



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS  
CÁLCICAS EN EL RENDIMIENTO DE LA ESPECIE  
FORRAJERA RAY GRASS (*Lolium perenne*), EN EL ANEXO  
NUEVO OLMAL, DISTRITO DE SONCHE, PROVINCIA  
CHACHAPOYAS, REGIÓN AMAZONAS, 2018”**

**AUTOR:**

**Br. Oiber Chamaya Silva**

**ASESORES:**

**ASESOR: Ing. MSc. Lizette Daniana Mendez Fasabi**

**CO-ASESOR: Ing. MSc. Adriano Silva Dávila**

**CHACHAPOYAS- PERÚ**

**2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS  
CÁLCICAS EN EL RENDIMIENTO DE LA ESPECIE  
FORRAJERA RAY GRASS (*Lolium perenne*), EN EL ANEXO  
NUEVO OLMAL, DISTRITO DE SONCHE, PROVINCIA  
CHACHAPOYAS, REGIÓN AMAZONAS, 2018”**

**AUTOR:**

**Br. Oiber Chamaya Silva**

**ASESORES:**

**ASESOR: Ing. MSc. Lizette Daniana Mendez Fasabi**

**CO-ASESOR: Ing. MSc. Adriano Davila Silva**

**CHACHAPOYAS- PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo dedicado a Dios por haberme dado la vida, salud, fuerza de voluntad para lograr mis objetivos y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, Santos Presvitero Chamaya Becerra y Celia Silva Perez por haber fomentado en mí, el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Gracias a ellos por darme la fortaleza e inspiración para alcanzar mi objetivo y por su sacrificio económico haciendo ver un sueño en realidad.

A mis hermanos, Neicy, Carmen Rosa, Felina, Lidia, Maria, Marcela, Elva, Lucy y Nieves Chamaya Silva; por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.

A mis profesores y compañeros de estudios ya que sin su dedicado e incondicional apoyo no se hubiera realizado este trabajo.

**Oiber Chamaya Silva**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios nuestro creador por haber derramado su gracia y amor sobre mi vida, por darme el conocimiento durante mi formación profesional y por ser mi guía en el camino del saber, orientando mis pasos por el sendero del éxito.

A mis padres y hermanos, por la incondicional confianza, amor y cariño que me demuestran día a día. Por impulsarme a continuar y lograr mis metas, porque creyeron en mí y siempre me dieron ejemplos dignos de superación y entrega en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mi Alma Mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas” y en especial a la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la Escuela Profesional de “Ingeniería Agrónoma” por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

A los docentes de la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la Escuela Profesional de “Ingeniería Agrónoma” por transmitirme sus sabias enseñanzas y por los valores inculcados que contribuyeron en mi desarrollo profesional.

Agradezco a la asesora Ing. MSc. Lizette Daniana Méndez Fasabi, por las orientaciones y conocimientos académicos que me proporcionó en la investigación y que con su apoyo y dedicación hizo posible la realización de nuestro trabajo de tesis. Al co-asesor Ing. Adriano Dávila Silva por compartir sus conocimientos sobre la investigación y por sus sabios consejos que sin duda me ha servido de mucho.

A los señores miembros del jurado evaluador, por sus aportes científicos y su acertada colaboración en la evaluación y corrección del informe de investigación.

Hago extensivo mi agradecimiento infinito a todos mis amigos (as) y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron en la realización de esta investigación, y a mi pueblo querido que me vio nacer, donde estude y donde a pesar de la pobreza he pasado los momentos más lindos de mi vida.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

---

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

**Rector**

---

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

**Vicerrector Académico**

---

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

**Vicerrectora de Investigación**

---

Ing. MSc. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

**Decano de la Facultad  
de la Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas en el rendimiento de la especie forrajera Rye grass (*Lolium perenne L.*), en el anexo Nuevo Olmal distrito de Sonche, Amazonas, 2019” del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

▪ **Br. Oiber Chamaya Silva**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su visto bueno para que la mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas febrero del 2019



Ing. MSc. Lizette Daniana Méndez Fasabi

**Docente de la UNTRM-A**

## **VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS**

El funcionario de la entidad AGRORURAL que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas en el rendimiento de la especie forrajera de Rye grass (*Lolium perenne L.*), en el anexo Nuevo Olmal distrito de Sonche, Amazonas, 2019” del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

▪ **Br. Oiber Chamaya Silva**

El funcionario de la entidad AGRORURAL, que suscribe da su visto bueno para que la mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas febrero del 2019



Ing. MSc. Adriano Dávila Silva

**Especialista de recursos naturales**

## JURADO EVALUADOR DE TESIS



---

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez  
**Presidente**



---

Ing. MSc. Walter Daniel Sánchez Aguilar  
**Secretario**



---

Ing. MSc. Erick Aldo Auquifiviri Silva  
**Vocal**



## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Ober Chamaya Silva, identificado con DNI 47327901  
estudiante de la Escuela Profesional de  
Ingeniería Agrónoma de la Facultad de  
Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional  
Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:  
Efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas en el rendimiento de  
la especie Forrajera Ray Grass (Lolium perenne) en el anexo  
La misma que presento para optar:

de Nuevo Olmal Distrito Sonbe Provincia Chachapoyas - Amazonas 2018

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 07 de Febrero de 2019.



ANEXO 2-M

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 10 de ABRIL del año 2019, siendo las 16:00 horas, el aspirante: OSBER CHANAYA SILVA defende públicamente la tesis titulada: "EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENUNCIADOS CÁLICOS EN EL RENDIMIENTO DE LA SISTEMA FERTILIZADA EN GRASAS (Medio pre-mix) QUE SE ANEXO ALIADO DEL ALMA BURETO DEL ZONAS PERIURBANO CHACHAPOYAS, REGION AMAZONAS, PERU" para optar el Título Profesional INGENIERO AGRÓNOMO.

otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por: Presidente: ING. GUILLERMO JOSÉ CÁRQUEZ

Secretario: ING. M.S. WALTER DANIEL SANSER AC-1142

Vocal: ING. MS. ERICK ALDO AURELIANO SILVA,

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s). Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes. Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente ( )      Aprobado ()      No apto ( )

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:30 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES: .....

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS .....	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS.....	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO .....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
I. INTRODUCCIÓN .....	20
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
2.1. Lugar de ejecución.....	24
2.2. Caracterización climatológica de la zona de estudio .....	24
2.2.1. Clima.....	24
2.2.2. Topografía y vegetación .....	24
2.2.3. Suelo.....	24
2.2.4. Hidrología.....	25
2.3. Tiempo de ejecución de la investigación .....	25
2.4. Materiales e instrumentos utilizados .....	26
2.4.1. Materiales de campo.....	26
a. Material biológico .....	26

b.    Herramientas y equipos .....	..26
2.4.2. Materiales de oficina. ....	..27
2.5. Objeto de estudio .....	..27
2.6. Diseño de investigación.....	..28
2.6.1. Descripción del diseño experimental.....	..28
2.6.2. Tratamientos: .....	..28
2.6.3. Tamaño del experimento.....	..29
2.6.4. Características del área experimental.....	..30
2.7. Población.....	..31
2.8. Muestra .....	..31
2.9. Muestreo.....	..31
2.10. Métodos.....	..31
2.10.1. Método de muestreo para determinar el rendimiento de forraje verde (FV) de rye grass.....	..31
2.10.2. Método para determinar el pH del suelo .....	..32
2.11. Instrumentos de recolección de datos .....	..32
2.12. Técnicas .....	..33
2.12.1. Técnica para determinar el rendimiento de forraje seco (kg/m <sup>2</sup> ) y materia seca (%MS).....	..33
2.13. Procedimiento .....	..33
2.13.1. Antecedentes de la parcela previa a la instalación del experimento.....	..33
2.13.2. Muestreo y análisis de suelos .....	..34
2.13.3. Selección del área experimental .....	..34
2.13.4. Preparación del terreno .....	..34
2.13.5. Delimitación y medición de las parcelas experimentales .....	..35
2.13.6. Tamaño del terreno.....	..35
2.13.7. Calculo de dosis y aplicación de enmiendas cálcicas.....	..35
2.13.8. Colocación de letreros en las parcelas demostrativas.....	..36

2.13.9. Siembra de rye grass.....	36
2.13.10. Control de malezas.....	36
2.13.11. Riegos .....	36
2.13.12. Control de plagas y enfermedades.....	36
2.13.13. Momento de corte .....	37
2.13.14. Muestreo para la selección de la muestra a evaluar .....	37
2.13.15. Etiquetado de las muestras.....	38
2.14. Variables evaluadas.....	38
2.14.1. Determinación del pH del suelo .....	38
2.14.2. Determinación del rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ).....	38
2.14.3. Determinación del rendimiento de forraje seco (kg/ha) y materia seca (%MS) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ) .....	39
2.14.4. Frecuencia de evaluación.....	39
2.15. Análisis estadístico.....	39
2.15.1. Modelo aditivo lineal.....	40
2.15.2. Supuestos del Modelo Estadístico.....	41
III. RESULTADOS .....	42
3.1. Determinación del pH del suelo.....	42
3.2. Rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ).....	43
3.3. Rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ) .....	44
3.4. Rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ) .....	45
IV. DISCUSIONES .....	46
4.1. pH del suelo.....	46
4.2. Rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ).....	47
4.3. Rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ) .....	48
4.4. Rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ) .....	49

V. CONCLUSIONES .....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS 1: TABLAS DE RESULTADOS.....	55
1.1. Análisis estadístico para la variable pH del suelo.....	55
1.2. Analisis estadístico para la variable rendimiento de forraje verde (FV) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ) .....	56
1.3. Analisis estadístico para la variable rendimiento de forraje seco (FS) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ) .....	57
1.4. Analisis estadístico para la variable rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ).....	58
ANEXOS 2: GALERIA DE FOTOGRAFIAS.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

pág.

<b>Tabla 1.</b> Descripción de los tratamientos de tres variedades de avena forrajera y en dos sistemas de siembra: .....	29
<b>Tabla 2.</b> Características del área experimental .....	30
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza (ANOVA) .....	41
<b>Tabla 4.</b> Análisis de variancia para el pH según la influencia de los bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	55
<b>Tabla 5.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para el PH del suelo, según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	55
<b>Tabla 6.</b> Análisis de variancia para el rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	56
<b>Tabla 7.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.....	56
<b>Tabla 8.</b> Análisis de variancia para el rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	57
<b>Tabla 9.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	57
<b>Tabla 10.</b> Análisis de variancia para el rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	58
<b>Tabla 11.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass ( <i>Lolium perenne L.</i> ), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área experimental: Región Amazonas, provincia de Chachapoyas, distrito de del Sonche, anexo Nuevo Olmal. ....	25
<b>Figura 2.</b> Croquis de la distribución del área experimental. ....	30
<b>Figura 3.</b> Muestreo para la recolección de la muestra. ....	37
<b>Figura 4.</b> Distribución del pH del suelo según tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	42
<b>Figura 5.</b> Distribución del rendimiento de forraje verde de rye grass ( <i>Lolium perenne</i> L.), según, tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	43
<b>Figura 6.</b> Distribución del rendimiento de forraje seco de rye grass ( <i>Lolium perenne</i> L.), según, tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	44
<b>Figura 7.</b> Distribución del rendimiento de materia seca de rye grass ( <i>Lolium perenne</i> L.), según, tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica. ....	45



## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografía 1.</b> Limpieza de terreno .....	59
<b>Fotografía 2.</b> Muestro de suelos .....	59
<b>Fotografía 3.</b> Aradura de terreno .....	60
<b>Fotografía 4.</b> Encalado del terreno .....	60
<b>Fotografía 5.</b> Analisis físico químico de suelo .....	61
<b>Fotografía 6.</b> Analisis de carbonato para determinar la colpar .....	61
<b>Fotografía 7 .</b> Germinación de ray grass.....	62
<b>Fotografía 8.</b> Colocación de letreros .....	62
<b>Fotografía 9.</b> Momento de corte del ray grass.....	63
<b>Fotografía 10.</b> Rendimiento por m <sup>2</sup> de ray grass .....	63
<b>Fotografía 11.</b> Medición del pH del suelo .....	64
<b>Fotografía 12.</b> Determinación del forraje verde .....	64
<b>Fotografía 13.</b> Colocación de muestras a la estufa .....	65
<b>Fotografía 14.</b> Determinación del forraje seco .....	65

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el anexo Nuevo Olmal, distrito de Sonche, provincia de Chachapoyas, región Amazonas ubicada a una altitud de 2531 m.s.n.m; durante los meses de junio a septiembre del 2018. Con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas en el rendimiento de forraje verde, forraje seco y materia seca de rye grass (*Lolium perenne L.*). Para ello se empleó un Diseño en bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo bi factorial (3A\*2B) con 3 bloques y 7 tratamientos, incluido el testigo; cada tratamiento con 1m<sup>2</sup> de muestra; donde los factores que interactúan fueron los siguientes: Factor A: Tipo de enmienda cálcica con 3 niveles (cal agrícola, dolomita y colpar) y Factor B: Dosis de enmienda cálcica con 2 niveles (1250kg/ha y 1500kg/ha). Para el análisis de los datos se utilizó la comparación de medias a través de análisis de varianza y para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de Tukey al 95% de confianza. Los tratamientos evaluados fueron T<sub>0</sub> es el testigo, T<sub>1</sub>(Dolomita con dosis de 1250kg/ha), T<sub>2</sub> (Cal agrícola con dosis de 1250kg/ha), T<sub>3</sub> (Colpar con dosis de 1250kg/ha), T<sub>4</sub> (Dolomita con dosis de 1500kg/ha), T<sub>5</sub> (Cal agrícola con dosis de 1500kg/ha) y T<sub>6</sub> (Colpar con dosis de 1500kg/ha). Las variables evaluadas fueron la corrección de pH del suelo, rendimiento de forraje verde (kg/ha de FV), rendimiento de forraje seco (kg de FS/ha) y rendimiento de materia seca(%MS). Los mejores resultados obtenidos para todas las variables evaluadas correspondieron al tratamiento T<sub>5</sub> aumentando el pH de 4.67 hasta 5.67; 17793.3kg de forraje verde/ha; 5806.80kg de forraje seco/ha y 32.67% de materia seca respectivamente; y los menores resultados promedios corresponde al T<sub>0</sub> con pH de 4.67; 1150.00kg de forraje verde/ha; 258.33kg de forraje seco/ha y 22.44% de materia seca respectivamente. En cuanto al factor tipo de enmienda cálcica el con mayor rendimiento fue la cal agrícola con 5.5 de pH, 16750.00kg de forraje verde/ha, 5337.90kg de forraje seco/ha y 31.80% de materia seca respectivamente. De igual manera en cuanto a la dosis de enmienda cálcica se tuvo a la dosis de 1500kg/ha los mejores rendimientos con 5.42 de pH, 11153.33kg de forraje verde/ha, 3456.77kg de forraje seco/ha y 30.13% de materia seca respectivamente. Llegando a la conclusión que, con la aplicación de las enmiendas cálcicas como la cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha se llegó a corregir el pH del suelo, hasta un 5.67 y consecuentemente se incrementó el rendimiento de forraje verde, forraje seco y materia seca de rye grass.

**Palabras claves:** Corrección de pH, enmienda cálcica, forraje verde, forraje seco, dosis.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Nuevo Olmal annex of Sonche district, Chachapoyas province, Amazonas region located at an altitude of 2531 masl; during the months of June to September 2018. In order to evaluate the effect of the calcium amendments on the pH correction to improve the yield of green forage, dry forage and dry matter of rye grass (*Lolium perenne* L.). For this, a completely randomized block design (DBCA) was used, with bi-factorial arrangement (3A \* 2B) with 3 blocks and 7 treatments, including the control; each treatment with 1m<sup>2</sup> of sample; where the factors that interact were the following: Factor A: Type of calcium amendment with 3 levels (agricultural lime, dolomite and colpar) and Factor B: Calcium amendment dose with 2 levels (1250kg / ha and 1500kg / ha). For the analysis of the data we used the comparison of means through analysis of variance and for the multiple comparisons, the Tukey test at 95% confidence was used. The treatments evaluated were T0 is the control, T1 (Dolomite with a dose of 1250kg / ha), T2 (agricultural Cal with a dose of 1250kg / ha), T3 (Colpar with a dose of 1250kg / ha), T4 (Dolomite with a dose of 1500kg / ha), T5 (agricultural Cal with a dose of 1500kg / ha) and T6 (Colpar with a dose of 1500kg / ha). The variables evaluated were soil pH correction, green forage yield (kg / ha of FV), dry forage yield (kg of FS / ha) and dry matter yield (% DM). The best results obtained for all the evaluated variables corresponded to the T5 treatment, increasing the pH from 4.67 to 5.67; 17793.3kg of green fodder / ha; 5806.80kg of dry forage / ha and 32.67% of dry matter respectively; and the lowest average results correspond to T0 with a pH of 4.67; 1150.00kg of green fodder / ha; 258.33kg of dry forage / ha and 22.44% of dry matter respectively. Regarding the type factor of calcium amendment the highest yield was agricultural lime with pH 5.5, 16750.00 kg of green fodder / ha, 5337.90 kg of dry fodder / ha and 31.80% dry matter respectively. Similarly, as regards the dose of calcium amendment, the best yields were obtained at 1500kg / ha with 5.42 of pH, 11153.33kg of green forage / ha, 3456.77kg of dry forage / ha and 30.13% of dry matter respectively. Arriving to the conclusion that, with the application of the calcium amendments like the agricultural lime at a dose of 1500kg / ha, the pH of the soil was corrected, until a 5.67 and consequently the yield of green forage, dry forage and material was increased dry of rye grass.

**Key words:** pH correction, calcium amendment, green forage, dry forage, dosage.

## I. INTRODUCCIÓN

La acidez del suelo es una de las propiedades químicas más relevantes del suelo ya que controla la movilidad de elementos tóxicos, la disponibilidad de nutrientes, la actividad microbiana, el proceso de fijación biológica de nitrógeno, y propiedades físicas del suelo. El pH es usado comúnmente como indicador de esta propiedad y por lo tanto está asociada directa o indirectamente al crecimiento y la producción de los cultivos en general. Es por ello que resulta necesaria la corrección de la acidez del suelo mediante la aplicación de enmiendas cálcicas para elevar el pH a niveles cercanos a la neutralidad. Los productos más utilizados en la actualidad para corregir el pH del suelo son la caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), la dolomita ( $\text{MgCO}_3$ ) y otros (Carrizo M. *et al.*, 2014)

Los suelos donde crece el rye grass son de media a alta fertilidad, con un drenaje adecuado y pH superior a 5.5 (Hannawayd; Fransens & Cropper, 1999). Las características ambientales y edáficas como el pH influyen sobre la producción de forraje verde (FV), forraje seco (FS) y materia seca (MS) de los pastos como el rye grass; siendo, la producción variable de 18-20 t/ha/año de FV bajo condiciones de manejo y ambientes ideales; mientras que en condiciones de trópico y sub-trópico la producción es superior a 25 t/ha/año de FV (Donaghy & Fulkerson, 2001).

En la región Amazonas el rendimiento de pastos en las praderas se ven afectadas fundamentalmente por factores edafoclimaticos, lo cual se manifiesta en la baja producción de forraje verde, forraje seco y materia seca, resultando en consecuencia un eminente problema en la actividad ganadera. Como agregado a esta problemática se manifiesta el desconocimiento del productor en el manejo agronómico de los pastos, y de encalados de suelos a pesar de tener reportes como suelos ácidos (Oliva, 2014).

El objetivo principal de presente investigación consistió en evaluar el efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas en el rendimiento de rye grass (*Lolium perenne L.*), en el anexo Nuevo Olmal distrito de Sonche, Amazonas, enfocándose como una alternativa de solución para los productores ganaderos que tienen limitaciones en sus actividades agropecuarias. Asimismo, la investigación tiene

como objetivos específicos evaluar el tipo y dosis de enmienda cálcica con mayor influencia en la corrección de pH del suelo, calcular el rendimiento de forraje verde (kg/ha), forraje seco (hg/ha) y el porcentaje de materia seca (%MS) de rye grass.

Para una mayor conformidad y validez de los datos obtenidos en la presente investigación se corrobora con los antecedentes realizados en otros lugares y que a continuación se detallan:

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD, (2009), obtuvo resultados experimentales donde visualizan que el rye grass es la gramínea más destacada, teniendo en cuenta las posibilidades de adaptación a los sistemas productivos del país. Además, concluyen que se trata de una gramínea de buena adaptación al medio, particularmente versátil, de alta producción de forraje en verano y persistencia destacada.

El INIA, (2014) realizó trabajos de investigación en las cuencas ganaderas del departamento de Amazonas, como Molinopampa, Pomacochas y Leymebamba; concluyen que en suelos franco arcilloso, con un pH que va desde ácido 3.48 hasta alcalino 8.6, contenidos de materia orgánica que va desde 2.28 hasta 8.6%; las especies de pastos que predominan son *Philoglossa sp*, *Trifolium dubium*, *Setaria sphacelata*, *Rumex obtusifolius*, *Lolium perenne* y *Cenchrus clandestinus*.

Según Carrizo M. *et al.*, (2014) manifiesta que la aplicación de diferentes dosis y tipos de enmiendas cálcicas mejoran el pH y la oferta de nutrientes en la solución del suelo para los cultivos; basándose en sus investigaciones donde concluyen que la aplicación de caliza o cal agrícola tiene mayor influencia sobre la reacción del suelo aumentando en pH de 4.8 a 5.3 a comparación de la dolomita. Asimismo, Vásquez *et al.*, (2009) afirman que el agregado de dolomita fue menos efectivo que la cal agrícola para lograr aumentos significativos en el pH actual. Mientras que Millán *et al.*, (2010) encontraron que la aplicación de cal agrícola fue más efectiva que la dolomita en la corrección del pH del suelo.

Benítez, (1980), evaluó el tipo de enmienda cálcica y la dosis en el cultivo de rye grass en el valle del Mantaro, aplicando dolomita y cal agrícola con dosis de 1250 y 1500

kg/ha; logrando aumentar el pH de 4.67 a 5.5 y obteniendo producciones de 18 a 20 ton/FV/ha, equivalente a 9 -10 ton/FS/ha con cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha. Mientras que Noli *et al.*, (2004), realizaron similar evaluación y reportaron producciones de rye grass de 15790- 23400 kg de FV/ha y 3000 kg/ha de FS/ha con un coeficiente de variación de 12.59% y los resultados para materia seca (MS %) van desde 28.02 a 29.61, con un coeficiente de variación de 5.38%. Asimismo, concluyen que no hay efecto significativo entre el rendimiento de forraje verde con el rendimiento de materia seca, pero el que mayor rendimiento tiene es el tratamiento con cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha en comparación a los demás tratamientos con otras dosis y tipo de enmienda cálcica.

Para Donaghy & Fulkerson, (2001) la producción de rye grass perenne, pueden llegar a 18-22 ton/ha/año de FV bajo condiciones de manejo y ambiente ideales (pH de 5.4, y con enmienda cálcica a base de cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha). En condiciones de trópico y sub-trópico se puede obtener producciones de biomasa verde superiores a 25 ton/ha/año y hasta 26.13% rendimiento de materia seca.

Según corpoica.org.co, (2013), informa que la producción de forraje verde de rye grass oscila entre 16-22 T/ha/año con un pH de 5.5. Además, .picasso.com.ar, (2007) concluye que son normales los rendimientos de 5 a 7 ton/FS/ha, pero en planteos de alta tecnología y en zonas adecuadas, se puede aspirar a rendimientos entre 9 a 11 ton/MS/ha.

Usca, ( 2008) menciona que el rendimiento de forraje verde de rye grass es de 16 Tn/ha/año aun pH de 5.6 con cal agrícola a una dosis de 1500 kg/ha. Asimismo, Sepa, B., (2012) reporta que al aplicar 1250 kg/ha de cal agrícola se obtiene la mayor producción de forraje verde de rye grass con 21,94 Tn/ha/año a un pH de 5.3.

Según Rivera, M., (2014), el pH óptimo de los suelos en los cuales se desarrolla el rye grass, es de 5.8 que corresponde a un suelo ligeramente ácido, gracias a la incorporación de cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha, se incrementó el pH a 6.5 prácticamente neutro, siendo favorable para este tipo de cultivo, ya que aprovecha el calcio como nutriente para las plantas y mejora la penetración del agua en suelos ácidos. Asimismo, menciona que el efecto de la enmienda cálcica con base estándar

de 1250 kg/ha de cal agrícola, ha permitido determinar una mejora de los parámetros físicos del suelo, como el pH, cantidad de nitrógeno y potasio, que son mayores después de la aplicación del carbonato de calcio.

Asimismo Rivera, M., (2014) registró la mayor producción de rye grass con cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha con un valor de que varía de 1.01 a 2.09 Tn/ha/año de forraje seco, en suelos con pH de 5.8. Sin embargo, Hidalgo, P., (2010) al evaluar la producción de forraje seco de rye grass, bajo la influencia de la utilización de los diferentes niveles de enmiendas cálcicas (dolomita, cal agrícola y colpar) registro 6.47 Tn/ha/año. Sepa, B., (2012) también reporta los excelentes resultados al aplicar 1500 kg/ha de cal agrícola con 4.13 Tn/ha/corte.

Bernal, J, (2008), manifiesta que para establecer el cultivo de rye grass, el análisis del suelo es el primer principio y se recomienda como primer paso para identificar los posibles déficits de fertilidad y los niveles de acidez. Un correcto pH (generalmente de 5.5 a 6.5) y buenos niveles de fosfato son los principales requerimientos. Según (<http://tecnoagro.com.2010>, 2010), la principal propiedad química de las enmiendas cálcicas en la agricultura es de neutralizar suelos ácidos. Al respecto (Hidalgo, P., 2010), reporta que al aplicar 1500 kg/ha de cal agrícola, el rye grass llega a rendimientos variable desde 28.66, hasta 31.03% de materia seca.

Según Villalobos & Sánchez, (2010), la disponibilidad de materia seca pre y postoreo a un pH de 5.5 y con dosis de encalado de 1250 y 1500 kg/ha de cal agrícola fueron 2276 y 4110 kg/ha respectivamente. Estos resultados son muy cercanos a los encontrados por Fulkerson & Donaghy, (2001), con 2400 y 4300 kg/ha de FS aplicando 1250 y 1500 kg/ha de cal agrícola y otros nutrientes.

Aikman *et al.*, (2008) manifiestan que el contenido de forraje verde, forraje seco y rendimiento de materia seca del pasto rye grass perenne varia significativamente según el mes del año, debido a las variaciones climatológicas en la zona de estudio; conforme se incrementa la precipitación el pasto es más húmedo y su contenido de materia seca se reduce.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Lugar de ejecución**

La presente investigación se realizó en el anexo Nuevo Olmal distrito de Sonche, provincia de Chachapoyas, región Amazonas; ubicada en la margen izquierda del río Sonche a una altitud sobre el nivel del mar de 2531 m.s.n.m; entre las coordenadas 9316484 latitud norte y 192250 longitud este, del meridiano de Greenwich. La zona de estudio, se encuentra ecológicamente incluida dentro del bosque húmedo - montano tropical Tosí, (1996).

### **2.2. Caracterización climatológica de la zona de estudio**

#### **2.2.1. Clima**

Según SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, (2008), la zona de estudio se caracteriza por presentar una temperatura máxima de 25°C en la época de verano, y una mínima de 9°C en la época de invierno. La temperatura media es de 14.5°C con precipitación media anual de 400 mm/año y una humedad relativa media de 46%, con predominancia de vientos que van de noreste en la época de verano y noroeste en la época de invierno.

#### **2.2.2. Topografía y vegetación**

Presenta pendientes pronunciadas que varían de regulares a fuertes y en cuanto a la vegetación existen especies arbóreas y arbustivas como son pinos, eucaliptos, acacias, además de nativas como la chillka y otras gramíneas de la familia poaceae y ciperáceas.

#### **2.2.3. Suelo**

Presenta un suelo de tipo coluvial, de textura variable desde arcilloso, franco arcilloso y franco arcillo limoso, con bastante presencia de grava en



algunos sectores, siendo el pH ácido con promedio de 4.67, en otros sectores existe suelos de textura arenosa y medianamente profunda.

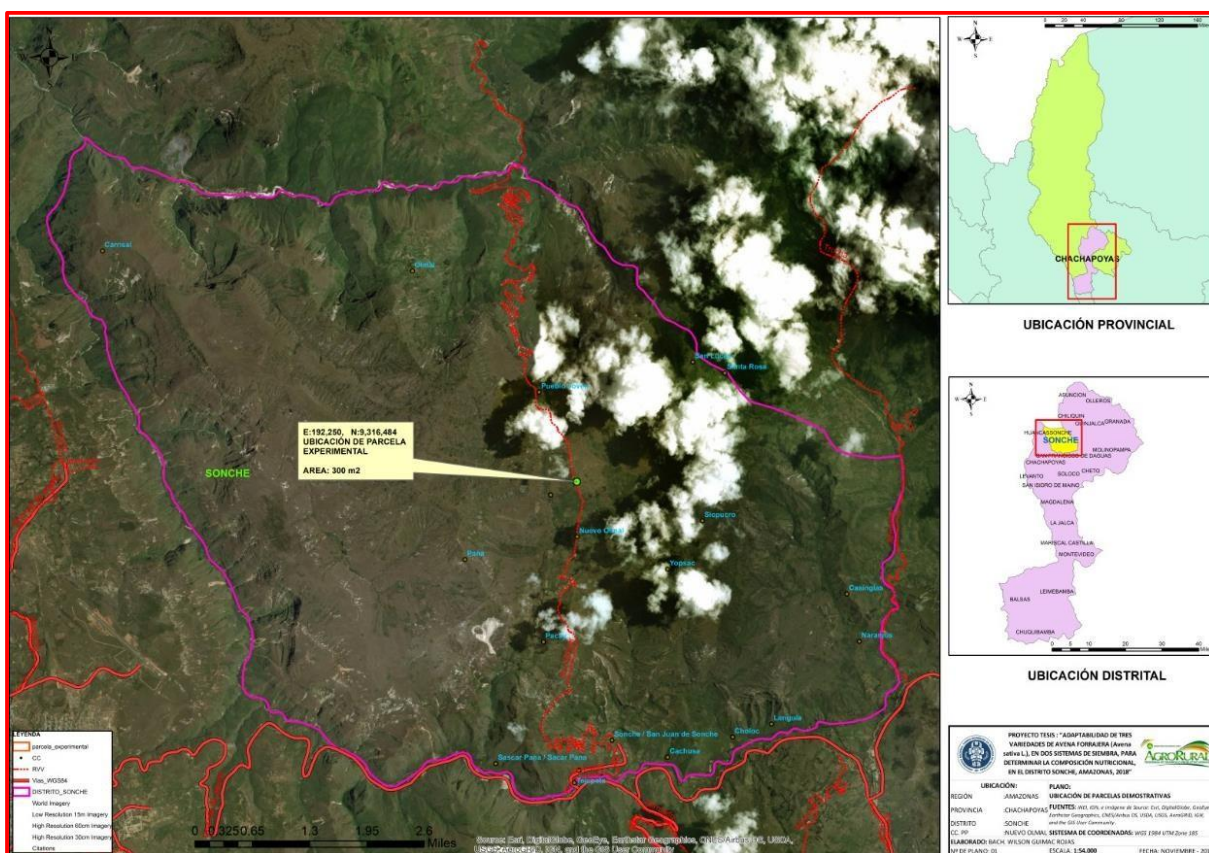
### 2.2.4. Hidrología

La zona de estudio presenta riachuelos permanentes de agua que nacen de las zonas altas; que pasan por el costado del área experimental y que aumentan su caudal en época de lluvias y disminuye al mínimo en la estación seca.

### 2.3. Tiempo de ejecución de la investigación

La investigación se llevó a cabo durante los meses de junio del 2018 a septiembre del año 2018. A continuación, se muestra la ubicación geográfica donde se llevó a cabo la instalación del experimento.

**Figura 1.** Ubicación geográfica del área experimental: Región Amazonas, provincia de Chachapoyas, distrito de del Sonche, anexo Nuevo Olmal.



## **2.4. Materiales e instrumentos utilizados**

### **2.4.1. Materiales de campo**

En la recolección de los datos se utilizó los siguientes materiales, herramientas y equipos:

#### **a. Material de la investigación**

El material vegetal para el estudio consta de muestras de suelo y muestras de rye, procedentes del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL) sede Chachapoyas.

#### **b. Herramientas y equipos**



##### **Herramientas:**

- Picotas
- Hoces
- wincha de 50 m
- Cuerdas de raffia.
- Estacas
- Libreta de campo
- Azadón.
- Rastrillo.
- Bazanza de campo.
- Baldes y cubetas
- Etiquetas de identificación.
- Rotulos de identificación de parcelas.
- Bolsa plasticas de olor blancas rotuladas.
- Nabaja o cutter.
- Machete
- Lampa

## Equipos

- Motocultor agrícola
- Estufa
- Balanza Digital
- Cámara digital
- GPS, para georreferenciar las parcelas en campo.
- Calculadora científica.
- Laptop.
- Impresora.
- PH metro digital portátil



## Materiales de oficina:

- Marcador indeleble negro.
- Lapicero.
- Lápiz
  
- Borrador
  
- Cartillas para registros de evaluaciones
  
- Cinta maskets
  
- Letreros para los tratamientos
  
- Mica
  
- Hojas de papel bond
- Memoria USB 16 GB.
- Perforador.
- Engrapador
- Folder de manila
- Sobre de manila

## 2.5. Objeto de estudio

El objeto de estudio de la investigación corresponde a muestras de suelo y plantas de rye grass dentro de 1 m<sup>2</sup> de área que viene hacer la muestra y 6 m<sup>2</sup> la población

## 2.6. Diseño de investigación

### 2.6.1. Descripción del diseño experimental

En la presente investigación, por tratarse de ensayos experimentales, se empleó un Diseño en bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo bi factorial (3A\*2B) con 3 bloques y 7 tratamientos incluido el testigo (21 parcelas experimentales), cada tratamiento con 6 m<sup>2</sup> (1m<sup>2</sup> como muestra); donde los factores que interactúan fueron los siguientes: Factor A: Tipos de enmiendas cálcicas y Factor B: Dosis de enmiendas cálcicas. Así mismo se asignó 3 niveles al factor A y 2 niveles al factor B, respectivamente.

**Factor A:** Tipos de enmiendas cálcicas

**Niveles de factor “A”**

**a<sub>1</sub>:** Cal agrícola

**a<sub>2</sub>:** Dolomita

**a<sub>3</sub>:** Colpar

**Factor B:** Dosis de enmiendas cálcicas

**Niveles de factor “B”**

**b<sub>1</sub>:** 125 gr/m<sup>2</sup> (1250 kg/ha)

**b<sub>2</sub>:** 150 gr/m<sup>2</sup> (1500 kg/ha)

### 2.6.2. Tratamientos:

En la siguiente tabla se muestra la distribución de los tratamientos de acuerdo con el diseño utilizado en la presente investigación:

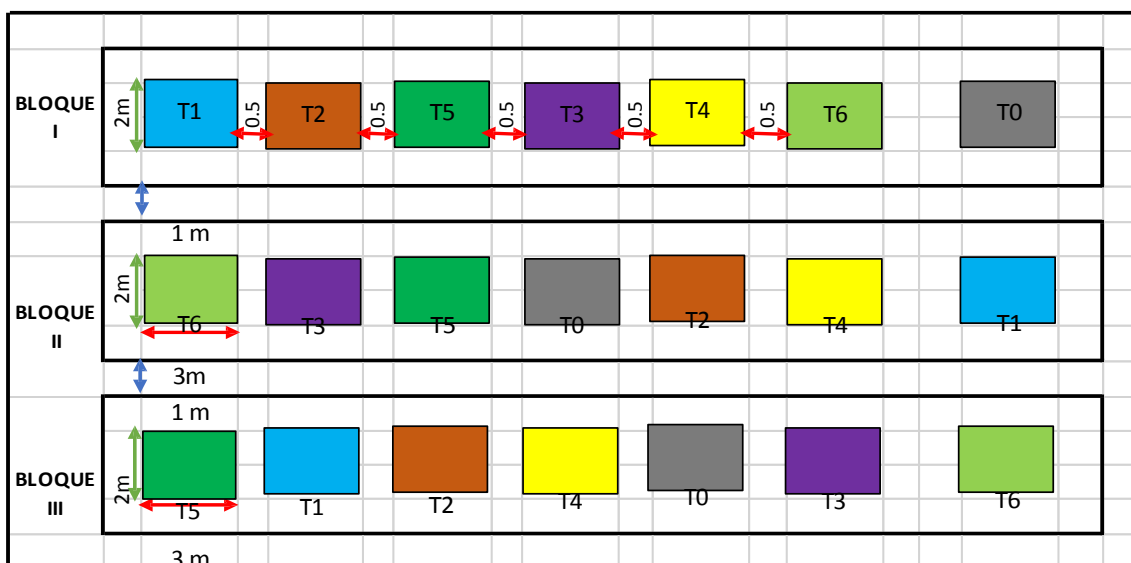
**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos de tres enmiendas calcicas en dos dosis en el rendimiento de rey grass:

Bloq.	Tratamientos						
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
I	Testigo	Aplicación de dolomita a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de cal agrícola a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de colpar a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de dolomita a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de cal agrícola a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de colpar a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>
II	Testigo	Aplicación de dolomita a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de cal agrícola a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de colpar a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de dolomita a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de cal agrícola a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de colpar a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>
III	Testigo	Aplicación de dolomita a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de cal agrícola a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de colpar a una dosis de 125 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de dolomita a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de cal agrícola a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>	Aplicación de colpar a una dosis de 150 gr/m <sup>2</sup>

### 2.6.3. Tamaño del experimento

El área total de la investigación fue de 192 m<sup>2</sup>, con cultivo de rey grass (*Lolium perenne L.*). En la siguiente figura se muestra el área y la distribución de los tratamientos.

**Figura 2.** Croquis de la distribución del área experimental.



#### 2.6.4. Características del área experimental

En área del experimento fue constituido por 21 parcelas (unidades experimentales), cuyas características se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Características del área experimental

<b>Cultivo de rye grass (<i>Lolium perenne</i> L.)</b>	
Bloques	3
Tratamientos	7
M <sup>2</sup> a evaluar (muestra)	21 m <sup>2</sup>
M <sup>2</sup> a evaluar por U. E	1m <sup>2</sup>
Área de la unidad experimental	6 m <sup>2</sup>
Área Total del bloque	48 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	192 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre bloques	1 m
Distanciamiento entre unidad experimental	50 cm

## **2.7. Población**

La población estuvo constituida por 21 parcelas experimentales de rye grass (*Lolium peremne L.*), cada parcela es de 2 m\*3m sembradas al boleó respectivamente, que forman parte de los 3 bloques y los 7 tratamientos de acuerdo a los tipos y dosis de enmiendas cálcicas, ubicadas en anexo de Nuevo Olmal distrito de Sonche, provincia de Chachapoyas, región Amazonas.

## **2.8. Muestra**

La muestra fue de 1m<sup>2</sup> seleccionada aleatoriamente en la parcela, para determinarlo se realizó con la ayuda de un cuadrante, despreciando el efecto de borde en todas las parcelas. En total se evaluó 21 m<sup>2</sup>, con tres bloques, 7 tratamientos y 21 parcelas.

## **2.9. Muestreo**

Se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio, ya que nos garantizó la equiprobabilidad de elección de cualquier elemento y la independencia de desociación cualquier otro Montoya, (1997).

## **2.10. Métodos**

### **2.10.1. Método de muestreo para determinar el rendimiento de forraje verde (FV) de rye grass.**

El rendimiento del forraje verde fue determinado mediante la metodología del m<sup>2</sup> o método del cuadrante, que consiste en seleccionar al azar dentro de la unidad experimental 1 m<sup>2</sup>. Una vez marcado el cuadro, se corta el forraje que está dentro y se recoge en una bolsa plástica, se repite lo mismo para cada unidad experimental. Tener en cuenta que sólo hay que cortar las plantas cuya raíz esté dentro del cuadro Gutierrez , (2010). Finalmente se calcula el rendimiento de forraje verde

en kg/m<sup>2</sup> que luego se proyectó multiplicando por 10000 m<sup>2</sup> para obtener el rendimiento por hectárea con la siguiente formula:

**Fórmula:**

$$PFV = PTP/N^{\circ}C$$

**Donde:**

PFV= Producción de forraje verde por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>).

PTP = Peso total del pasto en kg, cortado en los cuadros.

N<sup>o</sup>C = Número de cuadros usados.

Es importante resaltar que para fines de investigación, el tamaño de la parcela o unidad experimental en pastos y forrajes es de 5 a 6 m<sup>2</sup> y la muestra es de 0.5 a 1 m<sup>2</sup> Venegas, (2016).

### **2.10.2. Método para determinar el pH del suelo**

El método para determinar el pH del suelo se realiza mediante el método del pH-metro descrita por PCE Ibérica S.L., (2005). Este método consiste en penetrar el electrodo del pH-metro en la tierra previamente mullida y leer el valor pH en la pantalla digital en un rango de 0 a 14. Tener presente que el principio de medición requiere que siempre exista humedad en el suelo. El pH-metro viene calibrado de fábrica. Una recalibración continua del pH-metro se efectúa con los estándares de calibración denominados soluciones tampón.

### **2.11. Instrumentos de recolección de datos**

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos se utilizó las cartillas de evaluación para registrar las evaluaciones; mientras que para determinar el pH del suelo se realizó con la ayuda del ph metro digital portátil; asimismo para determinar el rendimiento de forraje verde y materia seca se realizó con la



formula detallada y con la ayuda de la calculadora científica y finalmente para secar la materia fresca se utilizó la estufa en el laboratorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas- UNTRM-A.

## **2.12. Técnicas**

### **2.12.1. Técnica para determinar el rendimiento de forraje seco (kg/m<sup>2</sup>) y materia seca (%MS)**

El rendimiento de forraje seco y materia seca se determinó mediante la técnica planteada por A.O.A.C., (1990), que consiste en llevar al laboratorio la muestra de forraje verde con peso conocido denominado peso fresco, para realizar el secado dentro de una estufa de aire a una temperatura de  $60^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$  por un periodo de 72 horas y seguidamente se registra el peso en kg/m<sup>2</sup>, a lo que denominamos rendimiento de forraje seco, para que después se convierte en kg/ha. Posteriormente los datos se expresan en porcentaje utilizando la ecuación de INIAP/PNRT

- (papa, 2008) citado por Cespada & Chiluisa, (2012).

$$\%MS = (PS/PF) \times 100$$

**% MS**= Porcentaje de materia seca

**PS**= Peso seco kg/m<sup>2</sup>

**PF**= Peso fresco kg/m<sup>2</sup>

## **2.13. Procedimiento**

### **2.13.1. Antecedentes de la parcela previa a la instalación del experimento**

Para conocer los antecedentes de lo ocurrido anteriormente en la parcela, se realizó el estudio basándose en dos aspectos: primero se realizó un análisis físico químico y de caracterización de suelos en el

Laboratorio de Suelos y Aguas de la "Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas" (UNTRM). Segundo se realizó la recopilación de información de los pobladores acerca de los fines que ha estado destinado el área experimental en los años anteriores.

### **2.13.2. Muestreo y análisis de suelos**

El análisis de suelo se efectuó haciendo un muestreo en zigzag tratando de cubrir toda el área, haciendo una calicata de forma manual con la ayuda de una palana a una profundidad de 30 cm; las submuestras fueron depositados en un costal para su homogenización y a partir de ello obtener una única muestra total de 1 kg. Finalmente fue rotulada con los datos de campo y enviada al laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para su análisis físico-químico respectivo (Anexo 2; Fotografía 5).

### **2.13.3. Selección del área experimental**

La selección del área experimental se realizó teniendo en cuenta el tipo de suelo, la humedad y el Ph. Parar realizar el ensayo, se seleccionó un lugar adecuado con antecedentes apropiados para la siembra del cultivo de rye grass.

### **2.13.4. Preparación del terreno**

La preparación del terreno se inició con la limpieza del área y la eliminación de malezas. El arado se realizó haciendo uso del motocultor a una profundidad de 30 cm; luego se dejó tres meses para la descomposición de los desechos vegetales. Seguidamente se realizó el desterronado y mullido con el motocultor hasta dejar bien suelta la tierra; Finalmente se hizo el nivelado manual con la ayuda de rastrillos para uniformizar el suelo y facilitar la delimitación de las unidades experimentales.

### 2.13.5. Delimitación y medición de las parcelas experimentales

La delimitación de parcelas se realizó considerando el distanciamiento entre bloques y tratamientos. Para la delimitación se utilizó cinta métrica, yeso y estacas. En total se tuvo 21 parcelas distribuidas en 3 bloques que aleatoriamente se asignó un número de tratamiento.

### 2.13.6. Tamaño del terreno.

El área total del experimento utilizado fue de 192m<sup>2</sup>, considerando 3 bloques, cada bloque con 7 parcelas demostrativas de 6 m<sup>2</sup>, a una distancia entre bloques de 1 m y 0.50 m entre parcelas.

### 2.13.7. Calculo de dosis y aplicación de enmiendas cálcicas

Para realizar la aplicación de enmiendas cálcicas se tuvo en cuenta el análisis de suelo realizado; específicamente el pH y la cantidad de nutrientes que presenta el suelo. Para calcular las dosis que se utilizaron en el experimento; se utilizó la formula descrita en la guía de uso de encalados: 4<sup>ta</sup> edición SOPROCAL

Formula:

$$\text{Dosis (ton cal /ha)} = \frac{\text{pH a alcanzar} - \text{pH actual}}{\text{Poder tampón del suelo}}$$

Donde:

PH = del suelo que deseo alcanzar

PH = del suelo actual

PTS = es de 0.65 pH / ton cal

Una vez calculado el pH a alcanzar entonces se procedió a aplicar las dosificaciones de las enmiendas cálcicas de 125 gr/m<sup>2</sup> y 150 gr/m<sup>2</sup> respectivamente.

### **2.13.8. Colocación de letreros en las parcelas demostrativas**

Se colocó un letrero de 1.20m de altura codificado e indicando el bloque y tratamiento correspondiente a cada unidad experimental.

### **2.13.9. Siembra de rye grass**

La semilla del rye grass fueron semillas certificadas adquiridas por la entidad AGRORURAL. La siembra se realizó después de haber hecho las enmiendas cálcicas y mediante el sistema de siembra al boleó que consistió en arrojar la semilla de forma manual distribuyendo de manera homogénea toda el área experimental; se utilizó 2 kg de semilla por cada bloque, siendo en total 6 kg de semilla.

### **2.13.10. Control de malezas**

A pesar de la buena preparación del terreno, las malezas siempre son un problema en el momento de la emergencia del cultivo. Para contrarrestar se realizó un control mecánico y manual.

Asimismo, se tuvo en cuenta que las malezas de climas fríos son de naturaleza anual, por lo que se realizó dos deshierbas a los 30 y 60 días después de la siembra.

### **2.13.11. Riegos**

Debido a la ubicación geográfica del terreno, las condiciones climáticas de lluvias y a la existencia de una fuente de agua para riego en la zona de Nuevo Olmal, no fue necesario realizar riegos.

### **2.13.12. Control de plagas y enfermedades**

Durante la emergencia, el crecimiento y desarrollo del cultivo no se evidenció la presencia de plagas ni de enfermedades.

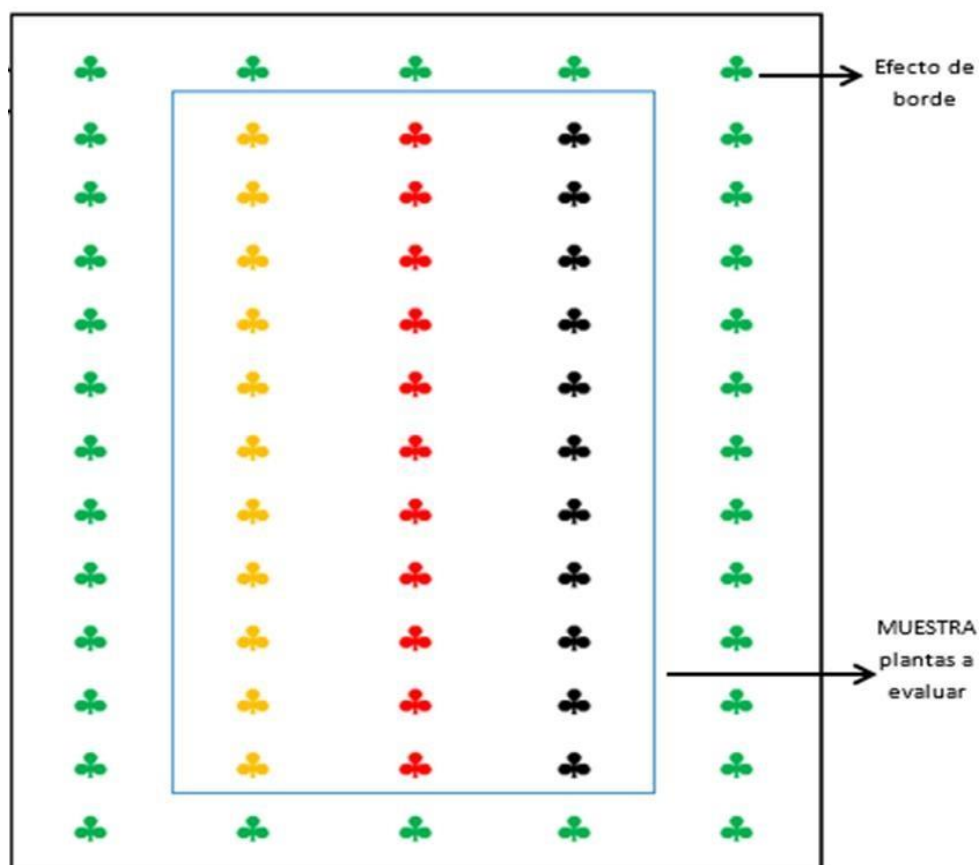
### 2.13.13. Momento de corte

El momento de corte se realizó cuando el cultivo se encuentra en la fase masosa- lechosa, y los tallos aun verdes; con la finalidad de contar con un mayor rendimiento de forraje verde, seco y mayor valor nutritivo. El tiempo transcurrido desde la siembra hasta el momento de corte varía desde los 110 y 120 días los cuales en esta etapa se realizo dicha investigacion por un solo cote vegetativa Sanchez, (2005).

### 2.13.14. Muestreo para la selección de la muestra a evaluar

Para la selección de la muestra se despreció el efecto de borde de 0.50 m en todas las parcelas, para evitar sobre estimación o sub estimación de los resultados debido a factores externos que alteren la realidad del experimento y el muestreo se realizó aleatoriamente Castro *et al.*, (2013)

**Figura 3.** Muestreo para la recolección de la muestra.



### **2.13.15. Etiquetado de las muestras**

En cada muestra de rye grass obtenida de 1m<sup>2</sup>, se le colocó una etiqueta con cinta masking tape escrita con plumón indeleble, indicando al tratamiento y bloque correspondiente para evitar confusión al momento del análisis y secado respectivo.

## **2.14. Variables evaluadas**

### **2.14.1. Determinación del pH del suelo**

La determinación del pH del suelo se realizó mediante el método del pH-metro descrita por PCE Ibérica S.L., (2005). Este método consiste en penetrar el electrodo del pH-metro en la tierra previamente mullida y leer el valor pH en la pantalla digital en un rango de 0 a 14, considerando el punto 7 como pH neutro.

### **2.14.2. Determinación del rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne* L.).**

Para determinar el rendimiento de forraje verde, se cortó el pasto a ras del suelo a los 120 días después de la siembra, teniendo en cuenta el método del cuadrante y se pesó de inmediato, el peso se dividió entre el número de cuadros cosechados Gutierrez, (2010). El resultado se expresó en kg/m<sup>2</sup> que luego se proyectó a kg/ha; la formula es la siguiente:

$$PFV = PTP / N^{\circ}C$$

**Donde:**

PFV= Producción de forraje verde por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>).

PTP = Peso total del pasto en kg, cortado en los cuadros.

N<sup>o</sup>C = Número de cuadros usados.

### **2.14.3. Determinación del rendimiento de forraje seco (kg/ha) y materia seca (%MS) de rye grass (*Lolium perenne* L.).**

Para determinar el rendimiento de forraje seco y materia seca se usó la técnica de A.O.A.C., (1990), en la cual el forraje verde con peso conocido se colocó en papel agujerado y bien identificado para luego ponerlo en la estufa de aire a una temperatura de  $60^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 72 horas. Transcurrido este periodo de tiempo se pesó por segunda vez obteniendo el peso del forraje seco. El resultado se expresó en  $\text{kg/m}^2$  que luego se convirtió a  $\text{kg/ha}$ . Posteriormente se determinó el contenido de materia seca expresado en porcentaje mediante la ecuación de INIAP/PNRT - papa, (2008) Y Cespeda & Chiluisa, (2012).

$$\%MS = (PS/PF) \times 100$$

% MS= Porcentaje de materia seca

PS= Peso seco

PF= Peso fresco

### **2.14.4. Frecuencia de evaluación**

Para evaluar el efecto de las enmiendas cálcicas en la corrección de pH del suelo para mejorar el rendimiento de rye grass, se realizó una sola evaluación a los 120 días después de la siembra es decir cuando el cultivo estaba en momento de corte Ramos *et al.*, (2010).

## **2.15. Análisis estadístico**

Para el análisis de los resultados del experimento se aplicó bajo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bi-factorial ( $3A \times 2B$ ) con la interacción de 3 bloques y 7 tratamientos incluido el testigo; donde los factores lo constituyeron: Factor A: Tipos de enmiendas cálcicas y Factor B: dosis de enmiendas cálcicas, mientras que las variables respuesta evaluadas fueron el pH del suelo, rendimiento de forraje verde, rendimiento de forraje

seco y rendimiento de materia seca respectivamente. Para obtener el nivel de significancia de los tratamientos se utilizó el cuadro de análisis de varianza, y para las comparaciones múltiples se aplicó la prueba de Tuckey con un 95 % de confianza.

El procesamiento de los resultados se realizó mediante el programa SPSS, previa comprobación si los resultados obtenidos se ajustan a la distribución normal y homogeneidad de varianzas.

### 2.15.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal para un diseño Bloques completo al azar (DBCA) con arreglo bi- factorial fue el siguiente:

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

Para  $i = 1, 2, \dots, a$ ;  $j = 1, 2, \dots, b$ ,  $k = 1, 2, \dots, r$ ;  $t = ab$

$i = 1, 2, \dots, a$ ; niveles del factor A

$j = 1, 2, \dots, b$ ; niveles del factor B

$k = 1, 2, \dots, r$ ; bloques

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Corrección del pH del suelo para mejorar el rendimiento de rye grass con  $i$ - esimo tipo de enmienda cálcica y  $j$ - esimo dosis de enmienda cálcica experimentado en el  $k$ - esimo bloque.

$\mu$  = Media general.

$R_k$  =Efecto del bloque

$\alpha_i$  = Efecto de la  $i$ - esimo tipo de enmienda cálcica

$\beta_j$  = Efecto de la  $j$ -esima dosis de enmienda cálcica

$(\alpha\beta)_{ijk}$  =Efecto de la interacción de la  $i$ -esimo tipo de enmienda cálcica y de la  $j$ - esima dosis de enmienda cálcica.



$$\epsilon_{ijk} = \text{Error experimental}$$

- ✚ Nivel de significancia = 5%.
- ✚ Nivel de confianza = 95 %
- ✚ Prueba de comparaciones múltiples: Para las comparaciones múltiples se utilizó la prueba estadística de distribución Tukey con 95% de nivel de confianza
- ✚ Programa estadístico: Los datos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados con el software SPSS, Statistix y R-2018.

### 2.15.2. Supuestos del modelo estadístico

**Linealidad:** las relaciones entre los efectos del modelo son lineales.

**Aditividad:** los efectos del modelo son aditivos.

**Independencia:** los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

**Igualdad de varianza:** las diferentes poblaciones generadas por la aplicación de los diferentes tratamientos tienen varianzas iguales.

**Normalidad:** los errores del modelo deben tener una distribución normal con media cero y varianza.

**Tabla 3.** Análisis de varianza (ANOVA)

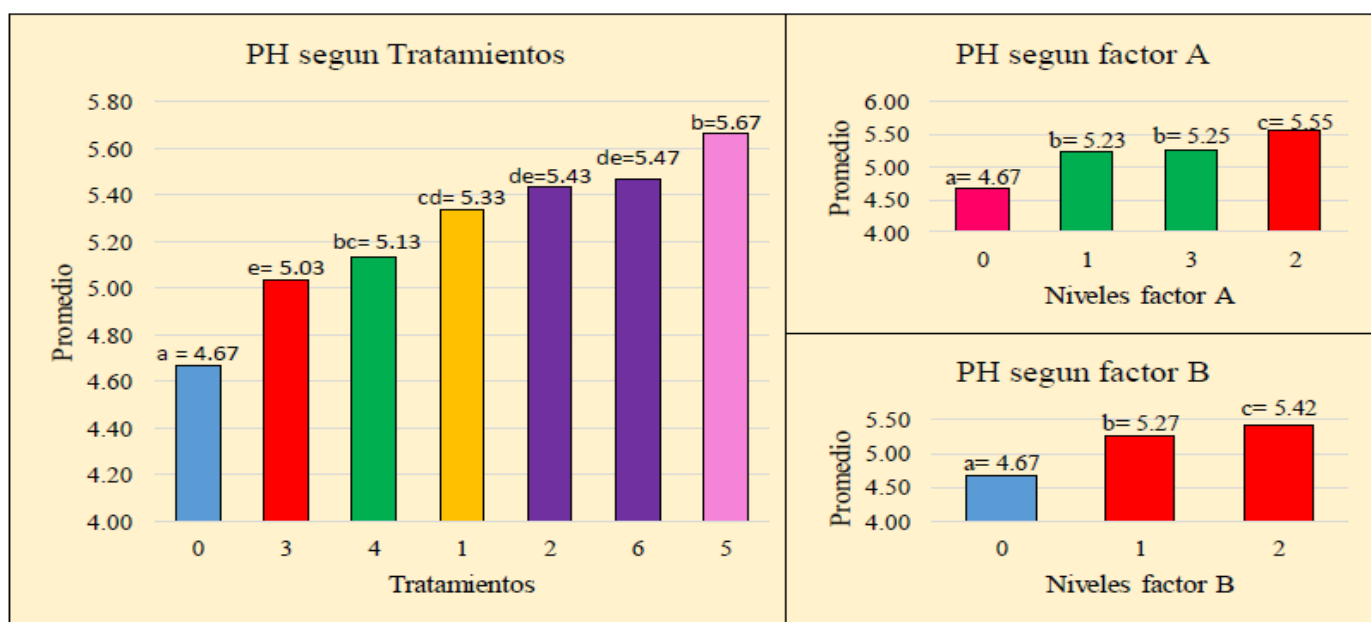
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	3-1= 2
Tratamientos	7-1= 6
Factor A	3-1=2
Factor B	2-1=1
Interacción (AX B)	(3-1)x (2-1)=2
Error	12
<b>Total</b>	<b>n-1= 20</b>

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Determinación del pH del suelo

En la Figura 4 se muestra la comparación de medias, en donde se observaron que el factor tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos, tuvieron marcadas diferencias significativas en sus promedios ( $p < 0.05$ ); obteniendo con la cal agrícola un incremento de pH hasta 5.55 en comparación al testigo que registro el más bajo pH de 4.67; Asimismo, se obtuvo mayor incremento de pH hasta 5.42 con la aplicación de 1500 kg/ha, siendo significativo respecto a las demás dosis. Mientras que en los tratamientos el T<sub>5</sub> mostró mayor diferencia significativa respecto a los demás tratamientos, aumentando el PH hasta 5.67. Por otro lado, se tienen grupos homogéneos con valores intermedios y el T<sub>0</sub> que muestra resultados más bajos de pH; considerándose como un suelo muy ácido (ver Tabla 4 y 5 del anexo 1).

**Figura 4.** Distribución del pH del suelo según tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

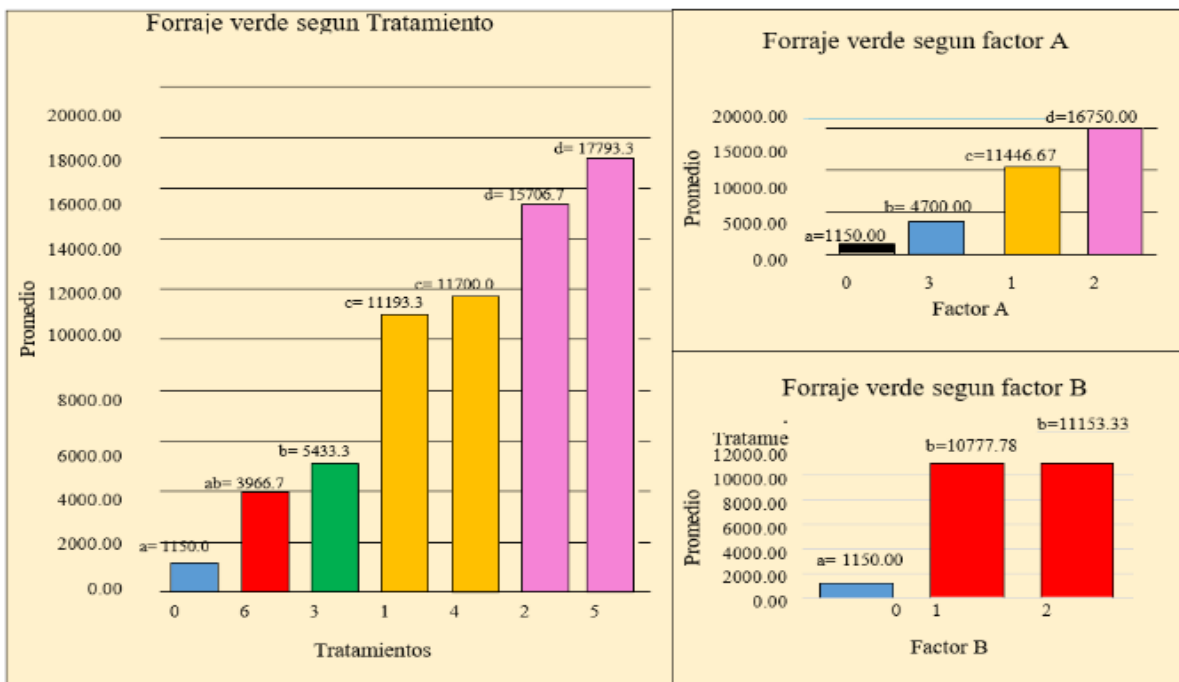


**Nota:** Desviación estándar 0.33; Coeficiente de variación 6.25 (mínima variabilidad).

### 3.2. Rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne L.*)

En la Figura 5 se observa la comparación de medias, de los factores tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos mostrando marcadas diferencias significativas ( $p < 0.05$ ); en el rendimiento de forraje verde. El tipo de enmienda cal agrícola, presentó mayor rendimiento de forraje verde con 16750.00 kg/ha, seguido de la dolomita con 11446.67 kg/ha y la colpar con 4700.00kg/ha. Asimismo, en cuanto a la dosis de enmienda cálcica se tuvo los mayores rendimientos de forraje verde al aplicar 1500kg/ha seguido de la otra dosis. Mientras tanto en los tratamientos el T5 y T2 reportaron los mayores rendimientos de forraje verde con 17793.3 y 15706.7 kg/ha respectivamente, no difiriendo entre sí, pero si con los demás tratamientos, asimismo se encontró dos grupos homogéneos, el primero conformado por el T<sub>1</sub> y T<sub>4</sub> y el segundo por el T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub> y finalmente el testigo tuvo los rendimientos más bajos de forraje verde (ver Tabla 6 y 7 del anexo 1).

**Figura 5.** Distribución del rendimiento de forraje verde de rye grass (*Lolium perenne L.*), según, tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

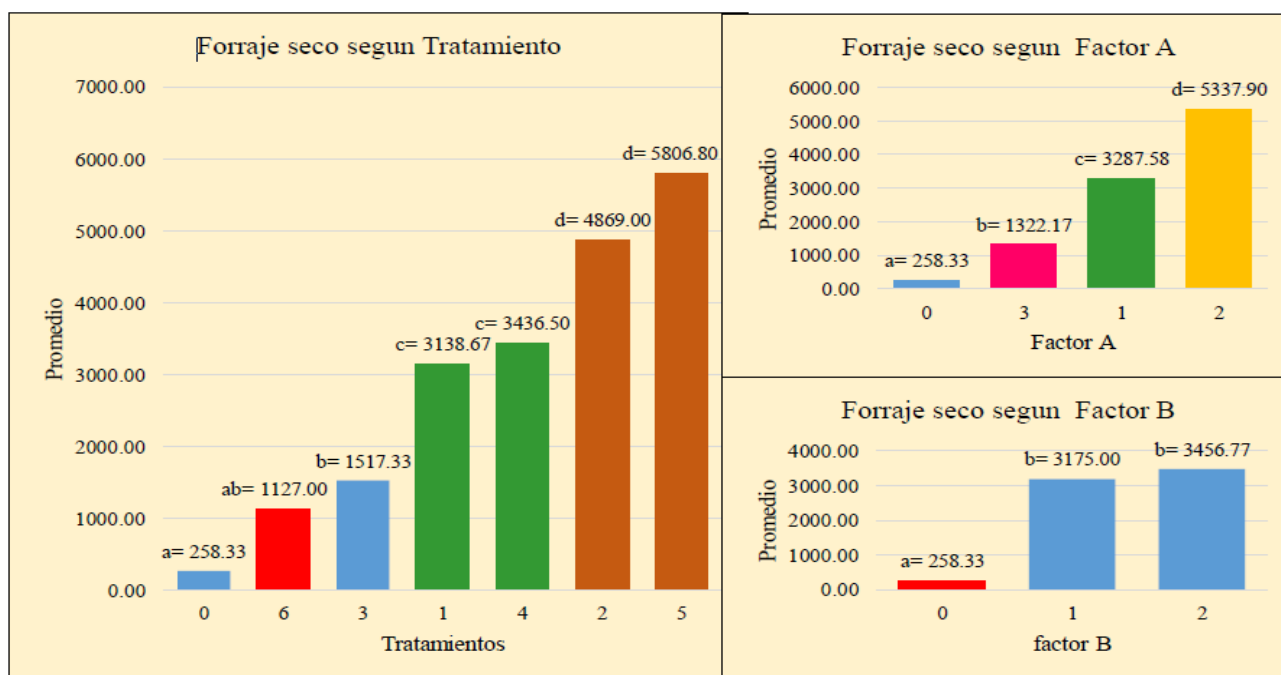


Nota: Desviación estandar 5979.54; Coeficiente de variación 62.53 (alta variabilidad)

### 3.3. Rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne L.*)

En la Figura 6 se muestra la comparación de medias, de los factores tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos, obteniendo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ); en el rendimiento de forraje seco. El tipo de enmienda cal agrícola, presentó mayor rendimiento de forraje seco con 5337.90kg/ha, seguido de la dolomita con 3287.58kg/ha y la colpar con 1322.17kg/ha. Asimismo, en cuanto a la dosis de enmienda cálcica se tuvo los mayores rendimientos de forraje seco al aplicar 1500kg/ha, seguido de la dosis 1250kg/ha. Mientras tanto en los tratamientos el T<sub>5</sub> y T<sub>2</sub> reportaron los mayores rendimientos de forraje seco con 5806.80 y 4869.00 kg/ha respectivamente, no difiriendo entre sí, pero sí con los demás tratamientos, también se encontró dos grupos homogéneos, el primero conformado por el T<sub>4</sub> y T<sub>1</sub> y el segundo por el T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>; finalmente se tuvo al testigo con los rendimientos más bajos de forraje seco con 258.33 kg/ha (ver Tabla 8 y 9 del anexo 1).

**Figura 6.** Distribución del rendimiento de forraje seco de rye grass (*Lolium perenne L.*), según, tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda calcicas

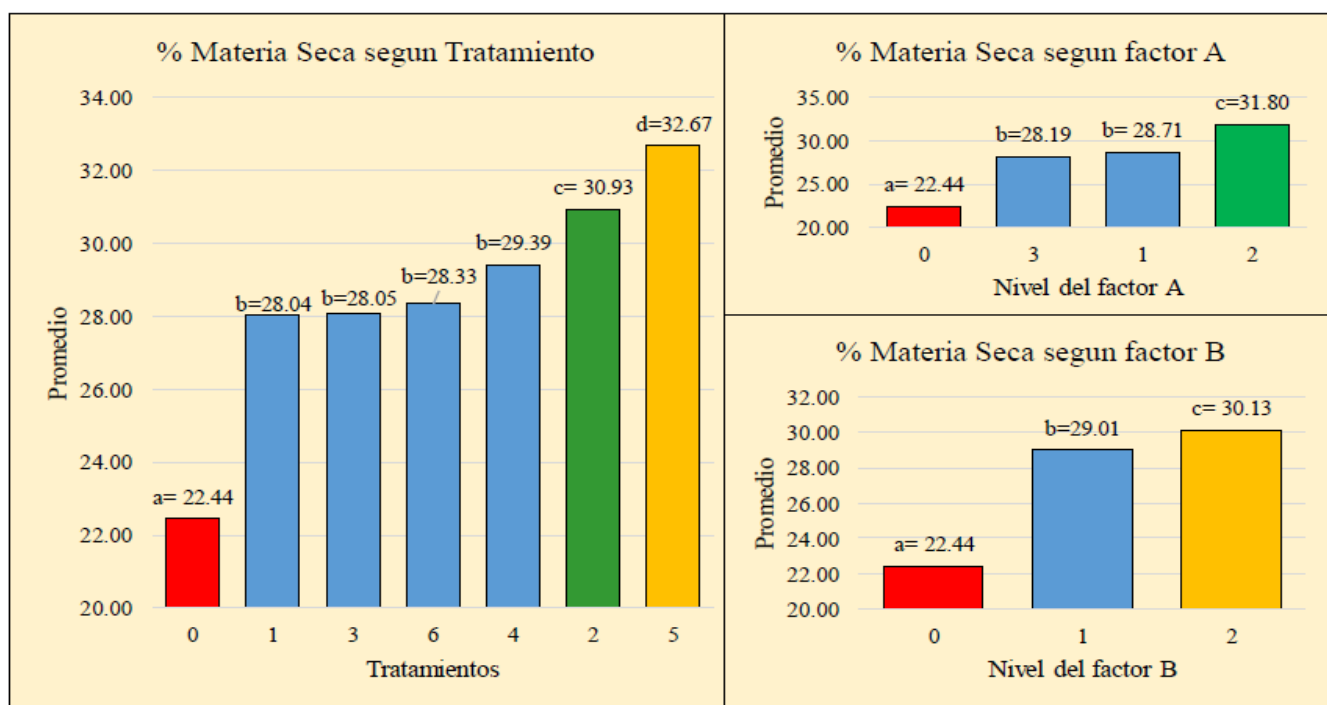


**Nota:** Desviación estándar 1951.20; Coeficiente de variación 67.77 (alta variabilidad).

### 3.4. Rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass (*Lolium perenne L.*)

En la Figura 7 se observa la comparación de medias, de los factores tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos, reportando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ); en el rendimiento de forraje seco. El tipo de enmienda cal agrícola, presentó mayor rendimiento de materia seca con 31.80%, seguido de la dolomita con 28.71% y la colpar con 28.19%, sin significancia en los dos últimos tipos de enmienda. Asimismo, en cuanto a la dosis de enmienda cálcica se tuvo los mayores rendimientos de materia seca al aplicar 1500kg/ha, seguido de la dosis 1250kg/ha. Mientras tanto en los tratamientos el T<sub>5</sub> obtuvo los mayores rendimientos de materia seca con 32.67% difiriendo con los demás; seguido del T<sub>2</sub> y de un grupo homogéneo conformado por el T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>1</sub> y; finalmente el testigo con los rendimientos más bajos de materia seca con 22.44% (ver Tabla 10 y 11 del anexo 1).

**Figura7.** Distribución del rendimiento de materia seca de rye grass (*Lolium perenne L.*), según, tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.



**Nota:** desviacion estandar 3.13; coeficiente de variacion 10,96 (minima variabilidad).

## IV. DISCUSIONES

### 4.1. PH del suelo

El pH del suelo se vio influenciado por el tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos; siendo el caso que con la aplicación de cal agrícola hubo un incremento de pH hasta 5.55 en comparación al testigo que registro un pH de 4.67; Asimismo, se obtuvo un incremento de pH hasta 5.42 con la aplicación de 1500 kg/ha. Mientras que, en el T<sub>5</sub> hubo un aumento del pH hasta 5.67, a comparación del T<sub>0</sub> que tuvo el pH más ácido. Los resultados obtenidos concuerdan con (Rivera, M., 2014), quien reporta un pH óptimo para el rye grass de 5.8, y que gracias a la incorporación de cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha, se incrementa el pH a 6.5. Asimismo, menciona que al aplicar 1250 kg/ha de cal agrícola, mejora los parámetros físicos del suelo (pH, cantidad de nitrógeno y potasio), siendo mayores después de la aplicación del CaCO<sub>3</sub>.

De manera similar los resultados se relacionan con (Bernal, J, 2008), quien manifiesta que para establecer el cultivo de rye grass, el análisis del suelo es el primer principio y se recomienda como primer paso para identificar los posibles déficits de fertilidad, los niveles de acidez y hacer una corrección eficiente del pH (de 5.5 a 6.5). Por otra parte, los resultados concuerdan con (Vásquez, *et al.*, 2009), quienes afirman, que al aplicar dolomita es menos efectiva que la cal agrícola para lograr aumentos del pH, con (Millán, *et al.*, 2010), quienes concluyen que aplicando cal agrícola resulta más efectiva que la dolomita en la corrección del pH y con (Benítez, 1980), quien reporta aumento del pH de 4.67 a 5.5 aplicando dolomita y cal agrícola con dosis de 1250 y 1500 kg/ha.

Los resultados hallados tienen coherencia con lo manifestado por (INIA, 2014), quien deduce que los suelos de Molinopampa, Pomacochas y Leymebamba en la región Amazonas, presentan textura franco arcilloso, con pH variable de 3.48 a 8.6, materia orgánica de 2.28 a 8.6% y la especie más predominante es el rye grass. Asimismo Carrizo, M., *et al.*, (2014), afirma que la aplicación de diferentes dosis y tipos de enmiendas cálcicas mejoran el pH, ya que al aplicar cal agrícola aumenta en pH de 4.8 a 5.3 a comparación de la dolomita.

#### **4.2. Rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne* L.)**

El rendimiento de forraje verde se vio influenciada por los factores tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos; en donde con la aplicación de la enmienda cal agrícola, se obtuvo mayor rendimiento de forraje verde 16750.00 kg/ha, seguido de la dolomita con 11446.67 kg/ha y la colpar con 4700.00kg/ha. Asimismo, con la aplicación de una dosis de 1500kg/ha se obtuvo mayor rendimiento 11153.33kg/ha. Mientras tanto en los tratamientos el T5 y T2 reportaron mayores rendimientos con 17793.3 y 15706.7 kg/ha respectivamente. Estos resultados encontrados coinciden con (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD, 2009), quien reporta al rye grass como una especie de alta producción de forraje verde; de manera similar se concuerda con (Benítez, 1980), quien concluye que al aplicar dolomita y cal agrícola con dosis de 1250 y 1500 kg/ha; se logra aumentar el pH de 4.67 a 5.5 y obteniendo producciones de 18 a 20 ton/FV/ha, equivalente a 9 -10 ton/FS/ha con cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha.

También los resultados obtenidos se concuerdan con (Noli, *et al.*, 2004), quienes reportaron producciones de rye grass de 15790- 23400 kg de FV/ha con un coeficiente de variación de 12.59%; similar resultado encontró (Donaghy & Fulkerson, 2001), quienes afirman que la producción de rye grass, puede llegar a 18-22 ton/ha/año con pH del suelo de 5.4, y con enmienda cálcica a base de cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha. Asimismo, son similares con (Usca, D., 2008), quien menciona que el rendimiento de forraje verde es de 16 Tn/ha/año aun pH de 5.6 con cal agrícola a una dosis de 1500 kg/ha y con [corpoica.org.co](http://corpoica.org.co), (2013), quien reporta la producción de forraje verde de rye grass oscila entre 16-22 T/ha/año con un pH de 5.5. Sin embargo, Sepa, B., (2012), reporta que al aplicar 1250 kg/ha de cal agrícola se obtiene la mayor producción de forraje verde con 21.94 Tn/ha/año a un pH de 5.3, siendo contradictorios a los obtenidos en la presente investigación; estos resultados se deben posiblemente a las condiciones climatológicas propias de cada lugar de estudio.

#### **4.3. Rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne* L.)**

Los factores tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos influyeron en el rendimiento de forraje seco. Con la aplicación del tipo de enmienda cal agrícola, tuvo mayor rendimiento de forraje seco 5337.90kg/ha, seguido de la dolomita con 3287.58kg/ha y la colpar con 1322.17kg/ha. Asimismo, al aplicar una dosis de 1500kg/ha de enmienda cálcica se tuvo mayores rendimientos 3456.77kg/ha. Mientras tanto el T<sub>5</sub> y T<sub>2</sub> reportaron los mayores rendimientos de forraje seco con 5806.80 y 4869.00 kg/ha respectivamente. Estos resultados son similares a los encontrados por (Benítez, 1980), quien reporta rendimientos entre 9 -10 ton/FS/ha con cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha. Además, se concuerda con (<http://www.picasso.com.ar>, 2007), quien concluye que el rye grass tiene rendimientos de 5 a 7 ton/FS/ha.

Por otro lado Rivera, M., (2014), registró la mayor producción de rye grass con cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha con un valor de que varía de 1.01 a 2.09 Tn/ha/año de forraje seco, en suelos con pH de 5.8; los cuales son similares a los que se obtuvo en la investigación. Asimismo, los resultados encontrados coinciden con lo descrito por Hidalgo, P., (2010), quien al evaluar la producción de materia seca de rye grass, bajo la influencia de la utilización de los diferentes niveles de enmiendas cálcicas (dolomita, cal agrícola y colpar) registro 6.47 Tn/ha/año y con Sepa, B., (2012), que también reporta excelentes resultados al aplicar 1500 kg/ha de cal agrícola con 4.13 Tn/ha/corte.

Caso similar reporta Villalobos & Sánchez, (2010), quien afirma que el rendimiento de forraje seco a un pH de 5.5 y con dosis de encalado de 1250 y 1500 kg/ha de cal agrícola es de 2276 y 4110 kg/ha respectivamente. Estos resultados son muy cercanos a los encontrados por (Fulkerson & Donaghy, 2001), con 2400 y 4300 kg/ha de FS aplicando 1250 y 1500 kg/ha de cal agrícola.



#### **4.4. Rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass (*Lolium perenne* L.).**

Al evaluar el rendimiento de materia seca se tiene que el tipo de enmienda cálcica, dosis de enmienda cálcica y los tratamientos, influyeron significativamente. Al aplicar el tipo de enmienda cal agrícola, se obtuvo mayor rendimiento de materia seca con 31.80%, seguido de la dolomita con 28.71% y la colpar con 28.19%. Asimismo, al aplicar una dosis de 1500kg/ha de enmienda cálcica se obtuvo los mayores rendimientos de materia seca 30.13%. Mientras tanto en el T<sub>5</sub> obtuvo los mayores rendimientos de materia seca con 32.67% en comparación al testigo que mostro el más bajo rendimiento de 22.44%. Los resultados encontrados concuerdan con los obtenidos por Noli, et al., (2004), quienes reportaron resultados variables de materia seca desde 28.02 a 29.61%, con un coeficiente de variación de 5.38%. También son similares con (Hidalgo, P., 2010), quien reporta rendimientos variables desde 28.66, hasta 31.03% aplicando 1500 kg/ha de cal agrícola.

De manera tal estos resultados concuerdan con la descripción de tecnoagro.com.(2010,), quien afirma que la principal propiedad química de las enmiendas cálcicas en la agricultura es de neutralizar suelos ácidos. Sin embargo, (Donaghy & Fulkerson, 2001) reportan rendimientos de hasta 26.13% con pH del suelo de 5.4, y con enmienda cálcica a base de cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha; siendo contradictorios a los encontrados en la investigación, ello se justifica con lo descrito por Aikman *et al.*, (2008), quienes manifiestan que el contenido de forraje verde, forraje seco y rendimiento de materia seca del pasto rye grass perenne varia significativamente según el mes del año, debido a las variaciones climatológicas en la zona de estudio; conforme se incrementa la precipitación el pasto es más húmedo y su contenido de materia seca se reduce.

## V. CONCLUSIONES

Con la aplicación de las enmiendas cálcicas se llegó a corregir el pH del suelo, aumentado de 4.67 a 5.67 y consecuentemente se incrementó el rendimiento de forraje verde, forraje seco y materia seca de rye grass (*Lolium perenne L.*), en el anexo Nuevo Olmal distrito de Sonche, Amazonas.

La cal agrícola tuvo mayor influencia en la corrección del pH, logrando aumentar de 4.67 a 5.55 en suelo del anexo Nuevo Olmal; siendo este el óptimo para el desarrollo del cultivo de rye grass.

La dosis aplicada de 1500kg/ha resultó tener mayor influencia en la corrección del PH, ocasionando un incremento de 4.67 hasta 5.42, estando en el rango óptimo que exige el cultivo de rye grass.

Con la aplicación de cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha se obtuvo el mayor rendimiento de forraje verde, llegando a producir 17793.3 kg de FV/ha de rye grass, asimismo la aplicación de dolomita dio similares resultados.

El rendimiento de forraje seco aumentó hasta 5806.80 kg/ha, con la aplicación de 1500kg/ha de cal agrícola; siendo este tipo de enmienda la más eficiente como mejorador del suelo y viéndose reflejado en el mejorar el rendimiento de forraje seco

El rendimiento de materia seca se incrementó hasta 32.67% con la aplicación de cal agrícola a una dosis de 1500kg/ha, mientras que al aplicar dolomita se incrementó hasta 30.93%; en cambio la aplicación de colpar fue insignificante en todas las variables.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda aplicar cal agrícola, a una dosis de 1500kg/ha, para mejorar las características físicas químicas y biológicas del suelo, de tal manera que los pastizales puedan desarrollarse sin inconvenientes y puedan servir de fuente alimenticia en la actividad ganadera.

Basados en la investigación realizada y en los antecedentes estudiados, se recomienda aplicar dosis mayores a 2000kg/ha de dolomita para corregir el pH hasta llegar a la neutralidad.

Se recomienda ampliar el tiempo de evaluación para tener resultados más precisos y exactos, debido a que las enmiendas cálcicas repercuten mejores resultados en periodos largos superiores a los dos años.

Para una mejor precisión de los datos en investigaciones posteriores, se recomienda realizar más ensayos involucrando otros factores importantes que influyen en la acidez del suelo y rendimiento de forraje verde, seco y materia seca como fertilidad de suelos, humedad relativa, Temperatura, riego, cantidad de materia orgánica, etc.

Se recomienda proteger completamente las parcelas que conforman las unidades experimentales, evitando el ingreso de animales, personas no autorizadas y otros agentes adversos a la investigación.

Basándose a la variabilidad en el rendimiento de forraje verde, forraje seco y materia seca, se recomienda ampliar el periodo de evaluación, mayores a 2 años, es decir hacer un seguimiento desde la etapa de germinación, hasta el 6 a 8 corte.

De preferencia se recomienda como actividad principal realizar un estudio completo de suelos, donde incluya análisis de fertilidad y análisis de caracterización físico química, para tener referencias exactas sobre la composición del suelo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1990). Métodos oficiales de análisis. Asociación de químicos analíticos oficiales. Washigton, Estados Unidos: DC EE.UU.
- Aikman *et al.* (2008). Digestibilidad de la dieta, tasa de aprobación y comportamiento de alimentación y rumia de las vacas Jersey y Holstein. *Dairy Science*, 91.
- Benítez. (1980). Pastos y forrajes. Guayaquil: Edit. Universidad Central del Ecuador, primera edición.
- Bernal, J. (2008). Pastos y forrajes tropicales. Manejo de praderas. Bogota: Bogota. Tomo 1.
- Carrizo M. *et al.* (2014). Comparación del poder de neutralización de enmiendas calcáreo-magnéticas en suelos de la Pampa llana santafesina. (I. 0370-4661, Ed.) *Revista FCA UNCUYO*, 2, 179.
- Castro *et al.* (2013). Efecto de borde y la validez de los muestreos en el cultivo de arroz. Instituto Nacional de Ciencias Agrarias . Cuba: Cuba volumen 34.
- Cespeda & Chiluisa. (2012). Evaluación de rendimiento en dos mezclas forrajeras avenavicia, (local e importada), con tres bioles y dos formas de aplicación, potreros belisario quevedo. Universidad Tecnica de Cotopaxi. Cotopaxi, Ecuador: Unidad academica de ciencias agropecuarias y recursos naturales.
- Donaghy & Fulkerson. (2001). Principios para desarrollar un sistema de manejo de pastoreo efectivo para pastos basados en el pasto. Instituto de Investigación Agrícola de Tasmania , Tasmania.
- Fulkerson & Donaghy. (2001). Reservas de carbohidratos solubles en plantas y criterios clave de senescencia para desarrollar un sistema de manejo de pastoreo efectivo para pastos basados en el rye grass. Australia: Diario australiano de agricultura experimental.
- Gutierrez . (2010). Manual de pastos en parcelas de pastoreo.
- Hannawayd; Fransens & Cropper. (1999). Rye grass anual. Oregon State University-USA. Obtenido de <http://eesc.orst.edu/AgComWebFile/EdMat/PNW501.html>.

- Hidalgo, P. (2010). Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass (*Lolium perenne*), pasto azul (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), mediante la utilización de diferentes niveles de vermicompost. (T. d. pregrado, Ed.) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- <http://tecnoagro.com.2010>. (2010). Obtenido de Uso del carbonato de calcio: mx/no-54/uso-de-carbonato-de-calcio-para-incrementar-la-efectividad-biologica-de-antibioticos-comerciales-en-el-control-de-la-mancha-bacteriana-xanthomonas-vesicatoria-en-jitomate-bajo-condiciones-de-invernadero.
- <http://www.corpoica.org.co>. (2013). Obtenido de *Lolium multiflorum* (Ryegrass anual) : <http://www.corpoica.org.co>
- <http://www.picasso.com.ar>. (2007). Obtenido de Descripción de semilla de Rye grass anual php: <http://www.picasso.com.ar>
- INIA. (2014). Antecedentes para el establecimiento y regeneración de praderas . Chachapoyas, Perú. Obtenido de <http://www2.inia.cl>. 2014. Oscar Strauch B. Boletín INIA N9 57 \_ ISSN 0717 - 4829.
- Millán *et al.* (2010). Efecto de las enmiendas básicas sobre el complejo de cambio en algunos suelos ácidos de la región pampeana. *Ciencias del suelo*, 140.
- Montoya. (1997). Estudio de muestreo probabilístico para estimar la infestación causada por la broca del café. Colombia: Cenicafe.
- Noli *et al.* (2004). Evaluación de 4 densidades de siembra en la producción de forraje verde y materia seca del rye grass italiano. Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes, Centro Experimental Santa Ana-Huancayo- Perú.
- Oliva, M. (2014). INIA.
- PCE Ibérica S.L. (2005). pH- metro para suelo resistente al agua PCE-PCE-PH20S pH- metro sencillo para determinar el valor del suelo/electrodo del pH externo/recalibrable/resistente al agua(IP67). Colombia: Tobarra (albacete). Obtenido de <http://www.pce-iberica.es/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD. (2009). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia.

- Ramos *et al.* (2010). Respuesta de cuatro especies de cereales a la densidad de plantas en siembra en surcos (en línea). Biotecnia. Obtenido de <http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/6-Art26.pdf>.
- Rivera, M. (2014). Regeneración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas- naturalizadas e introducidas. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Sanchez, R. C. (2005). Cultivos y producción de pastos y forrajes. Lima.
- SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2008). Instituto Geofísico del Perú: Estación Huayao. Huancayo- Perú.
- Sepa, B. (2012). Rehabilitación de la pradera artificial con diferentes niveles de bioestimulante de base orgánica (greenfast). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, 37.
- Tosí. (1996). Zonas de vida en el Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú: Zona andina Boletín N° 5.
- Usca, D. (2008). Evaluación de diferentes niveles de humus como fertilizante foliar en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherum elatius* Pasto avena. (FIZ.FCP, Ed.) FCP.ESPOCH, 81.
- Vásquez et al. (2009). Efecto del encalado sobre propiedades físicas de un suelo de la Pradera Pampeana. Asociación con propiedades químicas, 27, 67-76.
- Venegas. (2016). Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de avena bajo dos densidades de siembra en la estación experimental de cota. Universidad mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia: Facultad de agronomía.
- Villalobos & Sánchez. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto riegass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. (I. v. nutricional, Ed.) Producción de biomasa y fenología agronomía costarricense, 52.

## ANEXOS 1: TABLAS DE RESULTADOS

### 1.1. Análisis estadístico para la variable pH del suelo

**Tabla 4.** Análisis de variancia para el pH según la influencia de los bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

FV	Sc	Gl	Cm	F	Sig.	Influencia
Bloque	0.041	2	0.020	1.955	0.184	No
<b>Tratamiento</b>	<b>1.986</b>	<b>6</b>	<b>0.331</b>	<b>31.591</b>	<b>0.000</b>	<b>Si</b>
Factor A	0.381	2	0.191	18.189	0.000	Si
Factor B	0.109	1	0.109	10.394	0.007	Si
Factor A * factor B	0.314	2	0.157	15.008	0.001	Si
Error	0.126	12	0.010			
<b>Total</b>	<b>2.152</b>	<b>20</b>				

**Fuente:** Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

**Tabla 5.** Comparaciones múltiples de Tukey para el PH del suelo, según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

Bloque	promedio	Grupo	Literal
2	5.19	1	A
1	5.27	1	A
3	5.29	1	A
Tratamiento	promedio	Grupo	Literal
0	4.67	1	A
3	5.03	2	B
4	5.13	3	BC
1	5.33	4	CD
2	5.43	5	DE
6	5.47	5	DE
5	5.67	6	E
Enmienda Calcica (factor A)	promedio	Grupo	Literal
0	4.67	1	A
1	5.23	2	B
3	5.25	2	B
2	5.55	3	C
Dosis enmienda (factor B)	promedio	Grupo	Literal
0	4.67	1	A
1	5.27	2	B
2	5.42	2	B

**1.2. Análisis estadístico para la variable rendimiento de forraje verde (FV) de rye grass (*Lolium perenne L.*).**

**Tabla 6.** Análisis de variancia para el rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne L.*), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

FV	Sc	Gl	Cm	F	Sig.
Bloque	1558466.7	2	779233.33	0.52	0.607
Tratamiento	695578333	6	115929722	77.46	0.000
Factor A	437690711	2	218845356	146.22	0.000
Factor B	634688.89	1	634688.89	4.42	0.0427
Factor A * factor B	9508311.1	2	4754155.6	3.18	0.078
Error	17960667	12	1496722.2		
<b>Total</b>	<b>715097467</b>	<b>20</b>			

**Fuente:** Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

**Tabla 7.** Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de forraje verde (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne L.*), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

Bloque	promedio	Grupo	Literal
3	9207,14	1	A
1	9614,29	1	A
2	9868,57	1	A
Tratamiento	promedio	Grupo	Literal
0	1150,00	1	A
6	3966,67	2	AB
3	5433,33	3	B
1	11193,33	4	C
4	11700,00	4	C
2	15706,67	5	D
5	17793,33	5	D
Enmienda Calcica (factor A)	promedio	Grupo	Literal
0	1150,00	1	A
3	4700,00	2	B
1	11446,67	2	C
2	16750,00	3	D
Dosis Enmienda (factor B)	promedio	Grupo	Literal
0	1150,00	1	A
1	10777,78	2	B
2	11153,33	2	B



**1.3. Análisis estadístico para la variable rendimiento de forraje seco (FS) de rye grass (*Lolium perenne L.*).**

**Tabla 8.** Análisis de variancia para el rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne L.*), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

<b>FV</b>	<b>Sc</b>	<b>Gl</b>	<b>Cm</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Bloque	399,746,601	2	199,873,300	1,464	0.27
Tratamiento	74,105,639,098	6	12,350,939,850	90,471	0.000
Factor A	48,385,550,623	2	24,192,775,312	177,213	0.000
Factor B	357,266,045	1	357,266,045	2,617	0.0132
Factor A * factor B	1,323,534,423	2	661,767,212	4,847	0.029
Error	1,638,213,039	12	136,517,753		
<b>Total</b>	<b>76,143,598,738</b>	<b>20</b>			

**Fuente:** Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

**Tabla 9.** Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de forraje seco (kg/ha) de rye grass (*Lolium perenne L.*), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

<b>Bloque</b>	<b>promedio</b>	<b>Grupo</b>	<b>Literal</b>
3	2756,91	1	A
1	2808,43	1	A
2	3071,93	1	A
<b>Tratamiento</b>	<b>promedio</b>	<b>Grupo</b>	<b>Literal</b>
0	258,33	1	A
6	1127,00	2	AB
3	1517,33	3	B
1	3138,67	4	C
4	3436,50	4	C
2	4869,00	5	D
5	5806,80	5	D
<b>Enmienda Calcica (factor A)</b>	<b>promedio</b>	<b>Grupo</b>	<b>Literal</b>
0	258,33	1	A
3	1322,17	2	B
1	3287,58	3	C
2	5337,90	4	D
<b>Dosis Enmienda (factor B)</b>	<b>promedio</b>	<b>Grupo</b>	<b>Literal</b>
0	258,33	1	A
1	3175,00	2	B
2	3456,77	2	B

**1.4. Análisis estadístico para la variable rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass (*Lolium perenne L.*).**

**Tabla 10.** Análisis de variancia para el rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass (*Lolium perenne L.*), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

Fv	Sc	Gl	Cm	F	Sig.	Influencia
Bloque	9.219	2.000	4.609	18.107	0.000	Si
Tratamiento	183.619	6.000	30.603	120.219	0.000	Si
Factor A	45.712	2.000	22.856	89.785	0.000	Si
Factor B	5.678	1.000	5.678	22.307	0.000	Si
Factor A * factor B	1.689	2.000	0.845	3.318	0.071	No
Error	3.055	12.000	0.255			
<b>Total</b>	<b>195.893</b>	<b>20</b>				

**Fuente:** Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

**Tabla 11.** Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de materia seca (%MS) de rye grass (*Lolium perenne L.*), según bloques tratamientos, tipo de enmienda cálcica y dosis de enmienda cálcica.

Bloque	promedio	Grupo	Literal
1	27.86	1	A
3	28.35	1	A
2	29.44	2	B

Tratamiento	promedio	Grupo	Literal
0	22.44	1	A
1	28.04	2	B
3	28.05	3	B
6	28.33	4	B
4	29.39	5	B
2	30.93	5	C
5	32.67	6	D

Enmienda			
Calcica (factor A)	promedio	Grupo	Literal
0	22.44	1	A
3	28.19	2	B
1	28.71	2	B
2	31.80	3	C

Dosis			
Enmienda (factor B)	promedio	Grupo	Literal
0	22.44	1	A
1	29.01	2	B
2	30.13	2	C

## ANEXOS 2: GALERIA DE FOTOGRAFIAS



**Fotografía 1.** Limpieza de terreno



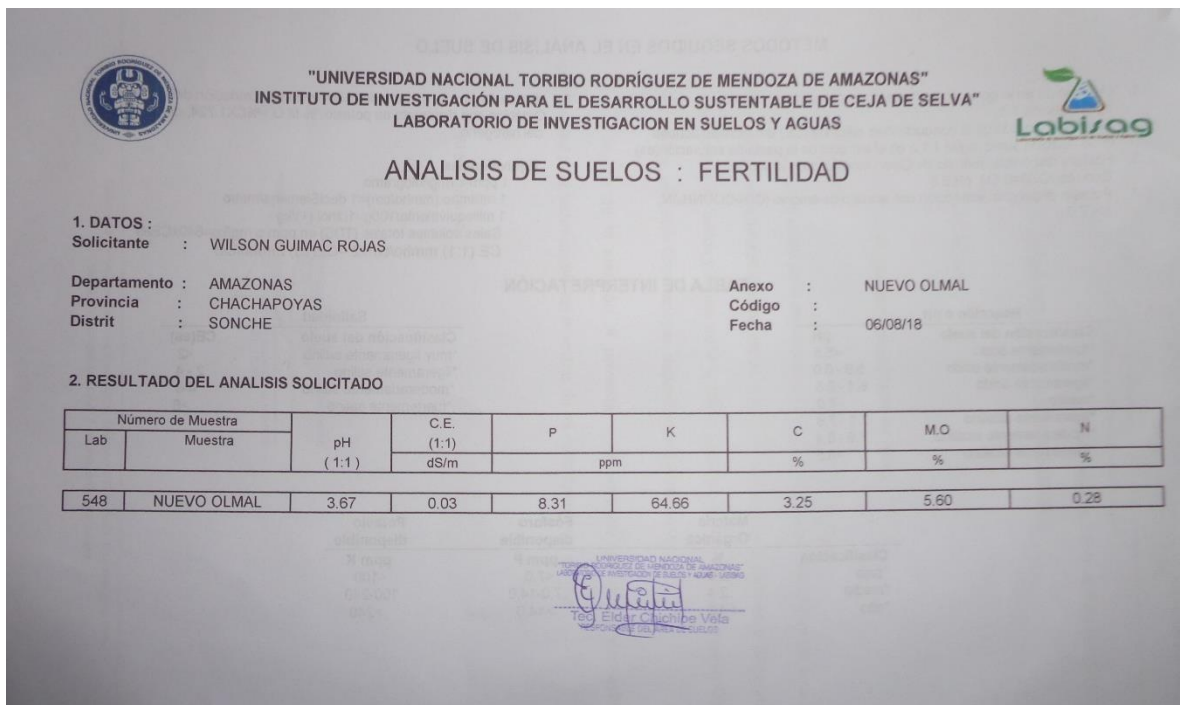
**Fotografía 2.** Muestra de suelos



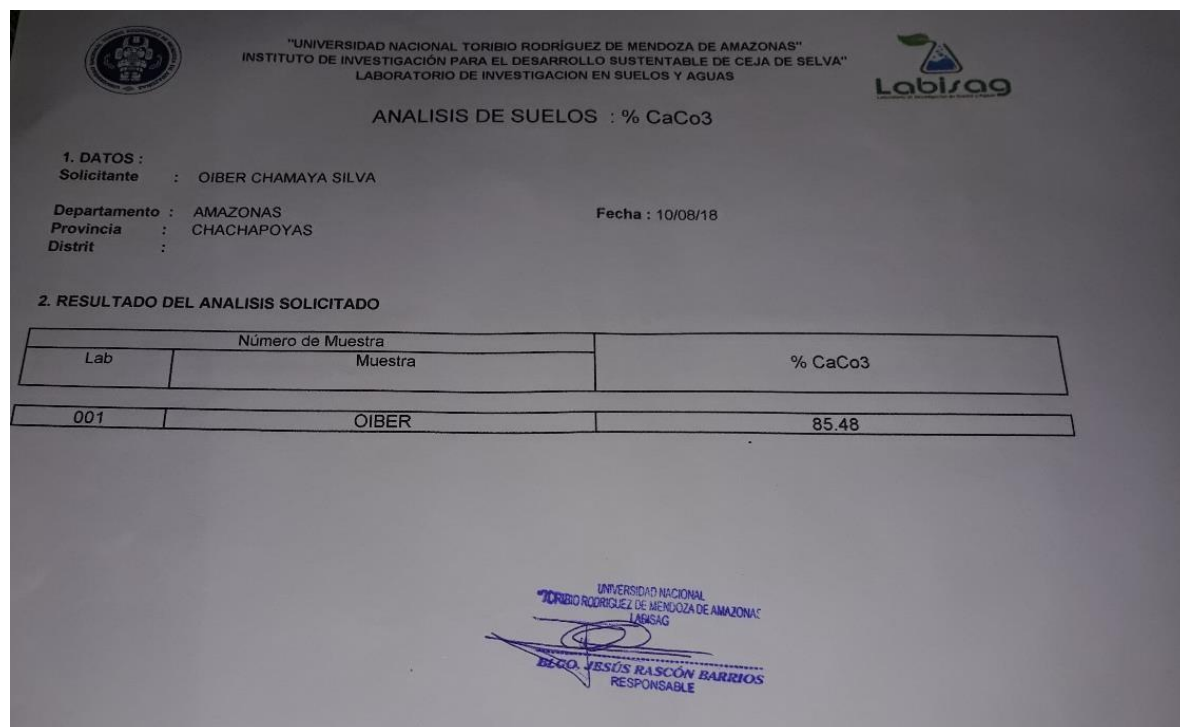
**Fotografía 3.** Aradura de terreno



**Fotografía 4.** Encalado del terreno



**Fotografía 5.** Análisis físico químico de suelo



**Fotografía 6.** Análisis de carbonato para determinar la colpar



**Fotografía 7.** Germinación de ray grass



**Fotografía 8.** Colocación de letreros



**Fotografía 9.** Momento de corte del rye grass



**Fotografía 10.** Rendimiento por m<sup>2</sup> de rye grass



**Fotografía 11.** Medición del pH del suelo



**Fotografía 12.** Determinación del forraje verde





**Fotografía 13.** Colocación de muestras a la estufa



**Fotografía 14.** Determinación del forraje seco