

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



T E S I S

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y VALOR NUTRICIONAL DE LA ASOCIACIÓN RAIGRÁS ECOTIPO CAJAMARQUINO (*Lolium multiflorum L.*) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium Repens*) DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIA EN SAN MIGUEL, CAJAMARCA

Para obtener el título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por el Bachiller:

ANA MELBA DIAZ ROJAS

Asesor:

LUIS VALLEJOS FERNÁNDEZ

Cajamarca – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

ANA MELBA DIAZ ROJAS

DNI: 72379885

Escuela Profesional/Unidad UNC:

INGENIERIA ZOOTECNISTA

2. Asesor:

Dr. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNANDEZ

Facultad/Unidad UNC:

INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

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:

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO
Y VALOR NUTRICIONAL DE LA ASOCIACIÓN RAIGRAS ECOTIPO CAJAMARQUINO
(*Lolium multiflorum* L.) y Trébol blanco (*Trifolium repens*) DURANTE
LA ÉPOCA DE LLUVIA EN SAN MIGUEL, CAJAMARCA

6. Fecha de evaluación: 03 / 07 / 2025

7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (ORIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 19 %

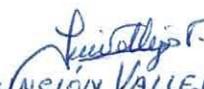
9. Código Documento: oid: 3117: 471525290

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03 / 07 / 2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia


LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ

Nombres y Apellidos

DNI: 26673237



ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, se reunieron en el Auditorio de la FICP, siendo las 15 horas con 10 minutos del día 26 de Mayo del 2025..., los siguientes Miembros del Jurado y el (los) Asesores.

- M.Cs. Ing. Jorge Ricardo De la Torre Araujo **Presidente**
- Mg. Sc. Ing. Raúl Alberto Cáceres Cabanillas **Secretario**
- Ing. Erasmo Gustavo Cusma Pajares **Vocal**

ASESOR:

Dr. Luis Asunción Vallejos Fernández

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada:

Efecto de la fertilización sobre el comportamiento productivo y valor nutricional de la asociación raigrás escotiro Cajamarquino (Solum multiflorum l.) y Trébol blanco (Trifolium repens) durante la época de lluvia en San Miguel, Cajamarca.

La misma que fue realizada por el (la) Bachiller.....

Ana Melba Díaz Rojas

A continuación el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando a la Bachiller a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el Presidente del Jurado invita a la participación de los asesores y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció APROBAR.....

por Unanimidad..... con la nota de Quince..... (15).

Siendo las 17 horas con 00 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.

M.Cs. Ing. Jorge Ricardo De la Torre Araujo
Presidente

Mg. Sc. Ing. Raúl Alberto Cáceres Cabanillas
Secretario

Ing. Erasmo Gustavo Cusma Pajares
Vocal

Dr. Luis Asunción Vallejos Fernández
Asesor

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y VALOR
NUTRICIONAL DE LA ASOCIACIÓN RAIGRÁS
ECOTIPO CAJAMARQUINO (*Lolium multiflorum*
L.) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium Repens*)
DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIA EN SAN
MIGUEL, CAJAMARCA

ASESOR:

Dr. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ

MIEMBROS DEL JURADO:

M.Cs. Ing. JORGE RICARDO DE LA TORRE ARAUJO

Mg.Sc.Ing. RAUL CACERES CABANILLAS

Ing. ERASMO CUSMA PAJARES

DEDICATORIA

A:

Dios, por ser mi todo y mi refugio.

Gracias por darme la capacidad de aprender, el valor de persistir y la fe para continuar cuando todo parecía complicado. Este logro es testimonio de tu grandeza y de tu fidelidad. Dedico mi tesis a tu honra, esperando que cada palabra escrita refleje tu luz.

A mis padres, Benito Díaz Barboza y Melina Rojas Ortiz por su amor incondicional, apoyo constante y por enseñarme que los sueños solo se alcanzan con esfuerzo, sacrificio y perseverancia. Su confianza en mí ha sido mi mayor fuente de motivación.

A mis hermanos, por estar siempre dispuestos a brindarme una palabra de aliento en los momentos de dificultad. Su presencia ha sido fundamental en este camino.

A todos los profesores que contribuyeron a mi formación académica y personal.

Ana Díaz

AGRADECIMIENTO

Dios, por darme la sabiduría, la paz y la perseverancia necesarias para llegar hasta aquí. Gracias por iluminar mi camino en los momentos de incertidumbre y por darme fuerzas en cada etapa de este proceso. Este trabajo es un reflejo de su amor y guía.

A mis padres, BENITO Y MELINA por su apoyo incondicional, por su amor y sacrificio. Ellos han sido la fuente de mi motivación y de mi fortaleza. Gracias por siempre estar a mi lado.

A ERLIN OCAS por su valioso apoyo, su paciencia y orientación constante durante la realización de este trabajo.

A mi asesor de tesis, **LUIS VALLEJOS FERNÁNDEZ** por su paciencia, orientación y por el valioso tiempo que me dedicó. Su profesionalismo y conocimientos fueron clave para que este trabajo llegara a buen término. Al proyecto de investigación estrategias tecnológicas para incrementar la calidad de suelo, pasturas y leche en la región de Cajamarca, por la oportunidad que me dio.

A CHISTHIAN PORTAL, DANY ESTELA y a todos mis amigos que de alguna manera contribuyeron a que este trabajo se hiciera realidad, les agradezco profundamente.

Ana Díaz

ÍNDICE

RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación e Importancia.....	3
CAPITULO II.....	5
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPITULO III.....	6
HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	6
3.1. Hipótesis de la investigación.....	6
3.2. Variables.....	6
CAPITULO IV.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
4.1. Comportamiento productivo.....	7
4.2. Bases teóricas.....	10
4.2.1. Pastos y forrajes.....	10
4.2.2. Importancia de los pastos y forrajes.....	11
4.2.3. Fertilización.....	11
4.2.4. Altura de Planta (cm).....	12
4.2.5. Rendimiento Productivo.....	12
4.2.6. Composición florística.....	13

4.2.7. composición química de una pastura.....	13
4.2.8. Materia seca (MS).....	13
4.2.9. Energía	14
4.2.10. Proteína	14
4.2.11. Fibra	15
4.2.12. Fibra en Detergente Neutro (FDN).....	15
4.2.13. Fibra en Detergente Ácido (FDA).....	16
4.2.14. Cenizas (CEN)	16
4.2.15. Periodo De Corte	16
4.3. Definiciones de términos básicos	16
CAPITULO V	19
METODOLOGIA.....	19
5.1. Ubicación	19
Datos meteorológicos	19
5.2. Población y muestra.....	20
5.3. Tipo y Diseño estadístico de la investigación	20
5.4. Análisis e interpretación de los datos	21
5.5. Diseño Metodológico.....	22
5.5.1. Duración del experimento.....	22
5.5.2. <i>Instalación del experimento</i>	22
5.6. Materiales y equipos	27
5.6.1. Materiales biológicos	27
5.6.2. Materiales de campo y gabinete	27
5.7. Parámetros evaluados	28
5.7.1. Producción de forraje (kg ms/ha)	28
5.7.2. Altura de la planta (cm).....	28
5.7.3. Tasa de crecimiento.....	28

5.7.4. Composición florística.....	28
5.7.5. Valor nutritivo	29
CAPITULO VI	30
RESULTADO Y DISCUSIÓN	30
6.1. Rendimiento, altura y tasa de crecimiento de la asociación raigrás-trébol blanco.....	30
6.1.1. Según niveles de fertilización	30
6.1.2. Según frecuencia de corte.....	31
6.1.3. Composición florística.....	37
Según frecuencia de corte.....	38
6.2. Valor nutricional	39
CAPITULO VII	42
CONCLUSIONES	42
CAPITULO VIII	43
RECOMENDACIONES	43
CAPITULO IX	44
Bibliografía.....	44
Anexos.....	50
Análisis de suelo.....	50
Análisis de valor nutricional.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de composición química de la asociación raigrás- trébol.	10
Tabla 2. Croquis de distribución de los tratamientos en el campo experimental.	20
Tabla 3 Resumen de resultados de análisis de suelo de laboratorio.....	22
Tabla 4 Poder germinativo y pureza.	24
Tabla 5 Fertilizantes usados por tratamiento.....	25
Tabla 6. Rendimiento, altura y tasa de crecimiento de la asociación raigrás-trébol blanco según los niveles de fertilización.....	30
Tabla 7. Rendimiento de forraje (Kg MS/ha/corte) según frecuencia de corte en los cuatro niveles de fertilización.....	32
Tabla 8. Niveles de fertilización y su influencia sobre la altura de la planta a los 30, 45, 60 y 75 días.	34
Tabla 9. Frecuencia de corte y su influencia sobre la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día), a los 30, 45, 60 y 75 días.	35
Tabla 10. Niveles de fertilización y su influencia en la composición florística en porcentaje.	37
Tabla 11 Composición florística y su influencia en la frecuencia de corte a los 30, 45, 60 y 75 días.	38
Tabla 12 Valor nutritivo según niveles de fertilización y frecuencia de corte a los 30, 45, 60 y 75 días.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Ubicación Geográfica distrito Calquis.....	19
---	----

RESUMEN

La ganadería en el Perú enfrenta múltiples desafíos en búsqueda de sostenibilidad y rentabilidad debido a la baja o nula fertilización de suelos, afectando negativamente la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las pasturas, resultando un escaso rendimiento productivo y baja composición florística que afecta el valor nutricional de los forrajes. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización sobre el comportamiento productivo y valor nutricional de la asociación raigrás (*Lolium multiflorum L.*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), durante la época de lluvia, en la provincia de San Miguel – Cajamarca. Se utilizó un diseño cuantitativo, experimental en bloques completamente al azar, con 16 tratamientos de 4 niveles de fertilización y 4 frecuencias de corte, los datos fueron sistematizados en Excel y analizados en el software InfoStat 2020, aplicando ANOVA y la prueba de tukey con un nivel de significancia al 5 %. Los resultados mostraron que el tratamiento F2 alcanzó un rendimiento de 4736.91kg/MS/ha, 45,97 cm de altura de planta y una tasa de crecimiento de 85.99 kg/ha/día, la composición florística alcanzó un 69.92 % de raigrás y 11.94 % de trébol blanco con el tratamiento F3, el valor nutricional a los 30 días presentó mejor contenido de proteína cruda (PC) 17.72 %, que disminuyó a 11.39 % a los 75 días, indicado que el forraje es menos nutritivo con la madurez, la fibra detergente neutra (FDN) aumentó de 52.65 % a 64,67 % entre los días 30 y 75, la fibra detergente acida (FDA) a los 75 días aumentó la fibrosidad, obteniendo mejores resultados a los 30 días, la digestibilidad invitro de materia (DIVMS) fue más alta los 30 días y disminuyó a menos del 50 % en los cortes más tardíos, mientras que las malezas redujeron a 18.89 % mejorando la competitividad del raigrás. Se concluye que un manejo efectivo de la fertilización optimiza la productividad de la asociación forrajera raigrás y trébol blanco mejorando el rendimiento, tasa de crecimiento y valor nutricional. Se recomienda aplicar una fertilización óptima en época de lluvia para optimizar la calidad y productividad de la asociación forrajera.

Palabras clave: fertilización, frecuencia de corte, raigrás, trébol.

ABSTRACT

Livestock farming in Peru faces multiple challenges in the search for sustainability and profitability due to low or no soil fertilization, negatively affecting the availability of nutrients for pasture growth, resulting in low productive yield and low floristic composition that affects the nutritional value of forages. The objective of this research was to evaluate the effect of fertilization on the productive performance and nutritional value of the association of ryegrass (*Lolium multiflorum L.*) and white clover (*Trifolium repens*), during the rainy season, in the province of San Miguel - Cajamarca. A quantitative, experimental design in completely randomized blocks was used, with 16 treatments of 4 fertilization levels and 4 cutting frequencies, the data were systematized in Excel and analyzed in InfoStat 2020 software, applying ANOVA and Tukey's test with a significance level of 5%. The results showed that the F2 treatment reached a yield of 4736.91kg/MS/ha, 45.97 cm plant height and a growth rate of 85.99 kg/ha/day, the floristic composition reached 69.92 % of ryegrass and 11.94 % of white clover with the F3 treatment, the nutritional value at 30 days presented better crude protein content (CP) 17.72 %, which decreased to 11.39 % at 75 days, indicating that the forage is less nutritious with maturity, the neutral detergent fiber (NDF) increased from 52.65 % to 64.67 % between days 30 and 75, acid detergent fiber (ADF) at 75 days increased fibrosity, obtaining better results at 30 days, the in vitro digestibility of matter (IVDMD) was higher at 30 days and decreased to less than 50 % in the later cuts, while weeds reduced to 18.89 % improving the competitiveness of ryegrass. It is concluded that effective fertilization management optimizes the productivity of the ryegrass and white clover forage association, improving yield, growth rate and nutritional value. It is recommended to apply optimal fertilization during the rainy season to optimize the quality and productivity of the forage association.

Key words: fertilization, mowing frequency, ryegrass, clover.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en el Perú enfrenta múltiples problemas y desafíos en su búsqueda de sostenibilidad y rentabilidad, especialmente en regiones de alto andinas como la provincia de San Miguel, Cajamarca, donde uno de los problemas más críticos es la baja o nula fertilización de los suelos, la cual afecta directamente la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento de las pasturas, que trae como consecuencia escaso rendimiento productivo y baja composición florística que afecta el valor nutricional de los pastos, lo que repercute en la productividad de la ganadería lechera, es por ello que se ha visto en la necesidad de determinar diferentes niveles de fertilización como (30 % más sobre la óptimo de fertilización, óptima fertilización y 30 % menos del óptimo de fertilización) que pretende una solución eficaz a fin de mejorar las propiedades los resultados productivos de las pasturas y con ello tener mejor productividad.

La elección de este estudio se fundamenta bajo la necesidad de mejorar el rendimiento productivo, altura de planta, tasa de crecimiento, composición florística y valor nutritivo de las pasturas, con el uso diferentes niveles de fertilización que no solo pretende mejorar las pasturas, sino la mejora nutricional de los animales, con ello la mejor producción y los ingresos económicos de los productores.

Para poder alcanzar estos objetivos planteados se empleó una metodología en la cual se establecieron 12 parcelas organizadas en 3 bloques, en la cual se aplicaron tratamientos con diferentes dosis de fertilizantes, y se realizaron mediciones a los 30, 45, 60 y 75 días post rebrote, esta información fue sistematizada y analizada por estadísticas avanzadas, utilizando el programa Infostat 2020.

En tal sentido la investigación pretende desarrollar estrategias que mejoren la producción si no que radica en la búsqueda de soluciones prácticas y la necesidad de generar un cambio sostenible en la vida de las personas dedicadas a la actividad agrícola lo que beneficiara a cientos de productores dedicados a la ganadería.

CAPÍTULO I

1.1. Planteamiento del problema

La producción de pasturas como el raigrás “ecotipo cajamarquino” (*Lolium multiflorum* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.), constituyen la base de la alimentación del ganado vacuno desde hace muchos años, pero esta producción forrajera enfrenta un sin fin de desafíos debido a la variabilidad en la calidad y cantidad de forraje disponible en la época de lluvia lo que conlleva a un bajo rendimiento de las pasturas, es por ello que su continuo rebrote ha hecho que los productores dejen de fertilizar los suelos, seguros de que es suficiente el estiércol que queda en el potrero para satisfacer los requerimientos nutricionales de las pasturas, es así que, aproximadamente, el 1% de los productores agropecuarios realizan labores de fertilización en sus pasturas (Vallejos Fernandez , 2009).

A pesar de múltiples los beneficios de la fertilización, existe una falta de información sobre cómo los diferentes niveles de nutrientes afectan el comportamiento productivo de estas especies forrajeras, así como su composición química en términos de proteína cruda, fibra, y digestibilidad, a esto hay que agregar que los productores cuando fertilizan, lo hacen sin haber realizado un análisis previo del suelo, lo cual pone en riesgo su economía al no tener la respuesta esperada en la producción de sus pasturas.

La fertilización puede influir de forma positiva y significativa en el crecimiento, producción de biomasa y contenido de nutrientes de las pasturas, si es que se usa correctamente; esto, gracias a los minerales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, entre otros, que cumplen dicha función.

Por lo tanto, es necesario evaluar el efecto de la fertilización en diferentes niveles con el fin de mejorar, optimizar la producción y calidad del forraje en la época de lluvia, y de esta manera mejorar el comportamiento productivo y posiblemente el valor nutricional de esta asociación, la cual busca proporcionar suficientes proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas, tanto en cantidad y calidad para la alimentación del ganado (Villegas , 2020).

Bajo este enfoque se formuló la presente investigación, teniendo como objetivo evaluar el efecto de tres niveles de fertilización sobre el comportamiento productivo y valor nutricional de la asociación raigrás y trébol blanco durante la época de lluvia en la provincia de San Miguel – Cajamarca.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influyen los niveles de fertilización sobre el comportamiento productivo y valor nutricional de la asociación raigrás y trébol blanco durante la época de lluvia en San Miguel, Cajamarca?

1.3. Justificación e Importancia

En los últimos años la alimentación en la ganadería lechera ha tomado gran relevancia, lo que ha llevado a los productores a buscar estrategias para poder mejorar la producción de las pasturas durante la temporada de lluvia, las asociaciones forrajeras, con la fertilización y resiembra, se presentan como alternativas para mejorar y optimizar la producción forrajera fundamental para el rendimiento y la salud del ganado.

La fertilización de las pasturas se considera una estrategia necesaria en la intensificación sostenible de los sistemas de producción animal por sus efectos en el incremento de la producción de pasturas en corto tiempo (Bernal, 1984) y en el mantenimiento de la fertilidad del suelo en el mediano y largo plazo, sin embargo la aplicación de fertilizaciones requiere de inversión, lo que va a tener un impacto sobre los costos de producción; sin embargo, si las prácticas de fertilización se basan en el máximo aprovechamiento de la fertilidad natural del suelo, en el conocimiento de las necesidades de los cultivos forrajeros, de los fertilizantes y en el manejo inteligente del reciclaje de nutrientes, el productor podrá lograr el aumento en la productividad de su ganadería y mejora de su rentabilidad.

Este trabajo de investigación se justifica en la necesidad comprender mejor el efecto de la fertilización sobre el comportamiento productivo y composición química, al proporcionar información detallada sobre como diferentes niveles de fertilización impactan en estas variables, esto no solo contribuirá en aumentar la productividad de la ganadería, sino también a mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de sus actividades, y en última instancia, este trabajo de investigación pretende servir como un recurso valioso para optimizar las prácticas forrajeras en la región, beneficiando a la comunidad ganadera en su conjunto.

CAPITULO II

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la fertilización sobre el comportamiento productivo y valor nutricional de la asociación raigrás y trébol blanco durante la época de lluvia en San Miguel, Cajamarca.

2.2. Objetivos Específicos

Determinar el comportamiento productivo (rendimiento, altura de planta, tasa de crecimiento y composición florística) de la asociación raigrás-trébol blanco, sin fertilizar y fertilizadas en tres niveles en época de lluvia en San Miguel, Cajamarca.

Determinar el valor nutricional ((proteína (PC), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácido (FDA), Digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS), cenizas (CEN)) de las pasturas raigrás – trébol blanco, sin fertilizar y fertilizadas en tres niveles la época de lluvia San Miguel, Cajamarca.

CAPITULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis de la investigación.

El comportamiento productivo y valor nutricional de la asociación raigrás-trébol blanco, fertilizada según los requerimientos del suelo, superan a las pasturas no fertilizadas adecuadamente durante la época de lluvia en San Miguel, Cajamarca.

3.2. Variables.

Variable Independiente(X)

X1: Fertilización

- Sin fertilizante
- Fertilización baja
- Fertilización media
- Fertilización alta

X2: Frecuencia de corte

- 30 días
- 45 días
- 60 días
- 75 días

Variable Dependiente (Y)

Y1: Comportamiento productivo

- Rendimiento
- Altura de la planta
- Tasa de crecimiento
- Composición florística

Y2: Valor nutricional

- Proteína cruda (PC)
- Fibra de detergente neutro (FDN)
- Fibra de detergente ácido (FDA)
- Cenizas (CEN)
- Digestibilidad invitro de materia seca (DIVMS)

CAPITULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1. Comportamiento productivo

Rendimiento, altura y tasa de crecimiento

El *Lolium multiflorum* presenta un buen comportamiento productivo y nutricional cuando se encuentra asociado con una leguminosa (trébol blanco), siempre y cuando las condiciones climáticas de luz, temperatura, humedad y nutrientes que pueda tomar del suelo sean las apropiadas (Vallejos, 2009).

La producción promedio de la MS para la asociación raigrás-trébol varía según el momento de corte, es así que (Vallejos Cacho R. , 2024), obtuvo valores de 2 531.2 para rendimiento de 30 días; 3 991,0 para 45 días y 5 511.3 kg/ha para 60 días. Vallejos (2009), durante la época de lluvia y fertilizando con fósforo halló en promedio 2109 kg/ha para frecuencia de corte de 30 días, 3355 kg /ha para 50 días y 4,592 kg/ha para 70 días.

En Celendín se obtuvo valores de 5 226 kg MS/ha/corte en pasturas de raigrás-trébol blanco, consumidas entre 50 a 90 días de crecimiento post-rebrote (Rojas, 2013) y en el valle de Cajamarca (Minchán, 2013), encontró producciones de 2 352 kg MS/ha/corte y 3 518 kg MS/ha/corte en pasturas de raigrás-trébol blanco de 35 y 55 días, respectivamente.

El manejo puede determinar la capacidad de producción forrajera y la calidad del forraje obtenido. Es habitual que el momento de pastoreo del raigrás esté definido por la necesidad del productor de usar el forraje más que por el momento óptimo de aprovechamiento que maximiza la producción, por ello es necesario enmendar el manejo de la frecuencia de pastoreo. Frecuencias de 48 días entre

pastoreos, podría resultar quizás poco practicables, pero frecuencias intermedias de 30-36 días, son perfectamente realizables si el esquema rotacional se encuentra preparado para ello y las cargas bien ajustadas (Lus, 2010).

En Cajamarca, evaluando pasturas durante tres años, se obtuvieron promedios de 3 120 kg MS/ha Carrasco (2019), a los 45 días promedio.

Según el momento de corte o pastoreo, la altura varía; es así como evaluando pastos mejorados de *Lolium multiflorum*, Vallejos et al. (2020), hallaron 21 cm y León et al., (2013), 60 – 90 cm de altura.

En la sierra central del Perú se ha observado que la mayor tasa de crecimiento evaluando pasturas de 30 días (70.3 kg MS/ha/día), 50 días (67.1 kg MS ocurre con la mayor frecuencia de pastoreo (30 días), debido a la mejor capacidad de rebrote Bojórquez (1998); en la sierra norte Vallejos (2009), evaluando pasturas de 30 días (70.3 kg MS/ha/día), 50 días (67.1 kg MS/ha/día) y 70 días (65.6 kg MS/ha/día) de crecimiento post-rebrote, no obtuvo diferencia significativa entre estos periodos (Vallejos, 2009).

Composición florística

León et al., (2013) en promedio obtuvieron 55,04% raigrás, 22,62% trébol y 22,27% otras especies. En una evaluación realizada en 120 ha en la provincia de Celendín, bajo un sistema de pastoreo a estaca, se obtuvieron valores de 63,2% de raigrás, 0,6% de trébol blanco y 36,3% de malezas (Vallejos et al., 2019); en el valle de Cajamarca los valores hallados fueron de 68,1% de raigrás, 12,1 % de trébol blanco y 19,8% de malezas (Vallejos, 2009); en pasturas de 55 días se obtuvieron 52% raigrás, 10% de trébol blanco y 38% de malezas

(Minchán, 2013) y en pasturas de 35 días 70,8% de raigrás, 17,2% de trébol 12% de malezas (Reyes, 2013).

La composición florística es el principal parámetro para evaluar el porcentaje de las pasturas por especies, es así que (Vallejos Cacho 2024), evaluó raigrás- trébol en tres periodos de cortes (30,45 y 60), obteniendo resultados a los 30 días de 63.8% para raigrás, 19.6% en trébol y 16.6% de malezas; a los 45 días, el raigrás representa el 59.9%, trébol 20.9% y malezas 18.9%; y a los 60 días, el raigrás alcanza 74.9%, trébol 16.7% y la malezas disminuyen a un 8.6%.

Valor nutricional

Teniendo en cuenta, que la composición química presenta una alta variabilidad debido al momento de cosecha o estado de madurez (Bell et al., 2020), al evaluar de manera independiente el raigrás, obtuvo valores de 10.01 a 14.67 % PC; 37.64 a 47.52% FDN y 67.65 a 71.04% DIVMS (Vallejos et al. 2020).

La proteína cruda (PC) en la asociación raigrás-trébol mostró diferencias significativas ($p < 0.05$). Durante el inicio de la época de lluvias, la PC fue de 16,64%, debido a la presencia de brotes jóvenes, hojas y tallos suaves que son más ricos en nutrientes y palatales. En contraste, durante la época lluviosa, se obtuvo un valor de 13.76% para PC, ya que en esta fase el forraje desarrolla estructuras más gruesas y lignificadas debido a la floración y maduración del forraje, lo que reduce su valor proteico. Este comportamiento refleja cómo las condiciones de crecimiento y desarrollo de las plantas afectan su composición nutritiva (Nuñez et al. 2019).

A los 30 días de edad la asociación raigrás y trébol blanco se obtuvieron valores de 13,80% de proteína, a los 45 días 12.46% de proteína, a los 60 días

11,11% de proteína, al aumentar un día de edad la proteína disminuye 0.08%; el contenido de fibra a los 30 días fue 19.60%, a los 45 días 20,89% y a los 60 días 27,45%; por cada día que aumenta la edad de la planta, la fibra aumenta 0.26%. La ceniza obtenida a los 30 días fue de 6,26%, a los 45 días 7,21% y a los 60 días 6,96%. Se recomienda ofrecer al ganado la asociación raigrás-trébol blanco a los 45 días de crecimiento post pastoreo (Cotrina, 2019, citado por Vallejos Cacho, 2024).

Vallejos Cacho et al. (2024), en un estudio realizado en Cajamarca a 2750msnm obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1.

Resultados de composición química de la asociación raigrás- trébol.

Frecuencia de corte (días)	PC (%)	Cenizas (%)	FDN	IVDDM%	ME (Mcal/kgMS)	Kg CP*ha*Año
30	17.24 ^a	11.89 ^a	34.13 ^a	72.86 ^a	2.77 ^a	5309.29 ^a
45	16.12 ^a	11.04 ^a	38.44 ^b	70.08 ^a	2.63 ^a	5219.19 ^a
60	13.18 ^b	9.47 ^b	44.93 ^c	63.53 ^b	2.34 ^b	4419.19 ^b
ES	0.45	0.31	0.8	0.77	0.04	145.18
<i>valor p</i>	0.0017	0.0044	0.0002	0.0004	0.0004	0.0091

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Pastos y forrajes

Los pastos y forrajes pueden ser caracterizados como la principal fuente de componentes nutricionales para la alimentación del ganado bovino en todas las regiones. Contribuyen con el suministro de grandes cantidades de proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino, especialmente si este está destinado para la producción de leche y carne (Lozano, 2016).

4.2.2. Importancia de los pastos y forrajes

Forero (2020), menciona que 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.

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).

4.2.3. Fertilización

La 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 desarrollo normal de los pastos, por siguiente aumentar la productividad forrajera. Los nutrientes esenciales para las plantas incluyen el nitrógeno, fósforo, potasio y varios micronutriente (Chilon, 2013). Estos nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas a través del suelo y son necesarios para el desarrollo de raíces fuertes, producción de hojas y flores, y para el proceso de fotosíntesis (Margulis y Sagan, 2012).

4.2.3.1. Fertilización inorganica

Hace referencia al uso de fertilizantes de origen industrial, también llamados químicos o sintéticos, para aportar nutrientes esenciales a las plantas; estos fertilizantes son elaborados en fábricas y contienen nutrientes como

nitrógeno, fósforo y potasio en formas químicas sintetizadas y concentradas (Hidalgo, 2023).

4.2.3.2. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica consiste en agregar fuentes nutritivas producidas a base de materiales 100% de origen natural así mismo se condiera la práctica de usar materiales orgánicos, como estiércol, compost, residuos de cultivos o materiales de origen vegetal, para mejorar la calidad del suelo y proporcionar nutrientes a las plantas (Briseño, 2019).

4.2.4. Altura de Planta (cm)

La altura de planta se refiere a la medida vertical del tallo o parte aérea de una planta, desde la base hasta la punta, esta es una medida importante que puede variar ampliamente dependiendo del tipo de forraje, su edad y las condiciones de crecimiento, donde para medir la altura de planta, se puede utilizar una cinta métrica o un instrumento de medición graduado. Es importante tomar la medida desde la base de la planta hasta su punto de hojas más altos, evitando incluir las hojas o ramas extendidas (Villareal C. , 2018).

4.2.5. Rendimiento Productivo

El rendimiento productivo de una pastura se refiere a la cantidad de forraje que puede ser producido en una determinada área durante un período de tiempo específico. Este rendimiento se mide generalmente en términos de biomasa o peso seco, y se expresa en unidades como kilogramos por hectárea (kg/ha) o toneladas por hectárea (t/ha).

El rendimiento productivo de una pastura está influenciado por varios factores, como el tipo de pasto o especies forrajeras presentes, las condiciones

climáticas, el manejo, el nivel de fertilización, la disponibilidad de agua y la calidad y estructura del suelo (Ríos, 2020).

4.2.6. Composición florística

La composición florística se refiere a la diversidad de especies vegetales presentes en un área determinada pastura. Para determinar la composición florística de un área, se realizan muestreos sistemáticos en los cuales se registran todas las especies de plantas presentes, desde las gramíneas, leguminosas y malezas.

Las variaciones en la composición botánica dependen del clima, época del año, pastoreo, frecuencia y altura de corte, temperatura, pH del suelo, fertilización y tipo de suelo (Vallejos Cacho R. , 2024).

4.2.7. composición química de una pastura.

Se refiere a una serie de conceptos, entre los cuales se pueden mencionar: digestibilidad, proteína cruda eficiencia energética entre otros. La calidad de los forrajes y alimentos fibrosos varía de acuerdo a diversos factores. La planta conforme crece y madura declina su valor nutritivo, estas alteraciones son causadas por cambios en su composición química incrementándose su lignificación y reduciendo el número de hoja (Lopez, 2009).

4.2.8. Materia seca (MS)

La materia seca es indicador de la cantidad de nutrientes que están disponibles para el animal en el alimento (Ganadero, 2017), alimento (forraje) al cual se le ha quitado el agua, Dentro de la materia seca están los nutrientes que necesitan las bacterias del rumen como por ejemplo las fibras, proteínas, grasas, minerales y vitaminas su función principal es la de nutrir las bacterias del rumen para producir carne o leche.

4.2.9. Energía

La energía en la alimentación animal se requiere para satisfacer necesidades de: Mantenimiento corporal, ganancia de peso, reproducción y producción. De esta manera un animal puede aumentar de peso una vez que ha satisfecho sus necesidades de mantenimiento, que de no cubrirse produciría un decremento de peso y podría tener graves complicaciones para la producción y reproducción. Los valores de energía que actualmente se manejan para el diseño de raciones son: a) La energía neta que es utilizada para mantenimiento, ganancia de peso y/o lactación representa un 50% de la energía bruta (energía total consumida), b) La energía metabolizable, que en general, representa el 60% de la energía bruta consumida (Intagri, 2018).

4.2.10. Proteína

La proteína digestible de un pasto se encuentra en el citoplasma de las células y la proteína no digerible se encuentra en los cloroplastos constituyendo cerca del 40 a 50% del total de la proteína. Generalmente las leguminosas y gramíneas en estado vegetal joven contienen altas cantidades de proteína y cubren las necesidades de los bovinos bajo pastoreo. Las gramíneas perennes de clima frío contienen menos cantidad de proteína a diferencia de las leguminosas. La proteína en los bovinos tiene múltiples funciones como formar tejidos, músculos, generar la producción de hormonas, vitaminas, enzimas; actuando directamente en la producción lechera. En los pastos o forrajes tiernos existe mayor cantidad de proteína que en maduros debido al proceso de lignificación, por lo que la proteína decae siendo menos aprovechada. En los pastos o forrajes tiernos existe mayor cantidad de proteína que en maduros

debido al proceso de lignificación, por lo que la proteína decae siendo menos aprovechada (Villareal C. Y., 2018).

4.2.11. Fibra

La fibra está constituida por un conjunto de carbohidratos estructurales llamados así por formar la pared celular o estructura de la célula, principalmente celulosa, lignina y hemicelulosa. La fibra es necesario para mantener la función normal del rumen y maximizar el consumo de energía (Fernandez , 2012) la fibra es un componente fundamental de la dieta del ganado alimentado en forma intensiva. Su principal función es estimular la masticación y la producción de saliva para favorecer una buena rumia y mantener un pH ruminal superior al 5.7, lo que propicia la salud del rumen y el comportamiento productivo de los animales (Garza, 2017).

4.2.12. Fibra en Detergente Neutro (FDN)

Es el material insoluble en una solución detergente neutra, y se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, existen otras componentes minoritarias como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno.

La fracción FDN corresponde a la pared celular. La digestibilidad y disponibilidad de esta fracción es controlada por las características estructurales y arreglo tridimensional de sus componentes principales: Celulosa, hemicelulosa, lignina y sálica, todos ellos agrupados en esta fracción. Los rumiantes son capaces de utilizar (fermentar o digerir) la celulosa y hemicelulosa contenidos en esta fracción. El análisis no proporciona información sobre la velocidad y potencial de utilización de estos compuestos, dependiendo de la naturaleza de muestra y los tratamientos a que esta es sometida, esta fracción

insoluble o FDN puede contener cantidades variables de proteína, mineral y cutina (Montañes, 2020).

4.2.13. Fibra en Detergente Ácido (FDA)

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).

4.2.14. Cenizas (CEN)

Es el contenido de mineral total del forraje y se compone de minerales contenidos dentro de la planta, es decir, cenizas internas, externas y contaminación del suelo, también se hace mención que la ceniza interna es un mineral natural que se encuentra en las plantas, algunos de los cuales tienen valor nutricional para el ganado, por ejemplo, calcio, potasio, fósforo, magnesio y cobre. La ceniza externa no proporciona valor nutricional a los animales y está asociada con la contaminación del suelo que se salpicó sobre la superficie de la planta mientras estaba en el campo o se recogió durante la cosecha (SIP, 2023)

4.2.15. Periodo de Corte

Este se refiere al intervalo de tiempo que debe transcurrir entre cada corte. Este intervalo puede variar dependiendo de diferentes factores, como el tipo de forraje y condiciones ambientales. (Nisperuza, 1985).

4.3. Definiciones de términos básicos

Suelo: Se compone por organismos diminutos de vegetales y animales, materia orgánica, minerales, agua y aire, también se dice que un suelo saludable proporciona los nutrientes, agua y estructura necesarios para un crecimiento óptimo del forraje, aumentando tanto su rendimiento como su calidad nutritiva (Biopunto, 2024) .

Enmiendas: Es un producto o la mezcla de varios productos que permiten subsanar o mejorar una condición física, química o biológica detectada en el suelo y con su aportación se consigue aumentar o corregir la calidad del mismo (AEFA, 2022).

Cal: La cal agrícola es un excelente aliado para mantener el suelo en buenas condiciones. Controla el nivel de pH y modifica la acidez del suelo, un pH adecuado es esencial para el crecimiento y la salud de las plantas. Si el suelo es demasiado ácido, las plantas pueden sufrir deficiencias nutricionales y no crecer adecuadamente. Por tanto, el uso de la cal agrícola puede ser clave para lograr un pH adecuado en el suelo (Agronet , 2023).

Yeso: El yeso agrícola es un mejorador de suelos compuesto por sulfato de calcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) que ha demostrado ser capaz de recuperar suelos sódicos degradados y mejorar varias propiedades físicas del suelo (Fertilab, s/f)..

Pastura asociada: Las asociaciones de pasturas, como gramíneas (Rye grass, pasto ovillo y avena) y leguminosas (Alfalfa, trébol y vicia) son para proporcionarle al ganado un alimento equilibrado entre proteínas y carbohidratos (Ordoñez, Huaman, & Rojas, 2019).

Gramínea: Se conocen comúnmente como pastos, a diferencia de las leguminosas, estas aportan la fibra necesaria para el buen funcionamiento del rumen y contienen gran cantidad de carbohidratos que proporcionan energía, sin embargo, su aporte de proteína es bajo (8-18%), también se dice las gramíneas forrajeras tienen las hojas largas y delgadas, su tallo es cilíndrico y presentan una especie de nudos distribuidos a lo largo. Sus hojas no crecen a la par, sino

alternadas y su base se envuelve en el tallo. Su floración, por lo general, es en forma de espiga (Clubganadero, 2022).

Leguminosa: Las leguminosas forrajeras son plantas con flores, conformadas con tres o más hojas anchas y redondeadas, la importancia de las leguminosas para la alimentación bovina reside en que proporcionan una mayor eficiencia alimenticia, pues estas producen menos materia seca, sin embargo, contienen un 15 a 30% de proteína cruda, son bajas en fibra lo que aumenta su digestibilidad y son ricas en minerales como el calcio, fósforo y magnesio (Club Ganadero, 2022).

5.2. Población y muestra

Población: Constituida por 16 tratamientos, distribuidos en tres bloques (repeticiones) ubicadas en el caserío San Lorenzo bajo, Distrito de Calquis, Provincia de San Miguel, Región Cajamarca.

Muestra: Un corte de 0.25 m² por parcela para determinar indicadores productivos en la asociación forrajera.

5.3. Tipo y Diseño estadístico de la investigación

La investigación fue de tipo experimental, en la cual se utilizó un diseño estadístico de parcelas divididas con 02 factores (fertilización y frecuencia de corte) 4 niveles de fertilización y 4 frecuencias de corte, haciendo un total de 16 tratamientos en el estudio. Para la prueba de significancia, se utilizó la prueba de tukey con el 5% de significancia.

Tabla 2

Croquis de distribución de los tratamientos en el campo experimental.

BI				BII				BIII			
F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3	F0
45d	30 d	60d	75d	30 d	60d	75d	45d	60d	75d	45d	30 d
30 d	45 d	75 d	60 d	45 d	75 d	60 d	30 d	75 d	60 d	30 d	45 d
75 d	60 d	45 d	30 d	60 d	45 d	30 d	75 d	45 d	30 d	75 d	60 d
60 d	75 d	30 d	45 d	75 d	30 d	45 d	60 d	30 d	45 d	60 d	75 d

El área total utilizada para el trabajo de investigación era de 240 m², considerando el siguiente modelo lineal matemático.

Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal del diseño utilizado, se muestra a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Es la respuesta observada para la parcela principal "i", la sub-parcela "j" y la réplica "k".

μ : Es la media general de la respuesta.

α_i : Es el efecto del bloque "i".

β_j : Es el efecto del tratamiento de la parcela principal "j".

$(\alpha\beta)_{ij}$: Es el efecto de interacción entre el bloque "i" y el tratamiento de la parcela principal "j".

ϵ_{ijk} : Es el término de error para la observación en la parcela principal "i", la sub-parcela "j" y la réplica "k".

5.4. Análisis e interpretación de los datos

Los datos obtenidos de campo 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 (ANAVA) 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 alta diferencia significativa (HSD) de Tukey ($p < 0.05$) y los análisis estadísticos se realizaron en el software InfoStat.

5.5. Diseño Metodológico

5.5.1. Duración del experimento

La presente investigación tuvo una duración de 07 meses, desde el mes de noviembre del 2023 a mayo del 2024.

5.5.2. Instalación del experimento

a. Elección del terreno

Se utilizó un terreno donde ya se había sembrado anteriormente raigrás y trébol blanco, en el cual se aplicó la resiembra por tener muchas áreas despobladas de pastura, por factores como el excesivo pastoreo o condiciones climáticas adversas.

b. Características del suelo

Se realizó un análisis de suelo a fin de conocer las condiciones de fertilidad, para tal propósito se procedió a efectuar el muestreo del suelo, siguiendo una secuencia en zig - zag de donde se obtuvo cinco muestras representativas de un kilo a una profundidad de 20 a 30 centímetros de la superficie del suelo, las cuales se mezclaron para obtener un kilo, estas se enviaron al laboratorio de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (ver Anexos)

Tabla 3

Resumen de resultados de análisis de suelo de laboratorio.

Clase Textural	pH	MO	N	P		K	Al ³⁺
				Disponibile			
	1.1	%	%	Ppm	Ppm	meq/100	
Franco Arenoso	4.73	4.992	0.25	20.485	117.349	2.550	

c. Preparación del terreno

Esta actividad se realizó en noviembre del 2023, con el uso de un motocultor que permito una labranza más eficiente, rompiendo la compactación, mejorando la estructura del suelo y la eliminación de malezas, luego se dividió el terreno en 12 parcelas de 20 m² cada una, para aplicar los diferentes niveles de fertilización.

Niveles de fertilización

F0: Sin fertilización: Esta categoría actúa como control, permitiendo evaluar el rendimiento de las plantas sin intervención de algún fertilizante.

F1: Fertilización baja: Este nivel se define como un 30 % menos del requerimiento optimo del suelo, esto se ha basado con el fin de observar como las pasturas responden a una cantidad limitada de nutrientes, lo que puede ser útil para poder reducir costos

F2: Fertilización media: Este nivel corresponde al requerimiento optimo del suelo, proporcionando la cantidad ideal de nutrientes según un análisis previo del suelo, este tipo de fertilización sirvió como referencia para evaluar el rendimiento bajo condiciones adecuadas.

F3: Fertilización alta: Este nivel implica un 30 % más del requerimiento optimo del suelo, lo que permitió evaluar el efecto de una fertilización excesiva, que puede ser beneficiosas en ciertas condiciones, pero que también puede conllevar riesgos como la acumulación de nutrientes y el impacto ambiental.

Estos niveles de fertilización se basaron en:

Establecer incrementos uniformes de fertilización (30 % más y 30 % menos), aseguro que los resultados sean comparables y determinar las tres fórmulas (alta, media y baja) es más efectiva en rendimiento.

d. Poder germinativo y densidad de siembra

Antes de la resiembra, se realizó la prueba de germinación de las semillas a través de los siguientes pasos:

- Se tomaron muestras de 100 semillas de cada especie.
- Se colocó las semillas en papel filtro, sobre una bandeja.
- Se colocó agua para mantener las semillas húmedas hasta que estén germinadas en su totalidad (7-14 días).
- Transcurrido el tiempo se contó las semillas para ver cuántas han sido germinadas y finalmente se procedió a calcular el porcentaje.

Tabla 4
Poder germinativo y pureza.

SEMILLAS	GERMINACION (%)	PUREZA (%)	VALOR CULTURAL (%)
Raigrás	73	78	56.94
Trébol blanco	96	97	93.2

Nota: El valor cultural del raigrás (*Lolium multiflorum*) ecotipo Cajamarquino en la región de Cajamarca radica en su importancia como forraje clave para la alimentación del ganado, especialmente en la asociación con trébol blanco. Su cultivo y manejo adecuado influyen en la producción y calidad de la leche, así como en la salud y productividad del ganado.

e. Fertilizantes utilizados

Estos fueron aplicados de acuerdo a los resultados y recomendaciones dadas por el laboratorio y se realizó en dos etapas al voleo:

Primera etapa de fertilización: al inicio de la resiembra.

Segunda etapa de fertilización: al momento del primer corte de uniformización de la pastura es decir a los 60 días.

Tabla 5.

Fertilizantes usados por tratamiento

Abonamiento	F1 (g/20 m²)	F2 (g/20 m²)	F3 (g/20 m²/)
Primero			
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 Zn	2.3	2.3	2.3
Sulfato de Mn	4	4	4
Ulexita	3.9	3.9	3.9
Segundo			
Gallinaza	10	104	204
Urea	138	238	338
Sulfato de potasio	48	128	208
Sulfomag	427	627	827

Nota: Los fertilizantes utilizados en el experimento fueron adquiridos por el proyecto de investigación y estrategias tecnológicas para la incrementar la calidad de suelo, pasturas y leche en la región de Cajamarca, cabe mencionar que en su mayoría se utilizaron fertilizantes químicos a excepción de la gallinaza (granel).

f. Resiembra

La fecha de la resiembra se llevó a cabo en el mes de noviembre del 2023, en un área total de 240 m², fue al voleo aplicando una densidad de 45 kg/ha de raigrás y 3 kg/ha de trébol blanco. Para cubrir los 240 m², se utilizó 1080 gr de raigrás y 72 gr trébol blanco.

Se fertilizo, según las dosis recomendadas para la evaluación 30 % debajo del nivel óptimo, nivel óptimo y 30 % sobre el nivel óptimo, respectivamente; así mismo los cortes se realizaron con hoces como se detalla a continuación.

- **Corte de uniformidad (60 días):** se realizó el corte de uniformidad a los 60 días después de haber realizado la resiembra, donde las pasturas habían alcanzado un desarrollo óptimo y un mejor enraizamiento, este corte fue fundamental para poder homogenizar el crecimiento de las pasturas.
- **Muestreo (30, 45, 60 y 75 días):** Se realizaron mediciones del comportamiento productivo en intervalos de 30, 45, 60 y 75 días, evaluando indicadores como (Rendimiento, Altura de la planta, Tasa de crecimiento y Composición florística), además se tomaron muestras para enviar las muestras al laboratorio, con el fin de determinar el valor nutricional de las pasturas que incluye parámetros como (Proteína cruda (PC), Fibra de detergente neutro (FDN), Fibra de detergente ácido (FDA), Cenizas (CEN), Digestibilidad invitro de materia seca (DIVMS)).

5.6. Materiales y equipos

5.6.1. Materiales biológicos

Semillas de:

- *Lolium multiflorum* L. “ecotipo cajamarquino”
- *Trifolium repens* L.

5.6.2. Materiales de campo y gabinete

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó.

Materiales de gabinete

- Balanza de precisión $\pm 0.1g$
- Estufa MRC.

Materiales de escritorio.

- Lapiceros
- Lápices
- Cuaderno
- Fichas de registro
- Calculadora

Materiales de campo.

- Balanza electrónica de precisión $\pm 0.5 g$,
- Cuadrante de $0.25 m^2$.
- Regla centimetrada,
- Wincha, hoces,
- Bolsas de polietileno,
- Libreta de campo,
- Cámara fotográfica.
-

5.7. Parámetros evaluados

5.7.1. Producción de forraje (kg ms/ha)

El rendimiento de forraje verde se determinó a los 30, 45, 60 y 75 días post rebrote, cortando con hoz dejando un remanente de 5 cm de altura, con la metodología del uso del cuadrante, recolectando cuidadosamente todo el material vegetal cortado evitando pérdidas, para ser inmediatamente pesadas en una balanza electrónica (+-0.1 g) y así obtener el peso de forraje. Luego se procederá a identificar y etiquetar adecuadamente cada muestra con la información correspondiente (parcela, tratamiento, fecha). Se realizará la evaluación productiva tanto en kg de FV/m².

5.7.2. Altura de la planta (cm)

Se midió colocando una regla o una cinta métrica en posición vertical sobre el nivel del suelo, mirando horizontalmente donde se concentra la mayor cantidad de hojas de la pastura, considerando su altura; se tomará las mediciones a los 30, 45, 60, 75 días post rebrote.

5.7.3. Tasa de crecimiento

Se expresa en kg/ha/día y se obtiene dividiendo el rendimiento (kg/ha) entre los días transcurridos.

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

5.7.4. Composición florística

Para determinar la composición florística, se utilizaron las mismas muestras obtenidas para el rendimiento, para luego proceder a separar las pasturas por especies (raigrás, trébol, malezas). El forraje obtenido fue transportado al Laboratorio de Control de Alimentos de la Facultad de Ingeniería

en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca para ser pesados en fresco y luego ser secados en una estufa a 60 °C por 48 horas, de esta manera determinará la producción por especie y la composición florística expresada en porcentaje.

5.7.5. Valor nutritivo

De las muestras obtenidas en campo, se envió 200 g, al Laboratorio de Nutrición animal y bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para la determinación de la concentración de nutrientes (materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA), Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y cenizas).

CAPITULO VI
RESULTADO Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento, altura y tasa de crecimiento de la asociación raigrás-trébol blanco.

6.1.1. Según niveles de fertilización

En la Tabla 6, se observa que la fertilización mejora el rendimiento de la asociación raigrás-trébol, dependiendo de los niveles de fertilización utilizados (tratamientos). El F2 presenta un rendimiento significativamente superior al de los demás tratamientos ($p < 0.05$), seguido por el F3, F1 y con un menor rendimiento en el F0. Estos resultados destacan la importancia de la fertilización en la producción de forraje (kg MS/ha), al proporcionar una cantidad adecuada de nutrientes esenciales para el crecimiento óptimo de las plantas (Vallejos, 2009).

Tabla 6.

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

Niveles de fertilización	Rendimiento (kg Ms kg/ha)	Altura (cm)	Tasa crecimiento (Kg MS/ha/días)
F0	2587.98 ^d	26.83 ^c	47.29 ^c
F1	3542.47 ^c	36.78 ^b	63.83 ^b
F2	4736.91 ^a	45.97 ^a	85.99 ^a
F3	4098.31 ^b	44.00 ^a	73.53 ^b
EE	148.32	1.1	2.7
P valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Nuestros resultados son ligeramente mayores a los encontrados por Carrasco (2019), respecto al F1 (fertilización baja), probablemente dicha diferencia podría deberse a la escasa práctica de fertilización de las pasturas, por parte de los ganaderos del valle de Cajamarca. Comparando con Vallejos (2009), nuestros resultados son mayores si tomamos en cuenta que el promedio obtenido en nuestro trabajo por efecto de la fertilización fue de 4,126 kg/ha versus 3,352 kg/ha, probablemente por el uso de fertilizantes que satisfacen los requerimientos del suelo, en beneficio del rendimiento de las pasturas.

Teniendo en cuenta la relación que existe entre rendimiento y altura ($r=0.98$) de planta, se observa en esta tabla que el tratamiento F2 es superior a F1, F0 y F3, lo que muestra que la fertilización adecuada, favorece un mayor crecimiento de las plantas.

La mejor tasa de crecimiento ($p<0.05$), se obtuvo en el F2, lo que indica que las plantas acumulan mayor biomasa por día, cuando recibe una adecuada fertilización de macro y macrominerales, en cambio, los tratamientos F3, F1 y F0 mostraron tasas de crecimiento menores. Esto se debe, probablemente a la inadecuada cantidad de nutrientes suministrados a la planta a través de la fertilización.

Los resultados obtenidos por Vallejos (2009) se encuentran en el rango de los nuestros, debido probablemente a que dichos trabajos se realizaron durante la época de lluvia y entre los 2,750 a 3482msnm.

6.1.2. Según frecuencia de corte

En cuanto a la frecuencia de corte (Tabla 7), se ve una clara variación en la respuesta de los tratamientos ($p<0.05$) a medida que transcurren los días; es decir que, los rendimientos son mayores a menor frecuencia de corte. Se puede

observar así que, cuando el tiempo de crecimiento de la planta post-rebrote es mayor, el rendimiento también se incrementa ($r=0.99$), observándose así que los valores más altos correspondieron a frecuencias de corte de 60 y 75 días. Esta diferencia se debe probablemente al comportamiento genético de las plantas, es decir que conforme transcurre el tiempo, su crecimiento y rendimiento aumenta.

Tabla 7.

Rendimiento de forraje (Kg MS/ha/corte) según frecuencia de corte en los cuatro niveles de fertilización

Días	F0	F1	F2	F3
30	1214.18 ^b	1605.73 ^b	2036.18 ^b	1644 ^b
45	1511.07 ^b	2031.33 ^b	2926.98 ^b	2468.80 ^b
60	4030.04 ^a	4866.67 ^a	7379.24 ^a	6220.27 ^a
75	3596.64 ^a	5666.13 ^a	6605.24 ^a	6060.18 ^a
EE	235.73	239.84	295.66	316.83
p-valor	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Los datos de la tabla 7, muestran el rendimiento del forraje (Kg MS/ha/corte) en función de la frecuencia de corte (F0, F1, F2, F3) bajo cuatro niveles de fertilización a diferentes días (30, 45, 60, 75), ante estos datos se hace la comparación de tratamientos:

Rendimiento a los 30 y 45 días, en el día 30 los tratamientos F2 y F1 muestran rendimientos superiores (2036.18b y 1605.73b) respectivamente, mientras que los tratamientos F0 y F3 son más bajos, estos valores nos indican que ciertas frecuencias de corte son más eficientes en las primeras etapas del crecimiento

del forraje, pero al llegar al día 45 , todos los tratamientos muestran incrementos, donde el tratamiento F2 alcanzo el rendimiento más alto (2926.98b), lo que indica que la fertilización y la frecuencia de corte están comenzando a tener un efecto más pronunciado.

Rendimiento a los 60 y 75 días, en el día 60 los valores alcanzan su máximo posible, donde los tratamientos F2 y F1 muestran rendimientos superiores (7379.24a y 4866.67a) respectivamente, estos valores nos indican una mayor frecuencia de corte puede optimizar el uso de recursos, especialmente con los niveles de fertilización adecuados, sin embargo en el día 75, se observa una disminución en los rendimientos para todos los tratamientos, lo que posiblemente se deba a un efecto de agotamiento para la recuperación del forraje, estos datos indican que las frecuencias de corte más altas, en combinación con los niveles de fertilización adecuados, pueden maximizar el rendimiento del forraje.

Al observar la frecuencia de corte, se distingue que a los 60 y 75 días ($p < 0.05$), los rendimientos son superiores en todos los niveles de fertilización. Desde este punto de vista, sería importante tener en cuenta que el uso de las pasturas asociadas raigrás ecotipo cajamarquino - trébol blanco deberían ser usadas, por su mayor rendimiento, hasta los 60 días post-rebrote, pero no para la alimentación del ganado lechero cuyos requerimientos nutricionales exigen mayor concentración de nutrientes, sino probablemente para el ganado de engorde.

Los valores encontrados en este trabajo son inferiores con los obtenidos por Vallejos Cacho et al. (2024) en frecuencias de corte de 30 días, pero superiores a los 45 días con 2,929,98 kg/ha y 7,379.24 kg/ha a los 60 días, debido posiblemente al efecto de la fertilización compuesta no solo con N, P y K,

sino también por microminerales (azufre, zinc, magnesio, manganeso, cobre y boro). Nuestros valores son mejores que los encontrados por Rojas (2013) y Minchán (2013), debido al efecto de la fertilización balanceada.

Altura de planta (cm): La altura del raigrás (Tabla 8), en función de la frecuencia de corte, muestra diferencias claras en cuanto al tiempo de desarrollo en todos los niveles de fertilización. Los resultados indican que a medida que transcurre el tiempo desde el corte inicial, la altura del raigrás aumenta significativamente ($p < 0.05$) según el nivel de fertilización.

Tabla 8.

Niveles de fertilización y su influencia sobre la altura de la planta a los 30, 45, 60 y 75 días.

Días	F0	F1	F2	F3
30	18.33 ^b	22.33 ^c	28.33 ^c	28.78 ^b
45	18.33 ^b	26.67 ^c	32.67 ^c	32.78 ^b
60	33.78 ^a	42.89 ^b	56.44 ^b	53.89 ^a
75	36.89 ^a	55.22 ^a	66.44 ^a	60.56 ^a
EE	1.93	2.3	1.41	2.42
<i>p-valor</i>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Nuestros valores son superiores a los obtenidos por Vallejos et al. (2020), posiblemente por el uso de fertilizantes basados en macro y microminerales y menores a los encontrados por León et al. (2013), debido al momento de uso.

Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día). En la tabla 9, se observa que la frecuencia de corte favorece el crecimiento de las plantas a lo largo del tiempo. A los 30 y 45 días, los tratamientos con fertilización (F1, F2, F3) tuvieron mejores

tasas de crecimiento que los no fertilizados (F0), destacando F2 como el más eficiente. A los 60 días, el F2 presentó el mayor crecimiento (122.99 kg MS/ha/día), seguido de F3 (103.67 kg MS/ha/día), mientras que F0 mostró el crecimiento más bajo (67.17 kg MS/ha/día). A los 75 días, aunque las diferencias fueron menores, los tratamientos con fertilización continuaron mostrando mejores resultados que F0. Los valores son estadísticamente significativos ($p < 0.05$), confirmando que la fertilización mejora la tasa de crecimiento.

Tabla 9.

Frecuencia de corte y su influencia sobre la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día), a los 30, 45, 60 y 75 días.

Días	F0	F1	F2	F3
30	40.47 ^b	53.53 ^b	67.87 ^b	54.80 ^c
45	33.58 ^b	45.14 ^b	65.04 ^b	54.86 ^c
60	67.17 ^a	81.11 ^a	122.99 ^a	103.67 ^a
75	47.95 ^b	75.55 ^a	88.07 ^b	80.80 ^b
EE	4.78	4.9	6.32	5.9
<i>p valor</i>	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001

Los datos de la tabla 9, presentan la tasa de crecimiento del forraje (kg MS/ha/día) en diferentes días (30, 45, 60 y 75) bajo 4 tratamientos sobre la frecuencia de corte (F0, F1, F2, F3), es por ello que se hace la comparación que permita evaluar cómo la frecuencia de corte afecta el crecimiento del forraje.

Tasa de crecimiento a los 30 y 45 días, en la tabla se puede observar que en el día 30, los tratamientos F2 y F1 presentan las tasas de crecimiento más altas (67.87 b y 53.53 b), respectivamente mientras que los tratamientos F0 y F3 muestran valores más bajos (40.47 b y 54.80 c), estos valores nos indican que

las frecuencias de corte son más efectivas en las etapas iniciales del crecimiento del forraje, en cambio al día 45, se observa una disminución en la tasa de crecimiento, donde el tratamiento F2 lidera con (65.04 b), esto nos indica que, por más que todos los tratamientos muestran un crecimiento, la competencia y la disponibilidad de nutrientes están empezando a influir en el rendimiento.

Tasa de Crecimiento a los 60 y 75 Días, en la tabla se puede observar que en el día 60, la tasa de crecimiento alcanza su máximo valor, con el tratamiento F2 mostrando aumento notable (122.99 a) y el tratamiento F1 también destacándose con (81.11 a), estos resultados nos indican que una mayor frecuencia de corte, combinada con los niveles adecuados de fertilización, puede optimizar el crecimiento del forraje, sin embargo, en el día 75, se observa una disminución en las tasas de crecimiento para todos los tratamientos, siendo el tratamiento F1 el que se mantiene con el valor más alto (75.55 a), este descenso puede ser un indicativo de que el forraje necesita más tiempo de recuperación, posiblemente esto podría afectar el rendimiento

Se observa también (Tabla 9) que a los 75 días la tasa de crecimiento se reduce comparando con pasturas de 60 días; de esta manera se reafirma que el momento de uso de las pasturas después de 60 días debe dejar de ser una práctica de manejo que los pequeños y medianos productores de esta provincia aún realizan.

Aunque Bojorquez (1998), señala que la mejor tasa de crecimiento ocurre a los 30 días, en nuestro estudio se observó lo contrario debido al uso adecuado de la fertilización. Los valores hallados por Vallejos (2009), se encuentran dentro del rango de nuestros datos, probablemente por el uso de la fertilización.

6.1.3. Composición florística

La composición florística es un aspecto fundamental en la evaluación de la calidad y la productividad de los pastos. Esta información proporcionada nos permite discutir cómo varía la proporción de diferentes especies en función de los niveles de fertilización (F0, F1, F2 y F3) y la frecuencia de corte (30, 45, 60 y 75 días).

Según niveles de fertilización

El raigrás muestra una respuesta positiva al incremento de los niveles de fertilización (Tabla 10). A medida que incrementa la dosis, el porcentaje de raigrás sigue una tendencia creciente estadísticamente significativa ($p < 0.05$) frente a las pasturas no fertilizadas.

Tabla 10.

Niveles de fertilización y su influencia en la composición florística en porcentaje.

Niveles de Fertilización	Raigrás (%)	Trébol blanco (%)	Maleza (%)
F0	47.08 ^b	12.86 ^a	40.08 ^a
F1	63.83 ^a	15.72 ^a	20.42 ^b
F2	69.14 ^a	11.94 ^a	19.81 ^b
F3	69.92 ^a	10.22 ^a	18.89 ^b
EE	2.74	1.73	2.71
<i>p- valor</i>	<0.0001	0.1582	0.1582

El trébol mantiene un comportamiento similar en las parcelas fertilizadas y sin fertilizar ($p > 0.05$), indicando su capacidad de respuesta frente a las condiciones del suelo, siempre y cuando haya humedad.

En relación al porcentaje de maleza, se observa claramente que ésta disminuye, mientras que el raigrás incrementa con el uso de la fertilización. Este descenso significativo indica que la fertilización favorece de manera directa el crecimiento de las especies deseables, representado por el raigrás ecotipo cajamarquino.

Nuestros resultados son ligeramente similares a los obtenidos por León et al. (2013), Vallejos et al. (2019), (Vallejos 2009) probablemente debido a las parecidas condiciones climáticas y manejo en que se desarrollaron ambos estudios.

Según frecuencia de corte

En el raigrás, se observa una diferencia significativa ($p < 0.05$) en cuanto a la frecuencia de cortes, mostrando un aumento progresivo en su porcentaje a medida que esta frecuencia es menos frecuentes (60 y 75 día), probablemente debido a ser más competitivas en ambientes donde se les permite un mayor período de crecimiento en presencia de humedad.

Tabla 11

Composición florística y su influencia en la frecuencia de corte a los 30, 45, 60 y 75 días.

Días	Raigrás (%)	Trébol blanco (%)	Maleza (%)
30	59.11 ^b	13.03 ^{ab}	27.92 ^a
45	58.06 ^b	16.33 ^a	25.53 ^a
60	60.97 ^{ab}	12.83 ^{ab}	26.28 ^a
75	71.83 ^a	8.56 ^b	19.47 ^a
EE	3	1.7	3.05
<i>p- valor</i>	0.6224	0.8805	0.5662

El trébol muestra una mayor variabilidad en sus porcentajes en respuesta a los diferentes tiempos de corte. A los 30, 45 y 60 días, alcanza valores superiores ($p < 0.05$) al corte de 75 días, debido probablemente a que el trébol podría verse más afectado por la falta de los rayos del sol generado por la mayor altura que se presenta a los 75 días post-rebrote.

No se observó diferencia significativa ($p > 0.05$) en relación a las malezas, a pesar que se muestra una disminución gradual en su porcentaje a medida que disminuye la frecuencia de corte.

Estos valores obtenidos en el presente estudio son similares a los de Minchán (2013) y Reyes (2013), debido probablemente al manejo común que realizan los productores de nuestra región.

6.2. Valor nutricional

En la tabla 12, se observa como el valor nutricional del forraje, varía según los niveles de fertilización y el tiempo de corte (30, 45, 60 y 75 días). La proteína cruda (PC) es un indicador clave de la calidad del forraje. A los 30 y 45 días, la PC se mantiene relativamente alta en todos los tratamientos, lo que indica que el forraje es nutritivo y tiene buena digestibilidad. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo (60 y 75 días), la PC disminuye, lo que refleja el estado de madurez del forraje, que se vuelve más fibroso, menos digestible y, por lo tanto, menos nutritivos.

A los 30 días, los valores de FDN están entre 52.65% en F3 y 55.38% en F0, lo que indica un forraje tierno y fácil de digerir. A los 75 días, los valores aumentan significativamente, alcanzando 64.67% en F1 y 63.29% en F0. Este

aumento en la fibra refleja el endurecimiento de la planta con la madurez, lo cual disminuye la digestibilidad del forraje.

La FDA tiende a aumentar con el menor tiempo de cortes de la planta, en todos los tratamientos, esto indica que las plantas se vuelven menos digestibles a medida que maduran y reduce su composición química, esto indica que el pasto más fibroso y menos digestible, lo que puede reducir su valor nutricional.

Tabla 12

Valor nutritivo según niveles de fertilización y frecuencia de corte a los 30, 45, 60 y 75 días.

Niveles de Fertilización	DIAS	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)	Cenizas(%)	kg PC/ha
F0	30	17.12	55.38	46.47	55.2	9	207.87
F0	45	15.67	55.26	37.43	54.94	8.24	236.78
F0	60	17.21	57.92	41.67	52.62	8.46	693.57
F0	75	12.93	63.29	45.9	46.45	5.34	465.05
F1	30	17.72	52.92	37.88	57.59	8.67	284.54
F1	45	15.86	58.06	36.22	53.82	9.52	464.91
F1	60	15.63	59.09	39.38	51.41	8.26	1153.38
F1	75	11.98	64.67	43.14	45.72	6.88	791.31
F2	30	16.81	53.87	32.36	57.32	11.51	342.28
F2	45	15.54	56.47	37.12	53.95	9.95	454.85
F2	60	12	64.23	44.2	46.43	8.31	885.51
F2	75	12.66	63.08	45.29	46.44	6.26	836.22
F3	30	17.37	52.65	39.66	57.48	10.98	285.56
F3	45	15.69	54.14	29.32	55.85	8.24	387.35
F3	60	12.51	62.71	36.89	46.77	8.33	778.16
F3	75	11.39	62.59	35.05	48.31	6.78	690.25

La DIVMS muestra una tendencia a disminuir con el paso de los días de corte. A los 30 días, los valores son altos, lo que indica una buena capacidad de digestión del forraje para animales. Sin embargo, a los 75 días, disminuye considerablemente, llegando a 46.45% en F0, 45.72% en F1 y 48.31% en F3.

Esto es esperado, ya que el forraje más maduro se vuelve menos digerible debido a la mayor acumulación de fibra.

El contenido de cenizas varía menos, pero aún muestra algunas diferencias a lo largo del tiempo. A los 30 días, las cenizas son más altas, lo cual podría reflejar un mayor contenido mineral en las plantas jóvenes. A medida que aumenta la edad de corte (75 días), el contenido de cenizas disminuye. Esta reducción puede estar relacionada con un mayor contenido de materia seca.

Los valores encontrados en PC y FDN (Vallejos et al., 2020) son menores, mientras que en el caso de DIVMS son superiores, esto debido posiblemente a la evaluación del raigras como monocultivo. En la temporada de lluvia (Nuñez et al., 2019), encontraron que los valores de PC son similares a los resultados obtenidos con el tratamiento F2 (30 días) de nuestro trabajo, esto se debe probablemente a la diferencia en momento de corte de ambos trabajos. También se observa según la frecuencia de cortes, que los resultados obtenidos en este estudio son superiores en PC, FDN y DIVMS, a los encontrados por Cotrina (2019) citado por Vallejos (2024).

Comparando con Vallejos Cacho et al. (2024), nuestros valores son ligeramente similares en PC, pero superiores en DIVMS, y menor en FDN. Esto se debe posiblemente a la misma frecuencia de corte que se utilizaron en ambos estudios.

Si bien es cierto, no se observa diferencia marcada en la concentración de nutrientes en porcentaje de PC, al llevarlo a rendimiento en kg de PC/ha, se observa que las sub parcelas fertilizadas en las cuatro frecuencias de cortes (30,45,60 y 75 días), son superiores a las no fertilizadas.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- Un manejo efectivo de la fertilización optimiza la productividad de la asociación forrajera raigrás-trébol blanco la cual presenta un rendimiento significativamente mayor bajo fertilización, alcanzando un rendimiento de 4736.91 kg MS/ha, tasa de crecimiento de 85.99 kg MS/ha/día y una altura de planta de 45.97 cm en el tratamiento F2, destacando la importancia de una adecuada fertilización en la acumulación de la producción forrajera.

- La fertilización tiene un efecto positivo en el porcentaje de raigrás, alcanzando hasta un 69.92% en el tratamiento F3, este incremento se refleja en la productividad, con rendimientos máximos de 4736.91 kg MS/ha, y la reducción del porcentaje de maleza a un 18.89%. Por otro lado el trébol blanco hasta en un 11.94% en condiciones de fertilización.

- Con respecto al valor nutricional, la proteína cruda (PC) se mantuvo alta en los primeros 45 días, pero disminuyó a medida que madura el forraje, hasta un 11.39%, en el tratamiento F3 a los 75 días, por lo que se debe cortar el forraje en etapas más tempranas, a los 30 días los valores de FDN son bajos, esto indica que un forraje tierno es más nutritivo, pero a los 75 días, estos valores superan el 63%, comprometiendo la digestibilidad, finalmente la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) disminuye a los 30 días presentando valores altos que decaen a menos del 50% en los cortes más tardíos.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar el tratamiento F2 (Fertilización óptima) ya que ha demostrado ser el más efectivo con respecto a al rendimiento productivo, altura de planta y tasa de crecimiento, en época de lluvia, además es fundamental realizar un análisis de suelo previo para determinar las necesidades específicas del terreno, lo que permitirá ajustar la fertilización de manera adecuada y asegurar un uso eficiente de los recursos, maximizando así los resultados de las pasturas.

CAPITULO IX

Bibliografía

Margulis, L., & Sagan, D. (2012). El proceso de nutrición de las plantas. Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180895.pdf>

AEFA. (14 de Septiembre de 2022). Glosario de agricultura: Enmienda agrícola. *Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes*.

Agronet . (17 de Abril de 2023). La importancia de la cal en la agricultura: beneficios para el suelo y las plantas. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-importancia-de-la-cal-en-la-agricultura-beneficios-para-el-suelo-y-las-plantas.aspx>

Bell, M. J. (2020). Efecto de la cobertura y la altura de los pastos en las concentraciones de nutrientes en diversas praderas en el Reino Unido. *Ciencia de los pastizales*.

Biopunto. (01 de julio de 2024). *El rol de la salud del suelo en producción animal*. Obtenido de <https://www.biopunto.cl/2024/07/01/el-rol-de-la-salud-del-suelo-en-produccion-animal/#:~:text=El%20forraje%2C%20alimento%20b%C3%A1sico%20del,rendimiento%20como%20su%20calidad%20nutritiva>.

Bojórquez, C. (1998). Producción de pastos cultivados en tres zonas agroecológicas de la sierra central. *Rev. de Investigaciones Pecuarias*.

Briseño, E. (21 de enero de 2019). *¿Qué es la Fertilización Orgánica?* Obtenido de <https://mountainsideorganicos.com/blogs/cultivar/que-es-la-fertilizacion-organica>

Cacho, R. V. (2021). Producción de forraje y valor nutricional de la asociación reigras(ecotipo cajamarquino)- trébol blanco en cajamarca. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*.

Carrasco Chilnón , W. (2019). Determinación del estado actual de la composición florística del piso forrajero en la campiña de Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3270>

Chilon, W. C. (2013). Uso de abonos en la producción de pastos cultivados. *INIA- Estacion Experimental Agraria Baños del Inca Cajamarca* .

Club Ganadero. (2022). Diferencia entre leguminosas y gramíneas. *MSD Salud Animal*. Obtenido de [https://www.clubganadero.com/diferencia-entre-leguminosas-y-gramineas/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20de%20las%20gram%C3%ADneas,bajo%20\(8%2D18%25\)](https://www.clubganadero.com/diferencia-entre-leguminosas-y-gramineas/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20de%20las%20gram%C3%ADneas,bajo%20(8%2D18%25)).

Fernandez , M. (2012). *funciones de la fibra en la alimentación*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_MG%20FMG_2012_245_60_64.pdf

Fertilab. (s/f). Manual de enmiendas para la aplicación de yeso agrícola. *Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura*. Obtenido de <https://abonosconagricola.com/PDF/DOCUMENTOS-PAGINA-WEB/ASESORIA-TECNICA/Manual-Yeso-Agricola.pdf>

Forero, A. C. (2020). *Importancia de la Producción de Pastos y Forrajes en Ganadería*. Colombia.

Ganadero, C. (2017). Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/requerimientos-de-consumo-de-materia-seca-de-los-bovinos>

Garza, j. d. (2017). Importancia de la fibra en la salud ruminal de ganado productor de carne. Obtenido de <https://www.ganaderia.com/destacado/importancia-de-la-fibra-en-la-salud-ruminal-de-ganado-productor-de-carne>.

Hidalgo, A. (17 de Julio de 2023). *Fertilizantes orgánicos e inorgánicos*. Obtenido de La fertilidad es la capacidad que el suelo tiene para suministrar nutrientes y agua, optimizando el rendimiento de los cultivos.: <https://www.gob.mx/agricultura/hidalgo/articulos/fertilizantes-organicos-e-inorganicos?idiom=es#:~:text=Los%20fertilizantes%20inorg%C3%A1nicos%20son%20aquellos,amonio%2C%20fosfato%20diam%C3%B3nico%20etc.>

INTAGRI. (2018). *Nutrición proteica y energética en la alimentación del ganado*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/nutricion-proteica-y-energetica-en-la-alimentacion-del-ganado>

Leon, R., Bonifaz, N., & Gutierrez, F. (2013). Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas. *Universidad Politécnica Salesiana. Primera*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>

- Lopez, M. R. (2009). *Rendimiento y valor nutricional del pasto panicum maximuncv. mombaza a diferentes edades y alturas de corte*. Costa Rica. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/60990740>
- Lozano, j. (2016). *“Relaciones entre composición botánica, disponibilidad y la producción de leche en vacas a pastoreo en los sistemas de producción en el cantón Cuenca”*. Cuenca-Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25554>
- Lus, j. (2010). Calidad y Manejo del raigrás. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/73-manejo_raigras.pdf
- 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.
- Montañas, H. P. (2020). Parámetros ruminales, composición química y valores energéticos de forrajes y concentrados en bovinos. *Universidad Nacional de Huancavelica*. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3227>
- 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. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25581>

- Nisperuza, E. y. (1985). Corte y Transporte del Pasto. 26. Obtenido de file:///C:/Users/saman/OneDrive/Documentos/ana/2024/antecedentes/vol13_corte_pasto_op.pdf
- Nuñez , j., Ñaupari , J., & Flores, E. (2019). Comportamiento nutricional y perfil alimentario de la producción lechera en pastos cultivados. *Rev Inv Vet Perú; 30(1): 178-192*. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15681>.
- Ordoñez, J., Huaman, V., & Rojas, J. (09 de Marzo de 2019). Establecimiento de una asociación de gramíneas y leguminosas forrajeras, sembradas con densidades de arveja (*Pisum sativum* L.) cv "Remate" en el Valle del Mantaro, Perú. *Scientia Agropecuaria*.
- Reyes, L. (2013). Composición química de la dieta y balance nutricional en vacas holstein con alimentación mixta, en el CIPP Huayrapongo – UNC – 2012.
- Ríos, J. V. (2020). Rendimiento de trébol blanco asociado con pasto ovillo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2353>
- SIP. (26 de 09 de 2023). *MINIMIZAR LA CONTAMINACIÓN DEL FORRAJE*. Obtenido de <https://www.sip.si/es/art%C3%ADculos/minimizar-la-contaminacion-del-forraje/>
- Vallejos , I., Alvares , W., Paredes Arana , M., Pinares , C., Bustios, J., Vasques , H., & Garcia , R. (2020). Comportamiento productivo y valor nutricional de 22 genotipos de raigrás (*Lolium* spp.) en tres pisos altoandinos del norte de Perú. *Scientia Agropecuaria*. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.09>

- Vallejos Cacho, R. (2024). *Producción de forraje y valor nutricional de la asociación raigrás ecotipo cajamarquino -trébol blanco en Cajamarca*. Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6125>
- Vallejos Cacho, R., Vallejos Fernández, L., Álvarez García, W., Tapia Acosta, E., Saldanha Odriozola, S., & Quilcate-Pairazaman, C. (2024). Sostenibilidad de *Lolium multiflorum* L. 'Ecotipo Cajamarquino', asociado a *Trifolium repens* L., en tres frecuencias de corte en la Sierra Norte del Perú. doi:<https://doi.org/10.3390/su16166927>
- Vallejos Fernandez , L. (2009). Efecto de la fertilización fosforada y frecuencia de pastoreo sobre el valor nutritivo de la dieta y el comportamiento ingestivo de vacas Holstein en pasturas de Rye grass – Trébol en Cajamarca.
- Villareal , C. (2018). Determinación del período óptimo de cosecha de mezclas forrajeras en base al valor nutritivo. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, 37. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/39430>
- Villegas , Y. (2020). Comparación de la performance productiva de dos asociaciones de rye grass – trébol blanco en época de lluvia y estiaje en Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4009>



ANÁLISIS DE SUELOS



Anexos

Análisis de suelo

1. DATOS

SOLICITANTE:		MUESTREO POR:	
DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA	FECHA DE RECEPCIÓN:	20/07/2023
PROVINCIA:	SAN MIGUEL	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	20/07/2023
DISTRITO:	CALQUIS	FECHA DE REPORTE:	
LUGAR:	*****	RECIBO O FACTURA:	
CULTIVO:		OBSERVACION:	----

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	CE dS/m	M.O.	N	C	P disponible	K	CIC	Ca	Mg	K	Na	AI	H	Bases Cambiables %	Acidos Cambiables %	Saturación de Aluminio %
			Arena %	Arcilla %	Limo %																	
9	SAN LORENZO BAJO - CALQUIS	EULER HERNANDEZ MALCA	38	12	31	4.73	0.493	4.892	0.250	2.895	20.485	117.349	---	2.628	0.338	0.211	0.180	2.350	0.090	55.990	44.020	42.520

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE. Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Análisis de valor nutricional



INFORME DE ANÁLISIS

INFORME DE ANÁLISIS N°: LABNUT-2025-01

RAZÓN SOCIAL O NOMBRE DEL CLIENTE :
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
RUC / DNI : 20148258601
BOLETA/OS : FE E001-2155
TIPO DE MUESTRA : PASTO
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : BOLSAS DE
POLIETILENO CON CIERRE HERMÉTICO MOLIDO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 29/11/2024
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA : 16/12/2024 – 06/01/2025
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 10/01/2025

ID Muestra	Proteína cruda(%)	FDN(%)	FDA(%)	DIVMS(%)	Cenizas
EULER F0- 30D	17.12	55.38	46.47	55.2	9
EULER F0-45D	15.67	55.26	37.43	54.94	8.24
EULER F0-60D	17.21	57.92	41.67	52.62	8.46
EULER F0-75D	12.93	63.29	45.9	46.45	5.34
EULER F1 -30D	17.72	52.92	37.88	57.59	8.67
EULER F1 -45D	15.86	58.06	36.22	53.82	9.52
EULER F1-60D	15.63	59.09	39.38	51.41	8.26
EULER F1-75D	11.98	64.67	43.14	45.72	6.88
EULER F2-30D	16.81	53.87	32.36	57.32	11.51
EULER F2-45D	15.54	56.47	37.12	53.95	9.95
EULER F2-60D	12	64.23	44.2	46.43	8.31
EULER F2-75D	12.66	63.08	45.29	46.44	6.26
EULER F3-30D	17.37	52.65	39.66	57.48	10.98
EULER F3-45D	15.69	54.14	29.32	55.85	8.24
EULER F3-60D	12.51	62.71	36.89	46.77	8.33
EULER F3-75D	11.39	62.59	35.05	48.31	6.78

Nombre del método:

- ¹ Método nro. 934.01 - Gravimétrico por estufa (AOAC, 2019).
² Método nro. 942.05 - Gravimétrico por incineración en mufla (AOAC, 2019).
³ Método nro. 2001.11 - Método Kjeldahl (AOAC, 2019).
⁴ Fibra detergente neutra: Método 6: Determinación de fibra detergente neutra (ANKOM, 2021).
⁵ Fibra detergente ácida: Método 5: Determinación de fibra detergente ácida. (ANKOM, 2021).
⁶ Digestibilidad *in-vitro*: Método 3: In Vitro True Digestibility using the DAISYII Incubator (ANKOM, 2005).

Referencias:

ANKOM. (2005). *Method 3: In Vitro True Digestibility using the DAISYII Incubator*. ANKOM Technology. ANKOM. (2021). *Method 2: Rapid Determination of Oil/Fat Utilizing High Temperature Solvent Extraction*. ANKOM Technology.
ANKOM. (2021). *Método 5: Determinación de fibra detergente ácida*. ANKOM Technology.

Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
www.untrm.edu.pe

ANKOM. (2021). *Método 6: Determinación de fibra detergente neutra*. ANKOM Technology. ANKOM. (2021). *Método 7: Determinación de Fibra Cruda en Alimentos*. ANKOM Technology. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2019). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International. AOCS. (2004). *Procedimiento oficial Am 5-04: Rapid Determination of Cr/Fat Utilizing High Temperature Solvent Extraction*.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA
CALLE UNIVERSITARIA Y PROMOCIÓN DE AMAZONAS

Ph.D. Ines Julisa Yopiac Tafur
Responsable de LABNUT

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.