

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Trabajo de grado previo a la obtención
del Título de Médico Veterinario Zootecnista

TÍTULO:

“RESPUESTA DE UN CULTIVO ASOCIADO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) Y RYE GRASS (*Lolium perenne*) ESTABLECIDO A LA APLICACIÓN EDAFICA DE ZEOLITA ”

AUTOR:

Santiago Luna Arévalo

DIRECTOR:

Ing. Agr. Pedro Webster. Mgt.

Cuenca, 2015

“RESPUESTA DE UN CULTIVO ASOCIADO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) Y RYE GRASS (*Lolium perenne*) ESTABLECIDO A LA APLICACIÓN EDAFICA DE ZEOLITA

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL DIRECTOR DE TESIS

El presente trabajo de investigación “Respuesta de un cultivo asociado de alfalfa (*Medicago sativa*) y Rye grass (*Lolium perenne*) establecido a la aplicación edáfica de zeolita”, realizado por el Sr. Santiago Luna Arévalo fue detenidamente revisado por mi persona, por lo que autorizo su presentación para su respectiva defensa.

Cuenca 05 de Marzo del 2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "PEDRO WEBSTER", is written over a horizontal dashed line. The signature is stylized and somewhat illegible due to the cursive nature of the writing.

DIRECTOR

Ing. Ag. Pedro Webster. Mgt.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El contenido que se emite en el presente tema de investigación, así como sus resultados conclusiones y recomendaciones es de exclusiva responsabilidad del autor Miguel Santiago Luna Arévalo, quien autoriza a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma para fines académicos.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Cuenca 05 de Marzo del 2015



Miguel Santiago Luna Arévalo

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y permitirme alcanzar una meta y un objetivo más trazado a lo largo de mi existencia.

A mis padres por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, por sus enseñanzas, consejos, y regaños, por ser un ejemplo de sabiduría.

A mis hermanos por sus consejos, compañía y apoyo ilimitado.

A mi esposa, a mis hijas por ser el motor de apoyo para culminar mis estudios.

A mis profesores, por compartir conmigo más que una cátedra sus enseñanzas y brindarme su amistad.

A mi madre querida que a pesar de ser tres años de su partida, su presencia divina hizo que no me desanime, tener mucha fuerza y dedicación.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi padre Dios por darme la vida, a la Virgen de la Nube por su intercesión ante Dios.

A San Judas Tadeo, por su intercesión ante Dios.

A mi madre Narcisa de Jesús Arévalo Vicuña que desde el cielo mi sigue guiando a cumplir mis metas trazadas.

A mi Padre Ernesto Luna Vargas por ser más que un padre un amigo, que nunca ha dejado de apoyarme y siempre confió en mí.

A mis hijas Belén y Andrea Luna Cajamarca, ya que todo sacrificio que uno se hace es para los hijos y el bienestar de ellos, por darles un nuevo porvenir.

A mi esposa Paola Cajamarca, por su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	- 15 -
A.	Tema.....	- 15 -
B.	Introducción.....	- 15 -
C.	Justificación.....	- 16 -
D.	Objetivos.....	- 16 -
	Objetivo General:	- 16 -
	Objetivos Específicos:	- 17 -
II.	MARCO TEÓRICO	- 18 -
2.1	Efectos de los fertilizantes químicos	- 18 -
2.2	La creación de un suelo sano	- 19 -
2.3	Cultivos Forrajeros	- 20 -
2.4	Fertilización de Leguminosas Forrajeras	- 21 -
2.5	Alfalfa	- 21 -
2.5.1	La alfalfa en el mundo	- 22 -
2.6	Alfalfa, heno en rama	- 22 -
2.6.1	Alfalfa verde	- 22 -
2.7	Consideraciones para la implantación del cultivo de alfalfa	- 24 -
2.7.1	Selección de lote a sembrar:	- 24 -
2.7.2	Tipo de suelo:	- 24 -
2.7.3	Estado del terreno:	- 25 -
2.7.4	Nivelación del terreno:	- 25 -
2.7.5	Laboreo del suelo:	- 25 -
2.8	Semilla	- 25 -

2.8.1	Calidad de la semilla:	- 25 -
2.8.2	Cantidad de semillas:.....	- 26 -
2.9	La Familia de las Leguminosas	- 26 -
2.9.1	Características.....	- 26 -
2.10	Rye grass	- 26 -
2.11	Valores nutricionales del Rye grass	- 27 -
2.12	pH del suelo.....	- 28 -
2.13	Zeolita.....	- 29 -
2.13.1	Aluminosilicatos.....	- 29 -
2.13.2	Fórmula de la zeolita	- 29 -
2.13.3	Estructura de la zeolita	- 30 -
2.13.4	Clinoptilolita.....	- 32 -
2.13.5	Zeolita en la agricultura.....	- 33 -
2.13.6	Historia de las zeolitas	- 33 -
2.13.7	Propiedades de las zeolitas	- 34 -
2.13.8	Aplicaciones de las zeolitas	- 35 -
2.13.9	Zeolita Natural.....	- 36 -
2.13.10	Zeolitas como fertilizantes.....	- 36 -
2.13.11	Incremento de producción con zeolitas	- 37 -
2.13.12	Impacto Ecológico de las zeolitas.....	- 37 -
2.13.13	Zeolitas en pastos.....	- 38 -
2.13.14	Dosificación de tratamientos	- 38 -
III.	HIPOTESIS	- 40 -
3.1	Diseño hipotético.	- 40 -
3.2	Variables.	- 40 -
3.2.1	Variable independiente:.....	- 40 -
3.2.2	Variables dependientes:.....	- 40 -
3.3	Operacionalización de las variables	- 41 -
3.4	Indicadores.....	- 42 -

IV.	POBLACIÓN Y MUESTRA	- 43 -
4.1	Diseño Experimental	- 43 -
4.2	Prueba de Significación.	- 43 -
4.3	Distribución de tratamientos.....	- 43 -
V.	MARCO METODOLÓGICO	- 44 -
5.1	Diseño estadístico.....	- 44 -
5.2	Delimitación	- 45 -
5.2.1	Temporal.....	- 45 -
5.2.2	Espacial.....	- 45 -
5.2.3	Académica	- 46 -
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 47 -
6.1	Métodos	- 47 -
6.1.1	Método.....	- 47 -
6.1.2	Proceso	- 47 -
6.1.3	Técnica.....	- 47 -
6.2	Procedimiento del ensayo	- 48 -
6.2.1	Medición del terreno.....	- 48 -
6.2.2	Análisis de suelo	- 48 -
6.2.3	Análisis de zeolita.....	- 48 -
6.2.4	Labores culturales.....	- 48 -
6.2.5	Delineamiento y rotulación de cada tratamiento	- 49 -
6.2.6	Aplicación de tratamientos y corrección nutricional.....	- 49 -
6.2.7	Toma de datos.....	- 49 -
6.2.8	Calculo de materia verde	- 49 -
6.2.9	Control de plagas	- 50 -
6.2.10	Rotulación y envío al laboratorio	- 50 -
6.2.11	Riego del cultivo.....	- 50 -

6.3	Equipos y materiales	- 50 -
6.3.1	De oficina	- 50 -
6.3.2	De campo	- 51 -
6.4	Marco logístico.....	- 52 -
6.5	Recursos Humanos.....	- 52 -
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	- 53 -
7.1	Análisis de crecimiento para el primer corte.....	- 53 -
7.1.1	Alfalfa.....	- 53 -
7.1.2	Rye grass	- 55 -
7.2	Análisis de producción de materia verde primer corte.	- 57 -
7.3	Análisis de crecimiento para el segundo corte.....	- 58 -
7.3.1	Alfalfa.....	- 58 -
7.3.2	Rye grass.	- 60 -
7.4	Análisis de producción de materia verde segundo corte.	- 62 -
7.5	Análisis de producción de materia seca de la alfalfa.....	- 63 -
7.6	Análisis de producción de materia seca del Rye grass.....	- 65 -
7.7	Análisis nutrimental del pasto.....	- 66 -
7.7.1	Alfalfa.....	- 66 -
7.7.2	Rye grass.	- 70 -
7.8	Análisis de costos.....	- 73 -
VIII.	CONCLUSIONES	- 75 -
IX.	RECOMENDACIONES	- 77 -
X.	BIBLIOGRAFÍA	- 78 -
XI.	ANEXOS	- 81 -
11.1	Anexo de cuadros de datos	- 81 -
11.1.1	Cuadro de datos primer corte.....	- 81 -
11.1.2	Cuadro de datos segundo corte.....	- 83 -

11.2	Anexos de análisis de laboratorio	- 86 -
1.1	Anexos fotográficos	- 91 -

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No 1	Composición química de la alfalfa	- 23 -
Cuadro No 2	Macrominerales de alfalfa (%).....	- 23 -
Cuadro No 3	Valor energético de alfalfa (Mcal/kg).....	- 23 -
Cuadro No 4	Valores proteicos de alfalfa	- 24 -
Cuadro No 5	Composición química del Rye grass.....	- 27 -
Cuadro No 6	Macrominerales del Rye grass (%MS)	- 27 -
Cuadro No 7	Valor energético del Rye grass (Mcal/kg MS)	- 27 -
Cuadro No 8	Valores proteicos del Rye grass	- 28 -
Cuadro No 9	Aplicación de zeolita y pollinaza en Kg/parcela/año en los 12 tratamientos.	- 39 -
Cuadro No 10	Variable dependiente (Pasto)	- 41 -
Cuadro No 11	Variable independiente (Zeolita)	- 42 -
Cuadro No 12	Distribución de los Tratamientos.....	- 43 -
Cuadro No 13	Análisis de varianza (DCA)	- 44 -
Cuadro No 14	Tratamientos	- 44 -
Cuadro No 15	Datos meteorológicos (Promedio anual).....	- 46 -
Cuadro No 16	Costos.....	- 52 -
Cuadro No 17	ADEVA crecimiento primer corte Alfalfa.....	- 53 -
Cuadro No 18	ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (primer corte), en alfalfa.....	- 53 -
Cuadro No 19	Prueba de rango múltiple de Duncan para crecimiento de alfalfa primer corte	- 55 -
Cuadro No 20	ADEVA crecimiento primer corte Rye grass	- 55 -
Cuadro No 21	ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (primer corte), en Rye grass.	- 56 -
Cuadro No 27	Producción de materia verde (primer corte) por m ²	- 57 -
Cuadro No 22	ADEVA crecimiento segundo corte Alfalfa.....	- 58 -
Cuadro No 23	ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (segundo corte), en alfalfa.	- 58 -
Cuadro No 24	Prueba de rango múltiple de Duncan para crecimiento de alfalfa segundo corte.	- 60 -
Cuadro No 25	ADEVA crecimiento segundo corte Rye grass.....	- 60 -

Cuadro No 26 ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (segundo corte), en Rye grass.	61 -
Cuadro No 28 Producción de materia verde (segundo corte) por m ²	62 -
Cuadro No 29 Porcentaje de MS de la alfalfa	63 -
Cuadro No 30 Porcentaje de MS del Rye grass	65 -
Cuadro No 31 Interpretación de resultados T0 alfalfa	66 -
Cuadro No 32 Interpretación de resultados T1 alfalfa	66 -
Cuadro No 33 Interpretación de resultados T2 alfalfa	66 -
Cuadro No 34 Interpretación de resultados T3 alfalfa	67 -
Cuadro No 35 Interpretación de resultados T0 Rye grass	70 -
Cuadro No 36 Interpretación de resultados T1 Rye grass	70 -
Cuadro No 37 Interpretación de resultados T2 Rye grass	71 -
Cuadro No 38 Interpretación de resultados T3 Rye grass	71 -
Cuadro No 39 Análisis de costo por tratamiento.....	73 -
Cuadro No 40 Producción de MV por tratamiento.....	74 -
Cuadro No 41 Análisis costo beneficio	74 -
Cuadro No 42 Crecimiento de alfalfa semana uno primer corte.	81 -
Cuadro No 43 Crecimiento de Rye grass semana uno primer corte.....	81 -
Cuadro No 44 Crecimiento de alfalfa semana dos primer corte.....	81 -
Cuadro No 45 Crecimiento de Rye grass semana dos primer corte.	81 -
Cuadro No 46 Crecimiento de alfalfa semana tres primer corte.	82 -
Cuadro No 47 Crecimiento de Rye grass semana tres primer corte.....	82 -
Cuadro No 48 Crecimiento de alfalfa semana cuatro primer corte.	82 -
Cuadro No 49 Crecimiento de Rye grass semana cuatro primer corte.....	82 -
Cuadro No 50 Crecimiento de alfalfa semana cinco primer corte.	82 -
Cuadro No 51 Crecimiento de Rye grass semana cinco primer corte.	83 -
Cuadro No 52 Crecimiento de alfalfa semana seis primer corte.	83 -
Cuadro No 53 Crecimiento de Rye grass semana seis primer corte.....	83 -
Cuadro No 54 Crecimiento de alfalfa semana uno segundo corte.	83 -
Cuadro No 55 Crecimiento de Rye grass semana uno segundo corte.	83 -
Cuadro No 56 Crecimiento de alfalfa semana dos segundo corte.	84 -
Cuadro No 57 Crecimiento de Rye grass semana dos segundo corte.	84 -
Cuadro No 58 Crecimiento de alfalfa semana tres segundo corte.....	84 -
Cuadro No 59 Crecimiento de Rye grass semana tres segundo corte.	84 -
Cuadro No 60 Crecimiento de alfalfa semana cuatro segundo corte.	84 -
Cuadro No 61 Crecimiento de Rye grass semana cuatro segundo corte.	85 -
Cuadro No 62 Crecimiento de alfalfa semana cinco segundo corte.....	85 -
Cuadro No 63 Crecimiento de Rye grass semana cinco segundo corte.	85 -
Cuadro No 64 Crecimiento de alfalfa semana seis segundo corte.	85 -
Cuadro No 65 Crecimiento de Rye grass semana seis segundo corte.	86 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No 1 Estructura básica de una zeolita	- 30 -
Figura No 2 Estructuras de algunas zeolitas.....	- 31 -
Figura No 3 Historia de la producción de zeolitas naturales en el Ecuador	- 35 -
Figura No 4 Mapa del cantón Paute	- 45 -
Figura No 5 Crecimiento de alfalfa	- 54 -
Figura No 6 Crecimiento de Rye grass.....	- 56 -
Figura No 9 Rendimiento de materia verde primer corte	- 57 -
Figura No 7 Crecimiento de alfalfa segundo corte.....	- 59 -
Figura No 8 Crecimiento de Rye grass segundo corte	- 62 -
Figura No 10 Rendimiento de materia verde segundo corte	- 63 -
Figura No 11 Porcentaje de materia seca de la alfalfa	- 64 -
Figura No 12 Porcentaje de materia seca del Rye grass.....	- 65 -
Figura No 13 Porcentajes de elementos existentes en el suelo y en los cultivos de alfalfa	- 69 -
Figura No 14 Porcentajes de elementos existentes en el suelo y en los cultivos del Rye grass	- 73 -

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue introducir al manejo tradicional de un cultivo asociado de alfalfa y Rye grass, la zeolita. Los objetivos específicos fueron: evaluar la extracción nutrimental del pasto asociado, analizar la producción de materia verde con zeolita, frente a un manejo tradicional y realizar un análisis de costos utilizando zeolita natural. En las variables se evaluó la extracción nutrimental del pasto, la producción de materia verde del pasto asociado, rendimiento de materia seca, crecimiento. Todo esto se evaluó a dos cortes, con un 5% de floración. El trabajo de investigación fue desarrollado en la provincia del Azuay, cantón Paute. Se envió al laboratorio muestras de suelo, para poder corregir las deficiencias nutrimentales de este, después se procedió a la aplicación de zeolita. El diseño experimental fue un DCA de cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se trabajó en un cultivo establecido de alfalfa con Rye grass, donde se aplicó al tratamiento T1 450 kg/ha de zeolita, T2 550 kg/ha de zeolita, T3 600 kg/ha de zeolita, y T0 0 kg/ha de zeolita. Los resultados obtenidos fueron altamente significativos para el factor crecimiento en la alfalfa, es así que T3 fue el mejor tratamiento en la evaluación a dos cortes. En cuanto a la producción de MV (materia verde), T1 es el mejor tratamiento con una producción de 781.09gr/m² de MV en el primer corte y de 742.38gr/m² de MV en el segundo corte. En la obtención de MS (materia seca) en el cultivo de alfalfa, T1 obtuvo el mejor resultado con un porcentaje de 23.10%, y en el cultivo de Rye grass T0 el valor más elevado de MS con un porcentaje de 21.72% seguido de T2 con un valor de 19.39%. En el análisis nutrimental de la alfalfa observamos que el mejor tratamiento es T1, ya que presenta el menor número de elementos deficientes. Cabe anotar que en el suelo donde se realizó el proyecto de tesis existe un exceso de Ca y una cantidad suficiente de Mg, no así en el cultivo donde se obtiene valores bajos de Ca y Mg. Esto se debe a factores como el pH del suelo, y a la aplicación de zeolita ya que esta no atrapa elementos como el Ca y el Mg. En el cultivo de Rye grass se observa que la disponibilidad del nitrógeno es deficiente en todos los tratamientos nutrimentalmente, esto se debe a que la cantidad de N existente en el suelo fue corregida con enmiendas, pero no fue aprovechada correctamente por el cultivo de Rye grass. Al comparar costos de producción y rendimiento en materia verde, el mejor tratamiento es el T1 (450 kg zeolita por hectárea) dándonos un rendimiento promedio de 1247.72 Kg de MV por corte con un costo beneficio de 278.06 USD por corte, lo que le hace muy rentable ya que el testigo presenta 883.13 Kg de MV por corte con un costo beneficio de 117.36 USD por corte.

ABSTRACT

The objective of the present research was to place the zeolite into the traditional management of an associated crop of alfalfa and Rye grass. The main objectives were: To estimate the nutritional value of the associated grass, to analyze the green material production with zeolite against common used methods, and make a cost analysis, using the Zeolites in natural. In the variables, we analyzed the nutritional extraction of grass, the green material production of associated grass, the dry material efficiency and growth of the grass. This was evaluated based on two grass cutting, with a 5% of flowering. The research was developed in Canton Paute, Province of Azuay. Soil samples have been sent to the laboratory, in order to correct its nutritional deficiencies, then we proceeded to zeolite application. The experimental design was a DCA of four treatments with three repetitions each. We have worked on an established planting of Alfalfa with Rye grass, where we applied at treatment T1, 450 kg/ha of zeolite, T2 550 kg/ha of zeolite, T3 600 kg/ha of zeolite and T0 0 kg/ha of zeolite. The results were highly significant for alfalfa growth factor, so that T3 was the best treatment in the assessment for two cuts. Regarding the production of GM (green material), T1 is the best treatment with a production of 781.09 g/m² of GM in the first cut and 742.38 g/m² of GM in the second cut. When we got the DM (dry material) in a planting of Alfalfa, T1 obtained the best result with a percentage of 23.10% and in the Rye grass planting T0 got the highest value of DM (dry material) with a percentage of 21.72% followed by T2 with a value of 19.39%. In the nutritional analysis of Alfalfa, we noticed that the best treatment is T1, since it has the smallest number of deficient elements. It is necessary to explain that on the ground where the Thesis project took place there is too much Ca and a sufficient amount of Mg, which doesn't exist in the planting where we got low levels of Ca and Mg. This is due to some factors such as the pH of the soil and the application of zeolite, due zeolite does not absorb elements such as Ca and Mg. On the Rye grass planting, it is noticed that in all nutritional treatments, the availability of nitrogen is deficient, due to the amount of N in the soil corrected through amendments, but was not correctly exploited by the cultivation of Rye grass. Comparing costs of production and performance in the green material, the best treatment is T1 (450 kg per hectare zeolite) giving an average yield of 1247.72 Kg of GM by cutting, with a cost benefit of US\$ 278.06 by cutting which makes more profitable, due T0 shows 883.13 kg of GM by cutting, with a cost benefit of US\$ 117.36 by cutting.

I. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.

A. Tema

“Respuesta de un cultivo asociado de alfalfa (*Medicago sativa*) y Rye grass (*Lolium perenne*) establecido a la aplicación de zeolita”

B. Introducción

La producción y uso de fertilizantes orgánico – minerales como la zeolita puede ser una solución alternativa para disminuir los efectos negativos de los fertilizantes químicos y cubrir las necesidades de nutrimentos de los cultivos; los bajos costos de producción y su elevada efectividad agronómica hacen que las zeolitas sean productos atractivos para los productores. La zeolita es considerada como un bio - fertilizante que existe de forma natural.

El interior de las zeolitas está formado por cavernas y canales que lo convierten en un cristal hueco con un gran porcentaje de su capacidad volumétrica para almacenar agua, la cual por procesos de intercambio catiónico, cederá racionadamente a las plantas; posee además, polaridad negativa que le permite atraer todo tipo de cationes, existiendo especial selectividad por potasio, calcio y magnesio y otros esenciales en la nutrición de los cultivos.

En esta consideración se realizó un monitoreo a través de la evaluación edáfica de tres dosis diferentes de zeolita en un cultivo establecido de alfalfa y Rye grass. Donde se analizó el contenido nutrimental y la producción de materia verde de cada tratamiento

C. Justificación.

La adición de zeolita en el suelo reduce significativamente la cantidad de agua y el coste en fertilizantes mediante la retención de nutrientes en la zona de las raíces. Las zeolitas forman un depósito permanente de agua, asegurando un efecto de humedad prolongada hasta en épocas de sequedad.

En el país se desarrollan trabajos de aplicación de la zeolita en la agricultura en cultivos como arroz, sorgo, maíz, palma, banano, hortalizas, pastos, café, cacao, sábila y flores, con excelentes resultados.

Se ha comprobado que a través de la sustitución del 20% de los fertilizantes tradicionales se han obtenido reducciones en los costos de fertilización hasta en un 11%, aumentando la productividad y mejorando la calidad del producto final. La zeolita también se ha trabajado como sustrato de siembra, en donde se han obtenido productividades sin pérdidas de plantas por problemas fitosanitarios del sustrato, cero desyerbas y la disminución en las láminas de riego debido a la capacidad hidro retenedora de la zeolita.

D. Objetivos.

Objetivo General:

Introducir al manejo tradicional asociado de alfalfa y Rye grass, la zeolita.

Objetivos Específicos:

Evaluar la extracción nutrimental del pasto asociado.

Analizar la producción de materia verde del pasto asociado con zeolita, frente a un manejo tradicional.

Realizar un análisis de costos utilizando zeolita natural, frente a un manejo tradicional.

II. MARCO TEÓRICO

La rentabilidad de una explotación ganadera depende de muchos factores, tales como el manejo, nutrición, genética, sanidad, entre otros.

2.1 Efectos de los fertilizantes químicos

Las prácticas tradicionales de cultivo, aplicadas en cada uno de los cultivos consistentes en la utilización intensiva de maquinaria y la aplicación de productos químicos, para la fertilización y el tratamiento de plagas, unidas a los agentes meteorológicos, agua y viento fomentan sobremanera las agresiones y los daños en el medioambiente. Daños que en primer lugar se circunscriben a la superficie de la misma explotación agrícola y, en numerosas ocasiones también, rebasan los límites de la finca extendiendo su efecto y contaminando a diversos ámbitos más o menos alejados de la explotación.

De entre los efectos dañinos más frecuentes, derivados de las prácticas tradicionales destacan la erosión y la contaminación del suelo. Los efectos de esa última tienen su origen en causas diversas, unas son de origen químico, por el uso de pesticidas y abonos químicos, y otros orgánicos, procedentes de residuos animales o vegetales.

Los efectos dañinos de la erosión se fomentan especialmente por la utilización excesiva de maquinaria y aperos que hacen un tratamiento agresivo del suelo disminuyendo su capacidad de resistencia al desgaste erosivo, y por el abandono de las anteriores técnicas de cultivo menos intensivas, que ha llevado a la destrucción progresiva de márgenes y muros de contención que protegían y ayudaban a fijar el suelo. Asimismo, la destrucción de cualquier tipo de vegetación, ajena al cultivo predominante, multiplica los efectos de cualquier de los agentes meteorológicos. (SABATE, 2001)¹

¹ SABATE, Pere Prats. *Efectos medio ambientales de las practicas agrícolas y su contabilización*. Noviembre de 2001. <http://jggomez.eu/z%20Privado/b%20usuarios/n-revista/caja/3tc/2001/635.pdf> (último acceso: 04 de Septiembre de 2014).

Los efectos de la contaminación del suelo son distintos según cual sea la causa que la origina. Las causas principales se pueden agrupar en dos tipos de agentes contaminantes distintos, unos de procedencia química y los otros de procedencia orgánica.

Los agentes contaminantes de procedencia química se incorporan al suelo como consecuencia de las prácticas agrícolas de fertilización y de aplicación de pesticidas, para el tratamiento de plagas y eliminación de malas hierbas.

En el caso de la fertilización por medios de abonos químicos, el principal problema, en la práctica, se derivan del abuso del nitrógeno. Los excesos de nitrógeno, procedentes de fertilizaciones, que no pueden ser asimilados por los cultivos vegetales pueden ser arrastrados por el efecto de las lluvias, y desplazarse para contaminar, además de las parcelas, en las cuales han sido aplicados, otras parcelas limítrofes, así como, filtrarse por el suelo y afectar a acuíferos de todo tipo. La presencia de nitrógenos en las aguas de consumo público y riego están suscitando una gran problemática que levanta fuertes controversias y discusiones. Unos de los problemas más inmediatos y graves, de la contaminación de las aguas con nitratos, sería el conjunto de enfermedades cuyo origen está en la ingestión de agua que presenta niveles superiores al máximo permitido de 50 mg. por litro. (SABATE, 2001)²Op cit

2.2 La creación de un suelo sano

“La fertilidad del suelo no solo es importante de cara a su degradación, sino que también tiene una importancia capital para la salud de los cultivos, los animales y los seres humanos que se sustentan con él. Este es un hecho señalado con insistencia con muchos de los primeros protagonistas de la agricultura ecológica” (LAMPKIN, 2001)³

³ LAMPKIN, nicolas. *Agricultura ecológica*. MADRID-BARCELONA-MEXICO: EDICIONES MUNDI-PRENSA, 2001.

La salud del ganado, los cultivos y los seres humanos se fundamentan en un suelo sano, aquel que a través de su actividad biótica y su propia fertilidad pueden hacer fructificar cultivos de gran calidad y permanecer productivo durante largos periodos de tiempo sin la necesidad de apoyarse en grandes aportaciones de fuera del sistema.

El punto de partida para crear un suelo sano habría de ser el romper con la idea de que el suelo es únicamente un medio de cultivo para las plantas, un lugar donde los cultivos pueden afianzar sus raíces y tomar los nutrientes que necesitan mientras el saco de fertilizante los alimenta.

Pero el suelo no solo proporciona el lugar más apropiado para que se desarrolle el alimento que necesitan los animales, es mucho más que una simple mezcla de piedras y partículas minerales con mayor o menor cantidad de materia orgánica. El suelo es un ente vivo, un ecosistema que contiene gran variedad de especies animales y vegetales que cumplen una multitud de funciones.

Los principales componentes del ecosistema edáfico se pueden clasificar en organismos vivos, minerales, materia orgánica, agua y aire. Todos son necesarios para su funcionamiento eficaz y fluido. Las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos edificados son tan importantes como la presencia o ausencia de uno de ellos.

2.3 Cultivos Forrajeros

Las fertilizaciones en cultivos forrajeros son altas debido a los cortes que suceden en el ciclo (ya sean anuales o perennes).

“Las leguminosas como la alfalfa solo necesitan un poco de nitrógeno en su etapa inicial hasta que forman los nódulos *Rhizobium* en cambio, son importantes los aporte de fósforo y potasio en este periodo, llegándose a 100 o 300 Kg de P₂O₅/ha, 100 a 500 Kg de K₂O/ha, y solo de 20 a 60 Kg de N/ha.” (SUPPO, 1984)⁴

2.4 Fertilización de Leguminosas Forrajeras

Las leguminosas forrajeras prefieren un suelo rico en calcio y fósforo. En general, las leguminosas responden mejor a la fertilización con fósforo que los pastos y, muy poco o menos, a la fertilización con nitrógeno.

“Normalmente las leguminosas necesitan de una fertilización de 20 a 60 Kg/ ha de fósforo y de 40 a 120 Kg/ha de potasio, dependiendo del resultado que se obtenga de un análisis previo de suelo.” (SALINAS, 1985)⁵

Además, para las leguminosas forrajeras es importante el elemento calcio. Este elemento promueve el desarrollo radical y la nodulación y, de esta forma, la fijación de nitrógeno por simbiosis.

2.5 Alfalfa

Los conquistadores españoles introdujeron la semilla de alfalfa, le transportaron, primero, a México y Perú de donde rápidamente pasó al resto del Sudamérica. Los misioneros españoles también la llevaron consigo a los establecimientos de Nuevo México, California, Texas, en los Estados Unidos, con la denominación de trébol chileno.

⁴ SUPPO, florencio. *Fertilizantes Nutrición Vegetal*. México D.F: AGT EDITOR S.A, 1984.

⁵ SALINAS, Kirchner y otros. *Manuales Para Educación Agropecuaria Cultivos Forrajeros*. Mexico: Trillas, 1985.

2.5.1 La alfalfa en el mundo

Es, pues, la alfalfa una planta cuyo cultivo se ha conocido desde los más remotos tiempos. El interés que presenta ha determinado que su expansión sea tan completa como para conocerse y cultivarse prácticamente en todos los países del mundo.

“Para la extensión de la alfalfa en Sudamérica, Perú, fue pieza fundamental. Allí vino por primera vez, y hoy se encuentran interesantes eco tipos con gran capacidad de adaptación y cuyo mercado de semilla con el resto de continente se incrementa día a día.” (POZO, 1983)⁶

2.6 Alfalfa, heno en rama

La alfalfa (*Medicago sativa*) es una planta perteneciente a la familia de las leguminosas. Es un cultivo forrajero plurianual con excelente potencial productivo, cuya duración en el campo es de 3 a 4 años, practicándose varios cortes por año.

2.6.1 Alfalfa verde

A pesar de ser un cultivo que se le hacen varios cortes al año, el valor nutritivo de estos cortes no sufre grandes oscilaciones, como si suceden en las gramíneas pratenses. En todo caso y como medida de potenciar la capacidad de rebrote de la planta, se aconseja como mínimo un corte se realice cuando la planta esté en flor, lo que hace reducir ligeramente el valor nutritivo de la misma.

⁶ POZO, manuel. *La alfalfa su cultivo y aprovechamiento*. Castellano - Madrid: EDICIONES MUNDI - PRENSA, 1983.

La alfalfa es un forraje que destaca por su valor energético, un elevado valor proteico, y un elevado contenido de cenizas, especialmente un elevado contenido de calcio. La relación calcio/potasio de la alfalfa se sitúa entre 5. 5-6 a 1. Por otra parte cabe destacar igualmente el elevado contenido lignocelulósico de este forraje y el importante contenido de lignina. Esto asociado a su contenido de fitoestrogenos y al riesgo de producir metiorismo, convierte a este forraje en un alimento excelente cuyo uso debe realizarse con precaución. (CALSAMIGLIA, y otros, 2004)⁷

Cuadro No 1 Composición química de la alfalfa

VRF ¹	Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	FND	FAD	LAD
Excelente (>151)	10.3	12.4	20.8	2.53	22.9	36.7	27.2	6.32
Primera (125-151)	9.7	11.4	18.7	2.14	27.7	43.6	32.7	7.51
Segunda (103-124)	10.4	11.0	16.8	1.92	30.4	49.1	36.1	8.25
Tercera (87-102)	10.4	10.7	15.0	1.80	34.3	56.0	40.9	8.96
Cuarta (75-86)	10.9	10.4	13.4	1.52	36.7	62.0	44.6	8.96

¹Valor relativo del forraje = [(88.9 – (0.779 x FAD%)) x (120 / FND%)] / 1.29

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2004)

Cuadro No 2 Macrominerales de alfalfa (%)

Ca	P	Mg
1.55	0.24	0.25

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2004)

Cuadro No 3 Valor energético de alfalfa (Mcal/kg)

VRF	RUMIANTES						
	EM _{3x} ¹	EN ¹	UFI ²	UFc ²	EM ³	ENm ³	ENc ³
Excelente	2.33	1.45	0.73	0.65	2.17	1.31	0.74
Primera	2.21	1.36	0.69	0.60	2.05	1.20	0.63
Segunda	2.07	1.26	0.66	0.57	1.95	1.11	0.55
Tercera	1.91	1.15	0.63	0.53	1.84	1.00	0.45
Cuarta	1.80	1.08	0.61	0.51	1.77	0.93	0.38

¹EM y ENI a ingestión 3 veces el mantenimiento según NRC (2001); ²según INRA (1988); ³según NRC (1996)

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2004)

⁷ CALSAMIGLIA, s. FERRET, a. «FEDNA.» *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. 2004. <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/alfalfa-heno-en-rama> (último acceso: 08 de SEPTIEMBRE de 2014).

Cuadro No 4 Valores proteicos de alfalfa

VRF	RUMIANTES						
	Degradabilidad del N (%PB)	Digest. Intest. PB Indegrad. (%PB)	PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
			(g/kg)			(%PDIE)	
Excelente	80	70	55	99	130	6.78	1.67
Primera	75	65	48	91	113	6.78	1.67
Segunda	75	65	44	87	105	6.78	1.67
Tercera	70	65	40	81	93	6.78	1.67
Cuarta	65	60	35	76	83	6.78	1.67

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2004)

2.7 Consideraciones para la implantación del cultivo de alfalfa

2.7.1 Selección de lote a sembrar:

Antes de llevar a cabo la preparación del suelo debe efectuarse el análisis de los niveles de salinidad, debido a que induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea.

2.7.2 Tipo de suelo:

“Esta leguminosa requiere suelos profundos y aireados, por lo que los suelos para la siembra deben ser de textura liviana e intermedia. Los suelos pesados, arcillosos y arcillo limosos no son aconsejados por ser una especie sensible a la asfixia radicular (más de 24 horas con agua en superficie produce la muerte radicular)” (MORALES, 2013)⁸

⁸ MORALES, María Leticia. «Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.» INTA. 19 de Septiembre de 2013. http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-la-alfalfa-siembra/at_multi_download/file/INTA-HI19AlfalfaSiembra%20%284%29.pdf (último acceso: 09 de Septiembre de 2014).

2.7.3 Estado del terreno:

Debe estar libre de malezas perennes.

2.7.4 Nivelación del terreno:

Debe contarse con un terreno bien nivelado, con buen escurrimiento del agua al pie, para evitar encharcamientos y mejorar la eficiencia en el uso del agua.

2.7.5 Laboreo del suelo:

Es necesario hacer labores profundas para mejorar la aireación del suelo, permitir el correcto desarrollo y evitar la asfixia radicular del cultivo, haciendo uso del cincel y subsolador.

2.8 Semilla

2.8.1 Calidad de la semilla:

La calidad de la semilla se ve en su forma física como genética. La calidad física está dada por el tamaño, grado de dureza, pureza y poder germinativo.

En tanto que, la calidad genética está determinada por las características heredables de la variedad como su grado de reposo invernal, comportamiento en condiciones climáticas adversas, entre otros. La misma debe ser adquirida en bolsa cerrada con la categoría de “Semilla Certificada”.

2.8.2 Cantidad de semillas:

“La densidad de siembra (cantidad de semilla/ha) varía entre 12 a 15 kg/ha para siembras al voleo y distribución manual (la forma más común en nuestro país). Se necesitan entre 50 a 70 plantas establecidas por m² para alcanzar los máximos rendimientos y ofrecer buena competencia a las malezas” (MORALES, 2013)⁹ Op. cit.

2.9 La Familia de las Leguminosas

2.9.1 Características

En la familia de las leguminosas uno de los grupos de plantas más importantes en la agricultura de todos los países. Comprende una numerosa lista de especies con variadísimas finalidades productivas: grano, forraje, madera, abonos en verde, etc.

2.10 Rye grass

En el Rye grass, como en toda gramínea a la que se le pueden practicar cortes sucesivos, el valor nutritivo está muy asociado a la composición morfológica de la planta, es decir, al momento de corte. Así, un primer corte de Rye grass, cuando la planta es mayoritariamente hoja, tiene un elevado contenido en agua (83-85%), un excelente valor energético y proteico y un elevado contenido en cenizas, con una relación calcio/potasio del orden de 1,2-1,3 a 1. El valor energético y proteico irá disminuyendo, a medida que la planta tenga más edad, como consecuencia de un incremento en el contenido en fibra, a costa de una disminución de los carbohidratos no estructurales, llegando a convertirse en un forraje cuyo valor energético y proteico es mucho menor, como sucede con el Rye grass italiano anual en floración. (CALSAMIGLIA, y otros, 2005)¹⁰

¹⁰ CALSAMIGLIA, s, a FERRET, y a. BACH. «Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid.» *Tablas FEDNA*. 2005. <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/rye-grass-verde> (último acceso: 14 de Septiembre de 2014).

2.11 Valores nutricionales del Rye grass

Cuadro No 5 Composición química del Rye grass

VRF ¹	Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	FND	FAD	LAD
Excelente (>151)	76.2	12.4	19.7	3.99	19.1	40.5	22.6	2.34
Primera (125-151)	76.7	12.8	14.4	3.23	23.3	46.0	27.8	2.57
Segunda (103-124)	73.9	13.2	12.0	2.56	26.6	52.1	31.3	3.23
Tercera (87-102)	70.3	12.4	10.4	2.29	30.4	59.3	35.3	4.06
Cuarta (75-86)	69.2	14.4	8.00	2.33	32.3	65.2	38.0	5.24

¹Valor relativo del forraje = $[(88.9 - (0.779 \times \text{FAD}\%)) \times (120 / \text{FND}\%)] / 1.29$

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2005)

Cuadro No 6 Macrominerales del Rye grass (%MS)

Ca	P	Mg
0.51	0.44	0.18

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2005)

Cuadro No 7 Valor energético del Rye grass (Mcal/kg MS)

VRF	RUMIANTES						
	EM _{3x} ¹	EN ¹	UFI ²	UFc ²	EM ³	ENm ³	ENc ³
Excelente	2.50	1.57	0.97	0.94	2.41	1.53	0.93
Primera	2.33	1.45	0.83	0.78	2.29	1.42	0.84
Segunda	2.22	1.37	0.74	0.67	2.14	1.28	0.71
Tercera	2.07	1.27	0.67	0.59	2.03	1.17	0.62
Cuarta	1.84	1.11	0.59	0.50	1.83	0.99	0.44

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2005)

Cuadro No 8 Valores proteicos del Rye grass

VRF	RUMIANTES						
	Degradabilidad del N (%PB)	Digest. Intest. PB Indegrad. (%PB)	PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
			(g/kg MS)			(%PDIE)	
Excelente	80	70	52	108	132	3.48	1.30
Primera	80	70	38	89	96	3.48	1.30
Segunda	75	65	32	79	80	3.48	1.30
Tercera	70	60	27	72	69	3.48	1.30
Cuarta	65	60	21	61	53	3.48	1.30

Fuente.- (CALSAMIGLIA, y otros, 2005)

2.12 pH del suelo

“El pH del suelo es generalmente considerado adecuado en agricultura si se encuentra entre 6 y 7.” (IBAÑEZ, 2007)¹¹

El pH del suelo aporta una información de suma importancia en diversos ámbitos de la edafología. Uno de los más importantes deriva del hecho de que las plantas tan solo pueden absorber los minerales disueltos en el agua, mientras que la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales. Por ejemplo, el aluminio y el manganeso son más solubles en el agua edáfica a un pH bajo, y cuando tal hecho ocurre, pueden ser absorbidos por las raíces, siendo tóxicos a ciertas concentraciones. Por el contrario, determinadas sales minerales que son esenciales para el desarrollo de las plantas, tal como el fosfato de calcio, son menos solubles a un pH alto, lo que tiene como resultado que bajo tales condiciones sean menos disponibles con vistas a ser absorbidos y nutrir las plantas. Idem¹²

¹¹ IBAÑEZ, Juan José. 2007. mid Un lugar para la ciencia y tecnología. [En línea] 02 de Abril de 2007. [Citado el: 27 de Febrero de 2015.] <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/02/62776>.

2.13 Zeolita

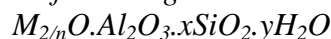
“Las zeolitas son una familia de alrededor de 40 minerales de aluminosilicatos, siendo la Clinoptilolita el mineral de mayor utilidad que se encuentra de forma mayoritaria en las rocas zeolíticas, esta es una zeolita natural formada por la desvitrificación de ceniza volcánica en lagos o aguas marinas hace millones de años” (CASALS, y otros, 1988)¹³

2.13.1 Aluminosilicatos

Son abundantes en la naturaleza, ciertos compuestos de estructura afín a los silicatos en los que iones Al^{+3} reemplazan a algunos de los iones Si^{+4} en los tetraedros SiO_4^{-4} . El reemplazo de Si por Al sin cambio de la estructura fundamental se denomina sustitución isomorfa y es posible porque la diferencia de tamaños de ambos iones es pequeña con relación al tamaño de los iones O^{2-} . (ODETTI, y otros, 2006)¹⁴

2.13.2 Fórmula de la zeolita

La fórmula general de la zeolita es fue presentada por los investigadores



Dónde:

M = cualquier catión alcalino o alcalino - térreo que generalmente es Na^+ , K^+ ó Ca^{+2}

n = la valencia del catión

x = un número de 2 a 10

y = número de 2 a 7. (GOTTARDI, y otros, 1985)¹⁵

¹³ CASALS, y c. CORELLA. *La Zeolita, mineral del siglo XX*. La Habana Cuba: Publigráfico, 1988.

¹⁴ ODETTI, h, y e. BOTTANI. *Introducción a la Química Inorgánica*. Santa Fe Argentina: UNL, 2006.

¹⁵ GOTTARDI, g, y e GALLI. *Natural Zeolites*. Berlin, Germany, 1985.

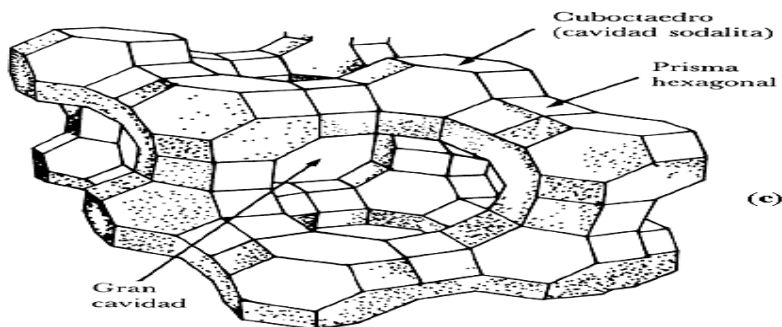
2.13.3 Estructura de la zeolita

En la figura 1 se explica la estructura básica de una zeolita. También se observa en el interior de la red el agua zeolítica.

“Los cationes intercambiables pueden desprenderse fácilmente e intercambiarse con cationes selectivos de su entorno” (MORANTE, 2004)¹⁶.

“Las estructuras internas permiten que actúen como tamices moleculares que pueden retener y liberar selectivamente las moléculas por adsorción según su tamaño” (BERREZUETA, y otros, 2010)¹⁷.

Figura No 1 Estructura básica de una zeolita



Fuente: (BOSCH, y otros, ,1997)

¹⁶ MORANTE, f, y CARBALLO. *Las Zeolitas de la Costa de Ecuador*. Guayaquil, 2004.

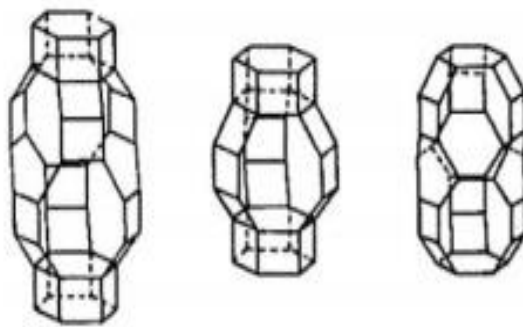
¹⁷ BERREZUETA, e, y m. DOMINGUEZ. *Técnicas aplicadas a la caracterización y aprovechamiento de recursos geológico-mineros*. Oviedo, España:: Morés S. L., 2010.

La capacidad de intercambio iónico de la zeolita es una de sus notables propiedades que han contribuido a la difusión de su empleo, el mismo que está dado por poseer una geometría molecular bien definida, con poros generalmente llenos de agua y cuyos enlaces forman canales y cavidades que le permiten ganar y perder agua reversiblemente e intercambiar los cationes de su estructura, sin que ésta se altere (CASALS, y otros, 1988)¹⁸Op. cit,

Las zeolitas actúan como intercambiadores de iones pues al colocar una zeolita que contiene cierto catión, en una solución que contiene otro catión se establece un equilibrio en el cual cada catión se distribuye entre la solución y la zeolita. Este equilibrio se alcanza rápidamente porque la estructura de la zeolita es abierta y permite una relativamente fácil circulación de los iones. Si uno de los iones tiene mayor afinidad por la zeolita que el otro, entonces se logrará concentrar dicho ion en la zeolita. (ODETTI, y otros, 2006)¹⁹Op cit.

“Las zeolitas sirven como tamiz molecular, debido a que presenta una enorme área en su interior dándole una estructura cavernosa (ver figura 2), pero solo moléculas con un tamaño determinado pueden pasar a través del tamiz” (ODETTI, y otros, 2006)²⁰

Figura No 2 Estructuras de algunas zeolitas



Fuente.- (ODETTI, y otros, 2006)

Claramente, las características de los poros de la zeolita van a ser de primordial importancia. Es más, dada la regularidad de su estructura, es posible aprovecharlas para tamizar moléculas, atrapar compuestos o absorber gases. Con el intercambio iónico es posible alterar el tamaño de los canales por los que circulan las moléculas; también gracias al intercambio iónico se pueden anclar metales con propiedades químicas peculiares en algunas de esas posiciones. (ALONSO, 1997)²¹

Si un gas o un líquido están compuesto por dos tipos de moléculas, unas más grandes que las otras, y si disponemos de una zeolita cuyos poros o ventanas tengan un tamaño intermedio entre las moléculas pequeñas y las grandes, sólo las primeras entrarán en la zeolita, mientras que las segundas seguirán su camino. Así se habrá separado un componente de otro: la zeolita actúa como un tamiz de moléculas. Idem²²

Una zeolita en la que los sodios son intercambiados por potasios disminuye su ventana a un valor de 3 angstroms (Å): en efecto, el ion K es mayor que el ion Na y por lo tanto estorba la entrada del poro. Análogamente es posible sustituir los sodios por calcio. El radio iónico del Ca⁺⁺ y del Na⁺ es aproximadamente el mismo, pero como sólo se necesita un Ca por cada dos Na para balancear las cargas de la estructura zeolítica, entonces la abertura del poro está más libre y aumenta de 4.2 Å para la forma Na-A, a 5 Å para la forma Ca-A. Así puede uno calibrar mediante un intercambio controlado el tamaño de la ventana del poro de las zeolitas. Idem²³

2.13.4 Clinoptilolita

“Es el mineral que se encuentra de forma mayoritariamente en las rocas zeolíticas. La Clinoptilolita es una zeolita rica en silicio, con una relación de sílice – alúmina (SiO₂ / Al₂O₃) que fluctúa entre 4,25 y 5,25; con porcentaje de sodio y potasio mayor que el porcentaje de calcio (Na y K >> Ca)” (OBREGON, 2005)²⁴

²¹ ALONSO, antonio y otros. 1997. *Química la ciencia para todos*. Mexico : ISBN 968-16-5257-6, 1997.

²⁴ OBREGON, r. *Investigación de la Actividad y Selectividad de la Zeolita Natural, Clinoptilolita como Catalizador para la Obtención de Compuestos Alquilaromaticos*. Universidad Autónoma de Nueva León (UANL), 2005.

2.13.5 Zeolita en la agricultura

La zeolita es muy utilizada en la agricultura porque actúa como una esponja que recubre a los fertilizantes y absorbe todos los nutrientes que están expuestos a pérdidas como lixiviación, volatilización y amonificación; además mejora el aprovechamiento de los cultivos y evita asimismo los problemas por contaminación de suelo, agua y atmósfera.

“Aunque ha sido ampliamente estudiado su uso en relación a la fertilización nitrogenada, no ha sido muy difundido el estudio de las clinoptilolitas naturales como correctores y/o fertilizantes básicos” (MILLAN, 2007)²⁵

2.13.6 Historia de las zeolitas

En la segunda década del siglo XX, los investigadores descubrieron que las zeolitas poseen características de adsorción selectiva y por primera vez fue utilizado el término "tamices moleculares". A finales de los años 40, llegó a ser evidente que estos minerales tienen un potencial comercial significativo, pero en aquella época las fuentes de material natural eran limitadas, así que los investigadores desviaron su atención a la producción de zeolitas sintéticas. La primera producción comercial de una zeolita sintética (el tipo A) se inició en los años 50 por la Union Carbide Corporation y esto retrasó algo la explotación de nuevos depósitos naturales descubiertos en Japón y los E.E.U.U. (MUMPTON, y otros, 1978)²⁶.

Las zeolitas se encuentran en una variedad de yacimientos sedimentarios en todo el mundo, y son comunes en rocas que se han generado total o parcialmente por transformación de materiales volcánicos.

²⁵ MILLAN, g y otros. *Estudio de la dinámica de las bases en la solución del suelo con el uso de clinoptilolita-Ca como corrector de la acidez en un suelo bonaerense*. Mexico, 2007.

²⁶ MUMPTON, f, y l. SAND. *Zeolitas*. E.E.U.U., 1978.

“Así, las zeolitas deben ser y son de hecho abundantes en zonas de la Tierra donde la actividad volcánica ha sido predominante en el pasado geológico reciente. La clinoptilolita es probablemente la más abundante zeolita en la naturaleza.” (MORANTE, 2004)²⁷ Op cit.

Durante muchos años las zeolitas han sido consideradas como curiosidades mineralógicas, al encontrarse comúnmente como rellenos de cavidades en lavas basálticas, y no presentar la suficiente cantidad o pureza para ser comercialmente útiles.

Sin embargo, desde 1950, las zeolitas se han encontrado constituyendo más del 90% de muchas rocas sedimentarias bandeadas de origen volcánico en todo el mundo. Ahora se reconocen como minerales relativamente abundantes en estos ambientes geológicos, y presentan características físicas y químicas que las hacen valiosas en muchas áreas de la tecnología industrial y agrícola. A pesar de su variedad, sólo ocho zeolitas naturales son suficientemente abundantes en yacimientos sedimentarios para ser de interés como materia prima industrial; éstas son: analcima, chabazita, clinoptilolita, erionita, heulandita, laumontita, mordenita y phillipsita. (HAWKINS, 1969)²⁸

2.13.7 Propiedades de las zeolitas

Las zeolitas se caracterizan a menudo por las siguientes propiedades:
Alto grado de hidratación.
Baja densidad y gran volumen de vacíos cuando están deshidratadas.
Estabilidad de la estructura cristalina cuando están deshidratadas.
Características de intercambio iónico.
Canales de tamaño molecular uniformes en los cristales deshidratados.
Conductividad eléctrica.
Adsorción de gases y vapores.
Características catalíticas.
(BRECK, 1974)²⁹

²⁸ HAWKINS, d. *Zeolitas en America*. Mexico, 1969.

²⁹ BRECK, d. *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use*. New York, 1974.

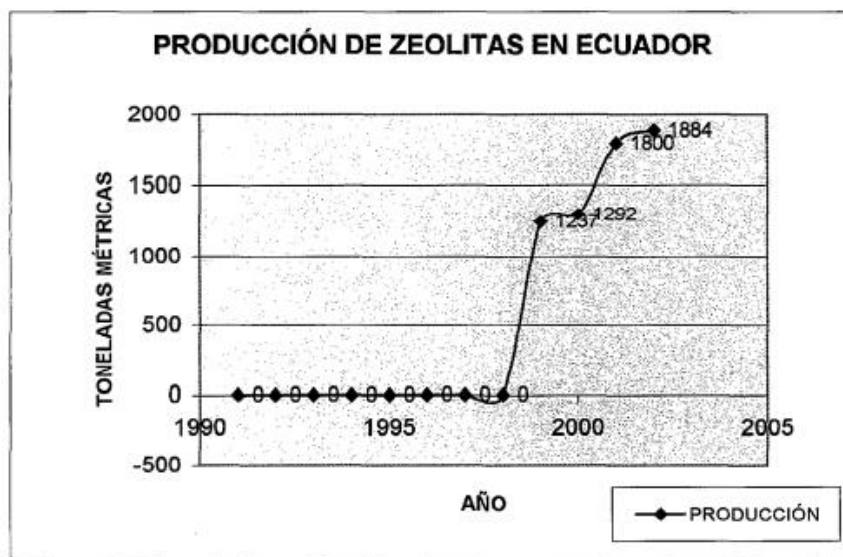
2.13.8 Aplicaciones de las zeolitas

Las principales aplicaciones de zeolitas son:

- *Control ambiental: gestión de desechos radiactivos; tratamiento de efluentes de aguas residuales; tratamiento de aguas residuales agrícolas; limpieza total de gases emanados de chimeneas; producción de oxígeno.*
- *Conservación de energía: Gasificación de carbón; purificación de gas natural; usos en energía solar; producción de petróleos.*
- *Agricultura: Fertilización y remediación de suelos; adsorción de pesticidas, fungicidas y herbicidas; adsorción de metales pesados de los suelos; nutrición animal; tratamiento de excremento animal.*
- *Minería y metalurgia: Adsorción de metales pesados de efluentes; adsorción de metales en procesos metalúrgicos.*
- *Aplicaciones varias: En la industria del papel; construcción; aplicaciones médicas; detergentes; control de malos olores, camas de animales, etc.* (MORANTE, 2004)³⁰Op cit.

En el Ecuador existen actualmente varias empresas privadas dedicadas a la explotación y comercialización de zeolitas naturales. Se aplican principalmente en las áreas agrícolas: banano, arroz, caña de azúcar y flores; en el área acuícola: camarones; y agropecuaria: cama y nutrición de pollos. A continuación de muestra una gráfica de la producción de zeolitas en el Ecuador.

Figura No 3 Historia de la producción de zeolitas naturales en el Ecuador



Fuente: (MORANTE, 2004)

“Como se puede observar en el gráfico, en Ecuador se comenzó a producir zeolitas a partir del año 1998; se observa un incremento significativo a partir de aquella fecha y teniendo un pequeño decremento durante el 2001 debido a la baja en la producción agrícola (sobre todo banano) y acuícola (camarones)” (MORANTE, 2004)³¹Op cit.

2.13.9 Zeolita Natural

El modo de producción agrícola se caracteriza por el uso intensivo de los recursos naturales, particularmente suelo y agua, y por la excesiva utilización de químicos en los campos de cultivo. Sin embargo, las exigencias del mercado, han modificado definitivamente las formas tradicionales de hacer agricultura.

La agricultura orgánica es un modo de producción agrícola, que elimina el uso de insumos sintéticos, y que respetando las particularidades agroecológicas, obtiene alimentos de mejores propiedades biológicas y organolépticas.

2.13.10 Zeolitas como fertilizantes

Los fertilizantes solubles de síntesis (mal llamados químicos), están expuestos a varios factores físicos y químicos que impiden que su acción sea efectiva en los cultivos, por el contrario, son factores como la volatilización, lixiviación, amonificación, fijación quienes los convierten en contaminantes del medio ambiente.

La Zeolita actúa simplemente como una esponja que recubre y protege a los fertilizantes solubles de síntesis y absorbe todos los nutrientes que están expuestos a pérdidas por los factores anotados. Introducirá en su sistema de canales y cavernas, los productos de la volatilización y lixiviación y proporcionará al coloide del suelo bases intercambiables para desbloquear el potasio y fósforo que habitualmente están inmovilizados; luego los cederá a las plantas, razón por la que fue calificada por científicos japoneses como el "mineral inteligente". (HARO, 2011)³²

2.13.11 Incremento de producción con zeolitas

Al potencializar la zeolita la acción de los fertilizantes solubles de síntesis se obtendrá un incremento sustancial de la masa radicular y vitalidad de los cultivos, se eliminará el ataque de plagas pestíferas al eliminarse los malos olores provocados por las emanaciones de nitrógeno amoniacal al ambiente, los índices de asimilación se incrementarán y por tanto, los rendimientos de los cultivos serán superiores.

La aplicación de zeolita sola en estudios realizados varios cultivos muestra tener un ligero efecto sobre las variables: diámetro de tallo, peso seco de follaje, número de vaina, en comparación a los resultados obtenidos con el tratamiento sin zeolita. El leve aumento en el crecimiento de las plantas en los tratamientos con zeolita se podría deber al hecho de que ha habido una acción restauradora de las propiedades físicas del suelo, aumentando su porosidad y por ende su capacidad de aireación e infiltración del agua. (MORANTE, 2004)³³ Op cit.

2.13.12 Impacto Ecológico de las zeolitas

En pocas palabras se puede decir que dejar de utilizar un 20 - 25% de fertilizantes sintetizados químicamente en nuestros suelos no tiene precio y solo entonces el legado para las futuras generaciones empezará a ser importante.

³² HARO, milton. «Engormix.» *Engormix*. 24 de Mayo de 2011. <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/zeolita-en-la-agricultura-t3390/078-p0.htm> (último acceso: 02 de Noviembre de 2014).

2.13.13 Zeolitas en pastos

El trabajo que se describe a continuación tuvo la finalidad de introducir una elección de fertilización, a base de un abono orgánico, pollinaza y uno mineral, zeolita; y evaluar la influencia físico – química en la tierra. Se evaluó en un potrero establecido con mezcla forrajera de Rye grass anual, Rye grass perenne, trébol rojo y trébol blanco. (AREVALO, 2014)³⁴

2.13.14 Dosificación de tratamientos

“Algunos autores recomiendan el uso de aproximadamente 1000 kg/ha/año de zeolita para incrementar la C.I.C. del suelo y por ende la productividad de los cultivos”. (HARO, 2011)³⁵ Op cit.

“En trabajos realizados actualmente se considera utilizar valores de ± 500 kg/ha con respecto a los 1000 kg/ha/año como se detalla con parcelas de 25m² cada una”. (AREVALO, 2014) Op cit.³⁶

³⁴ AREVALO, Ana Karina. *Evaluación de la influencia físico – química en la aplicación de un abono orgánico – mineral de liberación controlada en el desempeño productivo de una mezcla forrajera*. Cuenca: Tesis universidad de cuenca facultad de ciencias químicas escuela de ingeniería química, 2014.

Cuadro No 9 Aplicación de zeolita y pollinaza en Kg/parcela/año en los 12 tratamientos.

Tratamiento	<u>Pollinaza</u> (kg/parcela*)	Zeolita (kg/parcela*)
T1	0	0
T2	0	1,25
T3	0	2,5
T4	0	3,75
T5	25	0
T6	25	1,25
T7	25	2,5
T8	25	3,75
T9	50	0
T10	50	1,25
T11	50	2,5
T12	50	3,75
TOTAL	300	22,5
TOTAL (3 REPETICIONES)	900	67,5

Fuente.- (AREVALO, 2014)

III. HIPOTESIS

3.1 Diseño hipotético.

Ha.- La incorporación de zeolita natural influye en el rendimiento y asimilación de nutrientes en un cultivo asociado de alfalfa (*Medicago sativa*) y Rye grass (*Lolium perenne*)

Ho.- La incorporación de zeolita natural no influye en el rendimiento y asimilación de nutrientes en un cultivo asociado de alfalfa (*Medicago sativa*) y Rye grass (*Lolium perenne*)

3.2 Variables.

3.2.1 Variable independiente:

Incorporación de zeolita

3.2.2 Variables dependientes:

Alfalfa

Rye grass

3.3 Operacionalización de las variables

Cuadro No 10 Variable dependiente (Pasto)

Concepto	Categorías	Indicadores	Índice
El pasto es de origen vegetal, aunque el producto que se da al ganado doméstico puede ser un derivado procesado al cual se hayan añadido minerales o restos animales, se busca una naturaleza compensada entre leguminosas y gramíneas, de modo que se produzca una complementación	Física	Rendimiento de materia verde	-(Kg/ha)
		Rendimiento de materia seca	-(Kg/ha)
	Química	Días de corte	5% de floración
		Altura de planta (cm)	
		Macro y micro elementos	
		N	%
		P	%
		K	%
		Ca	%
		Mg	%
		Zn	ppm
		Cu	ppm
	Fe	ppm	
Mn	ppm		
B	ppm		
Na	ppm		
		Altura de la planta	-cm

Cuadro No 11 Variable independiente (Zeolita)

Concepto		Categorías	Indicadores	Índice
La Zeolita actúa simplemente como una esponja que recubre y protege a los fertilizantes solubles de síntesis y absorbe todos los nutrientes que están expuestos a pérdidas		Química	<p align="center">Contenido mineral Macro y micro elementos</p> <p align="center">MO NH₄ P</p> <p align="center">K Ca Mg Na</p> <p align="center">Cu Fe Mn Zn B SO₄</p>	<p align="center">%</p> <p align="center">ppm ppm</p> <p align="center">meq/100ml meq/100ml meq/100ml meq/100ml</p> <p align="center">ppm ppm ppm ppm ppm ppm</p>

3.4 Indicadores.

Rendimiento de materia verde.

Rendimiento de materia seca.

Crecimiento.

Días a corte.

Extracción nutrimental.

IV. POBLACIÓN Y MUESTRA

Total de la población de la investigación fue de 2184 m² equivalente al 100% de la población. El tamaño total de la población fue dividida en 12 parcelas, obteniendo así una muestra 182m² equivalente al 8.33%.

4.1 Diseño Experimental

Se utilizó un ADEVA con un Diseño Completamente al Azar.

4.2 Prueba de Significación.

- Para esta investigación se utilizó la prueba de Duncan al 5%.

4.3 Distribución de tratamientos.

Cuadro No 12 Distribución de los Tratamientos.

T0R3	T3R1	T1R1
T2R3	T1R2	T3R2
T3R3	T2R1	T0R1
T1R3	T0R2	T2R2

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Diseño estadístico

- Se utilizó un ADEVA con un número total de cuatro tratamientos con tres repeticiones distribuidas en un área de terreno de 2184 m², cada tratamiento con un tamaño por unidad experimental de 182m² por cada una.

Cuadro No 13 Análisis de varianza (DCA)

F.V	G.L
Total	11
Tratamientos	3
Error Experimental	8

C.V=%

- Para esta investigación se utilizó la prueba de Duncan al 5%.

Cuadro No 14 Tratamientos

TRATAMIENTO	CARÁCTERÍSTICA
T1	450 kg/ha
T2	550 kg/ha
T3	600 kg/ha
T0	0 kg/ha

5.2 Delimitación

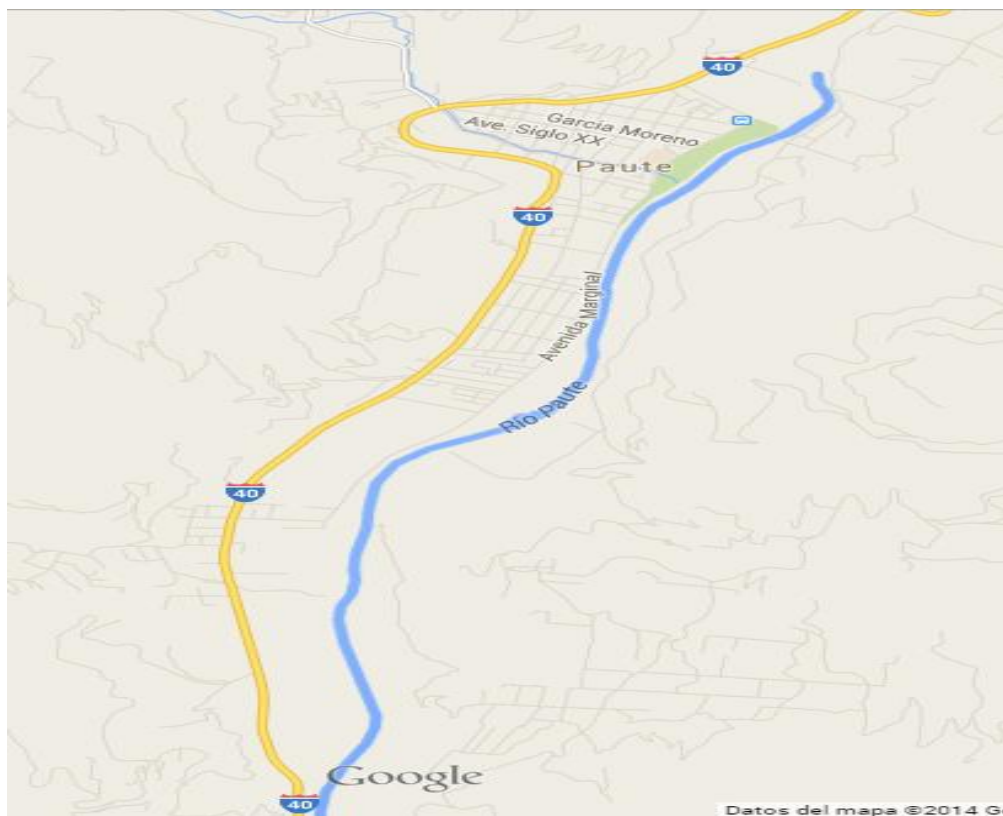
5.2.1 Temporal

La presente investigación tuvo una duración de 4 meses.

5.2.2 Espacial

La investigación y evaluación tuvo un área de 2184 m² ubicados en:

Figura No 4 Mapa del cantón Paute



Fuente: (Google maps 2014)

Sector: Campus Juan Lunardi (Granja UPS).

Cantón: Paute.

Provincia: Azuay.

Cuadro No 15 Datos meteorológicos (Promedio anual).

T ⁰ min – max	14-16 °C
H ⁰ relativa	50%
Precipitación	900 mm/añual
Altitud	2260 m.s.n.m.
Velocidad del viento	1.5 – 2 km/h
Longitud	78 ⁰ 45' 0''
Latitud	2 ⁰ 46' 0''
Evaporación	8 cc/día

Fuente: (Estación experimental Colegio 26 de Febrero Paute 2012)

5.2.3 Académica

Con la presente investigación, está en el área de agro zootecnia, que cubre el manejo de pastos, nutrición vegetal y animal.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Métodos

6.1.1 Método

El método que se utilizó en la investigación fue el método experimental inductivo, el cual nos permite estudiar los hechos o fenómenos bajo condiciones especiales; es decir que el investigador maneja a su criterio diversos factores o variables para establecer como resulta el hecho que se investiga.

6.1.2 Proceso

Planteamiento del problema.

Formulación de hipótesis.

Comprobación de hipótesis.

Presentación de resultados.

6.1.3 Técnica

Técnica de fichaje.

Técnica de campo.

Toma de muestras en el campo para análisis en el laboratorio.

Análisis estadístico.

6.2 Procedimiento del ensayo

6.2.1 Medición del terreno

Para la medición del terreno se utilizó una cinta métrica, se procedió a medir los cuatro lados del terreno y posterior a ello se calculó el área del terreno. (Anexo 7)

6.2.2 Análisis de suelo

Se envió al laboratorio una muestra de suelo para su respectivo análisis (Anexo 6) donde se solicitó un análisis de macro y micro elementos, pH, CE, textura, estructura, MO, y relación entre elementos. (Anexo 2)

6.2.3 Análisis de zeolita

También se envió una muestra de zeolita para su análisis donde se solicitó el respectivo análisis de macro y micro elementos, pH y CE. (Anexo 2)

6.2.4 Labores culturales

6.2.4.1 Deshierba

Se realizó el deshierbe del terreno donde se ejecutó el proyecto de tesis, se procedió hacer un deshierbe para eliminar todo tipo de plantas que no sea alfalfa y Rye grass. (Anexo 9)

6.2.4.2 Control de maleza del entorno

Se realizó un control de maleza alrededor del lote de terreno donde se aplicó glifosato en una dosis de 250 ml en una bomba de 20 litros. (Anexo 8)

6.2.5 Delineamiento y rotulación de cada tratamiento

Se procedió a señalar con cinta cada parcela de terreno donde se aplicaron los respectivos los tratamientos. (Anexo 12)

6.2.6 Aplicación de tratamientos y corrección nutrimental

Después del corte de pasto se aplicó la cantidad de zeolita destinada para cada tratamiento junto con la enmienda mineral para mejorar la deficiencia de estos en el suelo. Según la recomendación de los resultados de laboratorio. (Anexos 10, 11)

6.2.7 Toma de datos

Esta se realizó semanalmente para crecimiento y final para Materia Verde y Materia Seca, Se tomó muestras de cinco plantas de alfalfa y cinco de Rye grass por lectura, donde se evaluó el factor de crecimiento. (Anexos 13, 14, 15)

6.2.8 Calculo de materia verde

Para realizar el cálculo de materia verde se procedió a tomar de manera aleatoria utilizando un cuadrante de 25cm por 25cm donde se tomó cuatro muestras de cada tratamiento y repetición para obtener un metro cuadrado de pasto. Luego se procedió a realizar los respectivos cálculos referentes a la producción de materia verde. (Anexo 21)

6.2.9 Control de plagas

Se procedió al control de plagas específicamente de pulgón aplicando insecticida de nombre comercial Buffago contiene Profenofos 500 g/l Fipronil 70 g/l aplicando 6cm en una bomba de 20 litros, para lo cual se utilizó dos bombas de 20 litros cada una. (Anexo 20)

6.2.10 Rotulación y envió al laboratorio

Luego de realizar el cálculo respectivo de materia verde se procedió a etiquetar las muestras de Rye grass y alfalfa, y se procedió a enviarlas al laboratorio. (Anexo 23, 4, 5)

6.2.11 Riego del cultivo

Cada semana se llevaba a cabo el riego del lote de terreno mediante seis aspersores conectados a un sistema de riego. (Anexo 22)

6.3 Equipos y materiales

6.3.1 De oficina

- Libro de campo.
- Lápiz – esfero.
- Regla.
- Cámara fotográfica.

6.3.2 De campo

- Piola.
- Estacas.
- Bomba de fumigar.
- Cinta métrica.
- Balanza.
- Sacos.
- Hoz.

6.4 Marco logístico

Cuadro No 16 Costos

COSTOS						
Análisis y preparación del suelo						
Material	Unidad	Cantidad	Costo Efectivo	Total	Costo Financiado	Total
Análisis de Zeolita y Suelo	(U)	2	44.80	89.60		
Deshierba del terreno	Hora	10	15	150.00		
Fertilizantes para corrección de nutrientes en el suelo	(U)	5	60.00	300.00		
Preparación y parcelación del terreno	Día	1	20	20.00		
Corte de pasto	Día	2			40.00	80.00
Análisis nutrimental del pasto y % de materia seca	(U)	8	45.00	360.00		
Materiales y semilla						
Botas de caucho	(U)	1	10	10.00		
Letreros	(U)	13	4.00	52.00		
Transporte						
Transporte de zeolita	M ³	1	20	20.00		
Terreno y sistema de riego						
Alquiler del terreno, sistema de riego	(U)	1			200.00	200.00
Otros						
Derecho de Tesis	(U)	1	200.00	200.00		
Impresión y encuadernación	(U)	4	30.00	120.00		
Alimentación	(U)		80.00	80.00		
TOTAL COSTO EFECTIVO Y FINANCIADO				1401.60		280.00
TOTAL				1681.60		

6.5 Recursos Humanos

Director de tesis: Ing. Agr. Pedro Webster. Mgt.

Investigador responsable: Santiago Luna Arévalo

VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1 Análisis de crecimiento para el primer corte

7.1.1 Alfalfa

Cuadro No 17 ADEVA crecimiento primer corte Alfalfa

	F calcular		F tabular	
			5%	1%
Semana 1	1,41	NS	4,07	7,59
Semana 2	3,76	NS	4,07	7,59
Semana 3	1,62	NS	4,07	7,59
Semana 4	0,04	NS	4,07	7,59
Semana 5	1,24	NS	4,07	7,59
Semana 6	8,90	**	4,07	7,59

Cuadro No 18 ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (primer corte), en alfalfa.

F. V	GL	SC	CM	F CALCULAR	F TABULAR	
					5%	1%
TOTAL	11	421,13	-	-	-	-
TRAT	3	324,42	108,14	8,90 ^{xx}	4,07	7,59
E. EXPE	8	96,71	12,09			

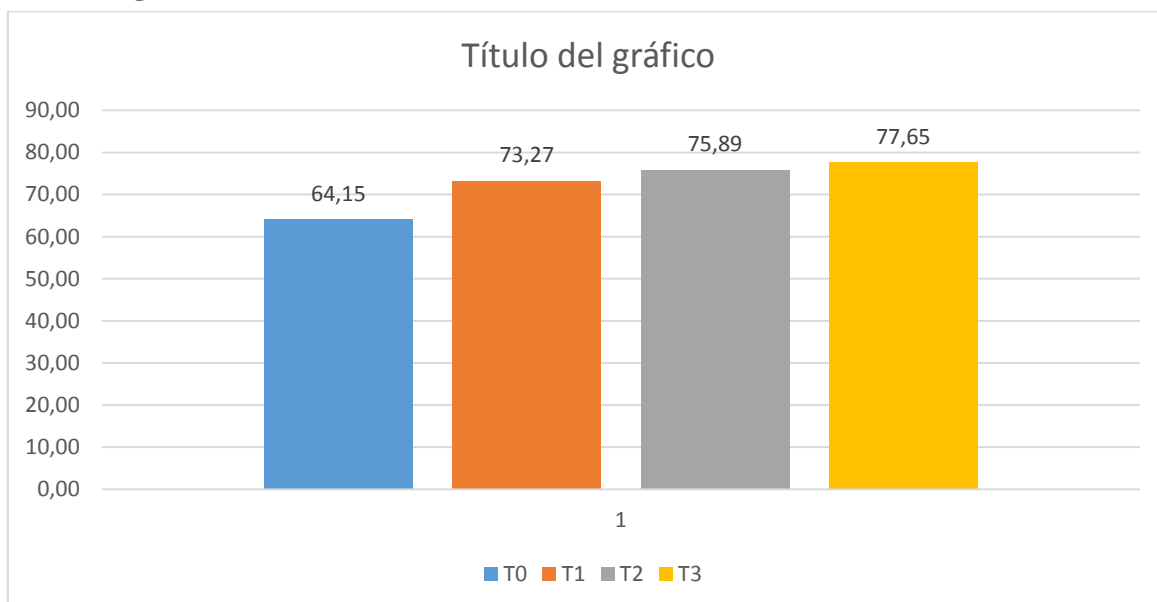
X= 72.74

CV= 4.78%

Al realizar el DCA para el crecimiento de la alfalfa nos indica que f calcular es altamente significativo para f tabular al 1 y 5 % por lo que nos indica que cada tratamiento se comporta de diferente manera en cuanto al crecimiento de la alfalfa. Lo que nos lleva aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, el coeficiente de variación es de 4.78% lo que nos indica la confiabilidad de los datos obtenidos en el proyecto de investigación.

Esto concuerda con lo que dice (HARO, 2011) *“que es útil la zeolita para incrementar la C.I.C. del suelo y por ende la productividad de los cultivos”*.

Figura No 5 Crecimiento de alfalfa



Como se puede observar en el grafico T3 obtuvo la mejor producción en cuanto al factor de crecimiento de alfalfa se refiere.

Cuadro No 19 Prueba de rango múltiple de Duncan para crecimiento de alfalfa primer corte

VALORES PARA MEDIDAS	2	3
RDM	3.26	3.39
RMS	6.52	6.72

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
	64.15	73.27	75.89	77.65
	B		A	

Al realizar la prueba de Duncan se observa que el mejor tratamiento para el crecimiento de la alfalfa es T3 junto con T2.

7.1.2 Rye grass

Cuadro No 20 ADEVA crecimiento primer corte Rye grass

	F calcular		F tabular	
			5%	1%
Semana 1	1,46	NS	4,07	7,59
Semana 2	0,28	NS	4,07	7,59
Semana 3	0,51	NS	4,07	7,59
Semana 4	0,89	NS	4,07	7,59
Semana 5	0,40	NS	4,07	7,59
Semana 6	0,23	NS	4,07	7,59

Cuadro No 21 ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (primer corte), en Rye grass.

F. V	GL	SC	CM	F CALCULAR	F TABULAR	
					5%	1%
TOTAL	11	226,29	-	-	-	-
TRAT	3	17,71	5,90	0,23 ^{NS}	4,07	7,59
E. EXPE	8	208,58	26,07			

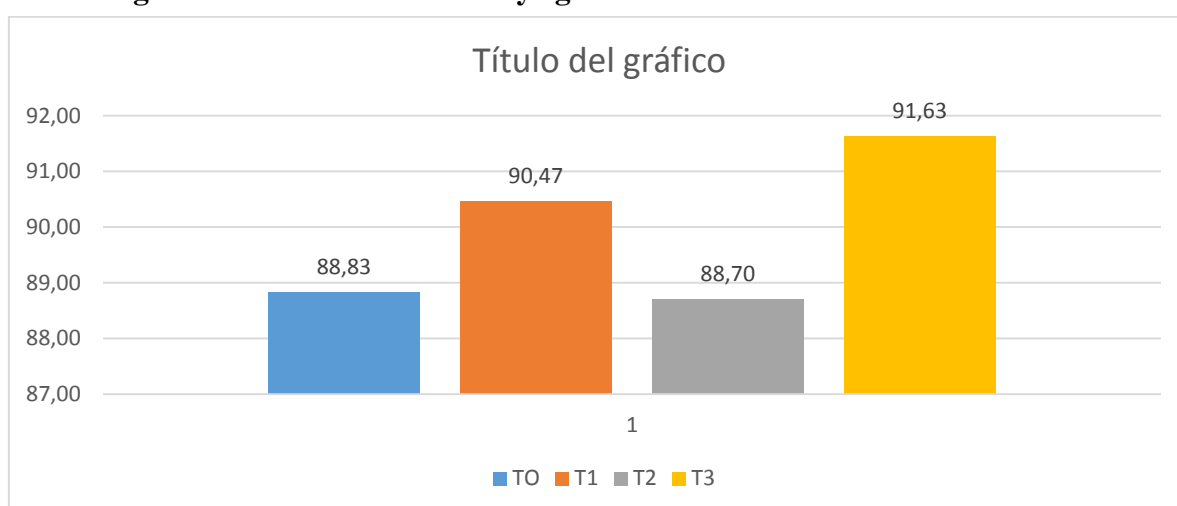
X= 89.91

CV= 5.67%

Al realizar el DCA para el crecimiento del Rye grass nos indica que f calcular es no significativo para f tabular al 1 y 5 % por lo que nos indica que cada tratamiento se comporta de la misma manera en cuanto al crecimiento del Rye grass. Lo que nos lleva aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa. El coeficiente de variación es de 5.67% lo que nos indica la confiabilidad de los datos obtenidos en el proyecto de investigación.

Esto no concuerda con lo que dice (HARO, 2011) “que la utilización de zeolita sirve para incrementar la C.I.C. del suelo y por ende la productividad de los cultivos.”

Figura No 6 Crecimiento de Rye grass



Como se puede observar en el grafico T3 obtuvo la mejor producción en cuanto al factor de crecimiento de Rye grass se refiere.

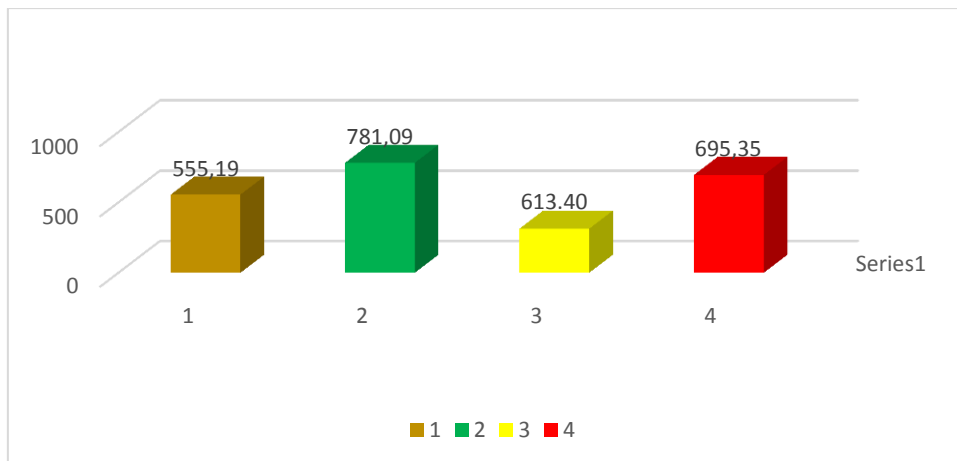
7.2 Análisis de producción de materia verde primer corte.

Para el análisis de materia verde se procedió a muestrear 1 m² de materia verde por cada tratamiento con su repetición, así obtenemos los siguientes resultados:

Cuadro No 22 Producción de materia verde (primer corte) por m2

	Producción de materia verde en m ² de los tratamientos y sus 3 repeticiones.	Producción de materia verde (primer corte) por m ²
T0	1665.59 /3	555.19gr/m ² de materia verde
T1	2343.27/3	781.09gr/m ² de materia verde
T2	1840.21/3	613.40gr/m ² de materia verde
T3	2086.07/3	695.35gr/m ² de materia verde

Figura No 7 Rendimiento de materia verde primer corte



Como se puede observar en la gráfica el mejor tratamiento en cuanto a la producción de materia verde en el primer corte es T1.

7.3 Análisis de crecimiento para el segundo corte.

7.3.1 Alfalfa

Cuadro No 23 ADEVA crecimiento segundo corte Alfalfa

	F calcular		F tabular	
			5%	1%
Semana 1	1,96	NS	4,07	7,59
Semana 2	0,51	NS	4,07	7,59
Semana 3	1,46	NS	4,07	7,59
Semana 4	0,50	NS	4,07	7,59
Semana 5	0,58	NS	4,07	7,59
Semana 6	8,26	**	4,07	7,59

Cuadro No 24 ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (segundo corte), en alfalfa.

F de V	gl	SC	CM	Fcal	F Tab	
					5%	1%
TOTAL	11	1052,17	-	-	-	-
TRATA	3	795,46	265,15	8,26**	4,07	7,59
E Exper	8	256,71	32,09			

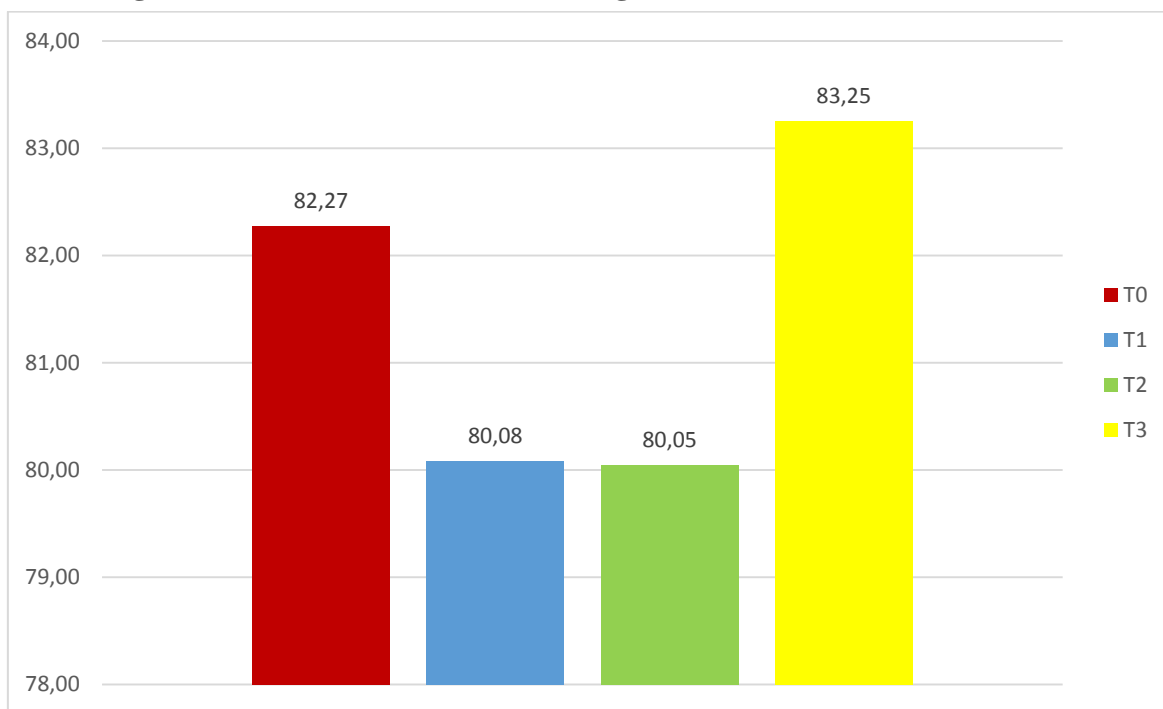
X= 68,33

CV= 8.29%

Al realizar el DCA para el crecimiento de la alfalfa en el segundo corte nos indica que f calcular es altamente significativo para f tabular al 1 y 5 %, lo que nos indica que cada tratamiento se comporta de diferente manera en cuanto al factor crecimiento de la alfalfa. Lo que nos lleva aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, el coeficiente de variación es de 8.29% lo que nos indica la confiabilidad de los datos obtenidos en el proyecto de investigación.

Esto concuerda con lo que dice (HARO, 2011) “*que es útil la zeolita para incrementar la C.I.C. del suelo y por ende la productividad de los cultivos.*”

Figura No 8 Crecimiento de alfalfa segundo corte



Como se puede observar en el grafico T3 obtuvo la mejor producción en cuanto al factor de crecimiento de alfalfa se refiere.

Cuadro No 25 Prueba de rango múltiple de Duncan para crecimiento de alfalfa segundo corte.

VALORES PARA MEDIDAS	2	3
RDM	3.26	3.39
RMS	10.66	11.09

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
	57,55	66,80	68,53	80,43
	----- C		----- B	
				----- A

Al realizar la prueba de Duncan se observa que el mejor tratamiento para el crecimiento de la alfalfa es T3.

7.3.2 Rye grass.

Cuadro No 26 ADEVA crecimiento segundo corte Rye grass

	F calcular		F tabular	
			5%	1%
Semana 1	1,16	NS	4,07	7,59
Semana 2	0,75	NS	4,07	7,59
Semana 3	0,17	NS	4,07	7,59
Semana 4	0,20	NS	4,07	7,59
Semana 5	0,05	NS	4,07	7,59
Semana 6	0,56	NS	4,07	7,59

Cuadro No 27 ADEVA para el factor de crecimiento a la sexta semana pos aplicación de la zeolita (segundo corte), en Rye grass.

F de V	gl	SC	CM	Fcal	F Tab	
					5%	1%
TOTAL	11	134,84	-	-	-	-
TRATA	3	23,31	7,77	0,56 ^{NS}	4,07	7,59
E Exper	8	111,53	13,94			

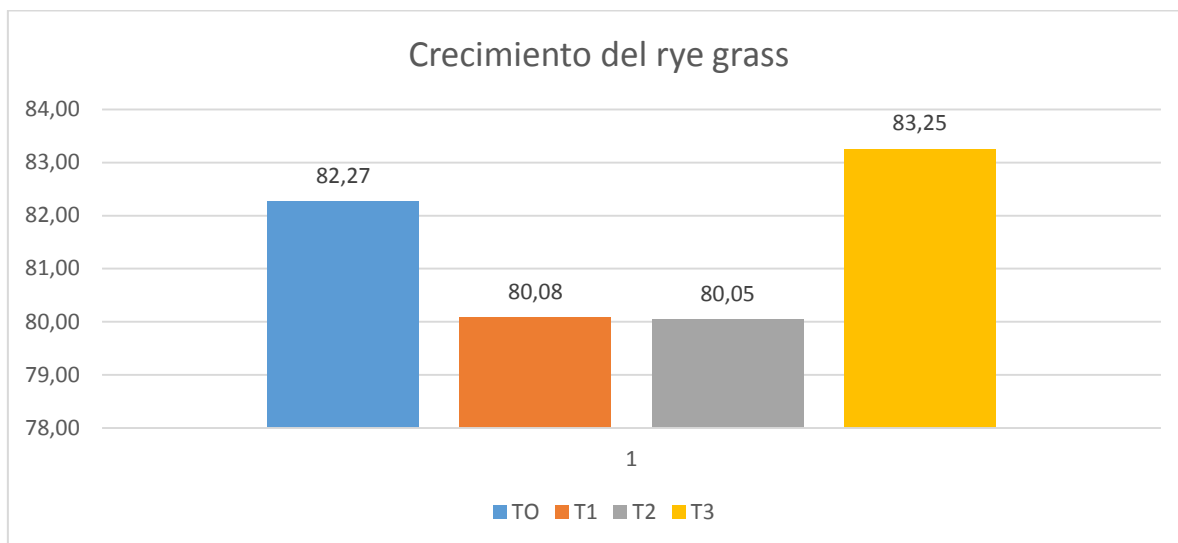
X= 81,41

CV= 4.58%

Al realizar el DCA para el crecimiento del Rye grass al segundo corte nos indica que calcular es no significativo para f tabular al 1 y 5 % por lo que nos indica que cada tratamiento se comporta de la misma manera en cuanto al factor crecimiento del Rye grass. Lo que nos lleva aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa, el coeficiente de variación es de 4.58% lo que nos indica la confiabilidad de los datos obtenidos en el proyecto de investigación.

Esto no concuerda con lo que dice (HARO, 2011) “*que la utilización de zeolita sirve para incrementar la C.I.C. del suelo y por ende la productividad de los cultivos.*”

Figura No 9 Crecimiento de Rye grass segundo corte



Como se puede observar en el grafico T3 obtuvo la mejor producción en cuanto al factor de crecimiento de Rye grass se refiere.

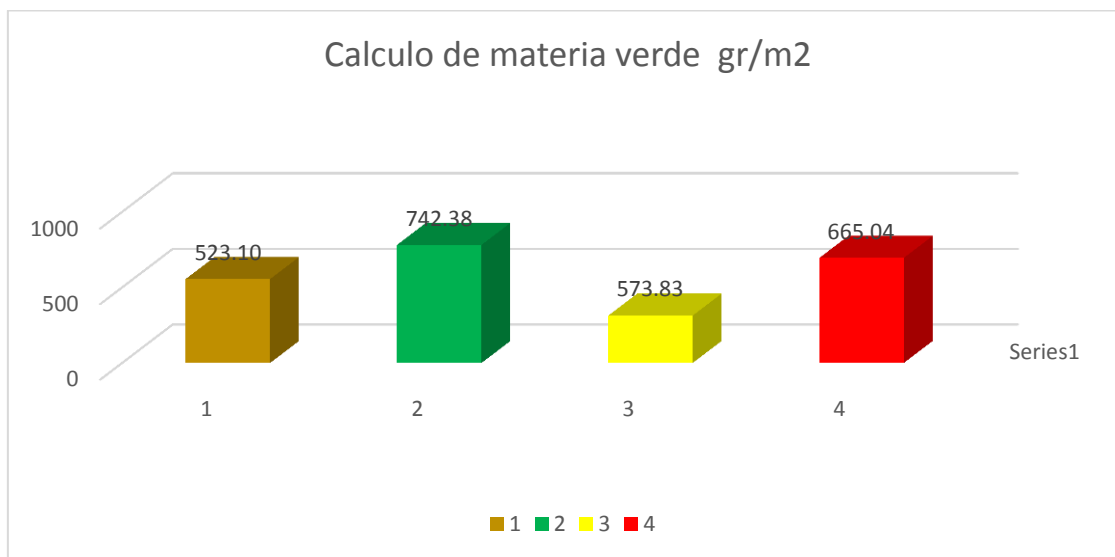
7.4 Análisis de producción de materia verde segundo corte.

Para el análisis de materia verde se procedió a muestrear 1 m² de materia verde por cada tratamiento con su repetición, así obtenemos los siguientes resultados:

Cuadro No 28 Producción de materia verde (segundo corte) por m2

	Producción de materia verde en m ² de los tratamientos y sus 3 repeticiones.	Producción de materia verde (segundo corte) por m ²
T0	1569.32 /3	523.10gr/m ² de materia verde
T1	2227.15/3	742.38gr/m ² de materia verde
T2	1721.50/3	573.83gr/m ² de materia verde
T3	1995.14/3	665.04gr/m ² de materia verde

Figura No 10 Rendimiento de materia verde segundo corte



Como se puede observar en la gráfica el mejor tratamiento en cuanto a la producción de materia verde en el segundo corte es T1.

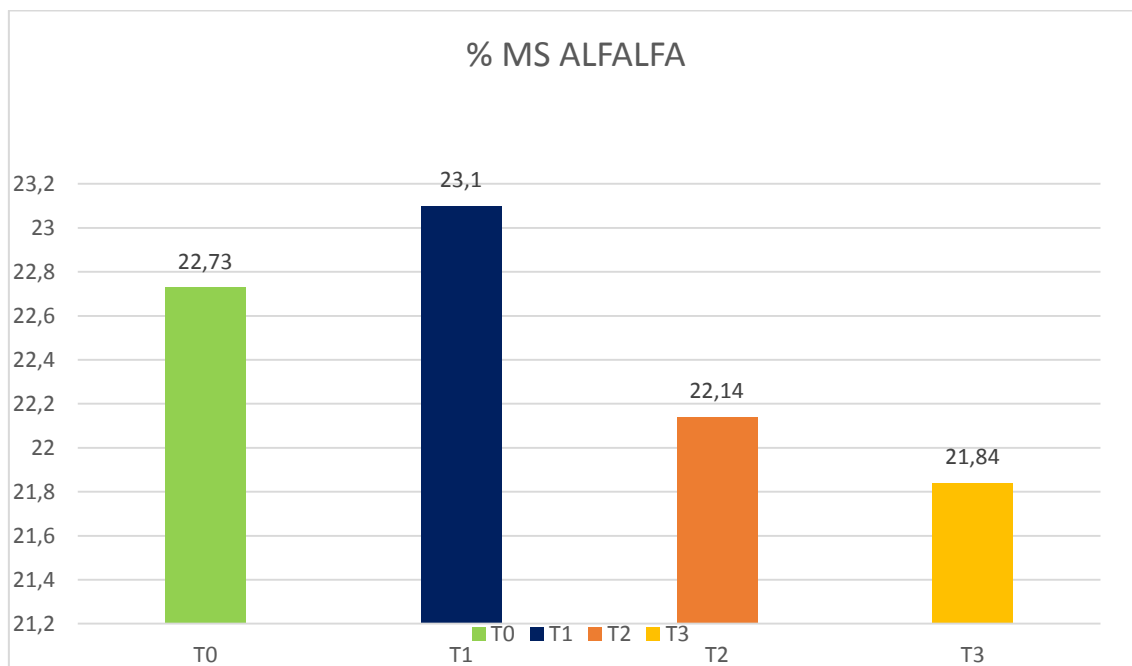
7.5 Análisis de producción de materia seca de la alfalfa

De acuerdo a los análisis de laboratorio los porcentajes de MS por kg fueron los siguientes.

Cuadro No 29 Porcentaje de MS de la alfalfa

Tratamiento	% MS
TO	22.73%
T1	23.10%
T2	22.14%
T3	21.84%

Figura No 11 Porcentaje de materia seca de la alfalfa



Como se puede observar en el grafico T1 es el mejor tratamiento matemáticamente en cuanto tiene que ver a la producción de materia seca de la alfalfa.

Esto concuerda con lo que dice (MORANTE, 2004) “*la aplicación de zeolita sola muestra tener un ligero efecto sobre las variables: diámetro de tallo, peso seco de follaje, etc.*”

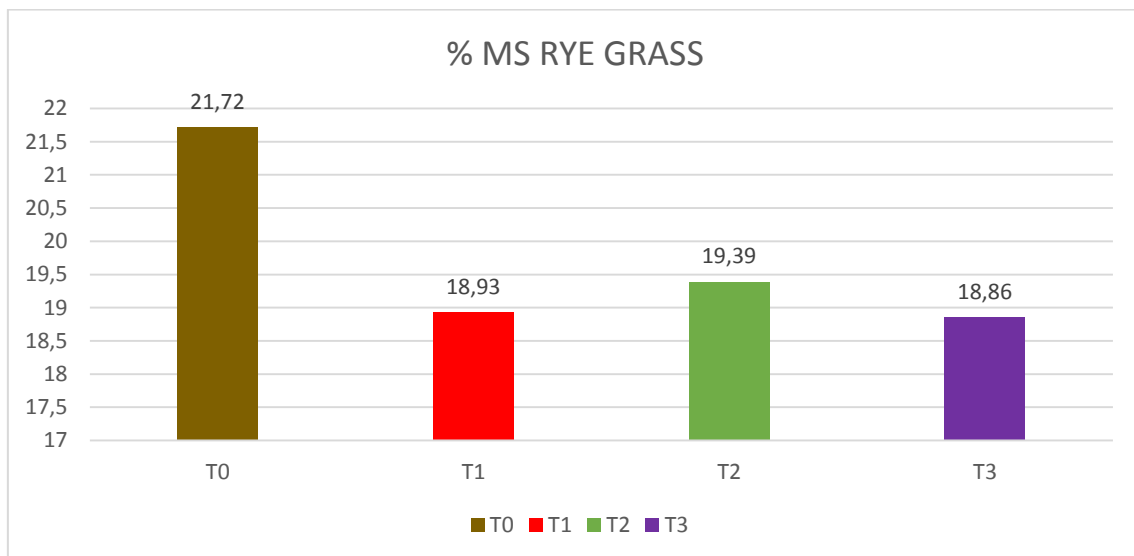
7.6 Análisis de producción de materia seca del Rye grass.

De acuerdo a los análisis de laboratorio los porcentajes de MS por kg fueron los siguientes:

Cuadro No 30 Porcentaje de MS del Rye grass

Tratamiento	% MS
T0	21.72%
T1	18.93%
T2	19.39%
T3	18.86%

Figura No 12 Porcentaje de materia seca del Rye grass



Como se puede observar en el grafico T0 es el mejor tratamiento matemáticamente en cuanto tiene que ver a la producción de materia seca del Rye grass. Seguido de T2, es decir que existe una leve influencia de la zeolita sobre la producción de MS para este cultivo.

Esto no concuerda con lo que dice (MORANTE, 2004) “la aplicación de zeolita sola muestra tener un ligero efecto sobre las variables: diámetro de tallo, peso seco de follaje, etc.”

7.7 Análisis nutrimental del pasto

7.7.1 Alfalfa

En los resultados obtenidos en el laboratorio del análisis nutrimental del cultivo de alfalfa (Anexo 4) podemos interpretar.

Cuadro No 31 Interpretación de resultados T0 alfalfa

SUELO	ANALISIS NUTRIMENTAL
K (M)	K (B)
Ca (E)	Ca (B)
Mg (S)	Mg (D)
Cu (A)	Cu (D)

D = Deficiente S= Suficiente
 B= Bajo A= Alto
 M= Medio E= Exceso

Cuadro No 32 Interpretación de resultados T1 alfalfa

SUELO	ANALISIS NUTRIMENTAL
Ca (E)	Ca (B)
Mg (S)	Mg (B)

Cuadro No 33 Interpretación de resultados T2 alfalfa

SUELO	ANALISIS
-------	----------

	NUTRIMENTAL
K (M)	K (D)
Ca (E)	Ca (B)
Mg (S)	Mg (B)
Cu (A)	Cu (B)

Cuadro No 34 Interpretación de resultados T3 alfalfa

SUELO	ANALISIS NUTRIMENTAL
K (M)	K (B)
Ca (E)	Ca (B)
Mg (S)	Mg (B)
Cu (A)	Cu (B)

Una vez realizado los cuadros comparativos de los análisis nutrimentales de la alfalfa observamos que el mejor tratamiento es T1, ya que presenta el menor número de elementos deficientes.

En la fijación del nitrógeno intervienen bacterias nitrificantes que viven en las raíces de las plantas, sobre todo en leguminosas como el trébol o la alfalfa. Es muy común en agricultura cultivar leguminosas en determinados terrenos pobres en nitrógeno, o que han quedado agotados por otras cosechas, para permitir rotar los sembrados en el mismo lugar, es por eso que el porcentaje de nitrógeno es suficiente en T0, T2, T3 y alto en T1

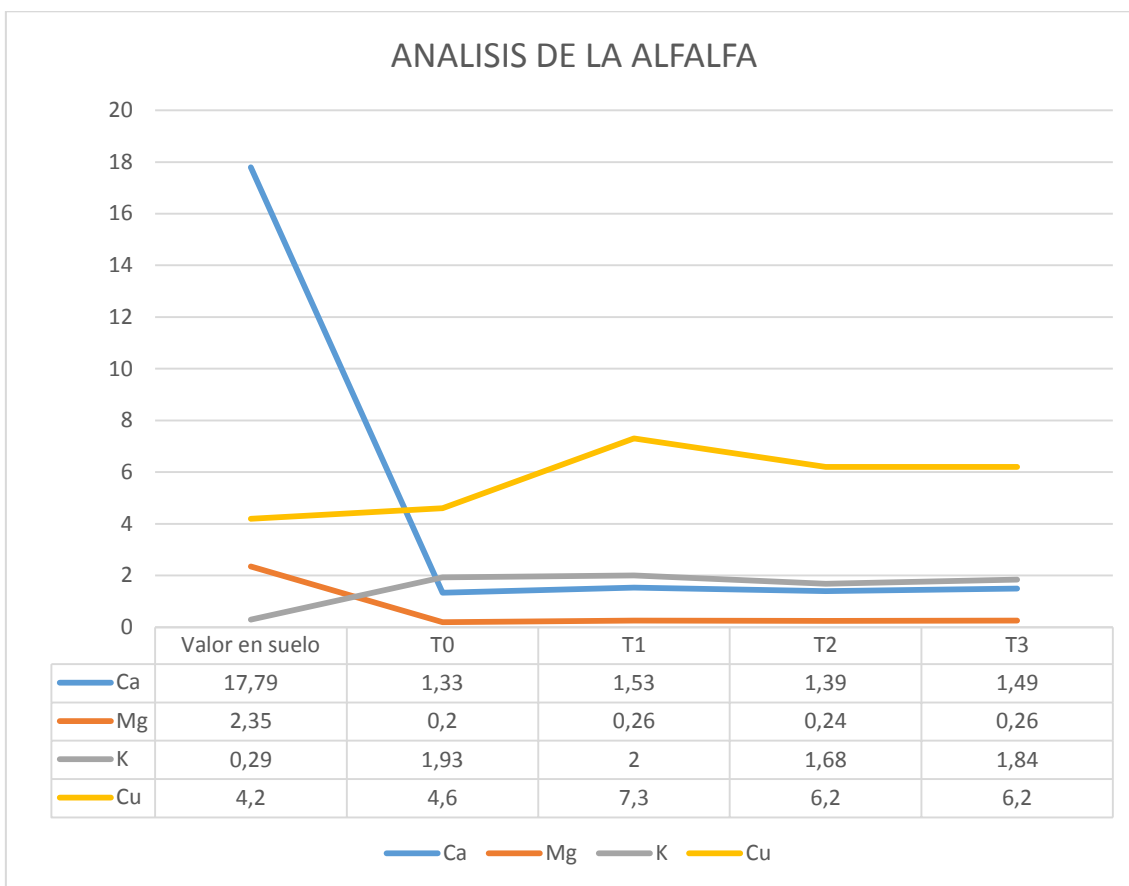
Al realizar el análisis respectivo de los macro y micronutrientes en el análisis nutrimental de la alfalfa, en las tablas de los distintos tratamientos se han tomado en

cuenta los elementos que presentan valores deficientes o bajos, donde cabe anotar que en el suelo donde se realizó la investigación existe un exceso de Ca y una cantidad suficiente de Mg, por cuanto las aguas de riego mantienen concentraciones altas de estos elementos, no así en el análisis nutrimental donde se obtiene valores bajos de Ca y Mg.

Esto se debe al pH del suelo según manifiesta (IBAÑEZ, 2007) *“El pH del suelo aporta una información de suma importancia en diversos ámbitos de la edafología. Uno de los más importantes deriva del hecho de que las plantas tan solo pueden absorber los minerales disueltos en el agua, mientras que la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales. Por ejemplo, el aluminio y el manganeso son más solubles en el agua edáfica a un pH bajo, y cuando tal hecho ocurre, pueden ser absorbidos por las raíces, siendo tóxicos a ciertas concentraciones. Por el contrario, determinadas sales minerales que son esenciales para el desarrollo de las plantas, tal como el fosfato de calcio, son menos solubles a un pH alto, lo que tiene como resultado que bajo tales condiciones sean menos disponibles con vistas a ser absorbidos y nutrir las plantas.”*

Esto concuerda con lo que dice (ALONSO, 1997) *“una zeolita en la que los sodios son intercambiados por potasios disminuye su ventana a un valor de 3 angstroms (Å): en efecto, el ion K es mayor que el ion Na y por lo tanto estorba la entrada del poro. Análogamente es posible sustituir los sodios por calcio. El radio iónico del Ca⁺⁺ y del Na⁺ es aproximadamente el mismo, pero como sólo se necesita un Ca por cada dos Na para balancear las cargas de la estructura zeolítica, entonces la abertura del poro está más libre y aumenta de 4.2 Å para la forma Na-A, a 5 Å para la forma Ca-A.”*

Figura No 13 Porcentajes de elementos existentes en el suelo y en los cultivos de alfalfa



7.7.2 Rye grass.

En los resultados obtenidos en el laboratorio del análisis nutrimental del cultivo del Rye grass (Anexo 5) podemos interpretar.

Cuadro No 35 Interpretación de resultados T0 Rye grass

SUELO	ANALISIS NUTRIMENTAL
Ca (E)	Ca (D)
Mg (S)	Mg (D)
Cu (A)	Cu (D)
B (B)	B (D)

Cuadro No 36 Interpretación de resultados T1 Rye grass

SUELO	ANALISIS NUTRIMENTAL
Ca (E)	Ca (D)
Mg (S)	Mg (B)
Cu (A)	Cu (D)
Fe (B)	Fe (D)
B (B)	B (D)

Cuadro No 37 Interpretación de resultados T2 Rye grass

SUELO	ANALISIS NUTRIMENTAL
Ca (E)	Ca (D)
Mg (S)	Mg (B)
Cu (A)	Cu (B)
B (B)	B (D)

Cuadro No 38 Interpretación de resultados T3 Rye grass

SUELO	ANALISIS NUTRIMENTAL
Ca (E)	Ca (B)
Mg (S)	Mg (B)
Cu (A)	Cu (D)
B (B)	B (D)

Una vez realizado los cuadros comparativos de los análisis nutrimentales del Rye grass observamos que la mejor tratamiento T2, ya que presenta el menor número de elementos deficientes.

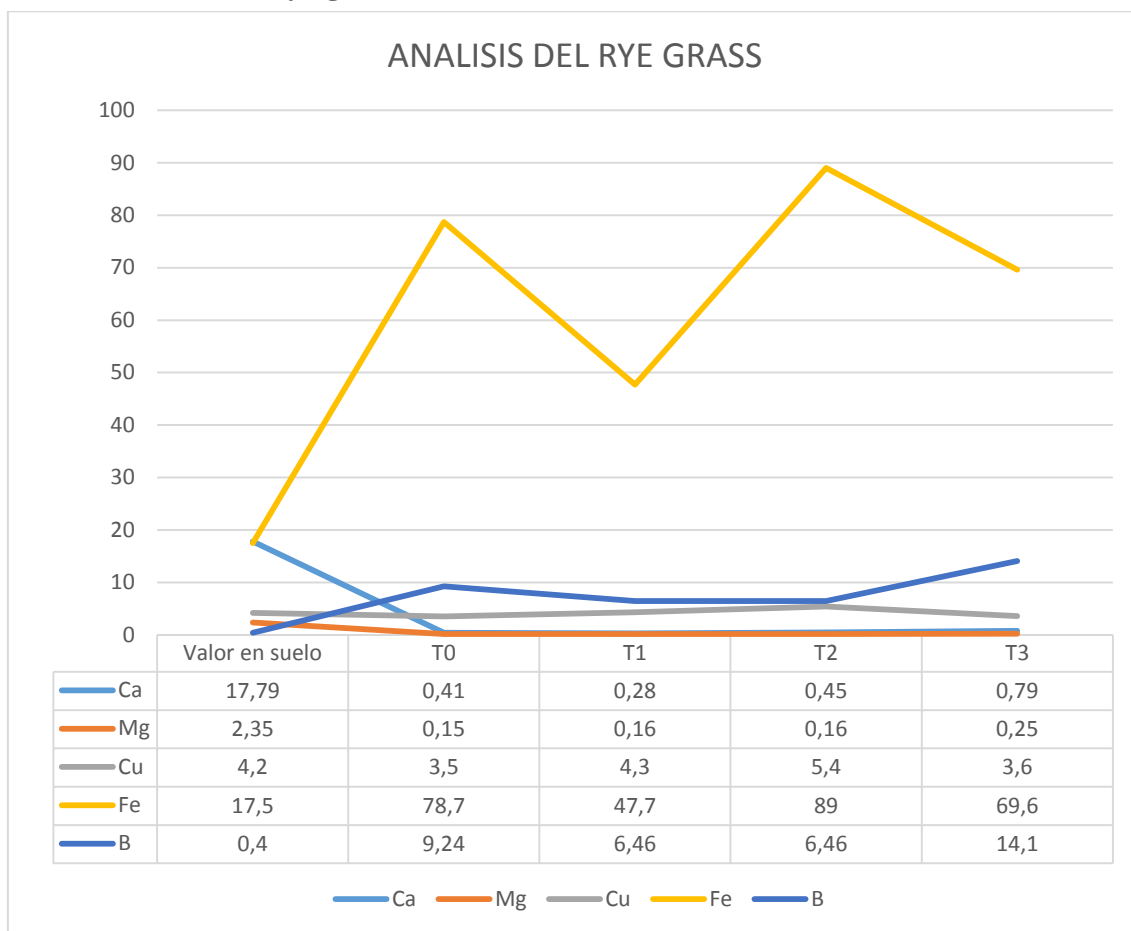
Al realizar el análisis respectivo de los macro y micronutrientes del Rye grass en las tablas de los distintos tratamientos se han tomado en cuenta los elementos que presentan valores deficientes o bajos, donde cabe resaltar que el suelo donde se realizó la investigación presenta un valor alto de Cu, un valor bajo de B un exceso de Ca y una cantidad suficiente de Mg, cabe anotar que las aguas de riego mantienen concentraciones altas de estos 2 últimos elementos, no así en el análisis nutrimental donde se obtiene valores bajos de Ca, Mg, Cu, B.

Esto se debe al pH del suelo según manifiesta (IBAÑEZ, 2007) “*El pH del suelo aporta una información de suma importancia en diversos ámbitos de la edafología. Uno de los más importantes deriva del hecho de que las plantas tan solo pueden absorber los minerales disueltos en el agua, mientras que la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales. Por ejemplo, el aluminio y el manganeso son más solubles en el agua edáfica a un pH bajo, y cuando tal hecho ocurre, pueden ser absorbidos por las raíces, siendo tóxicos a ciertas concentraciones. Por el contrario, determinadas sales minerales que son esenciales para el desarrollo de las plantas, tal como el fosfato de calcio, son menos solubles a un pH alto, lo que tiene como resultado que bajo tales condiciones sean menos disponibles con vistas a ser absorbidos y nutrir las plantas.*”

Esto concuerda con lo que dice (ALONSO, 1997) “*una zeolita en la que los sodios son intercambiados por potasios disminuye su ventana a un valor de 3 angstroms (Å): en efecto, el ion K es mayor que el ion Na y por lo tanto estorba la entrada del poro. Análogamente es posible sustituir los sodios por calcio. El radio iónico del Ca⁺⁺ y del Na⁺ es aproximadamente el mismo, pero como sólo se necesita un Ca por cada dos Na para balancear las cargas de la estructura zeolítica, entonces la abertura del poro está más libre y aumenta de 4.2 Å para la forma Na-A, a 5 Å para la forma Ca-A.*”

Al realizar el análisis respectivo de porcentaje de N en el Rye grass, en la tabla observamos que la disponibilidad del nitrógeno es suficiente luego de la corrección al suelo, si bien es cierto en un cultivo asociado, las leguminosas son activas fijadoras del Nitrógeno que es aprovechado por las Gramíneas, la cantidad de nitrógeno tomada por el Rye grass no fue la suficiente.

Figura No 14 Porcentajes de elementos existentes en el suelo y en los cultivos del Rye grass



7.8 Análisis de costos.

Cuadro No 39 Análisis de costo por tratamiento

	Costo fijo por tratamiento USD	Costo por parcela tratada USD	Costo total por tratamiento USD
T0	324.20	0.00	324.20
T1	324.20	21.60	345.80
T2	324.20	21.60	345.80
T3	324.20	21.60	345.80

Cuadro No 40 Producción de MV por tratamiento

Tratamiento	Producción de materia verde en kg por tratamiento
T0	883.13 Kg de MV
T1	1247.72 Kg de MV
T2	972.34 Kg de MV
T3	1114.17 Kg de MV

Haciendo relación que 10kg de MV tiene un costo de 5 USD en el mercado obtenemos el valor costo beneficio.

Cuadro No 41 Análisis costo beneficio

	Egresos	Ingresos	Beneficio
T0	324.20	441.56	117.36
T1	345.80	623.86	278.06
T2	345.80	486.17	140.37
T3	345.80	557.08	211.28

Realizado el análisis de costo beneficio obtenemos que el mejor tratamiento es T1 seguido de T3, y el tratamiento que menor rendimiento presenta es T0.

VIII. CONCLUSIONES

Se analizó el desarrollo del cultivo donde el crecimiento de la alfalfa tuvo un valor altamente significativo, con respecto a f tabular en los 2 cortes, el mejor tratamiento es T3, seguido de T2. No así el crecimiento del Rye grass, que fue no significativo.

En cuanto a la obtención de materia verde T1 obtuvo los mejores resultados, con una producción de 781,09 gr de materia verde por m² en el primer corte. En el segundo corte la obtención de materia verde T1 obtuvo los mejores resultados, al igual que el primer corte, sino esta vez la producción fue de 742.38 gr de materia verde por m², menor a la producción del primer corte, esto se debió a la presencia de plagas como el pulgón, que atacó al cultivo.

Con respecto al porcentaje de materia seca T1 con un valor de 23.10%, es el mejor tratamiento en cuanto tiene que ver a la producción de materia seca de la alfalfa. No así en el cultivo de Rye grass donde T0 con un valor de 21.72%, tiene el porcentaje más alto seguido de T2 con un valor de 19.39%.

Una vez realizado los cuadros comparativos de los análisis nutrimentales de la alfalfa observamos que el mejor tratamiento es T1, ya que presenta el menor número de elementos deficientes. El valor del nitrógeno es suficiente en T0, T2, T3 y alto en T1. Cabe anotar que en el suelo donde se realizó el proyecto de tesis existe un exceso de Ca y una cantidad suficiente de Mg debido a la presencia de estos elementos en el agua de riego, no así en el cultivo donde se obtiene valores bajos de Ca y Mg. Esto se debe a factores como el pH del suelo (8.10 alcalino), y a la aplicación de zeolita ya que esta no atrapa elementos como el CA y el Mg.

En el análisis nutrimentales del Rye grass observamos que el mejor tratamiento es T2, ya que presenta el menor número de elementos deficientes. Al analizar los macro y micronutrientes en el suelo donde se realizó la investigación existe valor alto de Cu, un valor bajo de B, un exceso de Ca y una cantidad suficiente de Mg, por cuanto las aguas de riego mantienen concentraciones altas de estos 2 últimos elementos, no así en el análisis nutrimental donde se obtiene valores bajos de Ca, Mg, Cu, B, esto se debe a factores como el pH y la zeolita que no atrapa elementos como el Ca y Mg para ceder a la planta. En cuanto al N en el Rye grass observamos que este es deficiente en el análisis nutrimental, Si bien es cierto que en un cultivo asociado las leguminosas son activas fijadoras del Nitrógeno que es aprovechado por las Gramíneas, la cantidad de nitrógeno tomada por el Rye grass no fue la suficiente.

Al comparar costos de producción y rendimiento en materia verde, el mejor tratamiento es el T1 (450 kg zeolita por hectárea) dándonos un rendimiento promedio de 1247.72 Kg de MV por corte con un costo beneficio de 278.06 USD por corte, lo que le hace muy rentable ya que el testigo del presenta 883.13 Kg de MV por corte con un costo beneficio de 117.36 USD por corte.

IX. RECOMENDACIONES

- Recomiendo utilizar zeolita en una dosis de 450 kg/ha/año en razón de obtener una mejor producción de materia verde, materia seca y un menor costo de producción.
- Recomiendo utilizar zeolita en cultivo de alfalfa y Rye grass, pero ajustando la necesidad de nitrógeno del Rye grass.
- Seguir investigando el uso de zeolita tratando de optimizar su uso y obtener un mejor beneficio costo.
- Se recomienda investigar el efecto que produce la zeolita en alfalfa y Rye grass en diferentes tipos de suelo.

X. BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, antonio y otros. 1997. *Química la ciencia para todos*. Mexico : ISBN 968-16-5257-6, 1997.

AREVALO, Ana Karina. 2014. *Evaluación de la influencia físico – química en la aplicación de un abono orgánico – mineral de liberación controlada en el desempeño productivo de una mezcla forrajera*. Cuenca : Tesis universidad de cuenca facultad de ciencias químicas escuela de ingeniería química, 2014.

BERREZUETA, e y DOMINGUEZ, m. 2010. *Técnicas aplicadas a la caracterización y aprovechamiento de recursos geológico-mineros*. Oviedo, España: : Morés S. L, 2010.

BOSCH, pedro y SCHIFTER, isaac. ,1997. Biblioteca digital ilce Mexico. *ILCE*. [En línea] ,1997. [Citado el: 2014 de 11 de 19.]
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/55/htm/sec_3.html.

BRECK, d. 1974. *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use*. New York : s.n., 1974.

CALSAMIGLIA, s y FERRET, a. 2004. FEDNA. *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. [En línea] 2004. [Citado el: 08 de SEPTIEMBRE de 2014.] <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/alfalfa-heno-en-rama>.

CALSAMIGLIA, s, FERRET, a y BACH, a. 2005. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. *Tablas FEDNA*. [En línea] 2005. [Citado el: 14 de Septiembre de 2014.] <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ray-grass-verde>.

CASALS y CORELLA, c. 1988. *La Zeolita, mineral del siglo XX*. La Habana Cuba : Publigráfico, 1988.

GOTTARDI, g y GALLI, e. 1985. *Natural Zeolites*. Berlin, Germany : s.n., 1985.

HARO, milton. 2011. Engormix. *Engormix. From Zeolita natural: triple impacto para el sector agropecuario ecuatoriano*. [En línea] 24 de Mayo de 2011. [Citado el: 02 de Noviembre de 2014.] <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/zeolita-en-la-agricultura-t3390/078-p0.htm>.

- HAWKINS, d. 1969. *Zeolitas en America*. Mexico : s.n., 1969.
- IBAÑEZ, juan josé. 2007. mid Un lugar para la ciencia y tecnologia. [En línea] 02 de Abril de 2007. [Citado el: 27 de Febrero de 2015.]
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/02/62776>.
- LAMPKIN, nicolas. 2001. *Agricultura ecologica*. MADRID-BARCELONA-MEXICO : EDICIONES MUNDI-PRENSA, 2001.
- MILLAN, g y otros. 2007. *Estudio de la dinámica de las bases en la solución del suelo con el uso de clinoptilolita-Ca como corrector de la acidez en un suelo bonaerense*. Mexico : s.n., 2007.
- MORALES, María Leticia. 2013. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. [En línea] 19 de Septiembre de 2013. [Citado el: 09 de Septiembre de 2014.]
http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-la-alfalfa-siembra/at_multi_download/file/INTA-HI19AlfalfaSiembra%20%284%29.pdf.
- MORANTE, f. 2004. *Las Zeolitas de la Costa de Ecuador*. Guayaquil : Universidad Politécnica de Madrid., 2004.
- MORANTE, fe. 2004. *Las zeolitas de la costa de Ecuador: Geología, caracterización y aplicaciones*. Guayaquil : Universidad Politécnica de Madrid., 2004.
- MORANTE, fernando. 2004. *Las zeolitas de la costa del Ecuador (Guayaquil): Geologia, caracterizacion y aplicaciones*. Madrid : Universidad Politécnica de Madrid., 2004.
- MUMPTON, f y SAND, l. 1978. *Zeolitas*. E.E.U.U. : s.n., 1978.
- OBREGON, r. 2005. *Investigación de la Actividad y Selectividad de la Zeolita Natural, Clinoptilolita como Catalizador para la Obtención de Compuestos Alquilaromaticos*. s.l. : Universidad Autónoma de Nueva León (UANL), 2005.
- ODETTI, h y BOTTANI, e. 2006. *Introducción a la Química Inorgánica*. Santa Fe Argentina : UNL, 2006.
- POZO, manuel. 1983. *La alfalfa su cultivo y aprovechamiento*. Castellano - Madrid : EDICIONES MUNDI - PRENSA, 1983.

SABATE, Pere Prats. 2001. Efectos medio ambientales de las practicas agrícolas y su contabilización. [En línea] NOVIEMBRE de 2001. [Citado el: 04 de SEPTIEMBRE de 2014.] <http://jggomez.eu/z%20Privado/b%20usuarios/n-revista/caja/3tc/2001/635.pdf>.

SALINAS, Kirchner y otros. 1985. *Manuales Para Educación Agropecuaria Cultivos Forrajeros*. Mexico : Trillas, 1985.

SUPPO, florencio. 1984. *Fertilizantes Nutrición Vegetal*. México D.F : AGT EDITOR S.A, 1984.

XI. ANEXOS

11.1 Anexo de cuadros de datos

11.1.1 Cuadro de datos primer corte

Cuadro No 42 Crecimiento de alfalfa semana uno primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	7,4	8,6	9,68	7,4
R2	8,7	9,4	9,2	9,6
R3	6,1	9,7	7,2	10

Cuadro No 43 Crecimiento de Rye grass semana uno primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	12,4	12,5	12,4	12,3
R2	11,5	12,5	11,9	13,26
R3	9,4	9,96	14,36	12,94

Cuadro No 44 Crecimiento de alfalfa semana dos primer corte.

I. REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	18,58	17,5	22,9	17,5
R2	18,1	18,8	21,2	18,86
R3	16,1	19,2	19,5	20,4

Cuadro No 45 Crecimiento de Rye grass semana dos primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	26,9	26,24	34,4	26,68
R2	27,66	25,8	28,88	25,62
R3	22	27,4	21,4	28,58

Cuadro No 46 Crecimiento de alfalfa semana tres primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	32,44	37,68	29,92	32,6
R2	29,6	31,58	31,6	35,4
R3	31,7	33,74	34	34,18

Cuadro No 47 Crecimiento de Rye grass semana tres primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	45,8	40,3	35,16	40,92
R2	37,08	40,74	41,08	33,4
R3	34,96	41,64	34,08	41,68

Cuadro No 48 Crecimiento de alfalfa semana cuatro primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	52,92	50	49,12	52,5
R2	48,34	54,04	49,5	48,98
R3	53,1	51,04	54,88	54,18

Cuadro No 49 Crecimiento de Rye grass semana cuatro primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	54,24	61	56,92	58,36
R2	56,88	59,5	65,84	58,58
R3	52,5	55,34	54,38	53,98

Cuadro No 50 Crecimiento de alfalfa semana cinco primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	61,62	59,8	64,3	55,9
R2	57,28	57,5	64,56	70,68
R3	59,06	59,6	60,42	66,3

Cuadro No 51 Crecimiento de Rye grass semana cinco primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	61,94	71,8	66,56	73,78
R2	71,98	69,92	71,54	61,44
R3	64,94	68,02	69,04	67,96

Cuadro No 52 Crecimiento de alfalfa semana seis primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	63,48	75,8	69,9	81,32
R2	63,02	70,16	79,04	74,92
R3	65,94	73,94	78,74	76,7

Cuadro No 53 Crecimiento de Rye grass semana seis primer corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	86,86	81,76	90,7	86,86
R2	89,28	90,56	89,4	95,78
R3	90,36	99,08	86	92,26

11.1.2 Cuadro de datos segundo corte**Cuadro No 54 Crecimiento de alfalfa semana uno segundo corte.**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	6,4	8,94	9,76	8,7
R2	8,92	9,42	9,2	9,34
R3	7,92	10,06	7,46	10,12

Cuadro No 55 Crecimiento de Rye grass semana uno segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	12,1	12,58	12,58	11,48
R2	11,8	13,48	12,38	16,26
R3	9,92	10,14	13,62	13,16

Cuadro No 56 Crecimiento de alfalfa semana dos segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	24,7	16,42	27	14,14
R2	15,5	19,2	18,34	20,08
R3	11	15,1	18,1	20,1

Cuadro No 57 Crecimiento de Rye grass semana dos segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	30,22	22,26	26,16	25,54
R2	22,9	23,04	26,36	29,04
R3	14,54	21,74	24,84	24,22

Cuadro No 58 Crecimiento de alfalfa semana tres segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	31,6	30,32	34,54	33,98
R2	26,08	37	27,9	39,78
R3	32,66	28,8	39,2	37,5

Cuadro No 59 Crecimiento de Rye grass semana tres segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	52,62	31,8	46,8	41,42
R2	43,72	42,32	47,92	45,74
R3	38,72	49,34	35,58	43,18

Cuadro No 60 Crecimiento de alfalfa semana cuatro segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	54,6	47,4	53,1	50,9
R2	38,2	48,9	34,7	48,3
R3	36,6	50,8	54,2	51,1

Cuadro No 61 Crecimiento de Rye grass semana cuatro segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	56,14	46,02	49,32	49,2
R2	65,1	49,32	56,08	51,78
R3	43,2	59,54	49,4	51,42

Cuadro No 62 Crecimiento de alfalfa semana cinco segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	63,1	50,6	62,2	60,1
R2	44,1	62,5	52,5	65,9
R3	55,9	61,94	49,98	57

Cuadro No 63 Crecimiento de Rye grass semana cinco segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	84,2	67,5	72,16	67,28
R2	75,42	65,82	72,8	78,54
R3	51,8	71,9	65,78	68,18

Cuadro No 64 Crecimiento de alfalfa semana seis segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	57,92	61,5	69	79
R2	55,3	66,8	62,2	88,7
R3	59,42	72,1	74,4	73,6

Cuadro No 65 Crecimiento de Rye grass semana seis segundo corte.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
R1	83,54	79,72	79,14	79,96
R2	88,12	78,3	82,42	83,06
R3	75,66	82,22	78,58	86,2

11.2 Anexos de análisis de laboratorio

Anexo No 1 Calculo de la fertilización de pastos (alfalfa)

GRUPO CLINICA AGRICOLA


CALCULO DE FERTILIZACION EN PASTOS INICIO O RENOVACION CON EL USO DE FUENTES SIMPLES Y COMPUESTAS

Nombre del Propietario: Luna Arévalo Santiago Nombre de la Hacienda: Luna Arévalo Santiago Extensión del Lote: 1 (has.)	No. Documento: 48089 Fecha: 13-oct-2014 Lote No: M2 (Zeólita) Rye Grass
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Fuente y Epoca de aplicación	Fórmula a ser usada	Dosis sugeridas a ser aplicadas
Urea DAP CIK Fórmula Compuesta	46-0-0 18-46-0 0-0-60 Microelementos	3.00 5.65 2.00 0.50
Fórmula de complemento	20-15-12-Micro	Sacos 25 kg/ha 8.67
		Después de corte o pastoreo

Las cantidades a ser usadas de los fertilizantes son las que se indican en la última columna de la derecha, expresados en sacos de 50 kg por hectárea.
 Antes de la siembra o pastoreo aplicar todo el Fósforo conjuntamente el 50 % del Potasio, al voleo.
 La fórmula compuesta de forraje aplicar, como mantenimiento del potrero, a los 60 o 90 días, según el requerimiento de materia verde.

Preparado por:


 Técnico Especialista

Anexo No 2 Análisis de Suelo M1 y de Zeolita M2

	AGROBIOLAB Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. <small>LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025</small> <small>Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador</small> <small>Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com</small>	SUELOS
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación		
Cliente : LUNA AREVALO SANTIAGO Prop / Dir : LUNA AREVALO SANTIAGO Cultivo : ALFALFA Ingreso : 03/10/2014 **Ensayo : 06/10/2014 No. Lab. : Desde : 147258 Hasta : 147259	No. Doc.: 48089 Emisión: 09/10/2014 Impreso: 10/10/2014 Página: 1 de 2	Textura Boul, S.W. 1973 Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca	Elementos INIAP, Inf.Téc.1979 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	pH Knott, J.E. 1962 Ac = Acido LAc= Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino AI = Alcalino

Nombre : M1 **SUELO**

No. Lab. : 147258 Profund (cm): 0-20

*pH	*C. E. mmhos/cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
8.10AL ± 0.84	0.34B	1.07B	19.50B	58.10A ± 9.29	0.29M ± 0.05	17.79E ± 3.20	2.35S ± 0.39	0.14B	20.57A
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4
4.20A ± 0.84	17.50B <L.C.	4.10B <L.C.	4.00M ± 1.52	0.40B	13.50M	4.26A	7.57E	8.10E	69.44E

Nombre : M2 **ZEOLITA**

No. Lab. : 147259 Profund (cm): 0-20

*pH	*C. E. mmhos/cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
8.60AL	0.25B	0.38B	6.30B	3.80B ± 0.60	0.51S ± 0.09	19.36E ± 3.48	2.49S ± 0.42	0.18M	22.54A
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4
1.90M ± 0.38	3.40B <L.C.	2.80B <L.C.	1.90B ± 0.72	0.01B	5.50B	1.21M	7.77E	4.88A	42.84E

Simbolo decimal = (.)

Los valores con incertidumbre (+-) están calculados con un nivel de confianza del 95% (k=2)

<L.C. = Valor menor al Límite de Cuantificación


Métodos: pH 1:2,5 H2O; C.E., Na: Pasta saturada; M.O.: Walkley and Black; Al-H: Olsen Modificado B: Fostato Monocálcico; NH4, NO3, SO4: Colorimetr

Metodos Valorados: Ca: PEE/ABL/01; Mg: PEE/ABL/02; P: PEE/ABL/03, K: PEE/ABL/04; Zn, Cu, Fe, Mn: PEE/ABL/05

Nota: Los ensayos marcados con (*), no tienen aun valores de incertidumbre.

**Fecha Inicial de Ensayo; La Fecha Final de Ensayo es cuatro dias laborables a partir de la Fecha Inicial de Ensayo.

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.


 Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D
 Director del Laboratorio

¡SU EXITO ES NUESTRO!

Anexo No 3 Calculo de la fertilización de pastos (Rye grass)

GRUPO CLINICA AGRICOLA

CALCULO DE FERTILIZACION EN ALFALFA CON EL USO DE FUENTES SIMPLES Y COMPUESTAS

Nombre del Propietario:	Luna Arévalo Santiago	No. Documento:	48089
Nombre de la Hacienda:	Luna Arévalo Santiago	Fecha:	13-oct-2014
Extensión del Lote:	1 (has.)	Lote No:	M1 Alfalfa

Nombre de la fórmula	Fórmula a ser usada	Dosis sugeridas a ser aplicadas
Complementos		Sacos/ha
Urea	46-0-0	0.65
DAP o similar	18-46-0	1.74
CIK	0-0-60	1.67
Microelementos	Tres veces por año Fórmula Compuesta Saco de 25 kg.	0.91
	Total mezcla	5
Fórmula Principal		Kg/ha trimestral
Fórmula Compuesta	9-22-25 + Micro	200.00
	Sacos/lote	4.00

Las cantidades a ser usadas son las que se indican en la última columna de la derecha, expresados en kg/ha trimestral o por ciclo. Trimestralmente o cada 3 cortes, aplicar las fuentes tradicionales o si se va a aplicar la fórmula compuesta hacerlas con una voleadora en suelo húmedo.

Preparado por:


Técnico Especialista

Anexo No 4 Análisis nutrimental y % de MS de la alfalfa

		AGROBIOLAB Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025 Tumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com			
		FOLIAR			
Datos del Cliente		Referencia		Interpretación	
Cliente : LUNA AREVALO SANTIAGO Prop / Dir : LUNA AREVALO SANTIAGO Cultivo : ALFALFA Ingreso : 13/02/2015 No. Lab. : Desde : 79809		No. Documento: 48587 Emisión: 20/02/2015 Impresión: 20/02/2015 Página: 1 de 2		IFA World Fertilizer Use Manual D = Deficiente B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	
**Ensayo : 18/02/2015 Hasta : 79812					

Nombre: T0

No. Lab.: 79,809

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
4.85 S	0.35 S ± 0.04	1.93 B ± 0.34	1.33 B ± 0.25	0.20 D ± 0.05	26.70 S ± 3.20	4.60 D ± 0.64	95.00 S ± 13.30	42.70 S ± 6.40	46.74 S	13.85 S	2.22 S
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
6.65 A	0.10 B	1.40 A		0.27 S						22.73	

Nombre: T1

No. Lab.: 79,810

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
5.12 A	0.35 S ± 0.04	2.00 S ± 0.36	1.53 B ± 0.29	0.26 B ± 0.06	31.30 S ± 3.75	7.30 S ± 1.02	101.50 S ± 14.21	35.50 S ± 5.32	62.71 S	14.62 S	2.85 A
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
5.88 S	0.13 B	1.35 A		0.29 S						23.10	

Nombre: T2

No. Lab.: 79,811

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
4.58 S	0.30 S ± 0.04	1.68 D ± 0.30	1.39 B ± 0.26	0.24 B ± 0.06	23.30 S ± 2.79	6.20 B ± 0.86	79.20 S ± 11.08	38.80 S ± 5.82	43.96 S	15.26 S	2.04 S
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
5.79 S	0.14 S	1.38 A		0.24 B						22.14	

Nombre: T3

No. Lab.: 79,812

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
4.62 S	0.31 S ± 0.04	1.84 B ± 0.33	1.49 B ± 0.28	0.26 B ± 0.06	29.80 S ± 3.57	6.20 B ± 0.86	88.00 S ± 12.32	42.00 S ± 6.30	45.69 S	14.90 S	2.09 S
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
5.73 S	0.14 S	1.28 A		0.23 B						21.84	

Símbolo decimal = (.)

Los valores con incertidumbre (+-) están calculados con un nivel de confianza del 95% (k=2)

<L.C. = Valor menor al Límite de Cuantificación

Métodos: N: Kjeldahl; B: Colorimétrico.

Métodos Valorados: Mg: PEE/ABL/19; P: PEE/ABL/20; K: PEE/ABL/21 Zn, Cu, Fe, Mn: PEE/ABL/17; Ca: PEE/ABL/18

Nota: Los ensayos marcados con (*), no tienen aun valores de incertidumbre.

**Fecha Inicial de Ensayo; la Fecha Final de término de los ensayos es cuatro días laborables a partir de la fecha inicial de ensayo.

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D
Director del Laboratorio

¡SU ÉXITO ES NUESTRO!

Anexo No 5 Análisis nutrimental y % de MS del Rye grass



AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

FOLIAR

Datos del Cliente		Referencia	Interpretación
Cliente : LUNA AREVALO SANTIAGO		No. Documento: 48588	IFA World Fertilizer Use Manual
Prop / Dir : LUNA AREVALO SANTIAGO		Emisión: 20/02/2015	D = Deficiente
Cultivo : PASTOS SIERRA		Impresión: 20/02/2015	B = Bajo
Ingreso : 13/02/2015	**Ensayo : 18/02/2015	Página: 1 de 2	M = Medio
No. Lab. : Desde : 79813	Hasta : 79816		S = Suficiente
			A = Alto
			E = Exceso

Nombre: T0 RYE GRASS

No. Lab.: 79,813

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.44D	0.24S ± 0.03	2.00S ± 0.36	0.41D ± 0.07	0.15D ± 0.03	19.40B ± 2.32	3.50D ± 0.49	78.70S ± 11.01	89.60S ± 13.44	9.24D	6.00D	0.87D
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
2.73S	0.07D	0.56B		0.16M						21.72	

Nombre: T1 RYE GRASS

No. Lab.: 79,814

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.69D	0.32S ± 0.04	2.11S ± 0.37	0.28D ± 0.05	0.16B ± 0.04	27.40S ± 3.28	4.30D ± 0.60	47.70D ± 6.67	68.40S ± 10.26	6.46D	5.28D	0.69D
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
1.75B	0.07D	0.66B		0.26A						18.93	

Nombre: T2 RYE GRASS

No. Lab.: 79,815

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.83D	0.25S ± 0.03	2.05S ± 0.36	0.45D ± 0.08	0.16B ± 0.04	24.10S ± 2.89	5.40B ± 0.75	89.00S ± 12.46	100.80S ± 15.12	6.46D	7.32D	0.88D
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
2.81S	0.07D	0.68B		0.18M						19.39	

Nombre: T3 RYE GRASS

No. Lab.: 79,816

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.81D	0.25S ± 0.03	2.03S ± 0.36	0.79B ± 0.15	0.25B ± 0.06	25.90S ± 3.10	3.60D ± 0.50	69.60S ± 9.74	82.40S ± 12.36	14.10D	7.24D	0.84D
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO ₄ %						Mat. Seca %	
3.16S	0.12D	0.59B		0.23S						18.86	

Símbolo decimal = (.)

Los valores con incertidumbre (+/-) están calculados con un nivel de confianza del 95% (k=2)

<L.C. = Valor menor al Límite de Cuantificación

Métodos: N: Kjeldahl; B: Colorimétrico.

Métodos Valorados: Mg: PEE/ABL/19; P: PEE/ABL/20; K: PEE/ABL/21 Zn, Cu, Fe, Mn: PEE/ABL/17; Ca: PEE/ABL/18

Nota: Los ensayos marcados con (*), no tienen aún valores de incertidumbre.

**Fecha Inicial de Ensayo; la Fecha Final de término de los ensayos es cuatro días laborables a partir de la fecha inicial de ensayo.

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D
Director del Laboratorio

¡SU ÉXITO ES NUESTRO!

1.1 Anexos fotográficos

Anexo No 6 Toma de muestras de suelo y envío al laboratorio



Anexo No 7 Medición del terreno



Anexo No 8 Aplicación de herbicida



Anexo No 9 Deshierbe del terreno



Anexo No 10 Corrección de nutrientes en el lote de terreno



Anexo No 11 Aplicación de quelatos para corrección de suelo



Anexo No 12 Parcelación y rotulación del lote



Anexo No 13 Toma de datos semanal



Anexo No 14 Toma de datos semanal



Anexo No 15 Toma de datos semanal



Anexo No 16 Primer corte de MV



Anexo No 17 Plagas



Anexo No 18 Toma de muestras para análisis de MV y envío al laboratorio



Anexo No 19 Riego del lote de terreno



Anexo No 20 Rotulación y envío de muestras del cultivo al laboratorio

