



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTO DE LA ZEOLITA EN LA PRODUCCIÓN DE RYE GRASS ANUAL (*Lolium multiflorum*), EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA –PROVINCIA DE PICHINCHA”

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTORA:

Martha Lizeth Guacán Farinango

DIRECTOR:

Ing. Miguel Aragón Esparza MSc.

Ibarra, Agosto 2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTO DE LA ZEOLITA EN LA PRODUCCIÓN DE RYE GRASS ANUAL (*Lolium multiflorum*), EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA –PROVINCIA DE PICHINCHA”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA EN AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Miguel Aragón Esparza MSc.
DIRECTOR


FIRMA

Dr. Luis Nájera MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Ing. Marcelo Albuja MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Lic. Carmen Alvear MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Ibarra- Ecuador 2017

II

II



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	172443521-7
Apellidos y nombres:	Guacán Farinango Martha Lizeth
Dirección:	Cayambe - Comunidad Paquiestancia
Email:	marthaguacan@gmail.com
Teléfono fijo:	0997727771

DATOS DE LA OBRA	
Título:	Efecto de la zeolita en la producción de rye grass anual (<i>Lolium multiflorum</i>), en la comunidad de Paquiestancia –provincia de Pichincha.
Autor:	Guacán Farinango Martha Lizeth
Fecha:	2017
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Agropecuario
Director:	Ing. Miguel Aragón Esparza M.Sc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Guacán Farinango Martha Lizeth, con cédula de ciudadanía Nro. **172443521-7**, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital. Autorizo a la Universidad Técnica de Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin los derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 01 de Agosto del 2017.

LA AUTORA

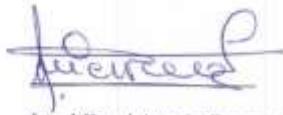


Guacán Farinango Martha Lizeth
C.I.: 172443521-7

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Martha Lizeth Guacán Farinango, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 01 días del mes de Agosto de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Aragón Esparza', written over a horizontal line.

Ing. Miguel Aragón Esparza MSc.

DIRECTOR DE TESIS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Martha Lizeth Guacán Farinango, con cédula de identidad Nro 172443521-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **"EFECTO DE LA ZEOLITA EN LA PRODUCCIÓN DE RYE GRASS ANUAL (*Lolium multiflorum*)**, **EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA –PROVINCIA DE PICHINCHA"**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 01 días del mes de Agosto de 2017



Firma

Martha Lizeth Guacán Farinango

CI: 172443521-7

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 01 de Agosto del 2017

Guacán Farinango Martha Lizeth “Efecto de la zeolita en la producción de rye grass anual (*Lolium multiflorum*), en la comunidad de Paquiestancia – provincia de Pichíncha” / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria Ibarra, 01 de Agosto del 2017. 75 páginas.

DIRECTOR: Ing. Miguel Aragón Esparza MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue Evaluar el efecto de la zeolita en la fertilización con urea en la producción de rye grass anual (*Lolium multiflorum*), en la comunidad de Paquiestancia –Pichíncha. Entre los objetivos específicos se encuentran: Comparar el comportamiento agronómico generado por los tratamientos en estudio. Determinar el rendimiento de materia verde y seca por corte. Realizar un análisis económico de cada tratamiento.

Fecha: 01 de Agosto del 2017



Ing. Miguel Aragón Esparza M.Sc.
Directora de Trabajo de Grado



Guacán Farinango Martha Lizeth
Autora

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser la fuerza interior que me impulsa a superarme cada día de mi vida.

Agradezco a mi familia, a mis amigos, a los docentes y todos quienes aportaron con sus conocimientos y tiempo ayudándome a concluir este trabajo.

Un agradecimiento muy especial a las señora Judith Kerfoot y su familia; al igual que a mi tía Luz Amalia Farinango por ser un gran apoyo en toda mi etapa estudiantil.

Agradecimientos a mi Director de tesis el Ing. Miguel Aragón Esparza y asesores; Dr. Luis Nájera, Ing. Marcelo Albuja, y Msc. Carmen Alvear, por sus consejos y paciencia, lo cual me ayudo a culminar exitosamente este trabajo de investigación y contribuir en el desarrollo del campo agropecuario del país. Al Laboratorio de Biotecnología Vegetal y a la dirección de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Técnica del Norte.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres; Carmen Amelia Farinango y Miguel Ángel Guacán.

Gracias a ellos he logrado cumplir uno de mis grandes sueños, ya que con su gran apoyo en todas las etapas y facetas de mi vida, han sido esa fuerza que impulsa a superarme cada día. Con sus sabios consejos siempre me han demostrado que con perseverancia y trabajo todo es posible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE CUADROS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
CAPITULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema	1
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.5. Hipótesis	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Cultivo de rye grass	4
2.1.1. <i>Importancia y origen</i>	4
2.1.2. <i>Morfología</i>	4
2.1.3. <i>Características agronómicas</i>	6
2.1.4. <i>Manejo agronómico del cultivo</i>	7
2.1.5. <i>Requerimientos nutricionales</i>	9
2.1.6. <i>Requerimientos hídricos</i>	10
2.2. Nitrógeno (N).....	10
2.2.1. <i>Ciclo del nitrógeno</i>	10
2.2.2. <i>Fertilizante nitrogenados</i>	12
2.2.3. <i>La urea en el suelo</i>	13

2.2.4.	<i>Perjuicios de fertilización nitrogenada</i>	13
2.3.	<i>Zeolitas</i>	14
2.3.1.	<i>Características de la clinoptilolita y caracterización fisicoquímica</i>	15
2.3.2.	<i>Uso de las zeolita en la agronomía</i>	16
2.3.3.	<i>Fertilización con zeolita</i>	16
CAPITULO III	18
3. METODOLOGÍA	18
3.1.	<i>Materiales</i>	18
3.1.1.	<i>Caracterización del área del estudio</i>	18
3.1.1.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	18
3.1.1.2.	<i>Características climáticas</i>	19
3.2.	<i>Herramientas, equipos e insumos</i>	20
3.2.1.	<i>Herramientas</i>	20
3.2.2.	<i>Equipos</i>	20
3.2.3.	<i>Insumos</i>	20
3.3.	<i>Métodos</i>	20
3.3.1.	<i>Factores en estudio</i>	20
3.3.2.	<i>Tratamientos</i>	21
3.3.3.	<i>Diseño experimental</i>	22
3.3.4.	<i>Características del experimento</i>	22
3.3.5.	<i>Análisis estadístico</i>	22
3.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	22
3.3.7.	<i>Variables evaluadas</i>	23
3.4.	<i>Manejo específico del experimento</i>	23
3.4.1.	<i>Selección del terreno</i>	23
3.4.2.	<i>Toma de muestras del suelo</i>	23
3.4.3.	<i>Características del suelo</i>	24
3.4.4.	<i>Preparación del terreno</i>	24
3.4.5.	<i>Delimitación de parcelas experimentales</i>	24
3.4.6.	<i>Siembra</i>	24
3.4.7.	<i>Riego</i>	25
3.4.8.	<i>Fertilización</i>	25

3.4.9.	<i>Forma de aplicación de urea y zeolita</i>	27
3.4.10.	<i>Metodología de recolección de datos</i>	28
3.4.10.1.	<i>Recolección de datos antes del corte</i>	28
3.4.10.2.	<i>Recolección de datos después del corte</i>	29
CAPITULO IV		31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1.	Altura de planta en cm	31
4.2.	Macollamiento (Número tallos por planta)	33
4.3.	Número de hojas por tallo	34
4.4.	Rendimiento de materia verde por corte (kg/ha)	36
4.4.1.	<i>Corte 1. Materia verde (kg/ha) a los 60 días.</i>	36
4.4.2.	<i>Corte 2. Materia verde (kg/ha) a los 90 días.</i>	37
4.4.3.	<i>Corte 3. Materia verde (kg/ha) a los 120 días.</i>	39
4.4.4.	<i>Corte 4. Materia verde (kg/ha) a los 150 días.</i>	40
4.5.	Rendimiento de materia seca por corte (kg/ha)	42
4.5.1.	<i>Corte 1. Materia seca (kg/ha) a los 60 días.</i>	42
4.5.2.	<i>Corte 2. Materia seca (kg/ha) a los 90 días.</i>	43
4.5.3.	<i>Corte 3. Materia seca (kg/ha) a los 120 días.</i>	45
4.5.4.	<i>Corte 4. Materia seca (kg/ha) a los 150 días.</i>	46
4.6.	Porcentaje de nitrógeno total	48
4.7.	Porcentaje de proteína total	49
4.8.	Análisis económico	51
CAPITULO V		54
5.	CONCLUSIONES	54
6.	RECOMENDACIONES	56
7.	BIBLIOGRAFÍA	57
8.	ANEXOS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio	19
Figura 2. Método correcto de aplicar fertilizante al voleo en una parcela pequeña	27
Figura 3. Comparación de medias Testigo Vs Resto en el rendimiento de materia verde kg/ha a los 90 días (corte 2).....	38
Figura 4. Gráfico de interacción de niveles de zeolita con dosis de nitrógeno en el rendimiento de materia seca a los 90 días (Corte 2).....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos	21
Tabla 2. Niveles de zeolita y dosis de nitrógeno aplicadas en kg/ha.....	21
Tabla 3. Análisis de varianza.....	22
Tabla 4. Interpretación y recomendación de fertilización	25
Tabla 5. Fertilización en la siembra.....	26
Tabla 6. Fertilización de tratamientos cantidades por parcela (16m ²)	26
Tabla 7. Análisis de varianza para altura de planta (cm).....	31
Tabla 8. Análisis de varianza para macollamiento.....	33
Tabla 9. Análisis de varianza para número de hojas por tallo.....	34
Tabla 10. Análisis de varianza para Materia Verde (M .V) a los 60 días.....	36
Tabla 11. Análisis de varianza para Materia Verde (M .V) a los 90 días.....	37
Tabla 12. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para Testigo Vs Resto en la variable rendimiento de materia verde a los 90 días.	38
Tabla 13. Análisis de varianza para Materia Verde (M .V) a los 120 días.....	39
Tabla 14. Análisis de varianza para Materia Verde (M .V) a los 150 días.....	40
Tabla 15. Análisis de varianza para Materia Seca (M .S) a los 60 días.	42
Tabla 16. Análisis de varianza para Materia Seca (M .S) a los 90 días.	43
Tabla 17. Análisis de varianza para Materia Seca (M .S) a los 120 días.	45
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable materia seca (M.S) Kg/ha.....	46
Tabla 19. Análisis de varianza para la variable % de Nitrógeno Total (NT)	48

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable % de Proteína Total (PT).....	49
Tabla 21. Análisis económico por tratamiento.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor Nutritivo del rye grass	6
---	---

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de unidades experimentales.	62
Anexo 2. Características de cada unidad experimental.	62
Anexo 3. Análisis completo de suelo del área experimental.....	63
Anexo 4. Análisis del porcentaje de Nitrógeno Total del primer corte.....	64
Anexo 5. Análisis del porcentaje de Nitrógeno del segundo corte.....	65
Anexo 6. Análisis del porcentaje de Nitrógeno del tercer corte.....	66
Anexo 7. Análisis del porcentaje de Nitrógeno del cuarto corte.....	67
Anexo 8. Datos registrados de precipitación y temperatura durante los meses de Julio - Diciembre del año 2016. INAMHI.....	70
Anexo 9. Documentación de fotografías.	71

TÍTULO: “EFECTO DE LA ZEOLITA EN LA PRODUCCIÓN DE RYE GRASS ANUAL (*Lolium multiflorum*), EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA – PROVINCIA DE PICHINCHA”

Autor: Martha Lizeth Guacán Farinango

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Miguel Aragón Esparza. M.Sc.

Año: 2017

RESUMEN

En el cantón Cayambe, se realizó un estudio “Efecto de la zeolita en la producción de rye grass anual (*Lolium multiflorum*), en la comunidad de Paquiestancia –Provincia de Pichincha”, los objetivos fueron: 1) Comparar el comportamiento agronómico; 2) Determinar el rendimiento de materia verde y seca por corte; 3) Realizar un análisis económico. La investigación estuvo conformada por siete tratamientos y tres repeticiones con un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) bajo un arreglo factorial AxB +1, cada unidad experimental tuvo un área de 16m². Para la obtención de resultados se efectuó el análisis de varianza (ADEVA). Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%. En el análisis económico se utilizó la metodología del beneficio/costo. No se registraron diferencias significativas en las variables agronómicas, en el rendimiento de materia verde a los 90 días, hubo una diferencia significativa en el tratamiento testigo T7(300kg/ha N, sin zeolita) vs el resto de tratamientos, obteniendo el mayor rendimiento el T7. Así mismo en el rendimiento de materia seca kg/ha a los 90 días, se observó una interacción entre los niveles de zeolita y las dosis de nitrógeno, al comparar la mezcla (150kg de zeolita + 24kg de nitrógeno) y (100kg de zeolita + 27kg de nitrógeno), se obtuvieron rendimientos similares, indicando que utilizar zeolita aumenta la eficiencia del fertilizante. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de Proteína Total. Finalmente se determinó que hubo un mejor beneficio económico con el T7(300kg/ha N, sin zeolita), seguido por los tratamientos T4(1000kg/ha Zeolita+270Kg/ha N), T5(500kg/ha Zeolita+240kg/ha N), T6(500kg/ha Zeolita+270Kg/ha N).

(Palabras claves: optimización de nitrógeno, valor nutritivo del forraje, zeolita).

TITLE: “EFFECT OF ZEOLITE ON THE PRODUCTION OF THE ANNUAL RYE GRASS (*LOLIUM MULTIFLORUM*), IN THE PAQUIESTANCIA COMMUNITY – PROVINCE OF PICHINCHA”

Author: Martha Lizeth Guacán Farinango

Director: Eng. Miguel Aragón Esparza. M.Sc.

Year: 2017

ABSTRACT

This research was done in Cayambe titled “Effect of zeolite on the production of the annual rye grass (*Lolium multiflorum*), in the Paquiestancia community – Province of Pichincha”. The specific objectives were: 1) To compare the agronomic behavior generated by the treatments; 2) To determine the yield of green and dry matter of rye grass from each cutting; 3) Perform an economic analysis for each treatment. The investigation was made up of 7 treatments and 3 repetitions, using a Randomized Complete Blocks experimental design under a factorial arrangement AxB +1. Each experimental unit had an area of 16 square meters. The variance analysis (ADEVA) was performed to analyze the data. Test of 5% Significant Difference for green matter yield in the second cut was used. Cost/benefit analysis was additionally used to evaluate each treatment. There were no significant differences in agronomic behavior variables. About green matter yield at 90 days, there was a significant difference in the control treatment T7 (300 kg/ha Nitrogen, without zeolite) Vs the other treatments, the highest yield was obtained by T7. Also in dry matter yield kg/ha at 90 days, an interaction between zeolite levels and nitrogen doses was observed. When mixture (150kg/ha/application of zeolite + 24kg/ha/application of nitrogen) was applied, values similar values were found to the application (100kg/ha/application of zeolite + 27kg/ha/application of nitrogen). These interactions indicate that when using zeolite, the fertilizer efficiency was improved and similar yields are obtained using less nitrogen. No significant differences were found in the percentage of Total Protein. Economic benefits with T7 (300kg/ha Nitrogen, without zeolite) was obtained, followed by T4 treatments (1000kg/ha Zeolite + 270kg/ha Nitrogen), T5 (500kg/ha Zeolite + 240kg/ha Nitrogen) and T6 (500kg/ha Zeolite + 270Kg/ha Nitrogen).

(Key words: nitrogen optimization, forage nutritive value, zeolite).

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En el Ecuador, la producción de pastizales; utiliza grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados para obtener buenos rendimientos en producción de forraje; el mismo que es aprovechado para la alimentación del ganado. La provincia de Pichincha, es una de las zonas dedicadas a la explotación ganadera, con cerca de 109.804,00 hectáreas de pasto cultivado (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015).

Civeira y Rodriguez (2011), mencionan que con la incorporación de fertilizante más zeolita; se reduce el contenido de amonio y nitrato residuales, en comparación del uso de solo fertilizante nitrogenado, además aumentan los rendimientos en el cultivo de *Zea mays*. Mientras que en otro estudio realizado por Pérez (2014), en el cultivo de *Pennisetum sp.*, el nitrógeno total incrementó sus valores con la aplicación de zeolitas en los tratamientos que se utilizó el 35 y 50% de zeolita, con respecto al fertilizante utilizado. Concluyendo que el uso de zeolitas en la fertilización nitrogenada, permite aumentar la eficiencia de fertilizante y por ende mejorar los rendimientos.

Las zeolitas, son minerales que pueden ayudar a mejorar la fertilización, ya que retiene el nitrógeno amoniacal y ayuda a la descontaminación del ambiente, (Morante Carballo, 2004). Además Millan. G, Agosto. F, Vasquez. M, Botto. L, Lombardi. L y Juan. L (2008), mencionan que; la zeolita es un biofertilizante natural que tiene la capacidad de almacenar, retener partículas y liberarlas lentamente; potenciando así la función de los fertilizantes, también son retenedoras de agua y ayudan a conservar la humedad en las raíces de las plantas.

1.2. Problema

La utilización inadecuada de la fertilización nitrogenada, ha sido considerada como uno de los principales factores que contribuyen al cambio climático a nivel mundial, ya

que al aplicar dosis altas a los cultivos; se puede presentar salinidad en el suelo y contaminación de las aguas subterráneas (Martínez. F, Hernández. A, Ojeda. D, Martínez, & De la O, 2011).

Por lo general, la producción ganadera implica un alto uso de fertilizantes, aplicados después del pastoreo o corte para mantener la producción; pero al mismo tiempo se realiza grandes inversiones en la obtención de los mismos, los cuales no son completamente aprovechados por la planta, debido a que existen pérdidas por lavado, desnitrificación, inmovilización y volatilización (Tecnicoagricola, 2013).

El nitrógeno, es uno de los elementos más volátiles y de mayor requerimiento, según Acosta citado por Perez (2014), en gramíneas se recomienda no exceder los 100kg/ha en una sola aplicación, ya que se corre el riesgo de envenenamiento con nitratos. Sin embargo, mediante un sondeo preliminar que se realizó en la comunidad de Paquiestancia, se pudo apreciar que los ganaderos de la zona tienden a emplear hasta 150kg/ha, debido al desconocimiento que tienen sobre el manejo de la fertilización nitrogenada, por este motivo, es necesario realizar una investigación para determinar el efecto de la zeolita en fertilización con urea en la producción de rye grass anual en la comunidad de Paquiestancia; ya que el inadecuado manejo de estos fertilizantes, se convierte en una limitante productiva; misma que han venido afrontando los ganaderos de la zona.

1.3. Justificación

El desconocimiento de alternativas que ayuden a mantener y mejorar los rendimientos de los pastos, las características de los suelos protegiendo los recursos naturales y el manejo inadecuado de la fertilización nitrogenada en los pastizales, por parte de los ganaderos de la zona, justifica la realización de esta investigación.

Según Luna (2015), el uso de zeolita, es una alternativa para disminuir los impactos negativos de la fertilización química y cubrir los requerimientos de los cultivos, evitando pérdidas. Las zeolitas, al poseer estructuras porosas tienen la capacidad de almacenar,

retener nutrientes y agua, liberándolos lentamente aumentando así la eficiencia de los fertilizantes y reteniendo la humedad en las raíces de las plantas (Pacheco, 2014).

Es necesario realizar estudios sobre el efecto de la zeolita en fertilización con urea en la producción de rye grass anual, para de esta manera mejorar la producción de pastizales, optimizar y proteger los recursos, manteniendo así una sustentabilidad en la producción.

Además, los resultados obtenidos en la investigación benefician a los ganaderos de la comunidad de Paquiestancia, cumpliendo así con el Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir, el cual promueve “Garantizar los derechos de la naturaleza promoviendo la sostenibilidad ambiental territorial y global”.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Evaluar el efecto de la zeolita en la fertilización con urea en la producción de rye grass anual (*Lolium multiflorum*), en la comunidad de Paquiestancia –Pichincha.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

1. Comparar el comportamiento agronómico generado por los tratamientos en estudio.
2. Determinar el rendimiento de materia verde y seca por corte
3. Realizar un análisis económico de cada tratamiento

1.5. Hipótesis

H0: La adición de la zeolita en la fertilización con urea, no incrementa la eficiencia productiva en el cultivo de rye grass anual (*Lolium multiflorum*).

H1: La adición de la zeolita en la fertilización con urea, incrementa la eficiencia productiva en el cultivo de rye grass anual (*Lolium multiflorum*).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cultivo de rye grass

2.1.1. Importancia y origen

El potencial productivo de este cultivo en los Andes Ecuatorianos, puede llegar a ser excelente siempre y cuando se lleve un buen manejo, tiene la ventaja de inicialmente producir mayor cantidad de forraje fresco con respecto a los pastos perennes, además este tipo de rye grass es un componente muy importante dentro del manejo de la zona ganadera, ya que se utiliza para el establecimiento de potreros y renovación de los mismos (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 1993).

Este forraje, se encuentra dentro de las pasturas artificiales introducida al país, posee un gran potencial de producción obteniéndose rendimiento de 20 a 30 toneladas de materia seca por hectárea (Vera, 2004). Heike Vibrans (2009), menciona que esta poacea es originaria del centro y sur de Europa, Noroeste de África y Suroeste de Asia. En el país se encuentra distribuida principalmente en las zonas alto andinas de producción lechera. Según el INEC, (2015) Pichincha es una de las provincias de la sierra con mayor superficie de pastos cultivados.

2.1.2. Morfología

El rye grass al igual que otras poáceas, puede ser identificado por la morfología que se detalla a continuación:

- a) **Inflorescencia.-** es la estructura reproductiva de la planta, es una espiga compuesta que a la vez está formada por espiguillas, que son la base de la inflorescencia y están unidas al eje principal o raquis (Aedo, 1996).

- b) **Tallos.-** Tienen forma cilíndrica con nudos y entrenudos que los envuelven las hojas; son erectos y crecen fuera de la superficie de suelo. Pueden medir desde treinta centímetros a un metro de altura, esto dependiendo de la variedad y el manejo del cultivo (Aedo, 1996).

- c) **Hojas.-** Forman parte de las estructuras vegetativas de la planta, son láminas de venación paralela que pueden medir de seis a veinte centímetros de longitud, están conformadas en la parte inferior por la vaina que envuelve al tallo y en la parte superior por el limbo, poseen un color verdoso brillante (Internacional Code of Botanical Nomenclature, 1999).

- d) **Raíz.-** Es una estructura vegetativa muy ramificada, fibrosa y fasciculada, no presenta rizomas tampoco estolones; su sistema de raíces secundarias es permanente (ICBN, 1999). Se desarrolla en los primeros diez centímetros de profundidad del suelo, la velocidad con la que las raíces se introducen en el suelo, se relaciona directamente con el establecimiento de la pastura (Palomino, 2008).

Dentro de la morfología de la planta del rye grass con fin de utilización como forraje para la alimentación del ganado, existen dos aspectos fundamentales que se señalan a continuación (Palomino, 2008); a) La relación hoja – tallo; b) Las zonas de recuperación.

Cuando la planta florece, alcanza su madurez fisiológica, los entrenudos del tallo se alargan y lignifican, las hojas se vuelven fibrosas perdiéndose la calidad nutritiva, por eso es importante aprovechar el forraje, máximo con un 2% de floración. La zona de recuperación es otro de los aspectos imprescindibles en el manejo del pasto, dichas zonas se encuentran en los dos primeros nudos basales ubicados dentro de los quince centímetros de la superficie del suelo, por tanto se debe evitar que esta parte de la planta se pierda, ya sea por corte o pastoreo, para de esta manera ayudar a la recuperación en las siguientes producciones.

2.1.3. Características agronómicas

Es un pasto de crecimiento erecto y rápido con abundante producción de macollos, sus tallos son cilíndricos con hojas de color verde oscuro. El valor nutricional según el Centro de Investigación Regional del Noreste (2015), es de 15 a 18% de proteína cruda, 70 a 80 % digestible y 2,6 megacalorías de energía metabolizable (Centro de Investigación Regional del Noreste, 2015).

Este tipo de pastura anual tiene un excelente valor nutritivo en su composición química e incide en una buena producción de leche. Aunque la calidad del forraje, varía con la edad de la planta y la fertilidad del suelo, es una alternativa para la ganadería de producción de leche (Durán, 2016). En el cuadro 1, se muestra el valor nutritivo del rye grass, según el estado fenológico, el período en semanas y la variación de proteína y fibra.

Cuadro 1. Valor nutritivo del rye grass, composición química (% MS)

Estado fenológico	Periodo crecimiento semanas	% Proteína	% Fibra
Brotos hojas pequeñas	2-4	18	23
Brotos hojas largas	5-8	13	23
Prefloración	9-10	11	24
Inicio de floración	11-12	10	24

FUENTE: San Martín et al (1980), citado por Gómez & Fernández (2003).

- a) **Ciclo vegetativo:** El rye grass anual tiene un ciclo vegetativo de 1 a 2 años con un intervalo de cosecha para forraje de 30-60 días y 120 días para la producción de semilla, además posee gran capacidad de macollamiento y rebrote, sus hojas son lanceoladas, mide de 30 a 45 cm de largo con 1-1.5cm de ancho. Cuando empiezan el alargamiento de los nudos significa que la planta está alcanzando su madurez e iniciará la floración (INIAP, 2011).
- b) **Características de la semilla y rendimiento:** La semilla es amarillenta, alargada y pajiza puede medir de 6 a 7mm de largo por 1mm de ancho. El peso de 100 semillas varía de 2 a 3.5 gr con un excelente poder germinativo. El rendimiento puede variar

desde 400 a 500kg/ha de semilla, 18 a 20 ton métricas de forraje verde y 3 a 4 ton métricas de materia seca por corte (INIAP, 2011).

Tiene una elevada producción bajo buenas condiciones de fertilización y riego, a la siembra la cantidad de semilla utilizada es de 35 kg/ha; produce entre 2 a 3 toneladas de materia seca por hectárea y por corte; la primera cosecha se realiza a los 60 o 70 días después de la siembra y en las siguientes cosechas los rendimientos son menores a la primera (Roldán & Osorio Diaz, 2003).

c) Manejo de la semilla en la siembra: las semillas de rye grass, al ser muy pequeñas; facilita su distribución en el terreno, pero existen algunas desventajas dependiendo del tipo de siembra empleada, así por ejemplo en la siembra manual al voleo cuando existe presencia de viento, las semillas se puede dispersar y no lograr el cubrimiento deseado existiendo pérdidas de semillas y una mala distribución de las mismas, para evitar esto se puede mezclar la semilla con un agente portador como arena gruesa, paja de arroz o cal agrícola a razón de 3 libras por libra de semilla (Quijano, 2004).

d) Agroecología: la zona de adaptación está dentro de la altitud de 2200 a 3400 msnm, en zonas de praderas andinas y cerca de los páramos. Se adapta bien a suelos con un pH de cinco a siete y buen drenaje (Palomino, 2008).

2.1.4. Manejo agronómico del cultivo

a) Análisis del suelo: El análisis químico del suelo, es una fuente de información esencial en la agricultura; ya que mediante éste se puede conocer las cantidades de nutrientes que serán necesarios para complementar las reservas del suelo y obtener una producción beneficiosa. Algunas de las recomendaciones generales para el muestreo son: no tomar muestras después de la aplicación de agroquímicos o abonos orgánicos, tener en cuenta la profundidad y lugar de donde se va a tomar la muestra dependiendo del cultivo a establecerse, la muestra deberá ser enviada al laboratorio lo más pronto para evitar cambios en el pH del suelo por acción microbiana. De igual manera se debe

tomar muestras por separado según la topografía del suelo y utilizando las herramientas adecuadas (Múnera, 2012).

- b) Preparación del terreno:** Según el INIAP (2014), se puede realizar de forma manual o mecánica. La preparación del suelo sirve para lograr obtener una buena germinación de la semilla.

Mecánica.- en la preparación mecánica el tractor pasa el arado de discos a una profundidad de hasta treinta centímetros de profundidad, dependiendo las condiciones del terreno, textura, presencia de malezas, raíces o piedras. Luego de esta labor se realiza el rastrado de manera que el suelo quede uniforme y sin terrones prominentes (Córdoba, 2010).

Manual.- En algunas zonas andinas del país en terrenos de superficies pequeñas y de difícil accesibilidad de maquinaria; los agricultores hacen la preparación del terreno de forma manual utilizando azadones y rastrillos. Esta labor se hace a una profundidad de hasta 20 centímetros, se desfonda el suelo y se logra la nivelación del mismo de tal manera que quede mullido y listo para la siembra (INIAP, 2011).

- c) Siembra:** Para realizar esta labor, primero se debe hacer la selección de una semilla de calidad y adaptabilidad de acuerdo a la zona que se establecerá el cultivo. Por lo general, las semillas del rye grass son muy pequeñas y no es recomendable utilizar aperos agrícolas pesados para el tapado, ya que las semillas quedarán profundamente enterradas, lo recomendable es hacerlo con ramas o herramientas livianas (Palomino, 2008).

Sistemas de siembra: Existen dos sistemas de siembra manual y mecanizado.

Siembra manual al voleo, es el sistema más tradicional su distribución es dispersa, requiere mayor cantidad de semilla y no tiene un establecimiento uniforme (Franco, Calero, & Durán , 2007).

Siembra con máquina al voleo consiste en distribuir la semilla con una máquina voleadora centrífuga, este método tiene la desventaja de que quedan espacios sin sembrar y es necesario hacer una resiembra, calculando adicionalmente el 20% de la semilla utilizada (INIAP, 2011).

2.1.5. Requerimientos nutricionales

El rye grass es un gramínea por lo tanto requiere de altos niveles de nitrógeno (N) y fósforo (P) para su crecimiento, desarrollo y producción.

a) Fertilización en la siembra

El INIAP (2011), sugiere que para el establecimiento de pasturas, se debe aplicar los fertilizantes antes o simultáneamente con la siembra, ya que las plantas absorben los nutrientes al poco tiempo de su emergencia, sin embargo, el nitrógeno al ser un nutriente de alta movilidad se debe aplicar de los 30 a 45 días después de la siembra, para lograr un buen establecimiento de la pastura y mejor producción. Todas las aplicaciones de cualquier fuente de fertilizante debe ser incorporado al suelo previo a la interpretación de los resultados de un análisis de suelo.

b) Fertilización de mantenimiento

Para la fertilización de mantenimiento, se basa en los resultados del análisis de suelos, aunque las dosis mas utilizadas son de 100 a 120 kg/ha/año de nitrógeno (N), en aplicaciones fraccionadas después de cada corte o pastoreo (INIAP, 2010).

Muñoz, Coello, Moreno y Cruz (2015), mencionan para el establecimiento de potrero se debe emplear 80 Kg de N y 60 de P por hectárea , distribuyendo el fertilizante al voleo, asi mismo para el mantenimiento de la pastura se empleará 50 kg /ha de nitrógeno después de cada corte o pastoreo y mediante el riego. El aprovechamiento del forraje, ya sea mediante pastoreo o corte debe realizarse cuando este tenga mayor cantidad de proteínas, buena palatabilidad y digestibilidad.

2.1.6. Requerimientos hídricos

Por lo general el pasto necesita treinta y cinco milímetros de precipitación para su germinación, si no hay presencia de lluvias, o a la vez están son muy escasas; el riego se debe realizar máximo cada ocho días, el sistema de riego más utilizado en pastos es el sistema por aspersión, el suelo siempre debe permanecer húmedo en capacidad de campo. Es además importante que exista un buen drenaje para el exceso de agua, mediante los cuales se logra evitar el estrés hídrico y que los fertilizantes se pierdan por percolación o evaporación (Palomino, 2008).

Las plantas pueden sufrir estrés hídrico por escasez de agua y también por abundancia de ella, según De Cires Segura (2010), el exceso de agua produce encharcamientos, la falta de oxígeno produce daños a las raíces y tallos, además los organismos anaerobios producen sustancias tóxicas para las planta en altas concentraciones.

2.2. Nitrógeno (N)

El nitrógeno, es la base de la nutrición de las plantas y uno de los componentes más importantes, sin nitrógeno la planta no puede elaborar los materiales de reserva que alimentan a los órganos de crecimiento y desarrollo. Forma parte de los ácidos nucleicos, y la clorofila es fundamental para los procesos de fotosíntesis y crecimiento interviniendo en el desarrollo de nuevos brotes, aumentando el número de hojas por tallos y con ello la biomasa foliar. Una alta concentración de nitrógeno en la planta promueve le crecimiento a través de una mejor utilización de los carbohidratos producidos por fotosíntesis y de una mejor eficiencia en el uso de agua (Bernal J. L., 2005).

2.2.1. Ciclo del nitrógeno

Los principales ingresos al sistema suelo-cultivo en las prácticas agrícolas son: fertilización química, fijación biológica en el suelo y aportes atmosféricos. Los

mecanismos de pérdida son; extracción por los cultivos, lixiviación de nitratos, volatilización de amoníaco y desnitrificación. Los humanos influyen en el ciclo del nitrógeno y pueden sobrecargarlo con la mala utilización de fertilizantes nitrogenados en la fertilización química (Torres, 2008).

- a) **Extracción por los cultivos:** La absorción por los cultivos se estima que fluctúa entre el 0.9 % y 1.4% del N total, lo que significa un promedio de 28.45kg/ha/año (Valverde, 2013).
- b) **Lixiviación de nitratos:** Producido por la carga negativa que impide que los (NO_3) se retengan a la fracción coloidal del suelo, favoreciendo el arrastre por el agua que circula por el suelo. Entre los factores que inciden en la magnitud de las pérdidas están; tipo de suelo, textura, permeabilidad, disponibilidad de nitratos y frecuencia de lluvia (Miliarum.com, 2004).
- c) **Volatilización de amonio:** Estas pérdidas se ocasionan por la incorporación de fertilizantes amoniacales en suelos alcalinos, que mediante la reacción con agua e hidróxido se libera amoníaco libre y agua, se pueden prevenir aplicando fertilizante nitrogenado (Valverde, 2013).
- d) **Fijación:** El 78% del aire es nitrógeno gaseoso N_2 el cual puede ser convertido a formas disponibles para la planta por; fijación de microorganismos simbióticos o del suelo, como óxidos de nitrógeno por descargas eléctricas atmosféricas y fijación por la producción de fertilizantes nitrogenados sintéticos (Valverde, 2013).
- e) **Nitrificación:** Actúan microorganismos en presencia de oxígeno, donde se formará nitratos e hidrógeno lo que da como resultado la acidificación del suelo (Valverde, 2013).
- f) **Amonificación:** Las aminas y aminoácidos son atacados por bacterias, hongos, actinomicetos aerobios y anaerobios, los cuales son capaces de liberar de NH_4^+ , el cual puede ser convertido a nitritos y nitratos por el proceso de nitrificación, o puede

ser absorbido directamente por las plantas o también utilizado por otros microorganismo (Valverde, 2013).

- g) Desnitrificación:** es la reducción de los nitratos NO_3 a nitrógeno gaseoso (N_2) y de amonio (NH_4) a amoníaco (NH_3), éste proceso se debe a que en condiciones de mucha humedad, en el suelo la falta de oxígeno obliga a ciertos microorganismos a emplear nitrato en vez de oxígeno en su respiración (CICEANA, 2009).

2.2.2. Fertilizante nitrogenados

Los fertilizantes nitrogenados, se clasifican según su origen en orgánicos e inorgánicos.

a) Fertilizantes orgánicos nitrogenados

Las fuentes nitrogenadas orgánicas, eran muy aplicadas a los cultivos antes de la aparición de los fertilizantes sintéticos y actualmente son la base de la fertilización orgánica, se caracteriza por tener bajos contenidos de nitrógeno en su composición, la mayoría no son solubles en agua y su liberación es más lenta, sin embargo al presentarse las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, su proceso se acelera convirtiéndose en nitratos fácilmente asimilables para las plantas (Perdomo, Barbazán, & Durán, 2006).

b) Fertilizantes inorgánicos nitrogenados

Los fertilizantes sintéticos o inorgánicos, comenzaron a producirse y distribuirse después de la Segunda Guerra Mundial, ya que las plantas que fueron construidas con fines bélicos se utilizaron para producir fertilizantes.

La mayoría de los fertilizante inorgánicos se derivan del amoníaco, el cual es obtenido por la síntesis de hidrógeno y nitrógeno gaseosos, dentro de las fuentes nitrogenadas existen dos grandes grupos las amoniacales y las nítricas (Perdomo, Barbazán, & Durán, 2006).

1b) Fuentes amoniacales.- Son usadas en cultivos inundados como el arroz, ya que si se utilizan las nítricas existiría una masiva pérdida por desnitrificación, son más baratas y tienden a acidificar el suelo.

La urea es una de las fuentes amoniacales más utilizadas, contiene el 46% de nitrógeno. Los fertilizantes amoniacales generan acidez al suelo ya que al nitrificarse liberan hidrógeno H^+ , la magnitud de este efecto depende de factores como el tipo de suelo, textura, pH del suelo, dosis aplicada, frecuencia de aplicación entre otros.

2b) Fuentes nítricas.- se utilizan para la producción intensiva, no son fuentes de acidez, so más costosas y se utilizan en su mayoría en sistemas de producción de tomate bajo invernadero, tabaco y cítricos.

2.2.3. La urea en el suelo

La urea es uno de los fertilizantes más concentrados de nitrógeno (46%) y normalmente el más económico en el mercado, es muy soluble es clasificada como fuente amoniacal y tiende a acidificar el suelo, la velocidad de hidrólisis de la urea depende de varios factores como son; temperatura, humedad, contenido de materia orgánica, pH inicial del suelo, tipo de suelo y concentración de enzima ureasa (Bernal C. S., 2010).

2.2.4. Perjuicios de fertilización nitrogenada

Las prácticas tradicionales de fertilización aplicadas a los potreros más la utilización de maquinaria, productos químicos para fertilización y control de plagas, unidas a los agentes meteorológicos causan erosión y contaminación del suelo (Luna, 2015). La contaminación con fertilización, se produce cuando es utilizada en mayor cantidad de lo que los cultivos absorben o cuando se eliminan por acción del agua o viento. De la superficie del suelos estos excesos de nitrógeno, se infiltran en las aguas subterráneas o corrientes de agua como lagos, ríos, estanques y acequias. De ésta manera la agricultura está afectando a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra,

salinización, exceso de extracción de agua y reducción de la diversidad genética (Gonzales, 2011).

Las aguas con altas concentraciones de nitratos producen un tipo de algas que consumen oxígeno e impiden el desarrollo de la fauna, también los gases que emiten los cultivos con índices de nitrógeno elevado favorecen al calentamiento global de la tierra y provocan problemas respiratorios (Universia.net, 2006). Los sistemas agrarios no son únicamente explotaciones con fines económicos sino que son una parte más del medio ambiente, aunque sería complicado cambiar los hábitos agrícolas merece la pena intentarlo (Quemada, 2006).

2.3. Zeolitas

Definición.- se deriva de dos palabras griegas zeo = que ebulle, lithos =piedra, la palabra zeolita fue utilizada para nombrar a una familia de minerales naturales, los cuales presentaban propiedades como el intercambio de iones y la desorción reversible de agua. Es considerada un alúmino-silicato que posee un esqueleto estructural, conteniendo huecos ocupados por iones y moléculas de agua en considerable movimiento; que permite el intercambio iónico y la deshidratación reversible (Agosto, 2012) .

La zeolita, es un mineral aluminosilicatado cuyas propiedades químicas incluyen el intercambio de iones, adsorción o deshidratación y rehidratación. Además actúa como una esponja que absorbe los nutrientes que están expuestos a lixiviación, amonificación y volatilización, mejorando el aprovechamiento de los fertilizantes por los cultivos (Haro citado por Suin, 2014).

Una de las zeolitas más abundantes, es la clinoptilolita, la cual tiene la capacidad de retener y liberar lentamente los iones amonio NH_4 en la red de canales que forman su estructura cristalina, reduciendo la oxidación ayudando a reducir las pérdidas de fertilizante (Millan *et al*, 2008).

2.3.1. Características de la clinoptilolita y caracterización fisicoquímica

La clinoptilolita, pertenece a la familia de las heulanditas dentro del grupo de las zeolitas, entre las características principales están (Haro citado por Pacheco, 2014).

- Se encuentra en las vesículas de rocas volcánicas tales como balsatos, rhyolitas y andesitas.
- Tiene una capacidad de intercambio catiónico entre 100 -300 meq/100gr.
- Retiene amonio (NH_4) en sus estructurales, previniendo la oxidación.
- Ayuda a reducir las pérdidas de fertilizante amoniacal.
- Tiene gran capacidad de espacio dentro del poro y resiste a condiciones extremas de temperatura.
- Es una de las zeolitas más útiles, se utiliza como tamiz químico y estructura básica es químicamente neutral.
- Absorbe fácilmente amoníaco, gases tóxicos del agua y aire, se utiliza en filtros por salud y para el retiro del olor.

Caracterización fisicoquímica de la clinoptilolita

Este tipo de zeolita contiene porcentajes de compuestos como: (Millan *et al*, 2008).

Anhídrido silícico (SiO_2): 62,70 %

Óxido Aluminico: (Al_2O_3): 12,50%

Óxido férrico (Fe_2O_3): 0,60%

Óxido magnésico (MgO): 0,40%

Óxido sódico (Na_2O): 6,40%

Óxido manganeso (MnO): 0,01%

Óxido potásico (K_2O): 1,20%

Anhídrido fosfórico (P_2O_5): 0,03%

2.3.2. Uso de las zeolita en la agronomía

En el campo agronómico, el uso de las zeolitas ha estado destinado a la mitigación de los resultados adversos de la fertilización y optimización de los recursos económicos, siendo la fertilización nitrogenada la que se toma mayor atención, ya que se ha demostrado que interviene en la contaminación de aguas superficiales (Agosto, 2012).

En el ámbito pecuario, se utiliza en los corrales de desechos puesto que elimina el nitrógeno amoniacal de la fase líquida y conserva el nitrógeno de forma sólida aumentando el valor del abono fertilizante, además debido a su capacidad de intercambio iónico y retención de agua es utilizada como remediador de suelos. La selectividad que tiene con el amonio la clinoptilolita, ha sido explotada en la preparación de fertilizantes químicos, que tienden a mejorar el poder de captación del nitrógeno del suelo para aumentar las capacidades de intercambio iónico y ayudar a un desprendimiento más lento de los iones de amonio de estructura de la zeolita (Morante Carballo, 2004).

2.3.3. Fertilización con zeolita

En la investigación realizada por Luna (2015), se obtuvieron mejores rendimientos en materia verde al aplicar 450kg/ha de zeolita en el cultivo asociado alfalfa-rye grass, además se logró un mejor beneficio costo. Así mismo en un estudio realizado en una mezcla forrajera (*Lolium perenne*, *lolium multiflorum*, *trifolium pratense* y *trifolium repens*) por Suin (2014), se obtuvo una mayor concentración de nitrógeno en el suelo en los tratamientos que se utilizó zeolita, evitando la lixiviación y posible contaminación de suelo, agua y atmósfera, reduciendo los efectos negativos de la inadecuada utilización de abonos orgánicos, además se obtuvieron mejores resultados en aspectos como producción de materia verde y seca con la dosis de zeolita 1500/kg/año.

Millan *et al* (2008), se obtuvo un mayor rendimiento en materia seca en los tratamientos con la aplicación de dosis de Clinoptilolita en el cultivo de *Lolium multiflorum*, además se obtuvo rendimientos similares que con la aplicación de urea en dosis mayores. En las condiciones que se realizó el ensayo con un suelo mantenido a 80%

de capacidad de campo y sin percolación las pérdidas por volatilización de NH_3 serían bajas y no se producirían pérdidas por lixiviación de NO_3 , por lo cual se le atribuye el rendimiento de materia seca a la capacidad de retención de NH_4 y lenta liberación que poseen las clinoptilolitas en la solución del suelo. Así mismo en un estudio realizado por (Espinosa, Veracruz, & Valdés , 2011), la aplicación de zeolita incrementó el rendimiento del grano de frijón en un 51% y los parámetros químicos en el suelo en comparación con los tratamientos sin zeolita, incremento el contenido de compuestos de fósforo, potasio y materia orgánica.

Vásquez y Meneses (2010), indican que existen resultados estadísticamente significativos al utilizar zeolita en mezcla con urea en comparación al tratamiento que se utilizó solo urea, en el cultivo de *Zea mays*; los resultados mostraron que se redujeron las cantidades de fertilizantes aplicados, sin afectar los rendimientos en el cultivo de maíz, además indican que hay mayor posibilidad de reducir la contaminación de ríos, laguna y otros cuerpos de agua, llegando a producir dentro de la agricultura sustentable con el medio ambiente.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Materiales

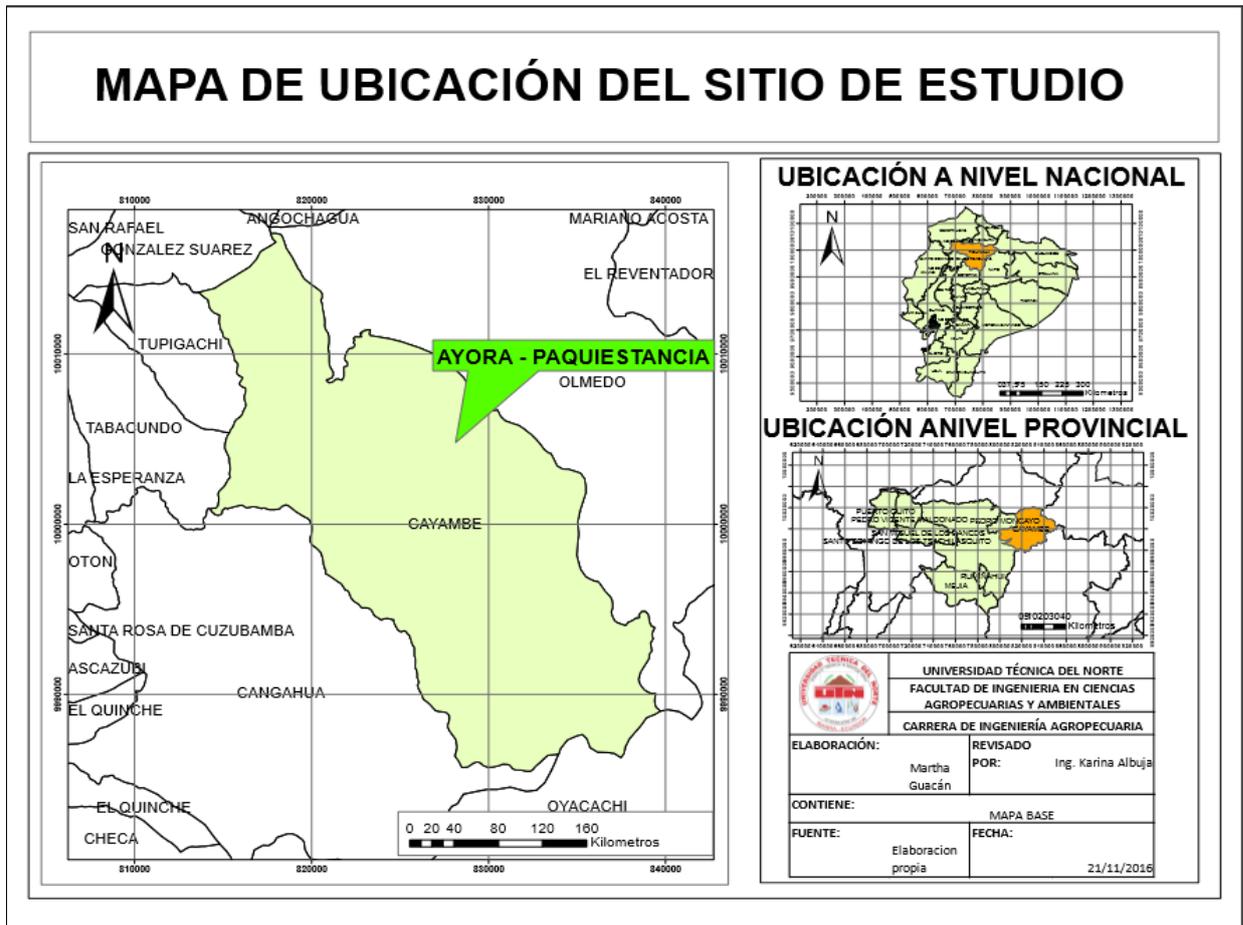
Los materiales empleados en la presente investigación están descritos a continuación:

3.1.1. Caracterización del área del estudio.

3.1.1.1. Ubicación geográfica

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Cayambe
Parroquia:	Ayora
Comunidad:	Paquiestancia
Sector:	San Vicente
Altitud:	3000 m.s.n.m.
Coordenadas en:	X: 821785 Y: 10007009

Figura 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.2. Características climáticas

Temperatura media anual : 11,6 °C

Temperatura mínima: 10 °C

Temperatura máxima: 12 °C

Precipitación media anual: 900 mm

Humedad relativa: 75%.

FUENTE: (Gobierno Autónomo descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe, 2015).

3.2. Herramientas, equipos e insumos

3.2.1. Herramientas

- Herramientas de campo (balde, azadón, pala recta, rastrillo, hoz, estacas, piola, cinta métrica, flexómetro, fundas plásticas y saquillos).
- Herramientas de oficina (Libreta de campo, esfero, cinta adhesiva entre otros)

3.2.2. Equipos

- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Balanza digital
- Equipos para riego por aspersión (mangueras, acoples y aspersor).

3.2.3. Insumos

- Semilla de rye grass anual (Variedad Lonestar)
- Arena gruesa
- Superfosfato triple (46 % P)
- Muriato de Potasio (60 % K)
- Urea granulada comercial (46% N)
- Zeolita granulada (clinoptilolita)

3.3. Métodos

3.3.1. Factores en estudio

Zeolita en la fertilización con urea

- **Factor A:** Tres dosis de Zeolita (Z)
- **Factor B:** Dos niveles de Nitrógeno (N)

3.3.2. Tratamientos

Los tratamientos evaluados se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos

No	Código	Descripción kg/ha/año	%Nitrógeno (kg/ha/año)
1	Z1N1	1500kg/ha de zeolita	+ 90 (270kg/ha)
2	Z2N2	1500kg/ha de zeolita	+ 80 (240kg/ha)
3	Z3N1	1000kg/ha de zeolita	+ 90 (270kg/ha)
4	Z1N2	1000kg/ha de zeolita	+ 80 (240kg/ha)
5	Z2N1	500kg/ha de zeolita	+ 90 (270kg/ha)
6	Z3N2	500kg/ha de zeolita	+ 80 (240kg/ha)
7	Testigo	0 Kg/ha zeolita	+ 100 (300kg/ha)

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla 2, se detallan los niveles de zeolita y las dosis de nitrógeno aplicadas según los tratamientos evaluados en la fase experimental, los valores están expresados en kg/ha/año y kg/ha/aplicación. Se indica también el tratamiento testigo el cual, no tuvo aplicación de zeolita, pero se aplicó la cantidad de nitrógeno recomendada según el análisis del suelo.

Tabla 2. Niveles de zeolita y dosis de nitrógeno aplicadas en kg/ha

Niveles de zeolita	Kg/ha/año	Kg/ha/ aplicación
Z1	1500	150
Z2	1000	100
Z3	500	50
Dosis de nitrógeno		
N1 (90%)	270	27
N2 (80%)	240	24
Testigo(sin zeolita) (100%)	300	30

FUENTE: Elaboración propia.

3.3.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial AxB+1.

3.3.4. Características del experimento

Tratamientos: 7

Repeticiones: 3

Total de unidades experimentales: 21

Características de la unidad experimental: Parcela de 16m²

Distancia entre unidades experimentales: 0,50m

Área total de unidades experimentales: 336 m²

3.3.5. Análisis estadístico

En el Tabla 3, se detalla el análisis de varianza

Tabla 3. Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	20
Repeticiones	2
Tratamientos	6
F.A (Z)	2
F.B (N)	1
Interaccion (ZxN)	2
Testigo VS resto	1
Error experimental	12
CV	%

FUENTE: Elaboración propia.

3.3.6. Análisis funcional

Se utilizó la prueba de DMS para los grados de significancia.

3.3.7. Variables evaluadas

- Altura de planta cm
- Macollamiento (número de tallos)
- Número de hojas por tallo
- Rendimiento de materia verde por corte kg
- Rendimiento de materia seca por corte kg
- Análisis de nitrógeno total del forraje
- Cálculo de proteína total del forraje
- Análisis beneficio/costo

3.4. Manejo específico del experimento

3.4.1. Selección del terreno

Para la selección del terreno, se tomó en cuenta aspectos como: la presencia de agua de riego y vías de acceso, el área experimental total fue de 495m², la cual fue cercada con alambre de púas para evitar la entrada de animales y personas extrañas a la investigación.

3.4.2. Toma de muestras del suelo

El muestreo del suelo, se realizó según la metodología recomendada por (INIAP, 2011), se tomaron 10 submuestras de toda el área experimental, con una pala recta a una profundidad de 15cm en el suelo, se mezcló las submuestras en un balde y se tomó una muestra de 1kg en una funda plástica, la cual se envió al laboratorio del INIAP para un análisis completo.

3.4.3. Características del suelo

Según el (GADIP Cayambe, 2015), la mayoría de suelos de éste sector; pertenecen al grupo de los mollisoles y de textura Franco-arcillosa. Los resultados del análisis de suelo mostraron un pH ligeramente ácido con 6,47 y con un alto contenido de materia orgánica

3.4.4. Preparación del terreno

A los 5 días de la toma de muestras se realizó la preparación del terreno con una pasada de arado y dos de rastra, luego se procedió a limpiar las malezas y nivelar el terreno con la ayuda de un rastrillo.

3.4.5. Delimitación de parcelas experimentales

Se delimitó las parcelas de cada unidad experimental, identificándolas con su respectivo tratamiento y repetición. El total del área experimental fue de 495m² y cada unidad experimental tuvo una superficie de 16m², con caminos de 0,50 m entre parcelas y 1m de distancia con respecto al cerramiento de toda la parcela experimental. Cada unidad experimental tuvo divisiones de 1m² las cuales fueron señaladas con estacas y piolas para facilitar la toma de datos, tomando en cuenta el efecto borde, la parcela neta tuvo una superficie de 4m² (Anexo 1 y 2).

3.4.6. Siembra

Para la siembra, se utilizó semilla comercial de rye grass anual (variedad Lonestar), se procedió a hacer una mezcla homogénea de semilla más arena gruesa en proporción 1:3, por cada gramo de semilla tres gramos de arena, con el fin de lograr una mejor uniformidad en la siembra. La cantidad de semilla de rye grass utilizada fue en relación a 45.5 kg/ha, por tanto en cada unidad experimental de 16m² se sembró la cantidad de 72,8gr más la arena en las proporciones indicadas anteriormente. La siembra se realizó de forma

manual al voleo y se tapó con ramas a una profundidad de 2cm utilizando la misma metodología de la (FAO, 1999).

3.4.7. Riego

El sistema de riego utilizado, fue por aspersión y dependiendo de las condiciones climáticas, la humedad visual y la capacidad de campo del suelo, se realizó una vez por semana a partir de la siembra. Se utilizó una manguera de 5mm de diámetro y 20m de largo más un aspersor giratorio. Para apreciar de una forma sencilla la capacidad de campo, se empleó el método del tacto, que consiste en tomar un puñado de tierra en la mano y presionar firmemente, al soltar el puñado si se nota un contorno de humedad en la mano, el suelo está en capacidad de campo y con la humedad suficiente, pero si no forma este contorno se necesita un riego inmediato (Martin, 2010).

3.4.8. Fertilización

Los resultados del análisis de suelo, mostraron niveles altos de nitrógeno, fósforo y potasio (Anexo 3). En la tabla 3, se muestra la interpretación del análisis de suelo y las recomendaciones de fertilización.

Tabla 4. Interpretación y recomendación de fertilización

ELEMENTO	INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELO	RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN
N (NITRÓGENO)	ALTO	60KG/HA
P (FÓSFORO)	ALTO	40KG/HA
K (POTASIO)	ALTO	40KG/HA

Fuente. Elaboración propia

Nota: Según el INIAP (2010), el nitrógeno debe ser aplicado cada dos cortes o pastoreos. En base a la recomendación, para la investigación se realizó un fraccionamiento de la fertilización con N de (60kg/ha) a la dosis de 30kg/ha/aplicación. Además (Durán, 2016), recomiendan aplicar de 30 a 50kg/ha/aplicación de Nitrógeno, y de 40 a 80 kg/ha/año de fosforo y potasio. Las cuales son dosis similares utilizadas en la investigación.

Fertilización en la siembra:

Para la fertilización en la siembra, se tomó en cuenta los datos de la Tabla 4, aplicándose al voleo una mezcla de 66kg/ha de super fosfato triple como fuente de fósforo (P); y 86 kg/ha de muriato de potasio (K) al suelo, un día antes de la siembra y se tapó el fertilizante con un rastrillo (Tabla 5).

Tabla 5. Fertilización en la siembra

Fertilización en la siembra		
Fertilizante	Cantidad kg/ha	Cantidad gr/parcela (16m ²)
Muriato de potasio (K)	86	137gr
Super Fosfato triple (P)	66	195gr

Fuente: Elaboración propia

Fertilización a los 30 días y después del corte:

A los 30 días después de la siembra, se realizó la primera aplicación de los tratamientos con las cantidades de nitrógeno y zeolita. Las posteriores aplicaciones se realizaron a los cinco días después del primero, segundo y tercer corte con las cantidades que se detallan en la tabla 6. El primer corte se realizó a los 60 días, el segundo a los 90 días, el tercero a los 120 días y el cuarto corte a los 150 días posteriores a la siembra.

Tabla 6. Fertilización de tratamientos cantidades por parcela (16m²)

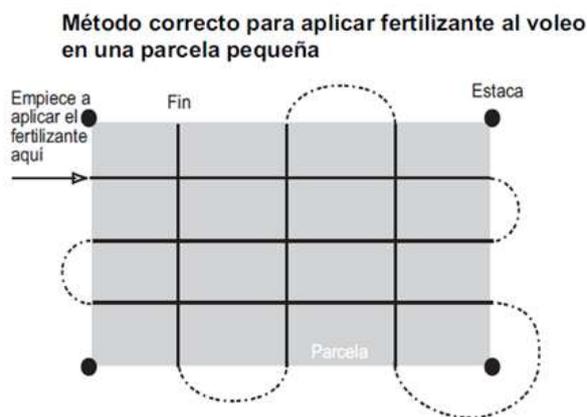
CUADRO DE FERTILIZACIÓN CON UREA MAS ZEOLITA (gr/parcela/aplicación)										
TRATAMIENTOS	APLICACIONES								Total	
	1era (30 días)		2da (65 días)		3ra (95 días)		4ta (125 días)		Zeolita	Urea
	zeolita	urea	Zeolita	Urea	Zeolita	urea	zeolita	urea		
T1	240gr	+ 92gr	240gr	+ 92gr	240gr	+ 92gr	240gr	+ 92gr	960gr	368gr
T2	240gr	+ 83g	240gr	+ 83g	240gr	+ 83g	240gr	+ 83g	940gr	332gr
T3	160gr	+ 92gr	160gr	+ 92gr	160gr	+ 92gr	160gr	+ 92gr	640gr	368gr
T4	160gr	+ 83gr	160gr	+ 83gr	160gr	+ 83gr	160gr	+ 83gr	640gr	332gr
T5	80gr	+ 92gr	80gr	+ 92gr	80gr	+ 92gr	80gr	+ 92gr	320gr	368gr
T6	80gr	+ 83gr	80gr	+ 83gr	80gr	+ 83gr	80gr	+ 83gr	320gr	332gr
T7	0kg	+ 104kg	0kg	+ 104kg	0kg	+ 104kg	0kg	+ 104kg	0gr	416gr

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6, se muestran las cantidades de zeolita y urea en gramos utilizadas por parcela y tratamiento; para realizar las aplicaciones, se tomó en cuenta que en un año se realizan 10 cortes y se dividió los kg/ha/año de cada tratamiento para diez y el resultado se calculó para los 16 metros cuadrados que tiene cada unidad experimental.

Para la distribución de la fertilización, se utilizó la metodología recomendada por la (FAO, 1999), mediante la cual se logra una distribución más uniforme en parcelas de investigación de tamaño reducido, con puñados de la mezcla se distribuye el fertilizante según indica la Figura 2.

Figura 2. Método correcto de aplicar fertilizante al voleo en una parcela pequeña



Fuente: FAO, 1999.

3.4.9. Forma de aplicación de urea y zeolita

Mezcla de urea con zeolita y fertilización: La mezcla de la zeolita más urea granulada se realizó de forma manual, como una mezcla física y se aplicó al voleo al cultivo previamente regado. Se empleó las cantidades de zeolita y nitrógeno en cada unidad experimental; dividiendo los kg/ha/año para 10, el cual es el promedio de número de cortes al año del rye gras anual. Para la distribución del fertilizante se utilizó la metodología de la FAO (1999).

Se realizaron cuatro aplicaciones de urea y zeolita a cada unidad experimental. En cada aplicación se utilizaron las cantidades de zeolita y urea, que se detallan en al Tabla 6.

La primera fertilización de la mezcla de zeolita más urea, se realizó a los 30 días después de la siembra.

Segunda, tercera y cuarta aplicación: Para las siguientes fertilizaciones, se procedió a cortar el forraje y a los cinco días de esta actividad se aplicó las cantidades de urea y zeolita, de acuerdo a cada tratamiento. Dependiendo de las condiciones climáticas, se regó todas las parcelas antes de la fertilización.

3.4.10. Metodología de recolección de datos

3.4.10.1. Recolección de datos antes del corte

- *Altura de planta:* se tomó datos de la altura de planta antes del corte, cuando visualmente se observó el alargamiento de los entrenudos del tallos y la aparición de los primeros granos lechosos en las espigas de las yemas terminales de planta antes de la floración, según la metodología recomendada por INTA, (2004) se tomó tres plantas al azar de cada metro cuadrado de la parcela neta y con la ayuda de un flexómetro, se midió la altura en centímetros (cm) desde la base del tallo hasta la punta de la hoja más larga.
- *Macollamiento (número de tallos):* se tomó los datos para esta variable de las mismas plantas que se mide la variable altura, contando el número de tallos de cada planta seleccionada en cada metro cuadrado.
- *Número de hojas por tallo:* en las plantas seleccionadas para la recolección de datos de las anteriores variables. Empezando por la base del tallo, hasta la última hoja de la yema terminal se procedió a contar el número de hojas por cada tallo.

3.4.10.2. *Recolección de datos después del corte*

- *Rendimiento de materia verde:* se realizó el corte del forraje de cada unidad experimental con la ayuda de una hoz y a una altura de 5cm de la superficie del suelo, luego se procedió a colocar en una funda plástica el forraje cortado de cada metro cuadrado de la parcela neta (4 m²), inmediatamente se pesó en una balanza digital y su resultado con los debidos cálculos fue expresado en kg/ha (INTA, 2004).
- *Rendimiento de materia seca:* se utilizó el forraje verde cortado de la parcela neta, se mezcló y utilizando la metodología de (Batteman, 1970 citado por De la Rosa, Martinez, & Argamenteria, 2002), se fraccionó por cuartos la mezcla total, lo cual consiste en distribuir la muestras total sobre una superficie limpia y dividirla en cuartos, los cuartos opuesto diagonalmente se desechan y los restantes se mezclan, se repite la acción hasta que se obtiene la cantidad d de 100gr, se realizó la identificación de la muestra con el tratamiento y repetición de cada parcela, luego el material vegetal fue colocado en fundas plásticas.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio, donde se realizó dos lavados: uno con agua de la llave y el otro con agua destilada para eliminar impurezas, luego se procedió a escurrir y secar al aire libre el forraje lavado por 12 horas. Una vez seco se colocó en fundas de papel y posteriormente se llevó a las estufas para el secado. La temperatura de secado utilizada, fue la recomendada por De la Rosa, Martinez, y Argamenteria (2002), que consiste en eliminar la humedad del forraje mediante el calor, en una estufa de secado a 70°C por 24 horas con peso constante, después de 24 horas se procedió a pesar el forraje y se colocó nuevamente a la estufa, 6 horas después se pesó nuevamente y se repitió el proceso, hasta que los pesos sean constantes, los datos obtenido fueron expresados en kg/ha.

- *Análisis de nitrógeno total:* Se tomó muestras de cada unidad experimental, se realizó el mismo procedimiento de fraccionamiento por cuartos, hasta lograr la cantidad de 100gr de tejido vegetal, cuya cantidad fue enviada al laboratorio del

INIAP para sus análisis respectivos, el resultado fue expresado en porcentaje de nitrógeno total.

- *Cálculo de proteína total:* Con el resultado del porcentaje del nitrógeno total, se calculó el porcentaje de proteína total utilizando la fórmula mencionada por De Gracia (2011), quien relaciona con el hecho de que la proteína tiene un 16% de nitrógeno y el factor 6,25 se obtiene de la relación 100/16. Los resultados fueron expresados en porcentaje de proteína total.

Formula: % Proteína Total = % de Nitrógeno Total * 6,25

- *Análisis económico:* se determinó en relación a los costos del manejo del cultivo, las dosis y cantidades de fertilizante y zeolita utilizados en cada tratamiento, mano de obra fertilización con urea y zeolita, riego y rendimiento de producción en kg/ha de materia seca de cada tratamiento. Expresando los resultados en el costo por cada kilogramo de materia seca de cada tratamiento empleado.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las variables evaluadas se detallan a continuación

4.1. Altura de planta en cm

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Análisis de varianza para altura de planta (cm).

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	62,96	20				
Repeticiones	4,61	2	2,306	0,80 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	23,59	6	3,932	1,36 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	4,46	2	2,232	0,77 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	4,72	1	4,723	1,63 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	14,04	2	7,019	2,42 ^{ns}	3,89	6,93
Testigo. Vs El Resto	0,36	1	0,364	0,13 ^{ns}	4,75	9,33
Error	34,76	12	2,897			
C.V.= 7,87 %						
Media= 21,62 cm						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 7), con respecto a altura de planta, muestran que no existen niveles de significancia en ninguno de los componentes. El promedio de altura de planta durante la fase de investigación fue de 21,62 cm, con un coeficiente de variación de 7,87%.

Las dosis de zeolita y niveles de nitrógeno, no causaron efecto en esta variable, pero según la media obtenida, coincide con lo que menciona Percy Chacón (2005), el forraje debe ser cosechado cuando alcance la altura de 20 a 70 centímetros; para aprovechar el contenido de proteína y ayudar en la recuperación del potrero.

La altura de planta encontrada, no concuerda con la obtenida por Vargas (2011), quien al aplicar enmiendas húmicas al cultivo de rye grass, encontró una media de 24,24 cm al realizar dos cortes de evaluación. Incluso Arbito (2011), obtuvo valores superiores de hasta 44,03 cm a los 30 días antes del corte, en la evaluación de la producción de una mezcla forrajera al aplicar abono de gallina y yaramila.

Similares investigaciones indican que en los tratamientos que aplican zeolita, se obtienen mejores rendimientos y desarrollo fisiológico de la planta. Sin embargo, los valores obtenidos en la presente investigación, no coinciden con lo que afirma Bajaña, Quilumbaqui, y Ayala, (2004), quienes obtuvieron diferencias significativas en la variable altura de planta y rendimiento del cultivo de *Zea mays* L., con la utilización del 80 % de urea complementado con zeolita.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (2014), menciona que además de mejorar las condiciones físicas y biológicas de la capa arable; el uso de la zeolita en mezcla con fertilizantes, mejora la capacidad de retención y aprovechamiento de los nutrientes por la planta y el suelo, obteniéndose mejores resultados en cuanto al desarrollo de la planta.

4.2. Macollamiento (Número tallos por planta)

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis de varianza para macollamiento.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	0,22	20				
Repeticiones	0,01	2	0,005	0,35 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	0,03	6	0,005	0,36 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	0,00	2	0,002	0,10 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	0,00	1	0,000	0,00 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	0,03	2	0,014	0,94 ^{ns}	3,89	6,93
Testigo. Vs El Resto	0,00	1	0,001	0,05 ^{ns}	4,75	9,33
Error	0,18	12	0,015			

C.V.= 4,08 %
Media= 7,90

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo.

El análisis de varianza (Tabla 8), muestra que con respecto al número de tallos por planta no existen diferencias significativas en los componentes. El promedio fue de 7,90 tallos por planta, con un coeficiente de variación de 4,08 %.

En la presente investigación, el número de tallos por planta, es menor al valor encontrado por (Cevallos, 2015), quien obtuvo un promedio de 16,49 tallos por planta; al utilizar tres fuentes de fósforo en dos variedades de rye grass en la zona de Cayambe, siendo la variedad Pichincha la que obtuvo mejor macollamiento, además menciona que los resultados se le atribuye a las características genéticas del rye grass por tener un mejor comportamiento agronómico.

Po otro lado Ireta – Moreno J., Zacamo – Velásquez N.Y, Pérez –Dominguéz J.F , Flores –López H.E y Zamora – Días M.R (2015), mencionan que al utilizar el 25% de zeolita con respecto al fertilizante en el cultivo de cebada *Hordeum vulgare* L. se puede obtener similares rendimientos con los tratamientos que se utilizó 100% de nitrógeno, ayudando a reducir el impacto en el suelo sin afectar el rendimiento.

La producción de tallos, está relacionada con el rendimiento del forraje. Sin embargo De Cires Segura, (2010), afirma que el estrés hídrico por exceso o falta de agua, produce falta de oxígeno lo que daña las raíces y tallos de la planta, corroborando el número de macollos, debido a las condiciones climáticas que se presentaron en este período de tiempo.

4.3. Número de hojas por tallo

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9. Análisis de varianza para número de hojas por tallo.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	0,42	20				
Repeticiones	0,01	2	0,004	0,18 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	0,12	6	0,020	0,82 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	0,04	2	0,020	0,82 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	0,01	1	0,005	0,21 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	0,04	2	0,020	0,82 ^{ns}	3,89	6,93
Testigo. Vs El Resto	0,03	1	0,035	1,44 ^{ns}	4,75	9,33
Error	0,29	12	0,024			
C.V.= 5,03%						
Media= 3,10						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo

Al realizar el análisis de varianza (Tabla 9), no se muestra diferencias estadísticas para número de hojas en ninguno de sus componentes. La media obtenida fue de 3,10 hojas por tallo, con un coeficiente de variación de 5,03 %.

López, Balocchi, y Dörner (2011), en su estudio de una mezcla forrajera de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* muestran que en los tratamientos que se realizó el pastoreo con un promedio de 3,5 hojas indiferentemente de las alturas residuales, hubo mayor tasa de crecimiento y calidad de forraje.

Palomino (2008), menciona que mientras llega a la madurez la planta menor es el nivel de proteína por la lignificación que se produce en las hojas y tallos, por eso es mejor aprovechar el forraje con un porcentaje máximo de 2% de floración y 3 a 4 hojas por tallo. Lo que revalida los datos de esta variable donde la media no sobrepasa las 3,10 hojas por tallo, siendo una cuestión de manejo de la pastura para obtener mejores beneficios en cuanto a la calidad de forraje.

Por otro lado Villalobos y Sánchez (2010), indican que para el pastoreo o corte, el número de hojas no debe ser mayor a 3; ya que al aparecer la cuarta hoja la primera se seca y baja la calidad, además limita el rebrote, ya que no se recuperan las reservas de carbohidratos hidrosolubles de la planta.

No se encontraron diferencias significativas en las variables agronómicas, esto se debe a las condiciones climáticas que se presentaron durante de la fase de campo, Kruger, Zilio, y Frolla (2014), mencionan que la temperatura y precipitación son factores que limitan el rendimiento, valores mínimos disminuyen la tasa de crecimiento del cultivo, según datos del INAMHI (Anexo 8), en los meses de julio y Agosto, se registraron bajas precipitaciones y altas temperaturas acompañados de fuertes vientos en la zona de estudio, coincidiendo con la fase crecimiento después de la implantación del cultivo, aunque se dio riego por aspersión la cantidad de agua no suplió las necesidades del cultivo.

4.4. Rendimiento de materia verde por corte (kg/ha)

A continuación se muestran los resultados del rendimiento de materia verde por corte en kg/ha. Cabe mencionar que se realizó cuatro cortes; el primero a los 60 días, el segundo a los 90 días, el tercero a los 120 días y el cuarto a los 150 días posterior a la siembra.

4.4.1. Corte 1. Materia verde (kg/ha) a los 60 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10. Análisis de varianza para Materia Verde (M.V) a los 60 días

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	92736186,31	20				
Repeticiones	3164686,31	2	1582343,155	0,28 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	20727332,14	6	3454555,357	0,60 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	4533952,78	2	2266976,389	0,40 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	2702812,50	1	2702812,500	0,47 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	5371200,00	2	2685600,000	0,47 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	8119366,87	1	8119366,865	1,42 ^{ns}	4,75	9,33
Error	68844167,86	12	5737013,988			
C.V.= 31,19 %						
Media= 7679,40 kg						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 10), indican que no existen diferencias significativas en rendimiento de materia verde a los 60 días, en ninguno de los componentes; lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno en el primer corte. La media obtenida fue de 7679,40 kg/ha con un coeficiente de variación de 31,19 %.

El rendimiento obtenido difiere al indicado por Luna (2015), quien registró 7810,9 kg/ha/corte de forraje verde, al utilizar 450kg/ha de zeolita; siendo la mejor producción en comparación con el testigo (sin uso de zeolita). Pero se muestra inferior al

que menciona Suin Arevalo (2014), en su estudio el cual obtuvo 21667 kg/ha de materia verde en el primer corte a los 52 días, al utilizar la dosis de 1000 kg/ha de zeolita en una mezcla forrajera ya establecida.

Así mismo el rendimiento de materia verde en el primer corte, es inferior al que menciona Velásquez Castellano (2009), quien al evaluar cinco variedades de rye grass bianual en tres localidades; obtuvo 81818 kg/ha en la localidad uno, siendo este el mejor tratamiento.

4.4.2. Corte 2. Materia verde (kg/ha) a los 90 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Análisis de varianza para Materia Verde (M.V) a los 90 días.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	135257120,24	20				
Repeticiones	8578016,67	2	4289008,333	0,94 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	71898857,74	6	11983142,956	2,62 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	654846,53	2	327423,264	0,07 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	3997378,13	1	3997378,125	0,88 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	34537752,08	2	17268876,042	3,78 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	32708881,00	1	32708881,002	7,17*	4,75	9,33
Error	54780245,83	12	4565020,486			
C.V.= 11,80 %						
Media= 18107,98kg						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo

*: significancia al 5%

El análisis de varianza (Tabla 11), indica que existen una diferencia significativa al 5% en el testigo Vs el resto con respecto al rendimiento de materia verde a los 90 días, mientras que no se registran diferencias estadísticas significativas para los demás componentes. La media obtenida fue de 18107,98 kg/ha de materia verde en el segundo corte, con un coeficiente de variación de 11,80%.

Tabla 12. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para Testigo Vs Resto en la variable rendimiento de materia verde a los 90 días.

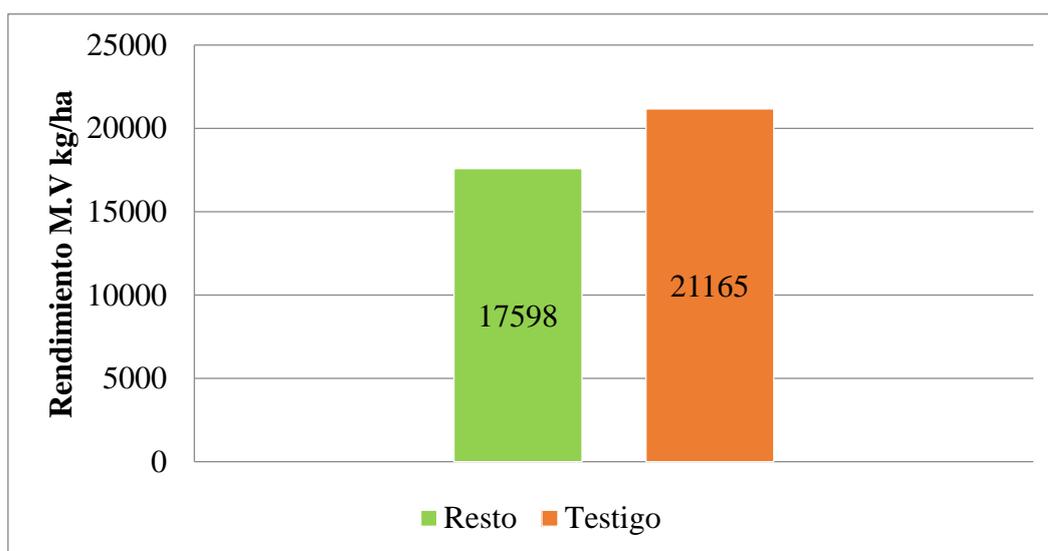
Tratamientos	Promedios kg/ha	Rangos
Resto	17598	B
Testigo	21165	A

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba DMS al 5%.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, se detalla los rendimientos de Materia Verde a los 90 días después de la siembra donde se puede observar los rangos obtenidos en cada componente, formando parte del rango (a) como mejor tratamiento en el segundo corte el tratamiento testigo y el resto de tratamientos se ubican en el rango (b).

Figura 3. Comparación de medias Testigo Vs Resto en el rendimiento de materia verde kg/ha a los 90 días (corte 2).



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de barras (Figura 3), se indican los rendimientos de Materia verde kg/ha a los 90 días, haciendo una comparación entre el testigo y los demás tratamientos. Donde el tratamiento testigo muestra mejor rendimiento con 21165 kg/ha de forraje verde en el segundo corte que el resto de tratamientos con 17598 kg/ha, observándose un incremento de 3567 kg/ha de Materia verde.

A pesar de que el T7, obtuvo el mejor rendimiento en relación los de más tratamientos, estos resultados son inferiores a los encontrados por (Hidalgo Mullo, 2013), que reporta que el mejor rendimiento en segundo corte fue de 21250 kg/ha de materia verde, en su estudio donde evaluó una mezcla forrajera a cuatro niveles de fertilización química. Así mismo Medina (2009), al realizar una evaluación morfoagronómica y nutricional de cinco variedades *Lolium multiflorum*, en lugares representativos de las zonas de leche en las provincia de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo; obtuvo un rendimiento de 62727 kg/ha en el segundo corte en la localidad tres L3, siendo este el mejor rendimiento.

Sin embargo, los valores de rendimiento se muestran superiores a los datos registrados por Vargas Velasco (2011), quien evaluó dosis de enmiendas húmicas en la producción de *Lolium perenne*, obteniendo 4470 kg/ha de materia verde en el segundo corte.

4.4.3. Corte 3. Materia verde (kg/ha) a los 120 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 13.

Tabla 13. Análisis de varianza para Materia Verde (M.V) a los 120 días.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	97289754,17	20				
Repeticiones	2439761,31	2	1219880,655	0,19 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	17064679,17	6	2844113,194	0,44 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	4179771,53	2	2089885,764	0,32 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	808568,06	1	808568,056	0,12 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	2119384,03	2	1059692,014	0,16 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	9956955,56	1	9956955,556	1,54 ^{ns}	4,75	9,33
Error	77785313,69	12	6482109,474			
C.V.= 21,40 %						
Media= 11.896,67kg						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 13), indican que no existen diferencias significativas con respecto al rendimiento de materia verde en el corte a los 120 días, lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno. La media obtenida en el tercer corte fue de 11896,67 kg/ha con un coeficiente de variación de 21,40 %.

Los resultados obtenidos en esta investigación, son inferiores a los que registra Velásquez (2009), en su investigación (69545 kg/ha) en el tercer corte; sin embargo, se muestra un incremento de 4217,27 kg/ha con respecto al primer corte a los 60 días y una disminución de 6211,31 kg/ha en relación al segundo corte a los 90 días.

No coincide con los resultados obtenidos por Suin (2014), quien obtuvo en su investigación; desempeño de una mezcla forrajera (rye grass anual, rye grass perenne, trébol rojo y trébol blanco), un rendimiento de 24000 kg/ha en el tercer corte.

4.4.4. Corte 4. Materia verde (kg/ha) a los 150 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 14.

Tabla 14. Análisis de varianza para Materia Verde (M.V) a los 150 días.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	20208907,74	20				
Repeticiones	4837647,02	2	2418823,512	2,96 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	5570882,74	6	928480,456	1,14 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	2627508,33	2	1313754,167	1,61 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	836355,56	1	836355,556	1,02 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	1817002,78	2	908501,389	1,11 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	290016,07	1	290016,071	0,36 ^{ns}	4,75	9,33
Error	9800377,98	12	816698,165			
C.V. =	13,10 %					
Media =	6897,98kg					

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 14), indican que no existen diferencias significativas con respecto al rendimiento de materia verde a los 150 días, lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno. La media obtenida en el cuarto corte fue de 6897,98 kg/ha con un coeficiente de variación de 13,10 %.

El rendimiento de materia verde obtenido en la investigación, es inferior al que registró Vélez (2014), en una mezcla forrajera de rye grass anual, perenne, pasto azul y alfalfa obtuvo un rendimiento de 10530 kg/ha materia verde. Del mismo modo Suin Arevalo (2014), registro un rendimiento de 24000 kg/ha en el cuarto corte con el tratamiento que utilizó la dosis de 1500kg/ha de zeolita mas gallinaza en una mezcla forrajera ya establecida.

Relacionado con el rendimiento de materia verde kg/ha por corte no hubo respuesta a la aplicación de una mezcla física de los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno, detectándose únicamente un nivel de significancia en el segundo corte al comparar el testigo Vs el resto de tratamientos, siendo el testigo, el que ocupó el mejor rango. No concuerda con lo que menciona Pérez (2014), que el uso de zeolita ayuda a aumentar la eficiencia de los fertilizantes.

Al analizar los promedios del rendimiento de materia verde por cada corte, se observa que en el segundo y tercer corte, se obtuvieron los mejores rendimientos con 18107,98 y 11,896,67 respectivamente, éstos valores coincide con los datos mas altos de precipitación que registró el INAMHI (2016) (Anexo 8), en los meses de Octubre y Noviembre del año 2016. (Flores, Cruz, & Ñaupari, 2009), mencionan que las plantas sufren estrés hídrico por la variación de las precipitaciones, además increpan que las tasas de menor crecimiento, se obtuvieron durante el período de menor precipitación en la época seca y las mas altas en rendimiento en los picos de precipitación. Lo que corrobora los rendimientos obtenidos en esta investigación.

4.5. Rendimiento de materia seca por corte (kg/ha)

A continuación se muestran los resultados del rendimiento de materia seca por corte en kg/ha.

4.5.1. Corte 1. Materia seca (kg/ha) a los 60 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 15.

Tabla 15. Análisis de varianza para Materia Seca (M .S) a los 60 días.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	2972012,57	20				
Repeticiones	93289,14	2	46644,571	0,24 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	568881,90	6	94813,651	0,49 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	269929,33	2	134964,667	0,70 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	29040,50	1	29040,500	0,15 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	129712,00	2	64856,000	0,34 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	140200,07	1	140200,071	0,73 ^{ns}	4,75	9,33
Error	2309841,52	12	192486,794			
C.V.= 30,51 %						
Media= 1437,86kg						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo

El análisis de varianza (Tabla 15), indica que no existen diferencias significativas en rendimiento de materia seca a los 60 días, lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno. La media obtenida en el primer corte fue de 1437,86 kg/ha de materia seca con un coeficiente de variación de 30,51%.

En una investigación realizada por Fontanetto, y otros (2010), se obtuvo un rendimiento de 2740 kg/ha de materia seca en el primer corte, en el cultivo de rye grass al aplicar 80 kg/ha de Nitrógeno y 20 Kg/ha de Azufre y un rendimiento de 1711 en los tratamientos donde no se aplicó ningún fertilizante. En la presente investigación los rendimientos de materia seca son menores, debido a que se registró bajos rendimientos de materia verde.

Por otro lado Hagen (2012), en su investigación al aplicar fosfato diamónico en el cultivo de rye grass anual obtuvo 1970,17 kg/ha de materia seca en el primer muestreo, a su vez Vélez (2014), registró 2170 kg/ha de materia seca en el tratamiento que aplicó urea, siendo este el mayor rendimiento con respecto a los demás tratamiento.

4.5.2. Corte 2. Materia seca (kg/ha) a los 90 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis de varianza para Materia Seca (M .S) a los 90 días.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	1059928,67	20				
Repeticiones	83904,67	2	41952,333	1,04 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	491766,67	6	81961,111	2,03 ^{ns}	3,00	4,82
Niveles de Zeolita	68584,78	2	34292,389	0,85 ^{ns}	3,89	6,93
Dosis de Nitrógeno	1840,22	1	1840,222	0,05 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	335436,11	2	167718,056	4,16 *	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	85905,56	1	85905,556	2,13 ^{ns}	4,75	9,33
Error	484257,33	12	40354,778			
C.V.= 10,35 %						
Media= 1940,33kg						

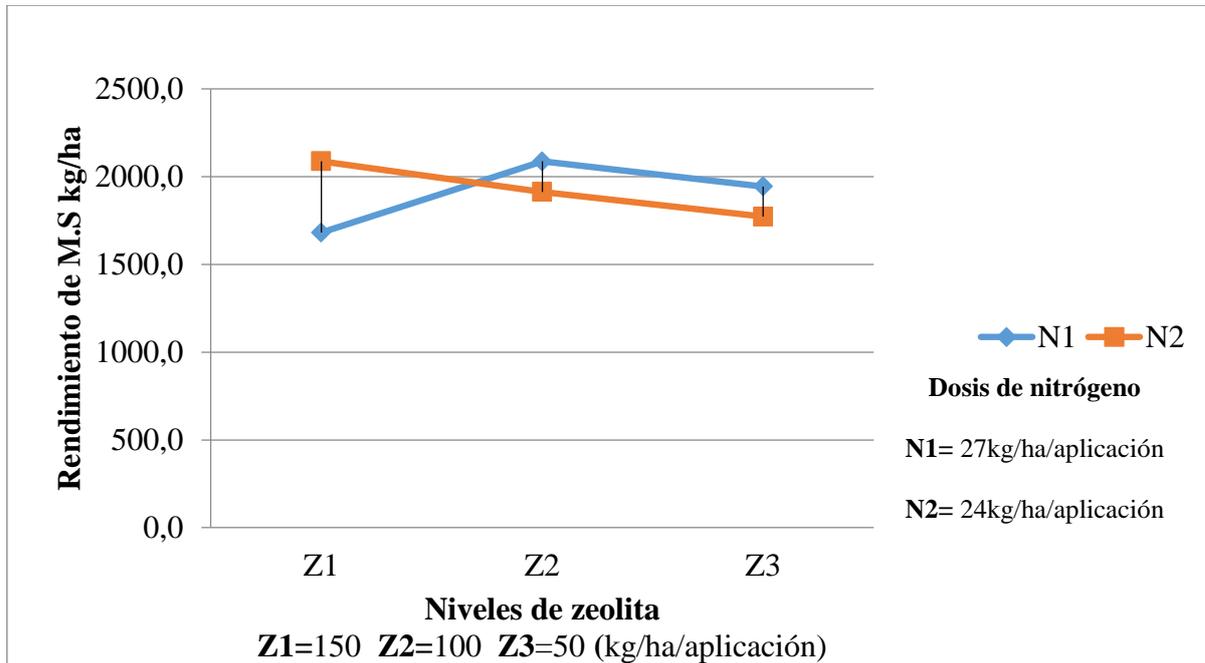
Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo.

*: significancia al 5%.

El análisis de varianza (Tabla 16), indica que existen una diferencia significativa al 5% en la interacción niveles de zeolita por dosis de nitrógeno con respecto al rendimiento de materia seca a los 90 días, mientras que no se registran diferencias estadísticas significativas para los demás componentes. La media obtenida fue de 1940,33 kg/ha de materia seca en el segundo corte, con un coeficiente de variación de 10,35 %.

Figura 4. Gráfico de interacción de niveles de zeolita con dosis de nitrógeno en el rendimiento de materia seca a los 90 días (Corte 2).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4, se observa la interacción que existe entre los niveles de zeolita y las dosis de nitrógeno en el rendimiento de materia seca en el segundo corte a los 90 días después de la siembra. Se puede ver como la dosis uno de nitrógeno N1(27kg/ha/aplicación), mejora el rendimiento al utilizar 100kg/ha/aplicación de zeolita (Z2), así mismo la dosis dos de nitrógeno N2 (24kg/ha/aplicación), tiende a bajar el rendimiento de materia seca mientras los niveles de zeolita son menores.

Además, se aprecia el comportamiento que tiene el nitrógeno con respecto a los niveles de zeolita empleados, donde al aplicar el 80% del nitrógeno recomendado en el análisis del suelo más 1500kg/ha de zeolita al año se obtiene el mismo rendimiento que al aplicar el 90% del N del recomendado con la dosis de 1000kg/ha de zeolita al año. Ésto confirma lo que menciona Villareal-Núñez, Barahona-Amores, y Castillo-Ortiz (2015), que la zeolita permite ahorrar la cantidad de fertilizante aplicado desde un 20%, además de aumentar la eficiencia del uso del nitrógeno, teniendo una repercusión en el rendimiento y ayudando a reducir la contaminación del ambiente.

Los resultados son inferiores a los encontrados por Hidalgo (2013), donde al evaluar una mezcla forrajera a cuatro niveles de fertilización química, reportó que el mejor rendimiento en segundo corte fue de 2970 kg/ha de materia seca. Del mismo modo con respecto a los valores registrados por Fontanetto et al (2010), donde obtuvo 3898 kg/ha de materia seca en el segundo corte, en el cultivo de rye grass al aplicar 80 kg/ha de Nitrógeno y 20 Kg/ha de Azufre siendo este el mejor rendimiento alcanzado en su investigación.

4.5.3. Corte 3. Materia seca (kg/ha) a los 120 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 17.

Tabla 17. Análisis de varianza para Materia Seca (M .S) a los 120 días.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	1444452,00	20				
Repeticiones	49116,86	2	24558,429	0,26 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	242264,67	6	40377,444	0,42 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	9734,78	2	4867,389	0,05 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	65280,89	1	65280,889	0,68 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	7960,11	2	3980,056	0,04 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	159288,89	1	159288,889	1,66 ^{ns}	4,75	9,33
Error	1153070,48	12	96089,206			
C.V.= 15,17 %						
Media= 2044,00kg						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo.

A realizar el análisis de varianza (Tabla 17), indica que no existen diferencias significativas con respecto al rendimiento de materia seca a los 120 días, lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno. La media obtenida fue de 2044,00 kg/ha de materia seca en el tercer corte con un coeficiente de variación de 15,17 %.

No coincide con lo que afirma Hidalgo Mullo (2013) en su investigación; Respuesta de una mezcla forrajera de clima frío a cuatro niveles de fertilización química registró 2600kg/ha de materia seca. Mientras Fontanetto, y otros (2010), en el tercer corte

obtuvieron 2143 kg/ha de materia seca en el tratamiento que aplicó 80 kg/ha de Nitrógeno y 20 kg/ha de Azufre, siendo este el mayor rendimiento en su estudio.

Sin embargo, los resultados obtenidos en éste estudio, se muestran superiores a los que detalla Vargas Velasco (2011), en su estudio; Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de *Lolium Perenne*, indicando un rendimiento de 1450 kg/ha de materia seca.

4.5.4. Corte 4. Materia seca (kg/ha) a los 150 días.

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 18.

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable materia seca (M.S) Kg/ha

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	356044,67	20				
Repeticiones	68914,67	2	34457,333	2,07 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	87818,00	6	14636,333	0,88 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	61806,78	2	30903,389	1,86 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	2888,00	1	2888,000	0,17 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	22501,00	2	11250,500	0,68 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	622,22	1	622,222	0,04 ^{ns}	4,75	9,33
Error	199312,00	12	16609,333			
C.V.= 11,33 %						
Media= 1137,67kg						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo.

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 18), indican que no existen diferencias significativas con respecto al rendimiento de materia seca a los 150 días, lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno. La media obtenida fue de 1137,67kg, con un coeficiente de variación de 11,33 %.

Los datos obtenidos, no concuerdan con los registrados por Millan et al (2008), donde menciona que la producción de materia seca aumentó significativamente para todas

la dosis de nitrógeno cuando se utilizó zeolita (clinoptilolita NH₄), en comparación del uso de urea granulada en el cultivo de *Lolium multiflorum* en macetas bajo invernáculo. De la misma manera en la investigación de Suin Arevalo (2014), se alcanzó una producción de 3.535 kg/ha/corte de materia seca, en el tratamiento que utilizó la cantidad de 1500kg/ha de zeolita; comparado con los demás tratamientos de su investigación es el mejor rendimiento.

Aunque en la presente investigación no se mostró diferencias significativas en el rendimiento de materia seca, se pudo observar que en el segundo corte existió una interacción entre el factor niveles de zeolita y dosis de nitrógeno con las dosis

El rendimiento de materia seca, está relacionado con la materia verde y al analizar las medias por cada corte se observa que en el segundo y tercer corte, se obtuvieron los mejores rendimientos con 1940,33 y 2044 kg/ha/corte, con respecto al primero y cuarto corte. Estos resultados coinciden con los valores más altos de precipitación que registró el INAMHI (2016) (Anexo 8), en los meses de Octubre y Noviembre del año 2016. Según Kruger, Zilio, & Frolla (2014), los rendimientos de materia seca de los forrajes están muy relacionado con las precipitaciones, indicando así que a menor presencia de lluvia, menor será el rendimiento de materia seca y la tasa de crecimiento del cultivo. Los bajos rendimientos de materia seca tienen relación a las condiciones que se presentaron durante la fase de investigación, justificando así los valores obtenidos.

Por otro lado Cueto Wong, Quiroga Garza, y Becerra Morales (2003), indican en su estudio que, los rendimientos de forraje seco aumentaron al existir mayor disponibilidad del nitrógeno en el suelo.

4.6. Porcentaje de Nitrógeno total

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 19.

Tabla 19. Análisis de varianza para la variable % de Nitrógeno Total (NT)

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada 5%	F. Tabulada 1%
Total	1,55	20				
Repeticiones	0,04	2	0,022	0,32 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	0,67	6	0,111	1,59 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	0,15	2	0,076	1,09 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	0,01	1	0,006	0,08 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	0,50	2	0,252	3,61 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	0,00	1	0,004	0,06 ^{ns}	4,75	9,33
Error	0,84	12	0,070			
C.V.= 2,66 %						
Media= 2,98						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo.

Según el análisis de varianza (Tabla 19), no existen diferencias significativas en porcentaje de Nitrógeno Total, lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno. La media obtenida fue de 2,98%; con un coeficiente de variación de 2,66 %.

No coincide con lo que señala Millán et al (2008), quien demostró que al utilizar zeolita (clinoptilolita NH₄), en *Lolium multiflorum* se presentó una diferencia significativa incrementando el Nitrógeno Total en relación a los tratamientos con urea. Del mismo modo Pérez (2014), en su investigación en *Pennisetum sp.*, menciona que al realizar un análisis de nitrógeno total del forraje, se observó un aumento significativo en el porcentaje de nitrógeno de los tratamientos conformados por 35% y 50 % de zeolita.

El contenido de nitrógeno del forraje está relacionado con el contenido de nitrógeno en el suelo, siendo este un claro indicador de su disponibilidad y por su movilidad en el suelo el nitrógeno es susceptible a pérdidas por lavado, o por la utilización de microorganismos, volatilización entre otros (Kruger, Zilio, & Frolla, 2014).

Sin embargo, Millán et al (2008), menciona que al utilizar zeolita se obtiene una menor fracción de Nitrógeno en el suelo, susceptible a la lixiviación y volatilización. Lo cual resultaría beneficioso dando como resultado una menor contaminación del suelo al utilizar fertilizantes nitrogenados esenciales en la producción.

4.7. Porcentaje de Proteína Total

Los resultados obtenidos según el análisis de varianza se detallan en la Tabla 20.

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable % de Proteína Total (PT)

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	10,18	20				
Repeticiones	0,21	2	0,105	0,22 ^{ns}	3,89	6,93
Tratamientos	4,20	6	0,700	1,46 ^{ns}	3,00	4,82
Dosis de Zeolita	1,14	2	0,569	1,19 ^{ns}	3,89	6,93
Niveles Nitrógeno	0,03	1	0,032	0,07 ^{ns}	4,75	9,33
Interacción ZxN	3,01	2	1,507	3,14 ^{ns}	3,89	6,93
Tgo. Vs El Resto	0,02	1	0,018	0,04 ^{ns}	4,75	9,33
Error	5,76	12	0,480			
C.V.= 2,71 %						
Media= 18,61						

Fuente: Elaboración propia.

^{ns}: no significativo.

El análisis de varianza (Tabla 20), indica que no existen diferencias significativas en el porcentaje de Nitrógeno Total, lo que significa que los resultados no están influenciados por los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno. La media obtenida fue de 18,61; con un coeficiente de variación de 2,71%.

Cabe mencionar que para obtener los porcentajes de proteína total, se utilizó la fórmula que recomienda por De Gracia (2011), la cual sugiere que, para el cálculo del porcentaje de proteína total, se multiplica el porcentaje de nitrógeno total obtenido en el laboratorio por el factor 6.25.

El valor nutrimental del rye grass según el Centro de Investigación Regional del Noreste (2015), es de 15 a 18% de proteína cruda, 70 a 80 % digestible y 2,6 megacalorías

de energía metabolizable. Mientras que Durán (2016), menciona que este tipo de pastura anual tiene un excelente valor nutritivo, incide en una buena producción de leche por su digestibilidad y composición química. Aunque la calidad del forraje, varía con la edad de la planta y la fertilidad del suelo, es una alternativa para la ganadería de producción de leche.

No coincide con lo que afirma Pordomingo *et al* (2002), en su estudio; dónde al utilizar la fertilización tradicional sin uso de zeolita, en un grupo de forrajes, entre ellos incluido rye grass; obtuvo un valor promedio de 19,37 en el porcentaje de proteína total al evaluar dos cortes.

Pero al contrastar con lo que señala Gentos (1999), que el porcentaje de proteína es un factor muy importante, para que el forraje sea de calidad los porcentajes de Proteína bruta varían de 16% a 20 %, y tomando en cuenta la media obtenida en la presente investigación de 18,61% de P.T, el forraje es considerado un alimento de un buen valor nutritivo. De la misma forma Mayo y Trainer (2014), consideran que un forraje de buena calidad presenta valores iguales o superiores al 15 % de proteína bruta.

Por otro lado, el rye grass contiene 147gr de proteína bruta por kilogramos de materia seca, antes de la floración; para una buena digestión de un rumiante, el alimento debe contener un mínimo de 6% de proteína cruda y para producir un litro de leche se necesita de 68-76gr de esta proteína (Velásquez Castellano, 2009).

4.8. Análisis económico

Los resultados del análisis económico por cada tratamiento se detallan en la Tabla 21.

Tabla 21. Análisis económico por tratamiento.

COSTOS POR TRATAMIENTO USD												
TRATAMIENTOS	MANO DE OBRA (USD)				FERTILIZANTES (USD)				TOTAL (USD)		COSTO POR KG DE MATERIA SECA	
	SEMILLA (USD)	ARADO Y RASTRA (USD)	SIEMBRA (USD)	RIEGO	FERTILIZACIÓN EN LA SIEMBRA (P Y K)	FERTILIZACIÓN EN LA SIEMBRA (P Y K)	FERTILIZACIÓN POR AÑO	ZEOLITA KG/HA/AÑO	COSTO TOTAL HA/AÑO	RENDIMIENTO MATERIA SECA KG/HA/AÑO		
1 (1500kg/ha zeolita + 90 % N)	225	108	6	456	60	111,28	250,63	294	1510,91	15515	0,10	
2 (1500kg/ha zeolita + 80 % N)	225	108	6	456	60	111,28	222,78	294	1483,06	15610	0,10	
3 (1000kg/ha zeolita + 90 % N)	225	108	6	456	60	111,28	250,63	196	1412,91	16205	0,09	
4 (1000kg/ha zeolita + 80 % N)	225	108	6	456	60	111,28	222,78	196	1385,06	17399	0,08	
5 (500kg/ha zeolita + 90 % N)	225	108	6	456	60	111,28	250,63	98	1314,91	16429	0,08	
6 (500kg/ha zeolita + 80 % N)	225	108	6	456	60	111,28	222,78	98	1287,06	15782	0,08	
7 (0 kg/ha zeolita + 100 % N)	225	108	6	456	60	111,28	278,48	0	1244,76	17858	0,07	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, se muestra en análisis económico realizado de acuerdo al manejo del cultivo, se tomó en cuenta costos de semilla, arado-rastra, mano de obra, fertilización en la siembra, los cuales son valores comunes en todos los tratamientos. Mientras que la fertilización después del corte con aplicaciones % de nitrógeno (N) y cantidades de zeolita varían dependiendo del tratamiento. Los cálculos fueron proyectados a un año, en base a los datos obtenidos en la fase experimental.

Tratamiento 1. (1500kg/ha de zeolita + 90% de N).- En el tratamiento 1 se obtuvo un costo total de 1510.91 USD por hectárea al año y un rendimiento de 15 515 kg de Materia Seca por hectárea/año.

$$1510.91 \text{ USD}/15\ 515 \text{ kg} = 0,10 \text{ USD/Kg}$$

Al realizar los cálculos se obtiene que con este tratamiento producir un kilogramo de Materia seca/ha/año cuesta **0,10 centavos**.

Tratamiento 2. (1500kg/ha de zeolita + 80% de N).- en este tratamiento el costo total fue de 1483.06 USD y se obtuvo un rendimiento de 15 6110 kg /ha de MS al año.

$$1483.06 \text{ USD}/15\ 610 \text{ kg} = 0,10 \text{ USD/Kg}$$

Realizando los cálculos se obtiene el mismo precio que el tratamiento anterior. Con el tratamiento 2, producir 1kg de Materia Seca cuesta **0,10 centavos**.

Tratamiento 3. (1000kg/ha de zeolita + 90% de N).- En el tratamiento 3, se obtiene los valores 1412.21 USD y 16 205 Kg de Materia seca por ha/año.

$$1412.21 \text{ USD}/16\ 205 \text{ Kg} = 0,09 \text{ USD/Kg}$$

Una vez realizado los respectivos análisis, el valor que cuesta producir 1kg de Materia seca con el tratamiento 3, es de **0,09 centavos**.

Tratamiento 4. (1000kg/ha de zeolita + 80% de N).- En este tratamiento el costo total fue de 1385.06 USD y el rendimiento de Materia Seca que se obtuvo fue de 17 399 kg/ha/año.

$$1385.06 \text{ USD}/17\ 399 \text{ kg} = 0,08 \text{ USD/kg}$$

Realizando su respectivo cálculo, se obtiene que, con las cantidades de zeolita y urea de este tratamiento producir un kg de Materia Seca cuesta **0,08 centavos**.

Tratamiento 5. (500kg/ha de zeolita + 90% de N).- En el tratamiento 5, se obtuvo 1314,91 USD como costo total y un rendimiento de 164 29 kg/ha/año de Materia Seca.

$$1314,91 \text{ USD}/164 \text{ 29 kg} = 0,08 \text{ USD/kg}$$

Al dividir el costo total para el rendimiento de MS se sacó que con el tratamiento 5, producir 1 kg de MS cuesta **0,08 centavos**.

Tratamiento 6. (500kg/ha de zeolita + 80% de N).- En el tratamiento 6, los valores calculados fueron 1287,06 USD como costo total y 15 782 Kg de MS por hectárea al año.

$$1287,06 \text{ USD}/15 \text{ 782 Kg} = 0,08 \text{ USD/kg}$$

En este tratamiento el costo de cada kilogramo de MS es igual a los tratamientos 4 y 5, siendo **0,08 centavos**.

Tratamiento 7. (0kg/ha de zeolita + 100% de N).- el tratamiento testigo arrojó los valores de 1244,76 USD y 17 858 kilogramos de Ms por hectárea al año.

$$1244,76 \text{ USD}/17 \text{ 858 kg} = 0,07 \text{ USD/kg}$$

En el tratamiento T7 (testigo); producir 1kg de Materia Seca cuesta **0,07 centavos**.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos en campo, los análisis realizados y bajo las condiciones en las que se desarrolló la investigación, se concluye lo siguiente:

- Los resultados de las variables agronómicas (altura de planta, número de tallos por planta, número de hojas por tallo), muestran que no existió diferencias significativas entre tratamientos; es decir que en la presente investigación no tuvo efecto los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno aplicadas al cultivo de rye grass anual.
- El rendimiento de materia verde kg/ha por corte no presentó diferencias significativas en cuanto a tratamientos. Sin embargo, en el segundo corte se presento un nivel de significancia en cuanto al Testigo Vs los demás tratamientos; siendo el T7(30kg/ha/aplicación de N sin zeolita) (testigo), el que obtuvo el mejor rendimiento de forraje verde en el segundo corte, con 18107,98 kg/ha.
- Los resultados obtenidos mostraron que no existió diferencias significativas en el rendimiento de (M.S) materia seca kg/ha en el primero, tercero y cuarto cortes. Pero si hubo una interacción entre los niveles de zeolita y dosis de nitrógeno en el segundo corte; donde al aplicar el nivel de zeolita Z1(150kg/ha/aplicación) mas la dosis de nitrógeno N2(24kg/ha/aplicación) se obtuvo el mismo rendimiento que al utilizar Z2(100kg/ha/aplicación) con N1(27kg/ha/aplicación), indicando que se puede obtener rendimientos similares al utilizar menor cantidad de nitrógeno siempre y cuando se aumente el nivel de zeolita.

- El porcentaje de proteína total, está calculado en base al porcentaje de nitrógeno total del forraje; siendo uno de los indicadores de calidad del mismo. En referencia estas variables %N.T y P.T, no se registraron diferencias significativas estadísticamente, sin embargo los valores promedios se mantuvieron dentro del rango que indican una calidad nutritiva óptima de un forraje. Teniendo ventaja el tratamiento T6, ya que este prevaleció en todos los cortes, alcanzando el porcentaje más alto de Proteína Total en forraje con 22,31 % en el segundo corte.
- En el análisis económico, se muestra que el tratamiento testigo T7 ((300kg/ha de N sin zeolita), obtiene el menor costo en cuanto a producción de materia seca y producir 1 kg de materia seca con este tratamiento costo 0,07 \$.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones posteriores con la dosis de 1000kg/ha/año de zeolita en mezcla física con otras fuentes de fertilizantes nitrogenados, como el fosfato diamónico (DAP) o nitratos; en el cultivo de rye grass anual. Para observar el comportamiento de la zeolita con diferentes productos agroquímicos.
- Al analizar los resultados del número de hojas por tallo y siendo este factor uno de los indicadores de madurez de la planta y calidad nutricional, se recomienda evaluar los días al corte con la utilización de zeolita y otros fertilizantes.
- Se recomienda utilizar las dosis de zeolita y nitrógeno empleadas en esta investigación, en otro tipo de pasturas o cultivos para lograr optimizar el uso de fertilizantes nitrogenados; dando a conocer los beneficios y limitantes del uso de las zeolitas en la agricultura.
- Investigar la influencia de varios niveles de zeolita en la palatabilidad del forraje, digestibilidad aparente y rendimiento en litros de leche por hectárea.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aedo, N. (1996). Morfología de una gramínea y leguminosa típica. Chile.
- Agosto, M. F. (2012). Estudio de las zeolitas procedentes de depósitos Argentinos. Aspectos tecnológico que posibiliten su aplicación en agroindustria y contralor ambiental.
- Arbito Riera, N. (2011). Evaluación de la producción de pastos mediante la siembra de ray grass inglés (*Lolium perenne*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) en un predio establecido de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en suelos con pendiente de riesgo, comparado con la aplicación . Cuenca, Ecuador.
- Bajaña, D., Quilumbaqui, M., & Ayala , C. (2004). Uso de las zeolitas naturales Bloque Tecnológico Experimental (BTEZ) de la ESPOL del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).
- Bernal, C. S. (2010). La urea: Características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada. Chile.
- Bernal, J. L. (Junio de 2005). Manual de manejo de pastos cultivados para zonas altoandinas. Perú.
- Block, E. (Diciembre de 2012). Artículos en básicos lecheros.
- Boletín Agrario.com.* (s.f.). Obtenido de <http://www.boletinagrario.com/ap-6,germinacion,441.html>
- Caceres, O., Santana , H., & Delgado, R. (s,f). Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y el rendimiento de nutrimentos. Cuba.
- Castillo, H. (25 de Agosto de 2015). Cultive Pasto rye grass para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte y centro de Taumalipas. México.
- Centro de Investigación Regional del Noreste. (25 de Agosto de 2015). Cultive rye grass para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte y centro de Taumalipas. México.
- Cevallos, V. (2015). Rendimiento de biomasa de dos variedades de rye grass a tres fuentes de fósforo en la zona de Cayambe, provincia de Pichincha. Carchi, Ecuador.
- CICEANA. (2009). Saber mas ... Ciclo de nitrógeno. México.
- Civeira, G., & Rodríguez , M. (2011). Nitrógeno residual y lixiviado del fertilizante en el sistema suelo-planta-zeolitas. Argentina.
- Córdoba, J. C. (22 de Diciembre de 2010). Preparación del suelo para el establecimiento de pasturas. Bogotá, Colombia.
- Cueto Wong, J. A., Quiroga Garza, H. M., & Becerra Morales, C. T. (2003). NITRÓGENO DISPONIBLE Y DESARROLLO DEL BALLICO ANUAL. I. PRODUCCIÓN, CALIDAD DEL FORRAJE Y ACUMULACIÓN DE NITRATOS. Chapingo, México.

- De Cires Segura, A. (2010). Estrés hídrico por exceso de agua (encharcamiento). Sevilla.
- De Gracia, M. (2011). Guía para el análisis bromatológico de muestras de forrajes. Panamá.
- De la Rosa, B., Martínez, A., & Argamentería, A. (2002). Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. Asturias, España.
- Durán, F. (2016). *Pastos y forrajes para ganado*. Colombia: Grupo Latino.
- Espinosa, W., Veracruz, M., & Valdés, N. (2011). Efecto de la aplicación de zeolita mezclada con estiércol de vacuno sobre el rendimiento en grano del frijol común y las propiedades químicas del suelo. Cuba.
- FAO. (1999). Los fertilizantes y su uso.
- Flores, E., Cruz, J., & Ñaupari, J. (2009). Comportamiento Nutricional, Perfil Alimentario y Economía de la producción lechera en Praderas cultivadas en secano: Casco Pasto. Lima, Perú.
- Fontanetto, H., Keller, O., Gambaudo, S., Albrecht, J., Boschetto, H., Negro, C., . . . Giailevra, D. (2010). Evaluación de la respuesta agronómica y económica, a la fertilización con distintas combinaciones de N y S en un cultivo de rye grass.
- Franco, L., Calero, D., & Durán, C. (2007). Manual de Establecimiento de pasturas: Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
- Gentos. (1999). Verdeos de Invierno: Ray Grass Anual. Argentina.
- Gobierno Autónomo descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe. (10 de 06 de 2015). Actualización de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cayambe 2015-2025. Pichincha.
- Gómez, C., & Fernández, M. (20 de Junio de 2003). Nutrición Mineral y Vitamínica de vacunos en pastura cultivada rye grass- trébol. Cajamarca, Perú.
- Gonzales, F. (Enero de 2011). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>
- Hagen, N. d. (2012). Efecto de la fertilización, en Promoción de Rye Grass (*Lolium multiflorum*). Argentina.
- Heike Vibrans. (23 de Agosto de 2009). *Malezas de México*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/lolium-multiflorum/fichas/ficha.htm>

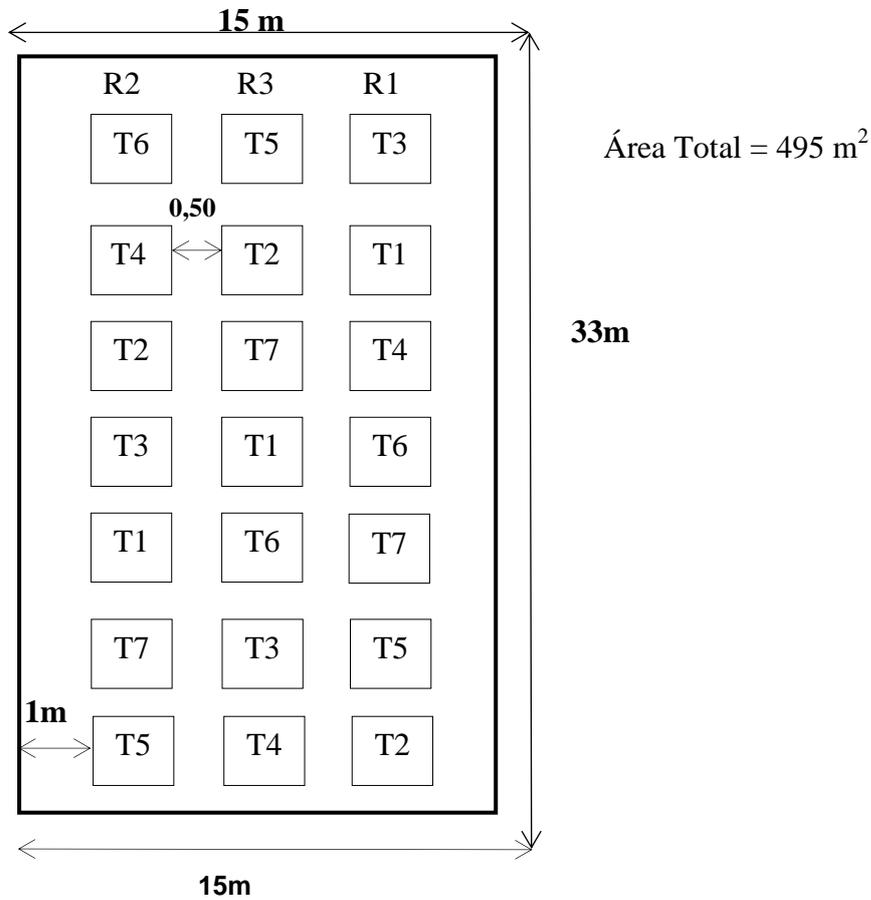
- Hidalgo Mullo, M. (2013). Respuesta de una mezcla forrajera de clima frío a cuatro niveles de fertilización química. Quevedo, Ecuador.
- INAMHI. (Julio- Diciembre de 2016). Pichincha-Tomalón, Ecuador.
- INIAP. (2010). Pichincha nueva variedad de rye grass. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (1993). Guía para la producción de semilla de rye grass anual. *Lolium multiflorum* L. Variedad Pichincha. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2015). Encuesta de Superficie y producción Agropecuaria Continua - ESPAC. Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, A. y. (Agosto de 2014). Uso de la zeolita para reducir costos de la fertilización química en agricultura. Cotaxtla, México.
- INTA. (2004). Estimación de la disponibilidad del pasto. Argentina.
- Internacional Code of Botanical Nomenclature. (1999). Nomenclatura de Poaceas (Gramíneas).
- Ireta Moreno, J., Zacamo Velásquez, N., Pérez Domínguez, J., Flores López, H., & Zamora Días, M. (Noviembre de 2015). Uso de zeolita y fertilizantes micorrizicos en cebada. Jalisco, México.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2011). Guía de manejo de pastos para la sierra sur Ecuatoriana. Cuenca, Ecuador.
- Kruger, H., Zilio, J., & Frolla, F. (2014). Fertilización de verdeos de invierno. Argentina.
- López, I., Balocchi, O., & Dörner, J. (2011). Evaluación de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre atributos productivos y de sustentabilidad en producción de leche. Chile.
- Luna, S. (2015). Respuesta de un cultivo asociado alfalfa (*Medicago sativa*) y rye grass (*Lolium perenne*) establecido a la aplicación edáfica de zeolita. Cuenca, Ecuador.
- Martin, E. C. (Septiembre de 2010). Métodos para medir la humedad del suelo para la programación del riego ¿Cuándo? Arizona.
- Martínez, F., Hernández, A., Ojeda, D., Martínez, J., & De la O, G. (2011). EL EXCESO DE NITRATOS.
- Mayo, A., & Trainer, E. (2014). Calidad nutricional de verdeos de invierno y silajes de planta entera. Buenos Aires, Argentina.
- Medina Jiménez, C. A. (Agosto de 2009). Evaluación morfoagronómica y nutricional de cinco variedades de rye grass bianual (*Lolium multiflorum*), en lugares representativos de las zonas de leche en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. Ecuador.
- Miliarum.com*. (2004). Obtenido de <http://www.miliarium.com/Proyectos/Nitratos/Nitrato/FactoresLixiviacion.asp>

- Millan, G., Agosto, F., Vasquez, M., Botto, L., Lombardi, L., & Juan, L. (2008). Uso de la clinoptilolita como un vehículo de fertilizantes nitrogenados en un suelo de la region Pampeana de Argentina. Argentina.
- Morante Carballo, F. E. (2004). LAS ZEOLITAS DE LA COSTA DEL ECUADOR (GUAYAQUIL): GEOLOGÍA, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIONES.
- Múnera, G. (2012). Manual General: Análisis de suelos y tejido Vegetal. Pereira, Colombia.
- Muñoz, E., Coello, M. J., Moreno, F., & Cruz, C. (Diciembre de 2015). Metodología para la evaluación del nivel tecnológico del cultivo de Rye grass en los Andes ecuatorianos, microcuenca del río Chimborazo. Ecuador.
- Pacheco, G. M. (2014). Respuesta de la maralfalfa morada (Pennisetum sp) a la incorporacion edáfica de diferentes niveles de zeolita. Cuenca, Ecuador.
- Palomino, A. (2008). *Desarrollo Endógeno Agropecuario Neva Biblioteca del campo. Pastos y Forrajes Nº 19*. Colombia.
- Percy Chacón, C. (13 de Junio de 2017). *Cultivo de pastos. Manual práctico para productores*. Obtenido de http://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL_PASTOS_CULTIVADOS.pdf
- Perdomo, C., Barbazán, M., & Durán, J. M. (2006). Nitrógeno. Montevideo, Uruguay.
- Pérez, M. F. (2014). Evaluacion de la zeolita natural utilizada como una tecnologia productiva y limpia, aplicada al pasto maralfalfa (Pennisetum spp) como un complemento en el uso de fertilizantes nitrogenados. Costa Rica.
- Pordomingo, A., Quiroga, A., Jonas, O., Santucho, G., Otamendi, H., Buffa, H., . . . Albertario, P. (2002). Producción y Valor Nutritivo de verdes en invierno en siembra directa. Argentina.
- Quemada, M. (Julio de 2006). *El exceso de fertilizante esta causando graves daños al ambiente*. Obtenido de <http://noticias.universia.es/ciencia-ntt/noticia/2006/07/23/596819/exceso-fertilizantes-esta-causando-graves-danos-medioambiente.html>
- Quijano, Y. (Agosto de 2004). Siembra de pastos para henificar. Puerto Rico.
- Rafiña, J. (2003). Vigor de la planta de algodón. Argentina.
- Roldán, J. C., & Osorio Diaz, D. L. (2003). *Cultivo de Pastos y Forrajes*. Bogota, Colombia.
- Rosero, A. M. (2015). Rendimiento de biomasa de dos variedades de rye grass a tres fuentes de fósforo en la zona de Cayambe, Provincia de Pichincha. Carchi, Ecuador.
- Soto Toledo, S. (Junio de 2010). Cultivo, Manejo y Conservación de pastos cultivados.

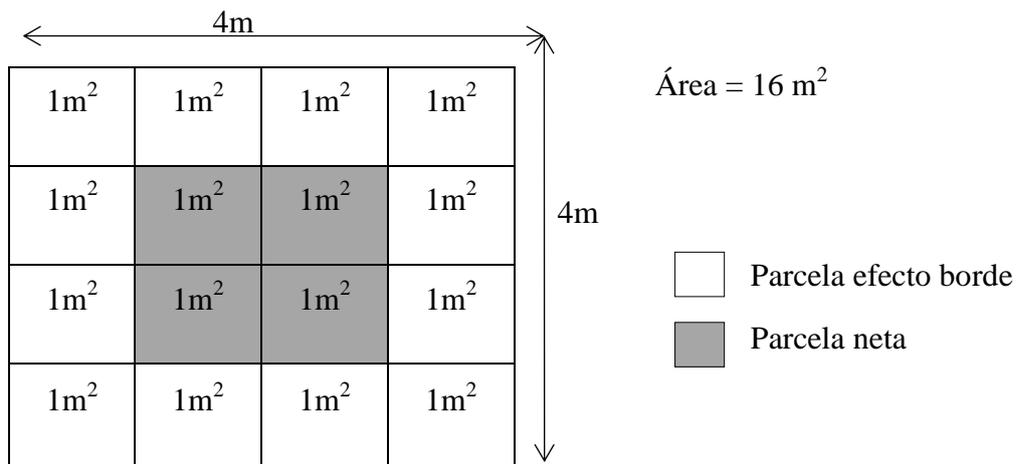
- Suin Arevalo, A. K. (2014). Evaluación de eficiencia físico-química en la aplicación de un abono orgánico mineral de liberación controlada en el desempeño productivo de una mezcla forrajera. Cuenca, Ecuador.
- Tecnicoagricola. (25 de Abril de 2013). *Ciclo del Nitrogeno en el Suelo*. Obtenido de <http://www.tecnicoagricola.es>
- Torres, M. (Abril de 2008). *Miod*. Obtenido de Un lugar para la ciencia y la tecnología: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/01/87993>
- Universia.net*. (Julio de 2006). Obtenido de <http://noticias.universia.es/ciencia-ntt/noticia/2006/07/23/596819/exceso-fertilizantes-esta-causando-graves-danos-medioambiente.html>
- Valverde, F. (Abril de 2013). Nutrientes esenciales: El Nitrógeno del suelo. Ibarra, Ecuador.
- Vargas Velasco, C. (2011). Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del Lolium perenne (Rye Grass). Riobamba, Ecuador.
- Vásquez, A., & Menesses, I. (2010). Empleo de las zeolitas para incrementar la eficiencia de los fertilizantes químicos aplicados a maíz en Veracruz. México.
- Velásquez Castellano, P. A. (2009). Evaluación morfoagronómica y nutricional de cinco variedades de rye grasa bianual (Lolium Multiflorum) en lugares representativos de la zonas de producción de leche de las provincias de carchi, Imbabura y Pichincha. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Vélez, D. D. (2014). Evaluación de seis alternativas de fertilización en dos épocas de aplicación en la producción de pastos en la Parroquia San Juan Provincia de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Vera, R. (2004). Perfiles por país del recurso Pastura/Forraje. Ecuador. Chile.
- Villalobos, L., & Sánchez, J. (Junio de 2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (Lolium perenne) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología. Costa Rica.
- Villareal-Núñez, J., Barahona-Amores, L. A., & Castillo-Ortiz, O. A. (2015). Efecto de la zeolita sobre la eficiencia de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz.

8. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de unidades experimentales.



Anexo 2. Características de cada unidad experimental.



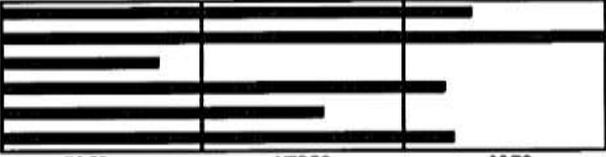
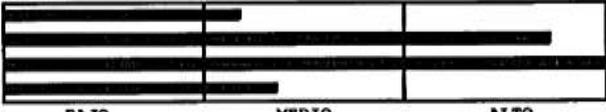
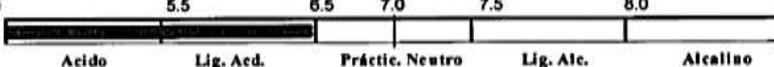
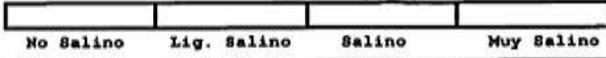
Anexo 3. Análisis completo de suelo del área experimental

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

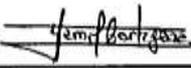
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : Martha Guacán Dirección : Cayambe Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : San Vicente Provincia : Pichincha Cantón : Cayambe Parroquia : Ayora Ubicación :
--	---

<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : Rye grass Cultivo Anterior : Kikuyo Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra I	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 41.537 N° Muestra Lab. : 105034 Fecha de Muestreo : 06/06/2016 Fecha de Ingreso : 06/06/2016 Fecha de Salida : 17/06/2016
--	---

			INTERPRETACION
Nutriente	Valor	Unidad	
N	80.00	ppm	
P	58.00	ppm	
S	7.80	ppm	
K	0.48	meq/100 ml	
Ca	6.40	meq/100 ml	
Mg	2.50	meq/100 ml	
Zn	2.90	ppm	
Cu	6.90	ppm	
Fe	1209.00	ppm	
Mn	8.60	ppm	
B	1.30	ppm	
pH	6.47		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
CE		mmhos/cm	
MO	6.20	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(mcq/100ml)	%	ppm	(%)			
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
2,6	5,2	18,5	9,4						


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

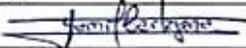
Anexo 4. Análisis del porcentaje de Nitrógeno Total del primer corte

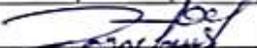
 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : Martha Guacan Dirección : Pichincha Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : S/N Provincia : Pichincha Cantón : Cayambe Parroquia : Ayora Ubicación :	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> Cultivo : PASTO Fecha de Muestreo : 18/09/2016 Fecha de Ingreso : 19/09/2016 Fecha de Salida : 05/10/2016
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
28602	T1 B1	3,08	S												
28603	T1 B2	2,59	B												
28604	T1 B3	2,31	B												
28605	T2 B1	2,52	B												
28606	T2 B2	2,38	B												
28607	T2 B3	2,66	S												
28608	T3 B1	3,01	S												
28609	T3 B2	2,31	B												
28610	T3 B3	2,66	S												
28611	T4 B1	2,66	S												
28612	T4 B2	2,59	B												
28613	T4 B3	2,73	S												
28614	T5 B1	2,73	S												
28615	T5 B2	2,66	S												
28616	T5 B3	3,01	S												
28617	T6 B1	2,17	B												
28618	T6 B2	3,29	S												
28619	T6 B3	3,21	S												
28620	T7 B1	2,59	B												
28621	T7 B2	3,01	S												
28622	T7 B3	2,59	B												


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 5. Análisis del porcentaje de Nitrógeno del segundo corte.

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : Martha Guacán Dirección : Pichincha Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : Com. Paquistancia Provincia : Pichincha Cantón : Cayambe Parroquia : Ayora Ubicación :	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> Cultivo : RAY GRASS Fecha de Muestreo : 10/10/2016 Fecha de Ingreso : 12/10/2016 Fecha de Salida : 21/10/2016
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
28710	T1 B1	3,43	B												
28711	T1 B2	3,43	B												
28712	T1 B3	3,08	B												
28713	T2 B1	3,01	B												
28714	T2 B2	3,08	B												
28715	T2 B3	3,01	B												
28716	T3 B1	3,08	B												
28717	T3 B2	3,50	B												
28718	T3 B3	3,08	B												
28719	T4 B1	3,01	B												
28720	T4 B2	3,08	B												
28721	T4 B3	3,29	B												
28722	T5 B1	3,43	B												
28723	T5 B2	3,01	B												
28724	T5 B3	3,22	B												
28725	T6 B1	3,29	B												
28726	T6 B2	3,43	B												
28727	T6 B3	3,99	B												
28728	T7 B1	3,50	B												
28729	T7 B2	3,43	B												
28730	T7 B3	3,29	B												

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

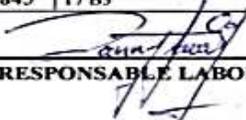
Anexo 6. Análisis del porcentaje de Nitrógeno del tercer corte.

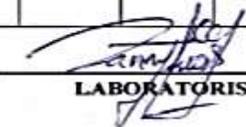
 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : Martha Guacán Dirección : Pichincha Ciudad : Teléfono : 0997229688 Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : Comunidad Paquiestancia Provincia : Pichincha Cantón : Cayambe Parroquia : Ayora Ubicación :	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> Cultivo : RAY GRASS Fecha de Muestreo : 13/11/2016 Fecha de Ingreso : 14/11/2016 Fecha de Salida : 30/11/2016
---	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
28825	T1 B1	3,43	B												
28826	T1 B2	3,43	B												
28827	T1 B3	3,29	B												
28828	T2 B1	3,22	B												
28829	T2 B2	3,29	B												
28830	T2 B3	3,08	B												
28831	T3 B1	3,01	B												
28832	T3 B2	3,08	B												
28833	T3 B3	3,29	B												
28834	T4 B1	3,01	B												
28835	T4 B2	2,87	B												
28836	T4 B3	2,94	B												
28837	T5 B1	3,08	B												
28838	T5 B2	3,01	B												
28839	T5 B3	3,22	B												
28840	T6 B1	3,29	B												
28841	T6 B2	3,01	B												
28842	T6 B3	3,01	B												
28843	T7 B1	2,94	B												
28844	T7 B2	2,94	B												
28845	T7 B3	3,01	B												


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 7. Análisis del porcentaje de Nitrógeno del cuarto corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: MARTHA LIZETH GUACÁN FARINANGO
Dirección: Paquestanica-Cayambe **Tel/Col:** 099-722-9688
Contacto: - **E-mail:** marthaguacan@gmail.com
Cantidad de muestras: 7 **Nº de Informe:** 17014
Fecha de de Ingreso: 09/01/2017 **Fecha Emisión:** 20/01/2017
Tipo de Muestra: Forraje **Total de pag:** 1

INFORME DE RESULTADOS

Código Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALORACIÓN
		Nitrógeno Total (%)	
SA17-01	T1 B1	2.72	Kjeldahl Standard Methods E. 21, 2005, 4500-N _{org} -B
SA17-02	T1 B2	2.61	
SA17-03	T1 B3	2.33	
SA17-04	T2 B1	2.66	
SA17-05	T2 B2	3.06	
SA17-06	T2 B3	2.77	
SA17-07	T3 B1	2.32	

DATOS ADICIONALES:
 %: porcentaje;

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) POR EL CLIENTE.

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
 Técnico de Suelos y Agua

Quím. de Alimentos Pamela Simbatta
 Responsable de Laboratorio



Laboratorio de suelos y de agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N395 y 9 de Octubre. Teléfonos: (593) 2 3962 946 / 3962 800 ext. 2504
 Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: MARTHA LIZETH GUACÁN FARINANGO
Dirección: Paquestanaco-Cayambe **Tel/Cel:** 099-723-9688
Contacto: - **E-mail:** marthoguacan@gmail.com
Cantidad de muestras: 7 **Nº de Informe:** 17015
Fecha de ingreso: 09/01/2017 **Fecha Emisión:** 20/01/2017
Tipo de Muestra: Forraje **Total de pag:** 1

INFORME DE RESULTADOS

Código Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALORACIÓN
		Nitrógeno Total (%)	
SA17-08	T3 B2	2,87	Kjeldahl Standard Methods E. 21, 2005, 4500-N _{org} -B
SA17-09	T3 B3	2,71	
SA17-10	T4 B1	2,67	
SA17-11	T4 B2	2,45	
SA17-12	T4 B3	3,12	
SA17-13	T5 B1	3,91	
SA17-14	T5 B2	2,49	

DATOS ADICIONALES:

N: porcentaje;

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) POR EL CLIENTE.



Ing. Agr. Delia María Guálavisi
Técnico de Suelos y Agua



Quím. de Alimentos Paola Sambatta
Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: MARTHA LIZETH GUACÁN FARINANGO
Dirección: Paqueitancia-Cayambe **Tel/Cel.:** 099-722-9688
Contacto: — **E-mail:** marthaguacan@gmail.com
Cantidad de muestras: 7 **N° de Informe:** 17016
Fecha de Ingreso: 09/01/2017 **Fecha Emisión:** 20/01/2017
Tipo de Muestra: Forraje **Total de pag.:** 1

INFORME DE RESULTADOS

Código Laboratorio	Identificación del Cliente	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALORACIÓN
		Nitrógeno Total (%)	
SA17-15	T5 B3	2,62	Kjeldahl Standard Methods E. 21, 2003, 4500-N ₀₅ -B
SA17-16	T6 B1	3,09	
SA17-17	T6 B2	3,12	
SA17-18	T6 B3	3,33	
SA17-19	T7 B1	2,94	
SA17-20	T7 B2	2,85	
SA17-21	T7 B3	2,84	

DATOS ADICIONALES:
%: porcentaje;

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) POR EL CLIENTE.



Ing. Agr. Orlando Guinovés
Técnico de Suelos y Agua



Otilia de Guzmán Escobar Simbasta
Responsable de Laboratorio

Anexo 8. Datos registrados de precipitación y temperatura durante los meses de Julio- Diciembre del año 2016. INAMHI.

REPÚBLICA DEL ECUADOR

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE METEOROLOGÍA
REGISTRO MENSUAL DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS



ESTACIÓN METEOROLÓGICA TOMALÓN
TABACUNDO

CIUDAD:

PROVINCIA. PICHINCHA

AÑO: 2016

LATITUD GEOGRÁFICA: 0° 2' N

LONGITUD GEOGRÁFICA: 78° 14' W

ALTITUD: 2790 m

- **Datos registrados de precipitación y temperatura durante los meses de Julio-Diciembre del año 2016**

Mes	Precipitación mm	Temperatura °C		
		Máxima	Mínima	Media
Julio	5,1	24	7,04	15,4
Agosto	2,2	24,8	6	16,3
Septiembre	36,9	25,2	6,6	14,8
Octubre	97,6	28,8	5,1	13,3
Noviembre	32,1	24	8,6	16
Diciembre	56,8	23	9,2	15

Anexo 9. Documentación de fotografías.

<p>1. Toma de muestras de suelo</p>	<p>2. Preparación de terreno</p>	<p>3. Delimitación de parcelas experimentales</p>
		
<p>4. Siembra</p>	<p>5. Riego por aspersion</p>	<p>6. Mezcla física de zeolita mas urea (N)</p>
		
<p>7. Fertilización de parcelas experimentales</p>	<p>8. Medición de variables antes del corte</p>	<p>9. Corte</p>
		

<p>10. Peso de materia verde</p>	<p>11. Muestras para análisis de materia seca y % Nitrógeno Total</p>	<p>12. Lavado del forraje en el laboratorio</p>
		

<p>13. Enfundado de materia verde lavada</p>	<p>14. Secado de forraje en estufas a 70 °C</p>	<p>15. Forraje seco molido</p>
		

<p>16. Preparación de muestras para análisis del % Nitrógeno Total</p>	<p>17. Equipo Khendall</p>	<p>18. Titulación de resultados para obtener el % Nitrógeno Total</p>
	