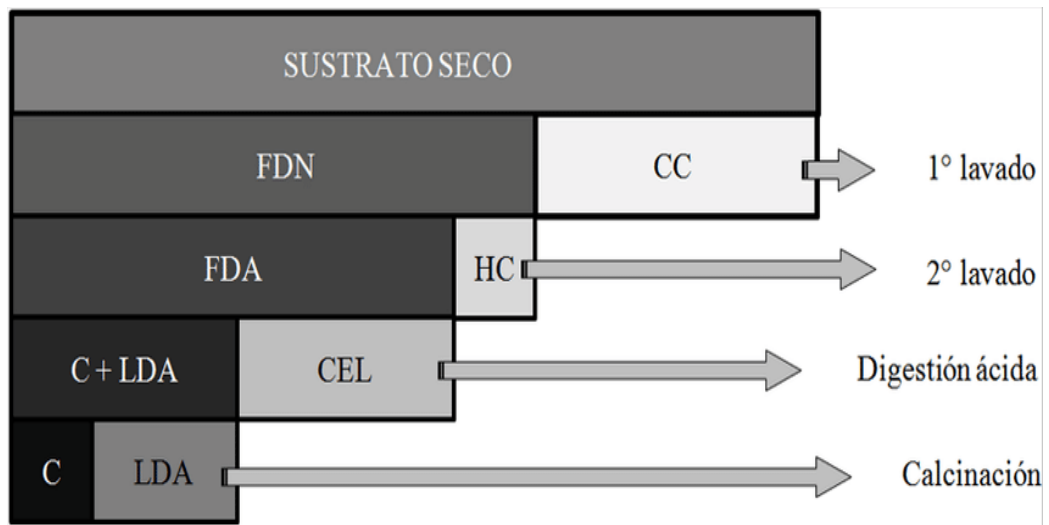
Son macromoléculas fundamentales para la vida, compuestas por cadenas de aminoácidos, donde, en el contexto de la alimentación animal, la proteína es un componente esencial para el crecimiento, la reproducción y el mantenimiento de la salud de los animales. La cantidad y calidad de proteína en la dieta animal influyen directamente en su rendimiento productivo y en la eficiencia de conversión de alimento en producto (ganancia de peso, producción de leche, entre otros) (Liu et al., 2022).

#### **2.2.7. Fibra detergente neutra (FDN)**

La fibra detergente neutra es una medida utilizada en la evaluación de la calidad de los forrajes y alimentos para animales. Se refiere a la fracción de la planta que es resistente a la digestión por parte de los animales y que se determina mediante un proceso de lavado con un detergente neutro. La FDN está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, y su contenido en la dieta animal puede influir en la ingestión de alimento, la digestibilidad y la salud gastrointestinal del ganado (Postemsky, 2012).

**Figura 2**

*Análisis de fibra detergente neutra (FDN)*



**Fuente:** Postemsky (2012)

En la Figura 2 se observa el análisis de fibra detergente neutra, el proceso consiste en varias etapas de lavado y digestión ácida para separar y analizar los diferentes componentes del sustrato seco. Las siglas de la imagen significan:

- CC: Cenizas crudas
- C: Ceniza
- CEL: Celulosa
- LDA: Lignina detergente ácido
- HC: Hemicelulosa
- FDA: Fibra detergente ácido

### 2.2.8. Trébol blanco

El trébol blanco, una leguminosa comúnmente utilizada como cultivo de cobertura, puede mejorar la fertilidad del suelo a través de su asociación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno. Esta planta tiene la capacidad de



capturar nitrógeno atmosférico y convertirlo en una forma que las plantas pueden utilizar, lo que beneficia tanto al suelo como a los cultivos que lo siguen (Hederström et al., 2024).

### **2.2.9. Praderas naturales**

Una pradera natural se define como un área extensa de tierra donde la vegetación dominante está compuesta principalmente por pastos, hierbas y otras plantas herbáceas, sin intervención directa del ser humano en términos de siembra o manejo agrícola, estas son importantes para la conservación de la biodiversidad y proporcionan hábitats para una variedad de animales silvestres (Pornon & Andalo, 2023) .

### **2.2.10. Estiércol**

El estiércol se refiere a la materia orgánica animal, principalmente excrementos, que se utiliza como fertilizante natural en la agricultura. Este material proviene de animales como vacas, ovejas, caballos, aves de corral, entre otros. El estiércol contiene nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio, así como materia orgánica que mejora la estructura del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes (Liang et al., 2024).

Un estudio sobre distintos tipos de estiércol reveló que cada 1000 kg de estiércol de alpaca contiene 8,2 kg de nitrógeno, 2,1 kg de ácido fosfórico y 8,4 kg de potasio, superando al estiércol de caballo, cerdo y vacuno. Sus propiedades están entre las del estiércol bovino y ovino, siendo el más rico en N y K<sub>20</sub> entre todos los estiércoles. Además, su efecto sobre la estructura del suelo es mediano.



Por otro lado, la persistencia es de tres años, con aproximadamente el 50% mineralizándose el primer año, el 35% el segundo año y el 15% el tercer año.

**Tabla 1**

*Características del estiércol de alpaca*

ESTIÉRCOL DE ALPACA	
Componente	Cantidad
C.E. (mm)	11.65
pH	7.96
M.O. (%)	71.33
N (%)	1.98
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.09
K <sub>2</sub> O (%)	2.07
CaO (%)	5.29
MgO (%)	1.92
Hd (%)	8.45
C/N	20.59

**Fuente:** Hinoztroza (2004)



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio de esta investigación abarca la comunidad de Quelcaya, ubicada en el distrito de Corani, provincia de Carabaya, en el departamento de Puno, Perú. Esta área se caracteriza por su altitud de 4 440 msnm y su ubicación geográfica en la región altoandina con las coordenadas de latitud sur: 13° 56' 46.25" y longitud oeste: 70° 44' 10.35". La selección de esta comunidad se debe a su relevancia en la producción agrícola y ganadera, así como a la necesidad de mejorar las prácticas de manejo de praderas naturales en este entorno.

##### A. Actividad económica

La principal fuente de ingreso de la población de la CC. Quelcaya es la ganadería, la producción o crianza de camélidos sudamericanos como la alpaca que tiene una especial ponderación en esta comunidad, seguida por la agrícola que en total hacen un 57.5 % de la población dedicada a esta actividad y en una proporción menor a otras actividades económicas.

##### B. Fisiografía

El distrito de Corani presenta una fisiografía típica de la región altoandina del sur de Perú, con un relieve montañoso, un clima frío y una vegetación adaptada a las condiciones extremas de altura. Su hidrografía es fundamental para la agricultura y el sustento de sus habitantes, quienes en su mayoría se dedican a actividades agrícolas y ganaderas adaptadas a este entorno geográfico.

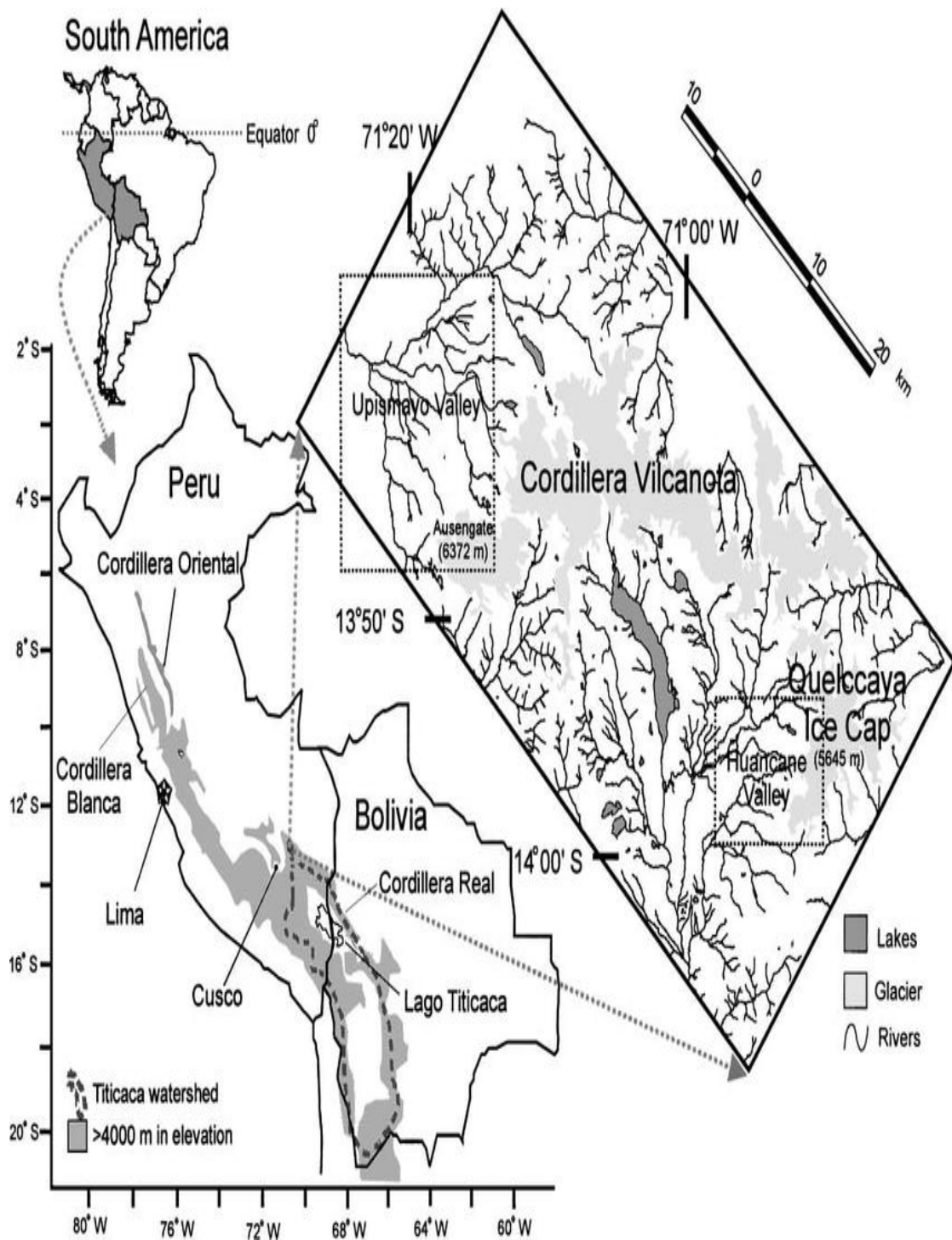


### C. Pastos Naturales del área de estudio

- *Festuca dolichophylla*
- *Stipa ichu*
- *Calamagrostis vicunarum*
- *Muhlenbergia peruviana*
- *Jarava ichu*
- *Poa fendleriana*
- *Festuca orthophylla*
- *Festuca minutiflora*
- *Festuca limensis*
- *Disticha muscoides*
- *Carex spp.*
- *Oreobolus obtusangulus*
- *Distichlis humilis*
- *Festuca dolichophylla*
- *Juncus balticus*

**Figura 3**

*Ámbito de estudio de la CC. Quelccaya*



**Fuente:** Mark et al., (2002)



### 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación fueron seleccionados cuidadosamente para garantizar la precisión y la confiabilidad de los datos obtenidos.

Entre los principales materiales se incluyen:

- Estiércol de alpaca: En condición descompuesta, se obtuvo de manera local y se aplicó en diferentes niveles de abonamiento (15 000 kg/ha, 10 000 kg/ha y 0 kg/ha) según el tratamiento experimental.
- Semillas de trébol blanco (*Trifolium repens L. var. Huia*): Se utilizó la variedad "Huia" y se sembraron a una densidad de 2 kg/ha en las parcelas experimentales.
- Instrumentos de labranza: Se emplearon herramientas como arados y rastras para llevar a cabo los diferentes sistemas de labranza, incluyendo labranza cero, labranza mínima y labranza convencional.
- Balanza: Se utilizó para medir con precisión el peso de las muestras de forraje verde y seco.
- Estufa de ventilación forzada: Se empleó para el secado de las muestras de forraje y la determinación de la materia seca.
- Equipos de análisis de laboratorio: Se utilizaron para realizar análisis proximales de los diferentes componentes nutritivos de las muestras, como proteínas y fibra detergente neutro.
- Equipos de recolección de muestras: Se emplearon para recoger muestras de forraje en diferentes momentos y lugares del área experimental.





### 3.3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

#### 3.3.1. Determinación del sistema de labranza

Para determinar el sistema de labranza se realizó la comparación de tres sistemas diferentes: labranza cero, labranza mínima y labranza convencional. Cada sistema fue aplicado en parcelas experimentales dentro de la comunidad de Quelcaya, distrito de Corani, provincia de Carabaya, Puno, Perú.

Las parcelas fueron delimitadas y preparadas según el sistema de labranza asignado. Para el sistema de labranza cero, no se realizó ninguna preparación del suelo antes de la siembra del trébol blanco. En el caso de la labranza mínima, se realizó una ligera ruptura del suelo para facilitar la siembra, mientras que en el sistema de labranza convencional se llevó a cabo una preparación total del suelo, con una ruptura profunda para la siembra.

El procedimiento metodológico para determinar el sistema de labranza más adecuado comprendió la selección de tres sistemas diferentes (labranza cero, labranza mínima y labranza convencional), la delimitación de parcelas experimentales, la aplicación de cada sistema de labranza según sus características específicas, la siembra de semillas de trébol blanco (*Trifolium repens L. var. Huia*) en cada parcela experimental, el monitoreo periódico del crecimiento de las plantas y la toma de medidas de parámetros como rendimiento de forraje verde, materia seca, proteínas y fibra detergente neutro, seguido de un análisis estadístico para evaluar las diferencias entre los tratamientos y su efecto en los parámetros de interés, y finalmente, la interpretación de los resultados para identificar el sistema de labranza más adecuado en términos de mejora del valor nutritivo de las praderas naturales, respaldados por los datos recolectados durante el estudio.

**Tabla 2**

*Diagrama de proceso para determinación de labranza más adecuado*

<b>Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Salida</b>
Definición de los tipos de sistemas de labranza a evaluar.	Selección del área de estudio, comunidad de Quelcaya, Corani-Carabaya-Puno.	Identificación del sistema de labranza más adecuado para mejorar el valor nutricional de los pastizales.
Recopilación de datos sobre las características geográficas.	Preparación de parcelas experimentales para la aplicación de diferentes sistemas de labranza.	Información detallada sobre el rendimiento y la calidad del forraje bajo cada sistema de labranza en parcelas designadas.
Selección aleatoria de las parcelas experimentales.	Asignación aleatoria de sistemas de labranza para las parcelas experimentales.	Análisis estadístico para determinar la diferencia significativa de los diferentes tratamientos.
Implementación de los sistemas de labranza.	Labranza cero labranza, labranza mínima y labranza convencional.	Análisis sobre la eficacia de cada sistema de labranza en términos de rendimiento y calidad de forraje.
Siembra de trébol blanco según protocolos establecidos.	Siembra de trébol blanco en las parcelas definidas para diferentes tratamientos.	Recomendaciones técnicas para la siembra del trébol blanco.
Monitoreo periódico del crecimiento del forraje y condiciones del suelo.	Supervisión periódica de cada tratamiento establecido, crecimiento del forraje y condición del suelo.	Almacenamiento de resultados de la monitorización del crecimiento de forraje y condición del suelo.
Recolecta de muestras de forraje para análisis de contenido.	Recolecta de muestras de forraje para análisis de contenido de materia seca, proteínas, y FDN.	Resultados fisicoquímicos y FDN de muestras de laboratorio para forraje de cada tratamiento estudiado.
Análisis estadístico de los datos recolectados.	Análisis de diferencias significativas entre tratamientos estudiados.	Interpretación y discusión de datos estadísticos provenientes de cada muestra.

**Fuente:** Elaboración propia



### 3.3.2. Niveles de abonamiento con estiércol

Para el procedimiento metodológico con el abonamiento de estiércol de alpaca en condiciones de descomposición se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con tres niveles de estiércol de alpaca y tres sistemas de labranza, distribuidos en parcelas experimentales.

Los niveles de estiércol de alpaca fueron 0 kg/ha, sin aplicación de estiércol, aplicación de estiércol a razón de 10 000 kg/ha y por último 15 000 kg/ha. Las parcelas fueron delimitadas y asignadas aleatoriamente a cada combinación de sistema de labranza y nivel de estiércol. El estiércol de alpaca fue aplicado uniformemente en las parcelas según los niveles. Se mezcló el estiércol con el suelo según la técnica de labranza utilizada. El trébol blanco se sembró en todas las parcelas siguiendo un procedimiento uniforme para asegurar condiciones comparables. Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente para determinar el impacto de los diferentes niveles de estiércol y sistemas de labranza.

**Tabla 3**

*Diagrama de proceso para determinar el efecto de abonamiento*

<b>Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Salida</b>
Definición de los niveles de estiércol a utilizar.	1. Selección de cantidades de estiércol a usar de acuerdo a cada tratamiento.	Identificación del efecto del abonamiento con estiércol en el rendimiento y calidad del forraje.
Recopilación de datos sobre las características del estiércol.	2. Obtención y preparación de los niveles de estiércol de alpaca para su aplicación en las parcelas.	Información detallada sobre el rendimiento y la calidad del forraje con diferentes niveles de estiércol.
Asignación aleatoria de los niveles de estiércol a las parcelas.	3. Asignación aleatoria de los niveles de estiércol a las parcelas experimentales.	Análisis estadístico para determinar diferencia significativa entre los tratamientos.
Aplicación de niveles de estiércol en las parcelas.	4. Aplicación de niveles de estiércol de alpaca en las parcelas experimentales según los protocolos establecidos.	Conclusiones sobre la influencia de los niveles de estiércol en el rendimiento y calidad del forraje.
Monitoreo periódico del crecimiento del forraje y condiciones del suelo bajo la influencia del estiércol	5. Supervisión periódica del estiércol añadido y la influencia en el crecimiento del forraje y condición del suelo.	Almacenamiento de resultados de la monitorización de adición de estiércol sobre el crecimiento de forraje y condición del suelo.
Recolecta de muestras de forraje para análisis de contenido.	6. Recolecta de muestras de forraje para análisis de contenido de materia seca, proteínas, y FDN.	Resultados fisicoquímicos y FDN de muestras de laboratorio sobre la influencia del estiércol para el forraje de cada tratamiento estudiado.
Análisis estadístico de los datos recolectados.	7. Análisis estadístico de los datos recolectados para determinar diferencias significativas entre tratamientos y el efecto del estiércol para cada tratamiento	Interpretación y discusión de datos estadísticos provenientes de cada muestra y la influencia del estiércol sobre cada tratamiento.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4. DISEÑO DE UNIDADES EXPERIMENTALES

El diseño de las unidades experimentales esta representada por la interacción de los sistemas de labranza cero, mínima y convencional (SL0, SL1, SL2) y la adición según el nivel de estiércol de alpaca (E0, E1, E2) como se puede observar en la Tabla 4. Además, se realizó tres repeticiones para cada interacción.

**Tabla 4**

*Diseño y descripción de la interacción de las unidades experimentales*

UNIDADES EXPERIMENTALES		
TRATAMIENTO	INTERACCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	SL0E0	Sistema de labranza cero con nivel de estiércol de alpaca 0 kg/ha
2	SL0E1	Sistema de labranza cero con nivel de estiércol de alpaca 10 000 kg/ha
3	SL0E2	Sistema de labranza cero con nivel de estiércol de alpaca 15 000kg/ha
4	SL1E0	Sistema de labranza mínima con nivel de estiércol de alpaca 0 kg/ha
5	SL1E1	Sistema de labranza mínima con nivel de estiércol de alpaca 10 000 kg/ha
6	SL1E2	Sistema de labranza mínima con nivel de estiércol de alpaca 15 000 kg/ha
7	SL2E0	Sistema de labranza convencional con nivel de estiércol de alpaca 0 kg/ha
8	SL2E1	Sistema de labranza convencional con nivel de estiércol de alpaca 10 000 kg/ha
9	SL2E2	Sistema de labranza convencional con nivel de estiércol de alpaca 15 000kg/ha

**Fuente:** Elaboración propia



### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es experimental, ya que se manipulan deliberadamente variables (abonamiento, siembra de trébol, sistemas de labranza) para evaluar su efecto en el valor nutritivo de los pastizales.

### **3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO**

Se utilizó el diseño experimental de Bloque Completo Al Azar (BCA), con un diseño factorial de  $3 \times 3 = 9$ , lo que implica la combinación de tres niveles de abonamiento y tres sistemas de labranza, con tres repeticiones cada uno, para un total de 27 unidades experimentales. Los datos fueron transformados angularmente para porcentajes binomiales. Este diseño permite controlar la variabilidad y maximizar la precisión de los resultados.

Para el análisis estadístico de los datos recolectados en esta investigación, se utilizó Microsoft Excel 2019. En el cual se realizaron los análisis descriptivos y la prueba de hipótesis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

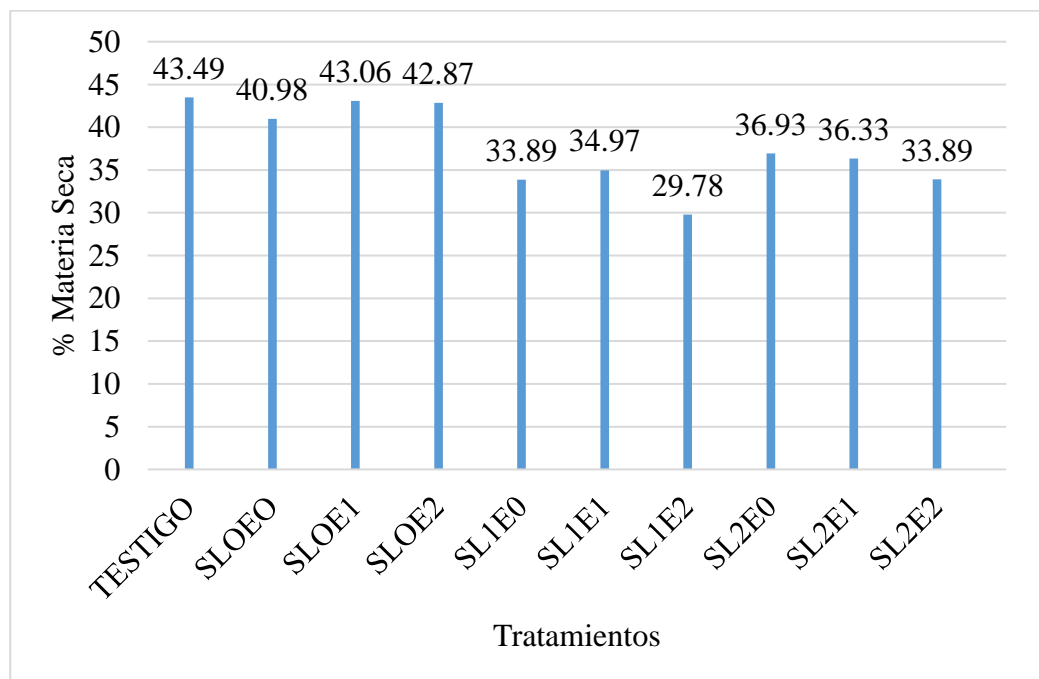
#### 4.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

##### 4.1.1. Materia seca

En la Figura 4 se muestra el promedio de tratamientos respecto a repeticiones.

**Figura 4**

*Resultados de materia seca de los tratamientos en porcentaje*



**Nota:** Se muestran los resultados obtenidos en porcentajes.

Según la Figura 4 se tiene el promedio de tratamientos respecto a repeticiones donde se demuestra que mediante promedios se muestra que el sistema de labranza cero con adición de abono a 10 000 kg/ ha con un promedio de 43.06% de materia seca siendo el mejor tratamiento con un mayor contenido de materia seca.



En el ANEXO 5 la relación con el factor principal del sistema de labranza presenta diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) por lo que se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ) por lo cual se aplica la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para determinar el nivel de significancia de los tres sistemas de labranza referente al coeficiente de variabilidad se obtuvo un valor de 8.37% el cual es considerado como un sistema eficiente.

El sistema de labranza es un factor importante en la variabilidad de la materia seca de los pastizales, mientras que el estiércol y su interacción con el sistema de labranza no lo son. Para identificar cuál de los tres sistemas de labranza difieren entre sí, se aplicó prueba de comparación múltiple de Tukey.

Además, Flórez & Malpartida (1987) indican que el trébol blanco solo contribuirá aproximadamente entre un 25% y un 40% de la ración alimenticia. Además, mencionan que el abonamiento adecuado puede aumentar la cantidad y calidad del forraje producido. Los nutrientes adicionales proporcionados por el abono promueven un crecimiento más vigoroso de las plantas, lo que se traduce en una mayor producción de materia seca. Esta materia seca es esencial para alimentar al ganado, ya que constituye la base de su dieta y proporciona los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo.

Los sistemas de labranza tienen un impacto significativo en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, afectando su productividad a largo plazo (Mendoza & Valdez, 2015). La labranza convencional, caracterizada por un excesivo laboreo, puede conducir al deterioro de los suelos debido a la reducción de la materia orgánica presente en el suelo, compactación y erosión





(Hernández et al., 2019) Además, se destaca que el rendimiento de materia seca es mayor en la siembra labranza cero (Mendoza, 2011).

Para ejecutar prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) del factor principal en sistemas de labranza de materia seca en el ANEXO 5, se observa que el sistema de labranza cero es superior a sistema de labranza convencional y el sistema de labranza mínima con promedios de 40.55%, 36.68% y 34.95% respectivamente, siendo los tratamientos sistema de labranza convencional y labranza mínima sin diferencia significativa entre ellos, esto da como resultado de la transformación ajustado para porcentaje binomiales de los datos originales de materia seca que se dan en porcentaje (%). La prueba fue realizada al 95% de probabilidad.

La diferencia significativa entre sistema de labranza cero y los otros dos sistemas sistema de labranza convencional y sistema de labranza mínima e implica que la labranza cero, sin alteración del suelo, es más eficaz para incrementar la materia seca en praderas naturales cuando se utilizan estiércol de alpaca y trébol blanco como tratamientos.

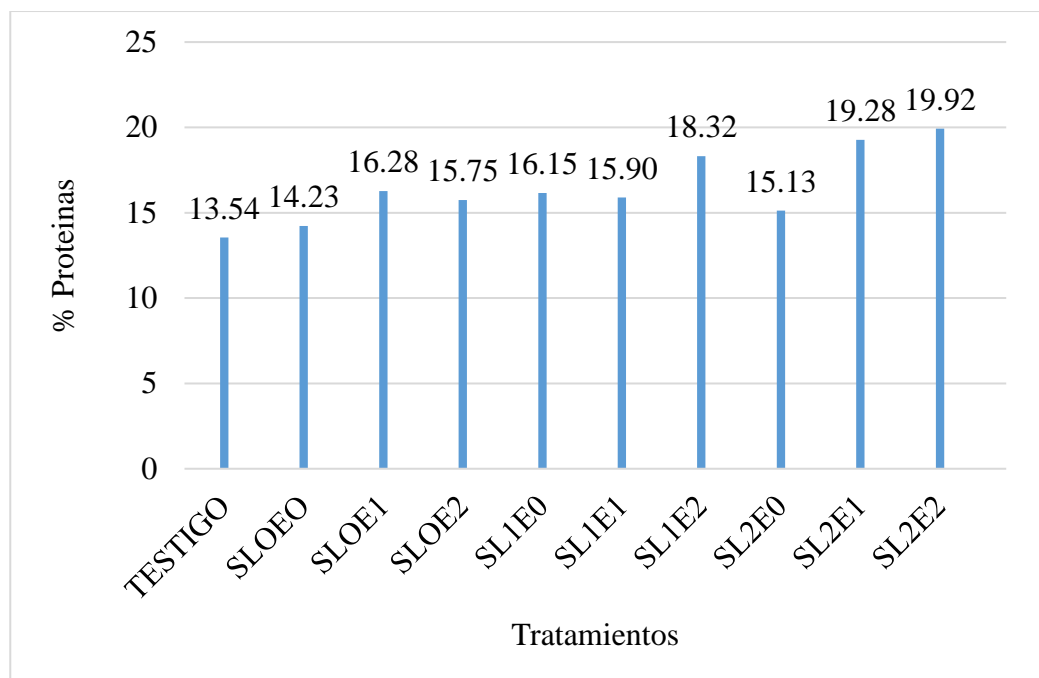
En relación con el sistema de labranza, el establecimiento del trébol blanco en un sistema de labranza cero y siembra directa de pastos cultivados favorece su crecimiento y rendimiento (Mendoza, 2011). Los datos estadísticos revelan que la aplicación de diferentes niveles de abonamiento orgánico influye en el rendimiento de materia seca del trébol blanco, mostrando que la fertilización adecuada puede mejorar su productividad (Lima, 2016).

#### 4.1.2. Proteína

La Figura 5 muestra el contenido de proteína con datos transformados con porcentajes binomiales a través de la  $\sqrt{\% \text{ arco seno}}$  para la ejecución del ANDEVA se tiene que los bloques no presentaron diferencia significativa, se acepta la hipótesis nula ( $h_0$ ).

**Figura 5**

*Resultados de proteína de los tratamientos en porcentaje*



**Nota:** Se muestran los resultados obtenidos en porcentajes.

Referente a los tratamientos combinados, los factores principales sistema de labranza y el estiércol y la interacción sistema de labranza y estiércol tienen diferencias significativas por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $h_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $h_a$ ) para los factores principales sistema de labranza y estiércol. Así como la interacción sistema de labranza con estiércol que también resultaron tener diferencias significativas en los factores principales se tendría que hacer una prueba de comparación múltiple para determinar la diferencia entre



los tratamientos. Para la interacción se tendrá que aplicar una prueba de efecto simple para determinar el nivel preciso de diferencias en las interacciones. El coeficiente de variabilidad obtenido fue de 0.25%, el mismo que es considerado eficiente y preciso.

El sistema de labranza y el uso de estiércol, así como su interacción sistema de labranza con estiércol, tienen un efecto altamente significativo en el contenido de proteína de las praderas. Esto sugiere que tanto los sistemas de labranza como la aplicación de estiércol influyen de manera significativa en la mejora del contenido proteico del pastizal. Además, la baja variabilidad del coeficiente de variabilidad del 0.25% indica que los resultados son altamente eficientes y precisos.

Según el sistema de labranza mínima o nula, combinado con el uso de estiércol (a través de majadas de alpaca u ovinos), puede ser una estrategia efectiva para la producción de pastizales. La siembra al voleo sin labranza, seguida del pisoteo por alpacas u ovinos, facilita la germinación y el establecimiento del pasto al tapar la semilla y asegurar su contacto con la humedad del suelo, resultando en un método eficiente y menos costoso que aprovecha la acción natural del ganado para mejorar la siembra y reducir la necesidad de labranza intensiva.

La siembra del trébol blanco con labranza mínima y la incorporación de abonos orgánicos son importantes en el cambio de la composición florística y en la mejora de la condición del pastizal de regular a bueno. La mayoría de los pastizales son de baja calidad nutritiva y aportan más carbohidratos y escasas proteínas ya que en zonas a más de 3 800 metros de altitud es difícil que estos se



establezcan debido a las condiciones climáticas adversas y a la acidez del suelo (Oropeza, 2021).

En el ANEXO 7 se observa la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor principal sistemas de labranza de proteína se tiene que el sistema de labranza convencional es superior a los sistemas de labranza mínima y labranza cero cuyos promedios son 25.46%, 24.18% y 23.11% respectivamente. Luego está el sistema de labranza mínima. Estos resultados se dan con datos transformados a través de valores angulares para porcentajes binomiales de los datos principales de proteínas en los sistemas de labranza. Prueba realizada al 95% de probabilidad.

El sistema de labranza convencional es el más efectivo para aumentar el contenido de proteína en las praderas, superando a los sistemas de labranza mínima y labranza cero, Además, la labranza convencional mejora significativamente el contenido de proteína en comparación con los otros sistemas de labranza evaluados.

La adición de estiércol aumenta la producción de forraje en comparación con los pastizales sin estiércol. Sin embargo, esta producción de forraje depende en gran medida de las precipitaciones durante el ciclo de crecimiento de la pastura (Ayan et al., 2021). Además, el tipo de labranza influye en la capacidad de las gramíneas para sintetizar proteínas. Cuando las plantas están más cercanas entre sí, tienen una mayor capacidad para sintetizar proteínas, esto puede deberse a un mayor contenido de nitrógeno en el suelo (Lima et al., 2020).

Con la interpretación de la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor estiércol de proteínas que se muestra en la ANEXO 8 se



determinó que el estiércol aplicado a una dosis de 15 000 kg/ha es superior al nivel de estiércol con una dosis de 10 000 kg/ha y este a su vez superior al nivel de estiércol 0 kg/ha con promedios de 25.08%, 24.46% y 22.91% respectivamente. Así mismo, son resultados con datos transformados del % de proteína. Prueba realizada al 95% de probabilidad.

La aplicación de estiércol a una dosis de 15 000 kg/ha es la más efectiva para aumentar el contenido de proteína en las praderas, superando a las dosis de 10 000 kg/ha y 0 kg/ha. Estos resultados indican que mayores dosis de estiércol mejoran significativamente el contenido de proteína de los pastizales en comparación con dosis menores o sin aplicación de estiércol.

Según Muslera & Ratera (1984) la introducción de trébol blanco en la mezcla con gramíneas puede influir en el contenido de proteína de la pradera. Las dosis de siembra varían entre 0.5 y 3 kg/ha, siendo las menos adecuadas cuando se desea evitar una fuerte dominancia del trébol sobre las gramíneas, y las dosis mayores cuando se busca incrementar el contenido de proteína en la pradera. La siembra puede realizarse con sembradora o al voleo, aconsejándose pasar una capa de suelo para asegurar un buen contacto de la semilla, sin superar una profundidad de 5 mm.

Se realizó una prueba de efectos simple como se muestra en la ANEXO 9 continuación se describen las siguientes interacciones entre sistema de labranza y estiércol.

Los sistemas de labranza con el factor de estiércol 0 kg/ha. Demuestran que cuenta con diferencia significativa entre labranza cero, mínima y convencional por otro lado el sistema de labranza dentro de estiércol 10 000 kg/ha



Se tiene una diferencia significativa entre los niveles de sistema de labranza, bajo el nivel de estiércol 10 000 kg/ha, es decir que la diferencia es altamente significativa entre los niveles de labranza en relación al nivel 10 000 kg/ha.

Sistema de labranza dentro de estiércol 15 000 kg/ha Tenemos una diferencia altamente significativa entre los niveles de sistema de labranza cero, mínima y convencional bajo los niveles de 10 000 kg/ha lo que es diferencia es altamente significativa entre los niveles de labranza en relación al nivel 15 000 kg/ha.

Estiércol dentro de sistema de labranza cero existe una diferencia altamente significativa entre los niveles de estiércol 0, 10 000 y 15 000 kg/ha cuyos niveles de estiércol 0 kg/ha, bajo los niveles de sistema de labranza cero, en razón a que dicha diferencia es el tratamiento significativo entre los niveles de estiércol en relación al nivel labranza cero.

El estiércol dentro de sistema de labranza mínima cuenta con una diferencia significativa entre los niveles de estiércol 0, 10 000 y 15 000 kg/ha, bajo los niveles de sistema de labranza mínima por lo que cuenta con diferencia significativa entre los niveles de estiércol en relación al nivel de labranza mínima.

Estiércol dentro de sistema de labranza convencional Se encontró una diferencia altamente significativa entre los niveles de estiércol 0, 10 000 y 15 000 kg/ha, bajo los niveles de sistema de labranza mínima es decir que, la diferencia es altamente significativa entre los niveles de estiércol en relación al nivel de labranza convencional.

Se observa una diferencia significativa entre los niveles de sistemas de labranza cero, mínima y convencional, dentro de cada nivel de aplicación de



estiércol 0, 10 000 y 15 000 kg/ha Esto indica que la elección del sistema de labranza tiene un impacto significativo en la producción agronómica, independientemente del nivel de aplicación de estiércol. Además, se encontró diferencia significativa entre los niveles de aplicación de estiércol 0, 10 000 y 15 000 kg/ha, dentro de cada nivel de sistema de labranza cero, mínima y convencional Esto sugiere que la cantidad de estiércol aplicada también tiene un efecto significativo en la producción de pastizales, independientemente del sistema de labranza utilizado.

La asociación entre trébol blanco y rojo y los pastizales naturales es crucial para mejorar la calidad nutritiva y la síntesis de proteínas. Según (Mendoza, H 2011) estas especies mejoran la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno y proporcionan una alimentación balanceada rica en proteínas y carbohidratos, lo que mejora la nutrición animal. Tanto el sistema de labranza mínima como la adición de estiércol influyen significativamente en la producción final (Ayan et al., 2021).

#### **4.1.3. Fibra detergente neutra**

En el ANEXO 10, se muestra el análisis de varianza para BCA y un arreglo factorial de  $3 \times 3 = 9$  tratamientos para el contenido de FDN (Fibra detergente neutra) con datos transformados para porcentajes, las mismas que se perfilan como una distribución tridimensional, se tiene que tanto los bloques como los tratamientos combinados, el factor sistema de labranza, el factor estiércol y la interacción sistema de labranza con estiércol no presentaron diferencia significativa por tal motivo en todos los casos se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y

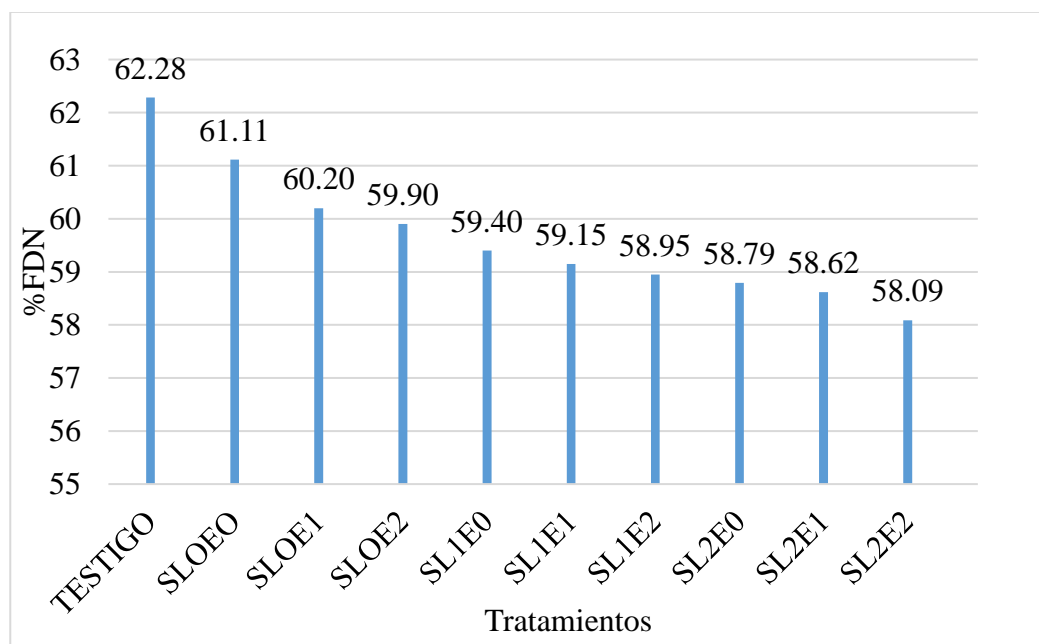
se rechaza la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) porque no presentaron diferencia significativa.

Al ser la fibra detergente neutra una fracción insoluble en detergente neutra compuesta básicamente por celulosa, hemicelulosa y lignina, muestra previsible la no significancia en todas las variables del ANDEVA, probablemente ese es también el motivo por el que el coeficiente de variabilidad es igual a 0%.

El análisis de varianza para el contenido de fibra detergente neutra no mostró diferencias significativas entre los bloques, los tratamientos combinados, el factor de sistema de labranza, el factor de estiércol y la interacción entre sistema de labranza con estiércol, Además, el coeficiente de variabilidad igual a 0% sugiere una consistencia excepcional en los datos, lo que refuerza la falta de diferencias significativas en el contenido de FDN.

### Figura 6

*Resultados de fibra detergente neutra de los tratamientos en porcentaje*



**Nota:** Se muestran los resultados obtenidos en porcentajes.



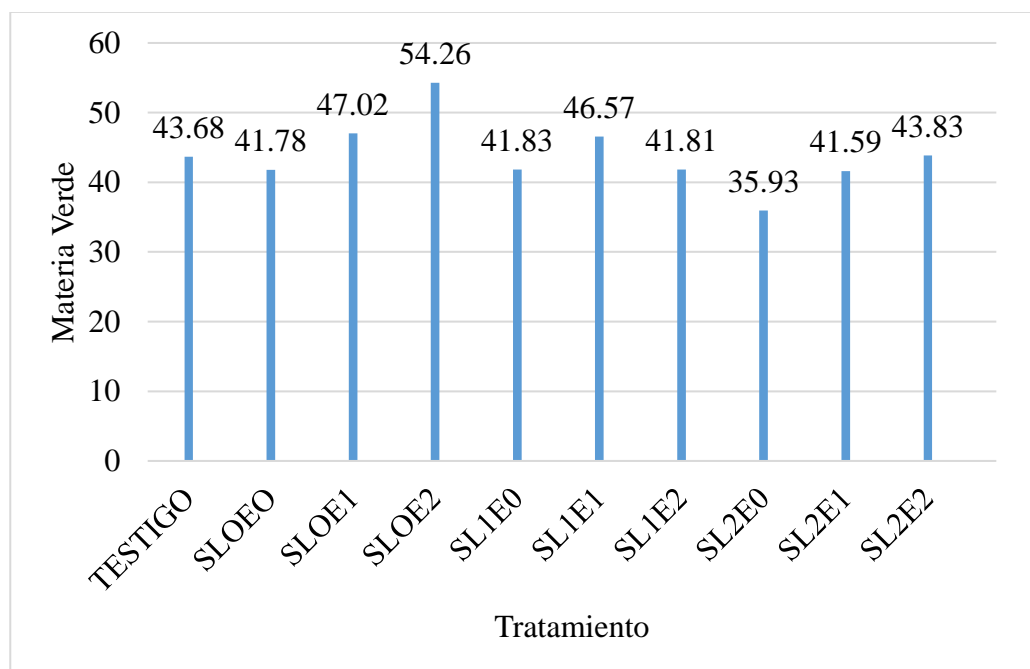
#### 4.1.4. Materia verde

El ANEXO 11 muestra los datos de la materia verde y se encontró que los bloques de los tratamientos combinados tanto para los factores de sistema de labranza y estiércol conjuntamente con la interacción sistema de labranza con estiércol no presentaron diferencia significativa por lo que en tales casos se acepta la hipótesis alterna (ha) y se rechaza la hipótesis nula (ho). Para determinar qué tipos de sistema de labranza cero, mínimo y convencional en niveles de estiércol de 0, 10 000 y 15 000 kg/ha se aplicará la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) con el objeto de determinar el nivel de diferencia de los 3 sistemas de labranza y nivel de dosis de estiércol.

Referente al coeficiente de variabilidad se obtuvo un valor de 10.77% el mismo que se considera como muy eficiente.

#### Figura 7

*Resultados de materia verde de los tratamientos en porcentaje*



**Nota:** Se muestran los resultados obtenidos en porcentajes.



En el ANEXO 13, realizada la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor principal estiércol para materia verde se tiene que una dosis de 0 kg/ha es superior a los niveles de estiércol de 15000 kg/ha y estiércol de 10000 kg/ha cuyos promedios son 46.59, 45.06 y 39.85 respectivamente. Luego está el nivel de estiércol de 15000 kg/ha que a su vez es superior al estiércol de 10000 kg/ha. Estos resultados se dan con datos transformados a través de valores angulares para porcentajes binomiales de los datos principales de materia verde en los niveles de dosis de estiércol de alpaca. Prueba realizada al 95% de probabilidad.

Se concluye que la dosis más alta de estiércol (15000 kg/ha) produce un rendimiento superior al nivel intermedio (10000 kg/ha). El uso de estiércol en dosis moderadas puede favorecer el crecimiento de la materia verde (Mamani, 2016).

Se concluye que la dosis más alta de estiércol (15000 kg/ha) produce un rendimiento superior al nivel intermedio (10000 kg/ha). El uso de estiércol en dosis moderadas puede favorecer el crecimiento de la materia verde (Mamani, 2016).



## V. CONCLUSIONES

- El sistema de labranza mínima demostró ser el más efectivo para incrementar el valor nutritivo de los pastizales naturales, con un aumento promedio del 25% en proteína y fibra detergente neutro en comparación con los sistemas de labranza convencional y cero, según datos cuantitativos.
- El abonamiento con 15,000 kg/ha de estiércol de alpaca en tres sistemas de labranza incrementó el rendimiento del forraje verde, materia seca, proteína y fibra detergente neutro en un 15-20%, mejorando significativamente la calidad y cantidad del forraje en pastizales naturales.



## VI. RECOMENDACIONES

- Optimizar el sistema de labranza, considerando técnicas como la labranza mínima o cero.
- Implementar un programa de monitoreo regular para evaluar el estado de los pastizales naturales.
- Promover prácticas agrícolas sostenibles que conserven los recursos naturales y la biodiversidad.
- Brindar capacitación y educación a los agricultores locales sobre prácticas agrícolas sostenibles y manejo de recursos naturales.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayan, H. F., Hang, S., Alvarado, Ibarra, C., & Servilla. (2021). *ESTIÉRCOL BOVINO COMO ENMIENDA EN SUELOS PARA RECUPERACIÓN DE PRODUCCIÓN DE PASTIZALES DEGRADADOS.*
- Benavidez, E. (2021). *Evaluación de la producción y composición química de cuatro variedades de trébol blanco (trifolium repens) en tres pisos altitudinales de la provincia de Santa Cruz-Cajamarca.*
- Bustamante, S., Vidal, N., Vidal Añaños, N., Peña, W., Rosario Valer, Bazán Blaz, F., León Salvador, R., María Ling Laguna, A., Zuiko Fuyiko, A., Alarcón Mandujano, P., Linares Peña, G., Pérez Salinas, J., Canales Sierra, L., Valer Barazorda, F., & Mora Aquino, A. (2014). *“Siembra y manejo de pastos cultivados para familias rurales” Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social-FONCODES 2 MINISTERIO DE DESARROLLO E INCLUSIÓN SOCIAL-MIDIS.*
- Casal, A., Jaimes, F. R., Cesa, A., Martinefsky, M. J., Otondo, J., Quiñones Martorello, A., Lavarello Herbin, A., Pérez, R., Pérez, M., & Maldonado May, V. (2019). *En la búsqueda de prácticas agroecológicas para la restauración y uso sustentable de los pastizales naturales pampeanos, recursos forrajeros multifuncionales.*
- Farfán, R., & Durant, A. (1998). Manejo y técnicas de evaluación de pastizales altoandinos. *Pub. Tec. FMV*, 39, 16–18.
- Flores, M. (2005). Manual de pastos y forrajes alto andinos, Edit. ITDG AL. *OIKOS.* Lima 53p.



- Flórez, A., & Malpartida, E. (1987). *Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú* (Issue v. 1). Banco Agrario, Fondo del Libro.  
<https://books.google.com.pe/books?id=iNcfAQAAIAAJ>
- Garreto, F. G. S., Fernandes, A. M., Silva, J. A., Silva, R. M., Figueiredo, R. T., & Soratto, R. P. (2023). No-tillage and previous maize–palisadegrass intercropping reduce soil and water losses without decreasing root yield and quality of cassava. *Soil and Tillage Research*, 227, 105621.  
<https://doi.org/10.1016/J.STILL.2022.105621>
- Hederström, V., Johansson, S., Rundlöf, M., Svensson, G. P., Anderbrant, O., Lundin, O., Larsson, M. C., & Lankinen, Å. (2024). White clover pollinators and seed set in relation to local management and landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 365, 108933. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2024.108933>
- Hernández-Jiménez, A., Pérez-Jiménez, J. M., Bosch-Infante, D., & Speck, N. C. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40.
- Hinoztroza, C. N. (2004). *Influencia del estiércol en el establecimiento de pasturas*. 01–10.
- Liang, Z., Li, Y., Wang, J., Hao, J., Jiang, Y., Shi, J., Meng, X., & Tian, X. (2024). Effects of the combined application of livestock manure and plant residues on soil organic carbon sequestration in the southern Loess Plateau of China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 368, 109011.  
<https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2024.109011>



- Lima Molina, N. (2016). *Mejorando praderas nativas a través de la introducción de trébol blanco (Trifolium repens): efecto de la dosis de fósforo y distanciamiento entre golpes.*
- Lima Molina, N., Aguirre Terrazas, L., & Flores Mariazza, E. (2020). Estrategias para mejorar los pastizales altoandinos: el rol del trébol y la fertilización con fósforo. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 31*(2).
- Liu, R. C., Meng, L. L., Zou, Y. N., He, X. H., & Wu, Q. S. (2022). Introduction of earthworms into mycorrhizosphere of white clover facilitates N storage in glomalin-related soil protein and contribution to soil total N. *Applied Soil Ecology, 179*, 104597. <https://doi.org/10.1016/J.APSOIL.2022.104597>
- López, R. (2015). *Degradación y manejo sostenible de suelos de sabana.*  
[https://www.researchgate.net/publication/301893728\\_Degradacion\\_y\\_manejo\\_sostenible\\_de\\_suelos\\_de\\_sabana](https://www.researchgate.net/publication/301893728_Degradacion_y_manejo_sostenible_de_suelos_de_sabana)
- Luján, J. (2013). Establecimiento del trébol blanco (*Trifolium repens*), en condición de bofedal, con diferentes niveles de abonamiento orgánico en la zona de Cosapa, Oruro. In *Universidad Mayor De San Andrés Facultad De Agronomía Carrera De Ingeniería Agronómica.*
- Malounas, I., Vierbergen, W., Kutluk, S., Zude-Sasse, M., Yang, K., Zhao, M., Argyropoulos, D., Van Beek, J., Ampe, E., & Fountas, S. (2024). SpectroFood dataset: A comprehensive fruit and vegetable hyperspectral meta-dataset for dry matter estimation. *Data in Brief, 52*, 110040.  
<https://doi.org/10.1016/J.DIB.2024.110040>



- Mamani, Javier. (2016). *AVENA FORRAJERA: RENDIMIENTO, VALOR NUTRICIONAL, VENTAJA COMPARATIVA Y COMPETITIVA EN LA REGIÓN PUNO*.
- Mark, B. G., Seltzer, G. O., Rodbell, D. T., & Goodman, A. Y. (2002). Rates of deglaciation during the last glaciation and holocene in the Cordillera Vilcanota-Quelccaya Ice Cap Region, southeastern Perú. *Quaternary Research*, 57(3), 287–298. <https://doi.org/10.1006/qres.2002.2320>
- Mendoza, H. (2011). *EVALUACIÓN DE PRADERA NATIVA Festuca dolichoplylla) A LA INCORPORACION DE ABONOS ORGANICOS Y SIEMBRA DE TREBOL BLANCO (Tlifolium repens) SIN Y CON LABRANZA MINIMA EN PUNO*.
- Mihretie, F. A., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Adgo, E., Tsubo, M., Masunaga, T., Meshesha, D. T., Tsuji, W., Ebabu, K., & Tassew, A. (2021). Tillage and sowing options for enhancing productivity and profitability of teff in a sub-tropical highland environment. *Field Crops Research*, 263, 108050. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2020.108050>
- Miranda, F. (1995). Manual de pastos nativos mejorados y establecimiento de forrajes. *Coordinadora Interinstitucional Del Sector Alpaquero, Arequipa*.
- Murney, R., Burggraaf, V., Mapp, N., Ganche, E., & King, W. (2019). The effect of cultivated mixed-species green fodder on intake, milk production and milk composition of housed dairy goats. *Animal*, 13(12), 2802–2810. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000867>





- Orellana, J. A., Aguirre, L., & Flores, E. R. (2023). Efecto de la fertilización fosfatada y densidad de siembra de trébol blanco en la relación gramínea-leguminosa en un pajonal de puna húmeda. *Ecología Aplicada*, 22(2), 105–112.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2016). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*.
- Oropeza Ramos, T. L. (2021). *Establecimiento de dos especies de trébol para la mejora del pastizal altoandino en el CICTEM-Catac, periodo 2019-2020*.
- Pornon, A., & Andalo, C. (2023). Using the old-growth concept to identify old species-rich semi-natural grasslands. *Ecological Indicators*, 155, 110953.  
<https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2023.110953>
- Postemsky, P. (2012). *Cultivo y propiedades medicinales de Grifola gargal y Grifola sordulenta*. 320.
- Ruiz, C , M. T. (1987). *Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú*,.
- Sierra, J., Peters, C. M., Hernandez, M., & Espinosa, D. (2008). Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites. *Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales*, November, 60.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Ejecución del proyecto de tesis

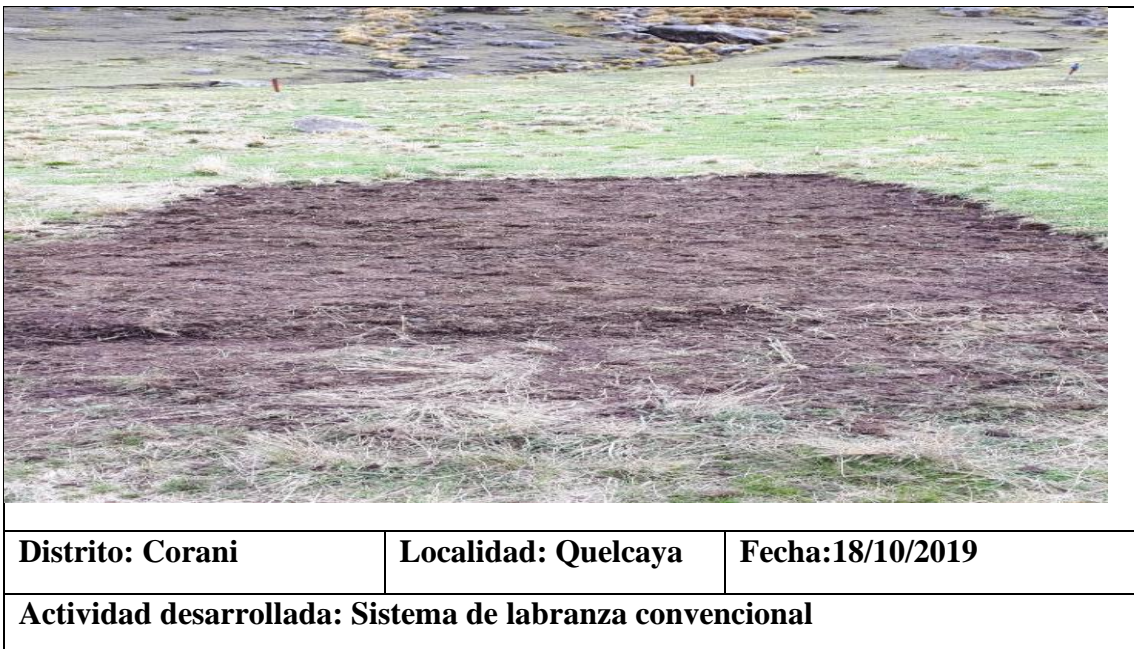
#### Figura 8

*Preparación de suelo*



#### Figura 9

*Sistema de labranza convencional*



**Figura 10**

*Unidades experimentales*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:10/01/2020</b>
<b>Actividad desarrollada: Unidades experimentales</b>		

**Figura 11**

*Sistema de labranza mínima*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:18/12/2019</b>
<b>Actividad desarrollada: Sistema de labranza mínima</b>		

**Figura 12**

*Siembra de trébol al voleo*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:19/12/2019</b>
<b>Actividad desarrollada: Siembra de trébol al voleo</b>		

**Figura 13**

*Abonamiento con estiércol de alpaca*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:19/12/2019</b>
<b>Actividad desarrollada: abonamiento con estiércol de alpaca.</b>		

**Figura 14**

*Estiércol de alpaca*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha: 18/12/2019</b>
<b>Actividad desarrollada: estiércol de alpaca</b>		

**Figura 15**

*Evaluación del establecimiento del trébol en las unidades experimentales*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha: 09/02/2020</b>
<b>Actividad desarrollada: evaluación del establecimiento del trébol en las unidades experimentales</b>		

**Figura 16**

*Georreferenciado de la zona de experimentación*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:16/02/2020</b>
<b>Actividad desarrollada: georreferenciado de la zona de experimentación.</b>		

**Figura 17**

*Evaluación del establecimiento de trébol*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:25/06/2020</b>
<b>Actividad desarrollada: evaluación del establecimiento de trébol</b>		

**Figura 18**

*Evaluación de establecimiento del trébol*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:25/06/2019</b>
<b>Actividad desarrollada: evaluación de establecimiento del trébol</b>		

**Figura 19**

*Recojo de muestras para análisis*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:10/05/2021</b>
<b>Actividad desarrollada: recojo de muestras para análisis</b>		

## Figura 20

*Recojo de muestras para análisis*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:10/05/2021</b>
<b>Actividad desarrollada: recojo de muestras para análisis</b>		

## ANEXO 2. Toma de muestras y análisis de laboratorio

### Figura 21

*Muestras de forraje*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:14/05/2021</b>
<b>Actividad desarrollada: muestras de forraje en el laboratorio de pastos y forrajes</b>		



**Figura 22**

*Forraje empacado*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:14/05/2021</b>
<b>Actividad desarrollada: muestras de forraje en el laboratorio de pastos y forrajes</b>		

**Figura 23**

*Secado de muestras en estufa de ventilación forzada*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:14/05/2021</b>
<b>Actividad desarrollada: secado de muestras en estufa de ventilación forzada</b>		

**Figura 24**

*Pesado de muestras recolectadas de las unidades experimentales*



<b>Distrito: Corani</b>	<b>Localidad: Quelcaya</b>	<b>Fecha:10/05/2021</b>
<b>Actividad desarrollada: pesado de muestras recolectadas de las unidades experimentales.</b>		

**ANEXO 3. Operacionalización de variables**

<b>Variab</b> les	<b>Sub variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Escala de medición</b>
Variab	- Niveles de estiércol. -Sistemas de labranza.	- 0 Kg/ha; 10,000 kg/ha; 15,000 kg/ha. - Labranza cero, labranza mínima, labranza convencional.	- Kg/ha	-Diseño BCA y arreglo factorial de 3x3=9 trat.
Variab	-Repeticiones por tratamiento. -Valor nutritivo	- Materia verde, materia seca, proteína, FDN.	- Kg. /-%	-Diseño BCA y arreglo factorial de 3x3=9 trat. Con transformación angular de datos porcentuales

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO 4.** ANDEVA BCA para materia seca (MS)

FV	BL	SC	CM	FC	SIG
Bloques	2	7,49	3,75	0,38	N.S.
Tratamiento combinado	8	173,91	21,74	2,21	N.S.
Factor sistema de labranza (SL)	2	147,59	73,80	7,51	**
Factor estiércol (E)	2	12,20	6,10	0,62	N.S.
Interacción SL x E	4	14,12	3,53	0,36	N.S.
Error Experimental	16	157,12	9,82		
TOTAL	26	338,52			

CV= 8,37 %

**ANEXO 5.** Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de sistemas de labranza (SL) de materia seca (MS)

Tipo	Promedio (%)	Significancia
Sistema de labranza cero (SL0)	40,55	a
Sistema de labranza convencional (SL2)	36,68	b
Sistema de labranza mínima (SL1)	34,95	c

**ANEXO 6.** ANDEVA BCA para proteína

FV	BL	SC	CM	FC	SIG
Bloques	2	0,00001	0,000004	0,0015	N.S.
Tratamientos combinados	8	52,61	6,58	2689,18	**
Factor sistema de labranza (SL)	2	18,78	9,39	3839,65	**
Factor estiércol (E)	2	22,33	11,17	4566,33	**
Interacción SL x E	4	11,50	2,87	1175,38	**
Error Experimental	16	0,04	0,002		
TOTAL	26	52,65			

CV = 0,25 %

**ANEXO 7.** Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de sistemas de labranza (SL) de proteína

Tipo	Promedio (%)	Significancia
Sistema de labranza convencional (SL2)	25,16	a
Sistema de labranza mínima (SL1)	24,18	b
Sistema de labranza cero (SL0)	23,11	c

**ANEXO 8.** Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de estiércol (E) de proteína

Tipo	Promedio (%)	Significancia
Estiércol 15 000 Kg/ha (E2)	25,08	a
Estiércol 10 000 Kg/ha (E1)	24,46	b
Estiércol 0 Kg/ha (E0)	22,91	c

**ANEXO 9.** ANDEVA de efectos simples para la interacción sistema de labranza (SL) por estiércol (E) de proteína

FV	GL	SC	CM	FC	SIGNIFICANCIA
SL dentro de E0	2	3,68	1,84	613,85	**
SL dentro de E1	2	11,71	5,86	1952,03	**
SL dentro de E2	2	14,88	7,44	2480,06	**
E dentro de SL0	2	4,53	2,27	755,56	**
E dentro de SL1	2	6,00	3,00	1000,64	**
E dentro de SL2	2	23,29	11,65	3882,08	**
Error experimental	16	0,04	0,002		

**ANEXO 10.** ANDEVA BCA para fibra detergente neutra (FDN)

FV	BL	SC	CM	FC	SIG
Bloques	2	0,00	0,00	0,00	N.S.
Tratamiento combinado	8	7,02	0,88	0,00	N.S.
Factor sistema de labranza	2	5,83	2,92	0,00	N.S.
Factor estiércol	2	0,97	0,48	0,00	N.S.
Interacción SL x E	4	0,22	0,05	0,00	N.S.
Error Experimental	16	0,02	0,00		
TOTAL	26	7,04			

CV = 0%

**ANEXO 11.** ANDEVA BCA para materia verde (MV)

FV	BL	SC	CM	FC	SIG
Bloques	2	22.13	11.07	0.50	N.S.
Tratamiento combinado	8	618.48	77.31	3.47	**
Factor sistema de labranza	2	273.53	136.77	6.14	**
Factor estiércol	2	224.49	112.25	5.04	**
Interacción SL x E	4	120.45	30.11	1.35	N.S.
Error Experimental	16	356.55	22.28		
TOTAL	26	997.16			

CV = 10.77 %

**ANEXO 12.** Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de sistemas de labranza (SL) de materia verde (MV)

Tipo	Promedio (%)	Significancia
Sistema de labranza mínima (SL1)	47.55	a
Sistema de labranza cero (SL0)	44.16	a
Sistema de labranza convencional (SL2)	39.78	b

**ANEXO 13.** Prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para el factor de estiércol (E) de materia verde (MV)

Tipo	Promedio (%)	Significancia
Estiércol 15 000 Kg/ha (E2)	46.59	a
Estiércol 10 000 Kg/ha (E1)	45.06	a
Estiércol 0 Kg/ha (E0)	39.85	b

**ANEXO 14.** Datos transformados con transformación angular de arco seno de materia seca (MS)

BLOQUE	SL0			SL1			SL2		
	E0	E1	E2	E0	E1	E2	E0	E1	E2
I	42,19	47,06	38,76	35,00	37,23	34,82	36,09	36,39	35,61
II	35,06	38,29	42,99	35,97	36,99	35,37	36,69	39,99	32,90
III	42,07	37,58	40,92	35,85	34,57	28,79	39,47	34,76	38,23
<b>SUMA TOT</b>	119,32	122,93	122,67	106,82	108,79	98,98	112,25	111,14	106,74
<b>PROM</b>	39,77	40,98	40,89	35,61	36,26	32,99	37,42	37,05	35,58

**ANEXO 15.** Datos transformados con transformación angular de arco seno proteína

BLOQUE	SL0			SL1			SL2		
	E0	E1	E2	E0	E1	E2	E0	E1	E2
I	22,14	23,81	23,42	23,73	23,42	25,40	22,87	26,06	26,49
II	22,14	23,81	23,42	23,73	23,50	25,33	22,87	26,06	26,49
III	22,14	23,81	23,34	23,66	23,58	25,25	22,95	26,06	26,56
<b>SUMA TOT</b>	66,42	71,43	70,18	71,12	70,50	75,98	68,69	78,18	79,54
<b>PROM</b>	22,14	23,81	23,39	23,71	23,50	25,33	22,90	26,06	26,51

**ANEXO 16.** Datos transformados con transformación angular de arco seno de fibra detergente neutra (FDN)

BLOQUE	SL0			SL1			SL2		
	E0	E1	E2	E0	E1	E2	E0	E1	E2
<b>I</b>	51,41	50,89	50,71	50,42	50,24	50,18	50,07	49,95	49,66
<b>II</b>	51,47	50,89	50,71	50,42	50,3	50,13	50,07	50,01	49,72
<b>III</b>	51,41	50,94	50,77	50,48	50,3	50,18	50,07	49,95	49,6
<b>SUMA</b>									
<b>TOT</b>	154,29	152,72	152,19	151,32	150,84	150,49	150,21	149,91	148,98
<b>PROM</b>	51,43	50,91	50,73	50,44	50,28	50,16	50,07	49,97	49,66

**ANEXO 17.** Datos transformados con transformación angular de arco seno de materia verde (MV)

BLOQUE	SL0			SL1			SL2		
	E0	E1	E2	E0	E1	E2	E0	E1	E2
<b>I</b>	41,16	42,92	49,34	48,23	44,05	46,19	47,54	37,38	40,31
<b>II</b>	47,09	43,07	45,56	59,14	44,37	38,79	44,16	36,46	44,24
<b>III</b>	42,79	39,36	46,16	55,42	37,08	54,72	33,74	33,96	40,22
<b>SUMA</b>									
<b>TOT</b>	131,04	125,35	141,06	162,79	125,50	139,70	125,44	107,80	124,77
<b>PROM</b>	43,68	41,78	47,02	54,26	41,83	46,57	41,81	35,93	41,59



## ANEXO 18. Resultados de análisis de laboratorio de agua y suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



### RESULTADO DE ANÁLISIS

**ASUNTO: MUESTREO DE PASTOS NATURALES CON ASOCIACIÓN CON TREBOL BLANCO**

PROCEDENCIA : C.C. QUELCAYA-CORANI-CARABAYA-PUNO  
INTERESADO : MARCO ANTONIO PERALTA MERMA  
MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS  
FECHA DE MUESTREO : 11/05/2021 (por el interesado)  
FECHA DE ANALISIS : 13/05/2021

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS DE LA MUESTRA:**

ASPECTO : SOLIDO  
COLOR : VERDE AMARILLENTO

#### RESULTADOS

**DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICO:**

	CLAVE	% HUMEDAD	% MATERIA SECA	% Proteínas	% Cenizas	% FDN	PESO MUESTRA DE MUESTREO (gr.)
TESTIGO	M-1	57.61	42.39	13.54	4.31	62.40	400.3
	M-2	52.49	47.51	13.55	4.25	62.15	516.4
	M-3	59.44	40.56	13.54	4.26	62.30	422.6
SLOEO	M-1	54.94	45.06	14.23	4.29	61.10	371.1
	M-2	67.02	32.98	14.23	4.20	61.15	478.1
	M-3	55.10	44.90	14.24	4.21	61.09	405.9
SLOE1	M-1	46.82	53.58	16.28	3.94	60.20	540.1
	M-2	61.58	38.42	16.29	3.90	60.15	574.4
	M-3	62.81	37.19	16.26	3.92	60.25	486.6
SLOE2	M-1	60.85	39.15	15.80	3.72	59.90	786.1
	M-2	53.48	46.52	15.75	3.70	59.85	671.6
	M-3	57.06	42.94	15.70	3.69	59.95	692.2
SL1E0	M-1	67.14	32.86	16.18	3.67	59.40	540.2
	M-2	65.51	34.49	16.15	3.60	59.35	695.7
	M-3	65.64	34.31	16.12	3.59	59.45	645.7
SL1E1	M-1	63.41	36.59	15.82	3.55	59.10	667.2
	M-2	63.84	36.16	15.90	3.56	59.20	670.8
	M-3	67.85	32.15	15.97	3.52	59.15	512.1
SL1E2	M-1	67.41	32.59	18.44	3.49	59.00	763.4
	M-2	66.48	33.52	18.30	3.46	58.90	597.5
	M-3	76.78	23.22	18.23	3.40	58.95	975.1
SL2E0	M-1	65.27	34.73	15.13	3.37	58.79	593.6
	M-2	64.34	35.66	15.10	3.33	58.82	567.1
	M-3	59.60	40.40	15.15	3.31	58.77	349.4
SL2E1	M-1	64.82	35.18	19.26	3.30	58.60	460.1
	M-2	58.71	41.29	19.28	3.27	58.65	507.9
	M-3	67.48	32.52	19.30	3.25	58.61	460.1
SL2E2	M-1	66.06	33.94	19.92	3.22	58.10	642.2
	M-2	70.54	29.46	19.90	3.24	58.15	786.5
	M-3	61.72	38.28	19.95	3.26	58.01	655.8



Ing. Benito Peralta Merma  
ANALISTA  
PLANTAS, SOLOLOGÍA, INGENIEROS Y FERTILIZANTES

*Evaristo Mamani Mamani*  
D. Sc. Evaristo Mamani Mamani  
JEFE DE LABORATORIOS DE AGUAS Y SUELOS



## ANEXO 19. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Marco Antonio Peralta Merma,  
identificado con DNI 48154509 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Eswela Profesional de Ingeniería Agronomica.

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Mejoramiento de Praderas Naturales con el Abonamiento de estiércol  
y sistema de trebol blanco con tres sistemas de labranza en  
Corani - Carabaya - Puno "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 05 de Julio del 20 24.

FIRMA (obligatoria)



Huella





## ANEXO 20. Autorización para el depósito de tesis de investigación en el repositorio institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Marco Antonio Peralta Merma,  
identificado con DNI 48154509 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“Mejoramiento de Praderas Naturales con el Abonamiento de estercol y siembra de trebol blanco con tres sistemas de labranza en Corani - Carabaya - Puno”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 05 de Julio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella