

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

TESIS DE GRADO.

TEMA:

“EVALUACIÓN DE DOS FUENTES DE CALCIO (CAL AGRÍCOLA, DOLOMITA) CON CUATRO NIVELES, EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) EN EL CANTÓN PILLARO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA EN EL 2015.”

Tesis de grado presentada previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

Autor:

Pérez Vargas Gonzalo Paúl.

Director:

Ing. Jácome Mogro Emerson Javier.

Latacunga - Ecuador.

2016.

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“EVALUACIÓN DE DOS FUENTES DE CALCIO (CAL AGRÍCOLA, DOLOMITA) CON CUATRO NIVELES, EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) EN EL CANTÓN PÍLLARO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA EN EL 2015.”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

.....
Pérez Vargas Gonzalo Paúl
Número de C.I. 050347235-9

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo V Art. 12. Literal f del Reglamento del curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director de la Tesis bajo el título: “**EVALUACIÓN DE DOS FUENTES DE CALCIO (CAL AGRÍCOLA, DOLOMITA) CON CUATRO NIVELES, EN EL CULTIVO DE ALFALFA (Medicago sativa) EN EL CANTÓN PÍLLARO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA EN EL 2015.**”, debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo con los planteamientos requeridos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que se encuentra habilitado para presentarse al acto de Defensa de Tesis, la cual se encuentra abierta para posteriores investigaciones.

.....
Ing. Emerson Javier Jácome Mogro.

DIRECTOR DE TESIS

AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Nosotros, en calidad de miembros de Tribunal de la Tesis Titulada: **“EVALUACIÓN DE DOS FUENTES DE CALCIO (CAL AGRÍCOLA, DOLOMITA) CON CUATRO NIVELES, EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) EN EL CANTÓN PÍLLARO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA EN EL 2015.”**, de autoría del egresado Pérez Vargas Gonzalo Paúl, **CERTIFICAMOS** que se ha realizado las respectivas revisiones, correcciones y aprobaciones al presente documento.

APROBADO POR:

Ing. Emerson Jácome
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Giovanna Parra
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Fabián Troya
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Ruth Pérez
MIEMBRO OPOSITOR



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Agronomía de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **PÉREZ VARGAS GONZALO PAÚL**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN DE DOS FUENTES DE CALCIO (CAL AGRÍCOLA, DOLOMITA) CON CUATRO NIVELES, EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) EN EL CANTÓN PILLARO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA EN EL 2015.”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Enero del 2016

Atentamente,

Lic. Collaguazo Vega Wilmer Patricio
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 172241757-1

v

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios quien me ha dado la vida para poder estar ahora culminando con mi carrera.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, que me abrió sus puertas hacia un futuro prometedor.

Un agradecimiento sincero y muy especial al Ingeniero Emerson Jácome Director de Tesis, por su apoyo, responsabilidad, colaboración con la presente investigación, siendo sus conocimientos claves para el desarrollo de la misma.

Mi reconocimiento a la capacidad y alto profesionalismo de los ingenieros (as) Giovanna Parra, Ruth Pérez, Fabián Troya miembros de mi tribunal.

Así mismo agradezco a mis padres quienes fueron los que me ayudaron a seguir siempre adelante, porque siempre estuvieron conmigo en todo momento al igual que mis hermanas que siempre me sirvieron de apoyo cuando me encontraba en dificultades.

Gonzalo Pérez.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios a mis padres y familiares por el apoyo incondicional, y sobre todo por el incentivo de superación y normas morales y éticas que me han sido de utilidad en todos los momentos de mi vida.

Gonzalo Pérez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.	iii
AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	iv
AVAL DE TRADUCCIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.	3
PROBLEMATIZACIÓN.	4
JUSTIFICACIÓN.	5
OBJETIVOS.	6
GENERAL:	6
ESPECÍFICOS:	6
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	7
HIPÓTESIS.	7
HIPÓTESIS AFIRMATIVA (Ha).	7
HIPÓTESIS NULA (Ho).	7
CAPÍTULO I	8
MARCO TEÓRICO.	8
1.1. Cultivo de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>).	8
1.1.1. Generalidades.	8
1.2.1. Hierro y aluminio.	10
1.2.2. Acidez y Productividad.	10
1.3 El pH del suelo.	11
1.3.1. El término pH.	11
1.3.2. Factores que afectan el pH.	12
	i

1.4. Por qué se debe encalar los suelos ácidos.	13
1.4.1 Encalado en pastos.	14
1.4.2. Reducción de la acidez del suelo por la adición de cal.	15
1.5. Materiales de encalado.	15
1.5.3. Forma de aplicación para calcita y dolomita.	16
1.2.11. Dosis del encalado de corrección.	17
CAPÍTULO II	18
2. MATERIALES Y MÉTODOS.	18
2.1. Recursos necesarios.	18
2.1.1. Talento humano.	18
2.1.2. Material experimental.	18
2.1.3. Materiales de oficina.	18
2.1.4. Recursos tecnológicos.	19
2.1.5. Herramientas.	19
2.1.6. Equipos agrícolas.	19
2.2. Caracterización del sitio experimental.	20
2.2.1. Localización geográfica.	20
2.2.2. Localización Política.	20
2.2.3. Requerimientos Agroecológicos.	20
2.3. Diseño metodológico.	20
2.3.1. Tipo de investigación.	20
2.3.1.1. Investigación aplicada.	20
2.3.1.2. Investigación de campo y experimental.	21
2.3.1.3. Investigación Bibliográfica.	21
2.3.2. Método.	21
2.3.2.1. Científico.	21
2.3.2.2. Analítico Inductivo.	21
2.3.3. Técnicas.	21
2.3.3.1. Diagnóstico.	21
2.3.3.2. Observación en campo.	21
2.3.3.3. Fichaje.	22
2.3.3.4. Registros de datos.	22

2.3.3.5. Tabulación de datos.	22
2.4. Diseño experimental.	22
2.5. Unidad en estudio.	22
2.5.1. Factores en estudio.	22
2.5.2. Factor A. Fuentes de calcio (F).	22
2.5.3. Factor B. Niveles de calcio (D).	22
2.6. Tratamientos de estudio.	23
2.7. Unidad en estudio	23
2.8. Análisis de varianza.	24
2.8.1. Análisis Funcional.	24
2.9. Análisis económico.	24
2.10. Manejo específico del experimento.	25
2.10.1. Identificación del lugar.	25
2.10.2. Análisis de suelo (pH inicial).	25
2.10.3. Preparación del terreno.	25
2.10.4. Delimitación.	25
2.10.5. Aplicación de calcio.	25
2.10.6. Análisis de suelo (pH).	25
2.10.8. Riego.	26
2.10.9. Altura de la planta al corte.	26
2.10.11. Diferencia de nodulación.	26
2.10.12. Rendimiento del forraje en fresco.	26
2.10.11. Análisis de suelo (incremento de pH).	26
CAPÍTULO III	27
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	27
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
GLOSARIO	46
BIBLIOGRAFÍA CITADA	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de neutralización relativa de la calcita.	15
Tabla 2. Valores de neutralización relativa de la Dolomita.....	16
Tabla 3. Principales fuentes para encalado y sus concentraciones.....	16
Tabla 4. Indicadores Geográficos	20
Tabla 5. Descripción de los tratamientos.	23
Tabla 6. Unidad Experimental.....	23
Tabla 7. Esquema del ADEVA.....	24
Tabla 8. Análisis de la Varianza para Altura de planta de alfalfa.....	28
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para el Indicador Altura de Planta de alfalfa.	30
Tabla 10. Análisis de la Varianza para Nodulación por planta de alfalfa.	32
Tabla 11. Prueba de t al 5% para el indicador de nodulación por planta de alfalfa.	34
Tabla 12. Análisis de la varianza para el Rendimiento del forraje en fresco de alfalfa.	36
Tabla 13. Tabla de Tukey al 5% para el rendimiento del forraje en Fresco de Alfalfa.	38
Tabla 14. Análisis de la Varianza para la variación del PH del suelo en el cultivo de alfalfa.....	40
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para variación del Ph del suelo.....	41
Tabla 16. Análisis económico por tratamiento en el cultivo de alfalfa (meda), Píllaro 2015.	43
Tabla 17. Costos por hectárea para el tratamiento f1 d1 (0 kg calcita).....	58
Tabla 18. Costos por hectárea para el tratamiento f1 d2 (calcita con 1,77 kg)	59
Tabla 19. Costos por hectárea para el tratamiento f1 d3 (calcita con 1,18 kg)	60
Tabla 20. Costos por hectárea para el tratamiento f1 d4 (calcita con 0,59 kg)	61
Tabla 21. Costos por hectárea para el tratamiento f2 d1 (0 kg dolomita)	62
Tabla 22. Costos por hectárea para el tratamiento f2 d2 (dolomita con 1,77 kg).....	63
Tabla 23. Costos por hectárea para el tratamiento f2 d3 (dolomita con 1,18 kg).....	64
Tabla 24. Costos por hectárea para el tratamiento f2 d4 (dolomita con 0,59 kg).....	65
Tabla 25. Análisis de varianza, Altura de plata al 1 corte.	66
Tabla 26. Análisis de varianza, Altura de plata al 2 corte.	66

Tabla 27. <i>Análisis de varianza, Altura de plata al 3 corte.</i>	66
Tabla 28. <i>Análisis de varianza, Altura de plata al 4 corte.</i>	67
Tabla 29. <i>Análisis de varianza, Nódulos / planta 1 corte.</i>	67
Tabla 30. <i>Análisis de varianza, Nódulos / planta 2 corte.</i>	67
Tabla 31. <i>Análisis de varianza, Nódulos / planta 3 corte.</i>	68
Tabla 32. <i>Análisis de varianza, Nódulos / planta 4 corte.</i>	68
Tabla 33. <i>Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 1 corte.</i>	68
Tabla 34. <i>Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 2 corte.</i>	69
Tabla 35. <i>Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 3 corte.</i>	69
Tabla 36. <i>Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 4 corte.</i>	69
Tabla 37. <i>Análisis de varianza, variación del pH, 14 días.</i>	70
Tabla 38. <i>Análisis de varianza, variación del pH, 231 días.</i>	70

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Relación entre pH del suelo, productividad y encalado.	10
<i>Figura 2.</i> Grados Relativos de Acidez y Basicidad.	11
<i>Figura 3.</i> Esquema de como la cal reduce la acidez del suelo.	15
<i>Figura 4.</i> Para el indicador altura de planta de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), en los 4 cortes, con la interacción fuentes de calcio por dosis de calcio, en Píllaro 2015. Por: Pérez G (2014).	31
<i>Figura 5.</i> Indicador de nodulación por planta de alfalfa. Por Pérez G (2014)	35
<i>Figura 6.</i> Rendimiento del Forraje en Fresco.	39
<i>Figura 7.</i> Variación del ph del suelo en el cultivo de la alfalfa. Por Pérez G (2014)	42
<i>Figura 8.</i> Croquis de campo	51
<i>Figura 9.</i> Fotografía de Campo	51
<i>Figura 10.</i> Fotografía de rastrado.	51
<i>Figura 11.</i> Análisis de suelo inicial.	52
<i>Figura 12.</i> Utilización de la balanza para las dosis	53
<i>Figura 13.</i> Delimitación de parcelas 3 marzo de 2015	53
<i>Figura 14.</i> Aplicación de Calcio 3 Marzo 2015.	53
<i>Figura 15.</i> Rastrado fecha 4 marzo 2015, análisis de suelo 14 días, 16 de marzo 2015.	54
<i>Figura 16.</i> Siembra 17 de marzo 2015	54
<i>Figura 17.</i> Días a la germinación 22 de marzo de 2015	55
<i>Figura 18.</i> Análisis de suelo inicial.	55
<i>Figura 19.</i> Análisis de suelo inicial.	55
<i>Figura 20.</i> Alfalfa a los 91 días 16 junio 2015.	56
<i>Figura 21.</i> Alfalfa a los 126 días 21 julio 2015. Conteo de nódulos	56
<i>Figura 22.</i> Alfalfa a los 161 días 25 agosto 2015.	57
<i>Figura 23.</i> Rendimiento.	57

RESUMEN

En la presente tesis titulada “Evaluación de dos fuentes de calcio (cal agrícola, dolomita) con cuatro niveles, en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en el cantón Pillaro - Provincia de Tungurahua en el 2015”, se logró encontrar diferencias significativas para tratamientos, interacción de fuentes de calcio y dosis de calcio, se efectuó la prueba Tukey al 5%, obteniendo como mejor resultado la dolomita ya que su comportamiento en la variable altura de planta tuvo mayor relevancia en el tratamiento (t8) F2 D4 (0.59kg) con un promedio de 52.6 cm de altura de planta en comparación con el tratamiento (t5) F2 D1 (0 kg) que no se aplicó ninguna dosis de calcio teniendo un promedio de 42.8 cm de altura de planta, además el tratamiento (t6) F2 D2 (1.77kg) logro un mayor número de nódulos/planta con un Promedio de 6.85 nódulos/planta, a diferencia del tratamiento (t5) F2 D1 (0 kg) que no se aplicó ninguna dosis de calcio dando como resultado un bajo número de nódulos/planta, mientras que en la variable rendimiento del forraje en fresco tm/ha se destacó el tratamiento (t8) F2 D4 (0.59kg) con un Promedio de 2.72 tm/ha, a diferencia del tratamiento (t5) F2 D1 (0 kg) el cual no se aplicó calcio obteniendo un promedio de 1.62 tm/ha de forraje fresco.

ABSTRACT

In this thesis entitled " Evaluation of two sources of calcium (slaked lime, dolomite) with four levels in alfalfa (*Medicago sativa*) in Píllaro Canton - Tungurahua Province in 2015", it was possible to find significant differences for treatments , interaction about sources of calcium and calcium dose, the Tukey test was conducted at 5%, getting the dolomite as best result since its behavior in the variable plant height was more important treatment (t8) F2 D4 (0.59kg) with an average of 52.6 cm of plant height in relationship with the treatment (t5) F2 D1 (0 kg) which no dose of calcium was applied with an average of 42.8 cm of plant height in addition, the treatment (t6) F2 D2 (1.77kg) achieves a greater number of nodes / plant with an average of 6.85 nodes / plant, unlike the treatment (t5) F2 D1 (0 kg) which no dose of calcium was applied resulting in a low number of nodes / plant, while in the variable harvested forage mt / ha is highlighted the treatment (t8) F2 D4 (0.59kg) with an average of 2.72 tonnes / ha, unlike the treatment (t5) F2 D1 (0 kg) which no dose of calcium was applied obtaining an average of 1.62 tonnes / ha of harvested forage.

INTRODUCCIÓN.

Según INIAP (2005) La alfalfa tiende a evidenciar problemas de adaptación por las características ácidas de los suelos. Por esta razón, al poco tiempo de establecerse disminuye su rendimiento.

Controlar la acidez del suelo es importante en el acondicionamiento del mismo con el fin de facilitar la adaptación de las diferentes especies vegetales. Por ejemplo, la alfalfa no tolera suelos ácidos.

Considerando que la provincia de Tungurahua tiene suelos que presentan el problema de acidez, una de las alternativas para mejorar la productividad de forraje es la aplicación de cal antes de la siembra lo cual consiste en la utilización de compuestos de carbonato de calcio o calcio y magnesio. Dicha aplicación incrementa el pH y disminuye la disponibilidad del aluminio (Al), incrementa la disponibilidad de nutrientes para el forraje, mejora la estructura del suelo, la aireación y el drenaje, incrementa la capacidad de nodulación en Leguminosas, aspectos que favorecen el rendimiento de forraje.

Por lo tanto, en la presente investigación se buscará determinar una dosis adecuada de enmienda de encalado para mejorar la disponibilidad de nutrientes del suelo para lograr buenos rendimientos de forraje expresados en toneladas/hectárea/año, los cuales sean satisfactorios y que cumplan con las expectativas de los ganaderos del sector.

PROBLEMATIZACIÓN.

Según Botero (2013) “El 51% de los suelos de América Tropical, que representan 848 millones de hectáreas, están clasificados como Andisoles y se localizan en los ecosistemas de sabanas y selvas, desde el sur de México hasta el norte del Paraguay.”

Según Manifiestan Honorato y Bonomelli (2002) opinan que:

“Los suelos se degradan normalmente por un uso no acorde con sus aptitudes y limitaciones, por prácticas de manejo agronómicas o forestales inadecuadas, contaminación industrial urbana o minera, o por fenómenos naturales como incendios y deslizamientos.” p. 20

Según Ocampo (2007) **“Las causas de esta acidez son múltiples y entre otras se señala su origen por materiales parentales ácidos, alta percolación por excesiva pluviosidad, uso prolongado de fertilizantes de residuos ácidos y la composición de la materia orgánica los cuales contribuyen a reducir su rendimiento y producción.”** p. 12

Según Molina (2008) “La acidez en los suelos afecta de forma muy particular y determinante en algunas de sus características químicas y biológicas, reduce el crecimiento de las plantas, ocasiona la disminución en la disponibilidad de algunos nutrientes.”

Según manifiestan SICA, y el INEC (2008) que:

“La producción nacional de alfalfa se encuentra con 24.000ha, por lo que la producción de este pasto en la provincia de Tungurahua está en 2.857 ha (27%) teniendo a consideración que en el cantón Píllaro se cultiva alrededor de 428 ha (13%) por lo que es un cultivo altamente representativo para esta zona.

Acorde a el análisis de suelo realizado en el sector de Huagrahuasi se obtuvo una acidez de 4.88 logrando evidenciar problemas de adaptación por parte de cultivos como las leguminosas por dichas características acidas de dichos suelos. Por esta razón, al poco tiempo de establecerse, disminuyen su calidad, rendimiento y persistencia.

JUSTIFICACIÓN.

La investigación se justifica por cuanto existe un poco conocimiento del manejo de este cultivo destinada para el presente ensayo por lo cual con esta investigación se contara con información técnica aplicable a nuestras condiciones de producción y de esta manera se evitara pérdidas en el cultivo.

Teniendo este sector con un alto potencial para la producción de alfalfa se hace imprescindible determinar la cantidad de calcio necesaria para mejorar el pH de este suelo con el aumento de la concentración de calcio y magnesio.

Así mismo es importante determinar las cantidades de calcio que se aplicarán en el encalado y evaluar económicamente la actividad en el sector en estudio logrando así de una manera adecuada el incremento del rendimiento de la alfalfa.

Por lo tanto en esta investigación se logrará determinar una dosis adecuada de enmienda de encalado para mejorar la disponibilidad de nutrientes del suelo y obtener buenos rendimientos de alfalfa expresados en toneladas/hectárea los cuales deberán ser satisfactorios y que cumplan con las expectativas de los ganaderos del sector.

OBJETIVOS.

GENERAL:

- Evaluar dos fuentes de calcio (Cal agrícola, Dolomita) con cuatro niveles, en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en el cantón Píllaro - provincia de Tungurahua en el 2015.

ESPECÍFICOS:

1. Identificar cual es la mejor fuente de calcio (Cal agrícola, Dolomita).
2. Determinar el mejor nivel de aplicación de calcio.
3. Realizar el análisis económico por tratamiento.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

HIPÓTESIS.

HIPÓTESIS AFIRMATIVA (H_a).

- La aplicación de calcio (Cal agrícola, dolomita) al suelo influye en el pH y en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*).

HIPÓTESIS NULA (H₀).

- La aplicación de calcio (Cal agrícola, dolomita) al suelo no influye en el pH y en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO.

1.1. Cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*).

1.1.1. Generalidades.

Cuadro 1. Descripción taxonómica de la alfalfa.

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Rosidae</i>
Orden:	<i>Fabales</i>
Familia:	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia:	<i>Faboideae</i>
Tribu:	<i>Trifolieae</i>
Género:	<i>Medicago</i>
Especie:	<i>Medicago sativa</i>

Fuente: Wikipedia (2014).

Elaborado por: Pérez Vargas (2014).

Según Infoagro (2014) “**La alfalfa tiene su área de origen en Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán y Pakistán. Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí pasó a Italia en el siglo IV a. C. La gran difusión de su cultivo fue llevada a cabo por los árabes a través del norte de África, llegando a España donde se extendió a toda Europa.**”
p.1

Según Pozo (1983) “La alfalfa es una planta perenne, de raíz gruesa y tallo leñoso, folíolos aovados u oblongos dentados en el ápice, estípulas semilanceoladas, largamente acuminadas en la base. Flores grandes, de 8 – 10mm, en racimos, semillas de 1,5 por 2,5 mm ovales.” p. 15

Además Botanical (2010) manifiesta:

“La alfalfa es una leguminosa y como consecuencia tiene capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus raíces. Esta capacidad hace que los suelos donde crece esta planta son mejores por lo que muchas veces se planta como, una manera de fertilizante natural a los terrenos. El uso principal de esta planta es como planta forrajera para la alimentación del ganado, resulta muy nutritivo para los animales al mismo tiempo que es una de las especies con producción más elevada de las cultivadas por el hombre. Aguanta con facilidad las sequías aprovechándose de sus largas raíces que son capaces de hundirse hasta capas profundas del suelo (se han encontrado ejemplares cuyas raíces alcanzan los 10m de profundidad).” p.1

1.1.2 Requerimiento del pH para el cultivo de alfalfa

Según manifiesta Infoagro (2014):

“El factor limitante en el cultivo de la alfalfa es la acidez, excepto en la germinación, pudiéndose ser de hasta 4, el pH óptimo del cultivo es de 7.2, recurriendo a encalados siempre que el pH baje de 6.8, además los encalados contribuyen a incrementar la cantidad de iones de calcio en el suelo disponibles para la planta y reducir la absorción de aluminio y manganeso que son tóxicos para la alfalfa y existe una relación directa entre la formación de nódulos y el efecto del pH sobre la alfalfa. La bacteria nodulante de la alfalfa es *Rhizobium meliloti*, esta especie es neutrófila y deja de reproducirse por debajo de pH 5.” p. 1

1.2 Acidificación del suelo.

Según manifiesta Wikipedia (2014):

“La concentración de protones del suelo, expresada mediante el pH La acidificación del suelo es el proceso por el cual el suelo absorbe cationes de hidrógeno, reduciendo su pH. Como el hidrógeno sólo tiene un electrón, cuando

lo pierde sólo queda el protón, de ahí que a veces se diga que el suelo ha ganado protones. El proceso de acidificación ocurre cuando un donante aporta protones al suelo. El donante puede ser un ácido, como el ácido nítrico y el ácido sulfúrico (ambos ácidos son componentes de la lluvia ácida), los cuales reaccionan con el suelo liberando protones. También hay compuestos que pueden terminar acidificando el suelo, como el sulfato de aluminio. Los fertilizantes industriales con compuestos nitrogenados también acidifican el suelo a largo plazo ya que producen ion amonio, que es un donante de protones.” p. 1

1.2.1. Hierro y aluminio.

Según manifiesta Bartolini (1989) “En suelos ácidos hay altas concentraciones de hierro y aluminio solubles, especialmente en suelos con bajos contenidos de calcio, la aplicación de calcio y fósforo pueden neutralizar la toxicidad producida por estos elementos; las cantidades aplicadas deben ser mayores en leguminosas de zona templada que en leguminosas tropicales más tolerantes a la acidez y altos niveles de hierro y aluminio.” p. 72

1.2.2. Acidez y Productividad.

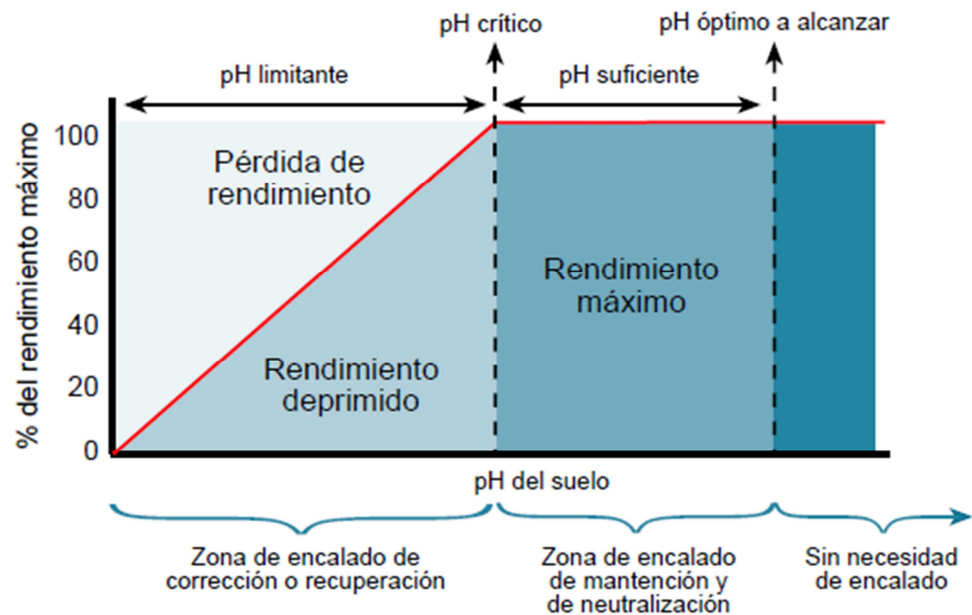


Figura 1. Relación entre pH del suelo, productividad y encalado.

Nota SOPROCAL, (2014). Por: Pérez G: 2014

1.3 El pH del suelo.

1.3.1. El término pH.

Según Wikipedia (2014): “El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad en los suelos, mide intensidad de acidez del suelo.” p. 1

Mientras que INPOFOS (1997):

“Define la relativa condición básica o ácida de una sustancia. La escala del pH cubre un rango de 0 a 14. Un valor de pH de 7.0 es neutro. Los valores por debajo de 7.0 son ácidos. Aquellos que están sobre 7.0 son básicos. La mayoría de los suelos productivos fluctúan entre un pH de 4.0 a 9.0. Un ácido es una sustancia que libere iones hidrógeno (H⁺). Cuando un suelo se satura con H⁺ actúa como un ácido débil. Mientras mayor sea el H⁺ retenido por el complejo de intercambio, mayor será la acidez del suelo. El aluminio (Al) también actúa como un agente acidificante y activa el H⁺.” p.20

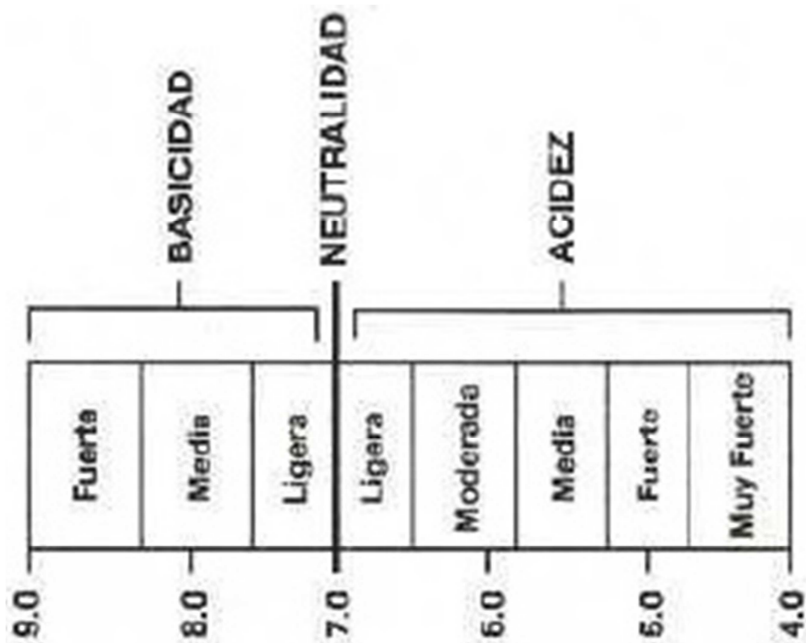


Figura 2. Grados Relativos de Acidez y Basicidad.

Nota: INPOFOS, (1997). Por: Pérez G: 2014

1.3.2. Factores que afectan el pH.

A continuación se presenta los factores que afectan el pH

Según manifiesta INPOFOS (1997):

a. Material de origen.- Los suelos que se desarrollaron de un material parental proveniente de rocas básicas generalmente tienen un pH más alto que aquellos formados de rocas ácidas.

b. Profundidad del suelo.- Excepto en áreas de baja precipitación, la acidez generalmente aumenta con la profundidad. Por esta razón, la pérdida de la capa superior del suelo por erosión puede llevar a la superficie suelo de pH más ácido. Sin embargo, existen áreas donde el pH del subsuelo es más alto que el pH de la capa superior.

c. Precipitación.- A medida que el agua de las lluvias se percola en el suelo, se produce la salida (lixiviación) de nutrientes básicos como potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Estos son reemplazados por elementos ácidos como Al, H, Fe y Mn. Por lo tanto, los suelos formados bajo condiciones de alta precipitación son más ácidos que aquellos formados bajo condiciones áridas.

d. Descomposición de materia orgánica.- Los materiales orgánicos del suelo son descompuestos continuamente por los microorganismos convirtiéndolos en ácidos orgánicos, dióxido de carbono (CO₂) y agua, formando finalmente ácido carbónico. El ácido carbónico reacciona a su vez con los carbonatos Ca y Mg en el suelo para formar bicarbonatos solubles que se lixivian, haciendo el suelo más ácido.

e. Siembra de cultivos.- Los suelos a menudo se vuelven más ácidos con la cosecha de los cultivos debido a que éstos remueven bases. El tipo de cultivo determina las cantidades relativas removidas.

f. Fertilización nitrogenada.- El Nitrógeno (N) ya sea proveniente de los fertilizantes, materia orgánica, estiércol o fijación biológica de las leguminosas produce acidez. La fertilización con N⁺ acelera el desarrollo de la acidez. A dosis bajas de N⁺, la acidificación es lenta, pero se acelera a medida que las dosis de N⁺ se incrementan.

g. Inundación.- El efecto global de la inundación del suelo es el incremento del pH en suelos ácidos y una reducción en suelos básicos. Sin tener en cuenta el valor original del pH, la mayoría de los suelos llegan a valores de pH entre 6.5 y 7.2 alrededor de un mes después de haber sido inundados y se mantienen a ese nivel hasta que se secan.

1.4. Por qué se debe encalar los suelos ácidos.

Según Espinosa (1987) “La acidez del suelo afecta de diversas maneras el crecimiento de la planta. Cuando el pH es bajo (la acidez es alta), uno o varios factores perjudiciales pueden deprimir el crecimiento del cultivo.” p. 20

A continuación se presentan algunas de las consecuencias de la acidez del suelo:

Sánchez (1981) indica que:

- La concentración de elementos como aluminio, hierro y manganeso puede llegar a niveles tóxicos, debido a que su solubilidad se incrementa en suelos ácidos.
- La toxicidad del Al es probablemente el factor que más limita el crecimiento de las plantas en suelos fuertemente ácidos (pH menor a 5.5) en la mayoría de los suelos. El H solamente es tóxico a un pH menor a 4.2.
- Los organismos responsables de descomponer la materia orgánica y de mineralizar al nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) pueden ser menores en número y en actividad.
- El Ca puede ser deficiente cuando la CIC del suelo es extremadamente baja, también puede presentarse una deficiencia de Mg⁺².

- Los herbicidas aplicados al suelo pueden ser poco efectivos cuando el pH del suelo es muy bajo.
- La fijación simbiótica de N⁺ por parte de las leguminosas se reduce notablemente. La simbiosis requiere de un rango de pH estrecho para funcionamiento óptimo de Rhizobium (bacterias fijadoras de nitrógeno).
- Los suelos arcillosos muy ácidos son menos agregados. Esto promueve una baja permeabilidad y aireación. Un efecto indirecto del encalado es que esta práctica produce más residuos de cultivos y esto a su vez mejora la estructura del suelo.
- Se reduce la disponibilidad de nutrientes como fósforo y molibdeno.
- Se incrementa el potencial de lixiviación del potasio.
- La aplicación de cal en suelos ácidos tiene los siguientes efectos:
 - ✓ La cal reduce la toxicidad de aluminio y otros metales.
 - ✓ La cal mejora las condiciones físicas del suelo.
 - ✓ La cal estimula la actividad microbiana en el suelo.
 - ✓ La cal incrementa la CIC en suelos de carga variable.
 - ✓ La cal incrementa el pH del suelo.
 - ✓ La cal incrementa la disponibilidad de varios nutrientes.
 - ✓ La cal dolomita proporciona calcio y magnesio para las plantas.
 - ✓ La cal mejora la fijación simbiótica de nitrógeno por parte de las leguminosas.

1.4.1 Encalado en pastos.

Según manifiesta García (2002) “El contenido de CaCO₃ aumenta el pH, en función de la titulación se ha observado que en suelos andinos el 63% necesitan más de 10 TM/ha de cal, y más del 93% necesitan más de 6TM/ha de cal, a medida que aumenta la aplicación de cal, aumenta la producción.” p. 12

Además según indica Gutiérrez (1992) “**La cantidad de cal necesaria para precipitar el aluminio varía en los andisoles dependiendo de factores como altitud, clima e intensidad y estado de meteorización de la ceniza y únicamente se puede determinar con exactitud mediante ensayos de campo en los sitios específicos.**” p. 18

1.4.2. Reducción de la acidez del suelo por la adición de cal.

Según manifiesta INPOFOS (1997) “Las reacciones del encalado funcionan de la siguiente forma: Los iones de Ca^{+2} de la cal reemplazan al Al^{+3} en los sitios de intercambio, y el ion carbonato CO_3^{-2} reacciona con el agua de la solución del suelo creando un exceso de iones OH^- , que a su vez reaccionan con el exceso de H^+ acidez, formando agua.” p. 29

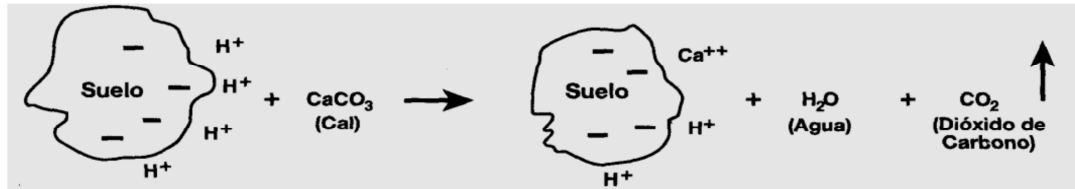


Figura 3. Esquema de como la cal reduce la acidez del suelo.

Nota. INPOFOS, (1997) Por: Pérez G (2014).

1.5. Materiales de encalado.

INPOFOS (1997) presenta una breve descripción de algunos materiales de encalado:

1.5.1. Calcita o cal agrícola.- Este es uno de los materiales de encalado de uso más común. Depósitos de calcita de alta calidad se encuentran localizados en muchos lugares del mundo. La cal generalmente es minada a cielo abierto. La calidad depende del contenido de impurezas del material tales como arcilla o residuos de materia orgánica. Sus valores de neutralización (CaCO_3 equivalente) fluctúan desde 65 - 70 % hasta un poco más del 100%.

Tabla 1.

Valores de neutralización relativa de la calcita.

Materiales de Encalado	Contenido de Ca (%)	Valores de neutralización relativa (%)
Calcita (cal agrícola)	22	85 – 100

Nota INPOFOS (1997) Por: Pérez G (2014).

1.5.2. Dolomita.- Existen dos principales vertientes a conocer de la dolomita: como aditivo del suelo y la dolomita que se usa como materia base para los fertilizantes de magnesio y calcio. La dolomita es también utilizada hasta cierto punto como aditivo de alimento para animales. La dolomita para uso en la industria del fertilizante debe contener mínimo 90% Ca_2MgCO_3 combinado, así como un contenido de sílice que no exceda del 5%. La dolomita de grado bajo con 15 a 20% MgO puede ser usada como acondicionador de suelos de pH ácidos.

Tabla 2.

Valores de neutralización relativa de la Dolomita.

Materiales de Encalado	Contenido de Ca (%)	Valores de neutralización relativa (%)
Dolomita (cal dolomítica)	32	95 – 108

Nota INPOFOS (1997) Por: Pérez G (2014).

Tabla 3.

Principales fuentes para encalado y sus concentraciones.

Fuentes	CONCENTRACIONES %			
	CaO	Ca	MgO	Mg
Calcita, CaCO_3	53-59	37.1-41.9	-	-
Dolomita, $\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$	28-39	19.9-27.7	17.5-39	7.4-16.4

Nota ENGORMIX (2014) Por: Pérez G (2014).

1.5.3. Forma de aplicación para calcita y dolomita.

Según manifiesta INPOFOS (1997):

“Es esencial incorporar la cal de modo que se logre un contacto máximo del material de encalado con el suelo en la capa arable. La mayoría de los materiales de encalado son solo parcialmente solubles en agua; por lo tanto, la completa incorporación en el suelo es muy importante para que la cal reaccione completamente. Además, es indispensable que el suelo se encuentre húmedo para que las reacciones de la cal ocurran. Cuando se encalan suelos arcillosos con cantidades altas de cal, se logra una mejor incorporación cuando, se mezcla solamente una parte de la cal con el primer paso del tractor, y el resto con los siguientes” p. 28

1.2.11. Dosis del encalado de corrección.

Según manifiesta Chávez (2011):

“En suelos ácidos la dosis de enmienda calcárea a utilizar debe estar en función del porcentaje de saturación de acidez del suelo, factor que contempla la acidez ligada al aluminio, elemento tóxico y principal promotor de la acidez en suelos tropicales por lo que el análisis de suelo es una valiosa herramienta para recomendar la dosis de carbonato de calcio adecuada; ya que permite calcular el porcentaje de acidez intercambiable (AI+3H+), así como la capacidad del suelo para retener bases (CICE), factores que junto a la calidad del material encalante (PRNT), se integran en una fórmula, que como la presentada a continuación, facilitan el cálculo de la dosis requerida para la corrección de la acidez del suelo.” p. 8

Según la siguiente formula:

$$Tm \text{ CaCO}_3 = \frac{\text{CICE} \times (80 - \% \text{ SB})}{\text{PRNT}}$$

- $Tm \text{ CaCO}_3$ = Toneladas métricas de carbonato de calcio
- $\text{CICE} = \text{Acidez} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}$
- PRNT = Este dato se refiere a la calidad del material utilizado (pureza y grado de molienda); si no se tiene información al respecto utilizar un valor de 80.
- $\% \text{ SB} = \frac{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}}{\text{Acidez} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}} \times 100$

Fuente: Víctor Chávez (2011).

Elaborado por: Pérez Vargas (2014).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Recursos necesarios.

2.1.1. Talento humano.

- **Postulante:**
 - Gonzalo Paúl Pérez Vargas.
- **Director:**
 - Ing. Mg. Jácome Mogro Emerson Javier.
- **Miembros del tribunal:**
 - Ing. Giovana Parra.
 - Ing. Ruth Pérez.
 - Ing. Fabián Troya.

2.1.2. Material experimental.

- Calcita.
- Dolomita.
- Semilla de Alfalfa.

2.1.3. Materiales de oficina.

- Hojas.
- Fichas o Libro de Campo.
- Carpetas.
- Lápiz.

- Grapadora.
- Rótulos.

2.1.4. Recursos tecnológicos.

- Computadora.
- Impresora.
- Flash memory.
- Cámara fotográfica.
- Balanza.
- Copias.
- Internet.

2.1.5. Herramientas.

- Azadones.
- Cinta métrica.
- Estacas.
- Piola.
- Moto guadaña.
- Hoz.

2.1.6. Equipos agrícolas.

- Tractor.
- Aspersores.
- Arado.
- Rastra.

2.2. Caracterización del sitio experimental.

2.2.1. Localización geográfica.

Tabla 4.

Indicadores Geográficos

Finca la Esperanza.
Latitud: 1° 6' 41" S
Longitud: 78° 29' 24" W
Altitud: 3118 msnm

Por: Pérez G (2014).

2.2.2. Localización Política.

- **Provincia:** Tungurahua.
- **Cantón:** Píllaro.
- **Sector:** Dos acequias.
- **Parroquia:** San José de Poaló
- **Localidad:** Huagrahuasi
- **Finca:** La Esperanza.
- **Propietaria:** Sra. Ana Moya.

2.2.3. Requerimientos Agroecológicos.

- **Clima:** Templado.
- **Temperatura:** 8° y 13°C.

2.3. Diseño metodológico.

2.3.1. Tipo de investigación.

Para el desarrollo del proyecto se empleará los siguientes tipos de investigación.

2.3.1.1. Investigación aplicada.

La investigación es aplicada porque enfoca su atención en las teorías generales y el conocimiento de los factores en estudio para aplicarlos en el ensayo y de esta manera

encontrar una solución, para resolver problemas y necesidades que atraviesan los agricultores de la zona.

2.3.1.2. Investigación de campo y experimental.

Experimental - Cuantitativa, basada en la investigación de campo fundamentada en la toma de datos y tabulación de los mismos para comparar los resultados obtenidos con la información bibliográfica.

2.3.1.3. Investigación Bibliográfica.

Es fundamental porque contribuye como una fuente de información para futuras investigaciones.

2.3.2. Método.

2.3.2.1. Científico.

Está basado en la experimentación por que se busca para llegar a afirmar o ponderar la pregunta directriz.

2.3.2.2. Analítico Inductivo.

Se lo aplica cuando la unidad experimental es muy extensa, se tomó muestras representativas con las cuales llegamos a una conclusión que será válida para todo el cultivo.

2.3.3. Técnicas.

2.3.3.1. Diagnóstico.

Descripción completa de la situación actual, tanto en la superficie que cubre el proyecto como en su zona de influencia.

2.3.3.2. Observación en campo.

Observar los síntomas y diferencias entre tratamientos.

2.3.3.3. Fichaje.

Es una técnica indispensable para la identificación de cada tratamiento con sus datos característicos y lo cual les diferencia entre ellos.

2.3.3.4. Registros de datos.

Toma de datos mediante registros mensuales en los que se incluyen los parámetros ya establecidos.

2.3.3.5. Tabulación de datos.

Analizar de los datos obtenidos mediante un programa estadístico para conocer los resultados obtenidos.

2.4. Diseño experimental.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones; donde, A son las fuentes de calcio, B son las dosis de calcio.

2.5. Unidad en estudio.

2.5.1. Factores en estudio.

2.5.2. Factor A. Fuentes de calcio (F).

F1: Calcita.

F2: Dolomita.

2.5.3. Factor B. Niveles de calcio (D).

D1: 0 Tm/ha.

D2: Alta Tm/ha.

D3: Óptima Tm/ha.

D4: Baja Tm/ha.

2.6. Tratamientos de estudio.

La combinación de dos fuentes de calcio por cuatro diferentes dosis dio un total de ocho tratamientos los mismos que se detallan en el cuadro siguiente:

Tabla 5.

Descripción de los tratamientos.

Nº del Tratamiento	Código	Fuentes	Niveles de calcio Tm/ ha
1	F1 D1	Testigo	0
2	F1 D2	Calcita	Alta
3	F1 D3	Calcita	Óptima
4	F1 D4	Calcita	Baja
5	F2 D1	Testigo	0
6	F2 D2	Dolomita	Alta
7	F2 D3	Dolomita	Óptima
8	F2 D4	Dolomita	Baja

Por: Pérez G (2014).

2.7. Unidad en estudio

Se ensayó con 24 unidades experimentales.

Tabla 6.

Unidad experimental.

Unidad experimental	24
Muestra	10
Población:	240

Por: Pérez G (2014).

2.8. Análisis de varianza.

Tabla 7.

Esquema del ADEVA.

Fuente de Variación (F de V)	Grados de Libertad	
Total	(t . r) - 1	23
Bloques (repeticiones)	(r - 1)	2
Tratamientos	(t - 1)	7
Factor A	(a - 1)	1
Factor B	(b - 1)	3
A*B	(a - 1)*(b - 1)	3
Error.Exp.	(t - 1)*(r-1)	14

Por: Pérez G (2014).

$$C.V. \% (a) = \frac{\sqrt{CMe (a)}}{\bar{Y}} (100)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Yi}{N}$$

2.8.1. Análisis Funcional.

Se corrió el análisis de varianza para los indicadores evaluados, y pruebas de significación estadística de Tukey al 5% en las fuentes que reportaron significación estadística.

2.9. Análisis económico.

Se realizó el costo por tratamiento.

2.9.1 Relación beneficio- costo.

Se la obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales del mismo.

$$R (B/C) = BN/CT$$

Donde: R (B/C) = relación beneficio neto

BN = beneficio neto

CT = costo total.

2.10. Manejo específico del experimento.

2.10.1. Identificación del lugar.

El experimento estuvo situado en el sector Huagrahuasi en la Finca la Esperanza de la propietaria Sra. Ana Moya.

2.10.2. Análisis de suelo (pH inicial).

Para medir el pH se realizó un análisis de suelo antes del aplicar la enmienda de encalado lo cual determinaremos las 3 dosis (que se aplicarán en el investigación).

2.10.3. Preparación del terreno.

Antes de proceder a la delimitación de parcelas se procedió a pasar la rastra de tractor ya que el uso anterior del suelo fue destinado a la producción de una mezcla forrajera entre pasto azul y trébol.

2.10.4. Delimitación.

Previo al encalado se delimitó las respectivas unidades experimentales.

2.10.5. Aplicación de calcio.

La aplicación de calcita y dolomita se hizo 14 días antes de la siembra. Se realizó al voleo en forma manual con las dosis siguientes:

- D1 Tm/ha = 0 kg de calcio / parcela de 9 m².
- D2 Tm/ha = 1.77 kg de calcio / parcela de 9 m².
- D3 Tm/ha = 1.18 kg de calcio / parcela de 9 m².
- D4 Tm/ha = 0.59 kg de calcio / parcela de 16 m².

2.10.6. Análisis de suelo (pH).

Para medir el pH se realizó un análisis de suelo después de 14 días del encalado.

2.10.7. Siembra.

Se realizó después de 14 días de la incorporación de calcio al suelo. La siembra se realizó al voleo.

Semilla de alfalfa:	25kg/ha.
Total de semilla en el ensayo:	1.5 kg/600m ² (3.4 Libras)

2.10.8. Riego.

No fue necesaria ninguna labor de riego.

2.10.9. Altura de la planta al corte.

Se hicieron mediciones en cada parcela neta y se tomaron diez plantas al azar de Alfalfa antes de realizar cada corte, (126, 161, 196, 231) días, se midió la altura de planta en centímetros con la ayuda de un flexómetro desde la base hasta el ápice terminal, luego se procedió a obtener promedios en centímetros por unidad experimental.

2.10.11. Diferencia de nodulación.

Para esta variable los datos se tomaron en los cuatro cortes (126, 161, 196, 231) días. Se tomaron diez plantas de cada unidad experimental y se contabilizaron el número de nódulos, luego se calculó la media por tratamiento en cada corte.

2.10.12. Rendimiento del forraje en fresco.

Corte de igualación se lo realizó a los 91 días de siembra para que exista un mayor número de macollos.

El primer corte se realizó a los 126 días de la siembra, se cortó la parcela neta (2.25 m²) con la ayuda de una hoz, los datos se registraron en kg/PN y luego se transformaron a Tm /ha, posteriormente se realizaron cortes cada 35 días.

2.10.11. Análisis de suelo (incremento de pH).

Para medir el pH se realizó un análisis al final de los cuatro cortes que se realizaron en el ensayo.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. ALTURA DE PLANTAS.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES. PÍLLARO 2015.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza tabla 8 se observó que existen diferencias significativas entre fuentes de calcio, dosis de calcio, interacción entre fuentes x dosis de calcio por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 8.

Análisis de la Varianza para Altura de planta de alfalfa.

F.V.	ALTURA DE PLANTA CADA 35 DÍAS														
	126 DÍAS				161 DÍAS				196 DÍAS				231 DÍAS		
	gl	CM	F Cal	F tabular	CM	F Cal	F tabular	CM	F Cal	F tabular	CM	F Cal	F tabular		
TOTAL	23														
TRATAMIENTOS	7	92,10142 857	171,4654 255	* 237	64,10428 571	173,2548 263	* 237	30,99285 714	57,69946 809	* 237	32,48714 286	247,1847 826	* 237		
FACTOR F (fuentes calcio)	1	351,52	654,4255 319	* 10,1	151	408,1081 081	* 10,1	53,4	99,41489 362	* 10,1	47,04	357,9130 435	* 10,1		
FACTOR D (dosis)	3	82,3	153,2180 851	* 9,28	77,57666 667	209,6666 667	* 9,28	38,98	72,56914 894	* 9,28	39,58	301,1521 739	* 9,28		
FACTOR F*FACTOR D	3	15,43	28,72606 383	* 19,2	21,67	58,56756 757	* 19,2	15,54	28,93085 106	* 19,2	20,54	156,2826 087	* 19,2		
REPETICIONES	2	0,83	1,545212 766	n s 3,74	0,38	1,027027 027	n s 3,74	0,165	0,307180 851	n s 3,74	0,125	0,951086 957	n s 3,74		
Error Ex.	14	0,537142 857			0,37			0,537142 857			0,131428 571				
Promedio (cm)	48,84				46,61			46,99			47,25				
CV	1,5				1,31			0,96			0,77				

Ns no significación estadística al 0.05 * significación estadística al 0.05. Por: Pérez G (2014).

3.1.1 Altura de plantas a los 126 días

De la tabla 8 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 1.5% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 48.84 cm.

3.1.2. Altura de plantas a los 161 días.

De la tabla 8 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 1.31% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 46.61 cm.

3.1.3. Altura de plantas a los 196 días.

De la tabla 8 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 0.96% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 46.99 cm.

3.1.4. Altura de plantas a los 231 días.

De la tabla 8 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 0.77% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 47.25 cm.

PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES, CON LA INTERACCIÓN FUENTES DE CALCIO POR DOSIS DE CALCIO, EN PÍLLARO 2015.

Tabla 9.

Prueba de Tukey al 5% para el Indicador Altura de Planta de alfalfa.

Por: Pérez G (2014).

F*D.	ALTURA DE PLANTA cm			
	126 DÍAS	161 DÍAS	196 DÍAS	231 DÍAS
(t8) F2 D4	55,5 A	53 A	50,9 A	50,97 A
(t7) F2 D3	55,4 A	51,7 A	49,8 A	50,5 A
(t6) F2 D2	55,1 A	50,6 B	50,6 A	50,63 A
(t5) F2 D1	44,8 C	41,2 C	42,6 C	42,5 C
(t4) F1 D4	45,5 B	43,5 C	43,9 C	44,07 C
(t3) F1 D3	46,6 B	46,5 C	47,3 B	48,07 B
(t2) F1 D2	46,1 B	44,7 C	46,5 B	46,47 C
(t1) F1 D1	41,9 C	41,7 C	44,3 C	44,8 C

En la prueba Tukey al 5% (tabla 9) a los 126 días se reportó 3 rangos ubicándose en el primer lugar (t8) F2 D4 con un promedio de 55.5 cm de altura de planta, y en el último lugar el (t1) F1 D1 con un promedio de 41.9 cm ubicándose en el rango C. A los 161 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar el (t8) F2 D4 con un promedio de 53 cm de altura de planta, y en último lugar el (t5) F2 D1 con un promedio de 41.2 cm ubicándose en el rango C. A los 196 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar el (t8) F2 D4 con un promedio de 50.9 cm de altura de planta, y en último lugar (t5) F2 D1 con un promedio de 42.6 cm ubicándose en el rango C. A los 231 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar el (t8) F2 D4 con un promedio de 50,97cm de altura de planta, y en último lugar (t5) F2 D1 con un promedio de 42,5 cm ubicándose en el rango C.

Sé pudo diferenciar que el t8 y t7 se mantiene durante toda la fase del ensayo en rango A. El t6 de rango AB a los 161 días baja de rango a B pero luego suben a rango A en la otra toma de datos. El t4 a los 126 días se ubicó en rango B, a los

161,196 y 231 días se mantuvieron en el rango C. El t3 a los 126 días se ubicó en el rango B, a los 161 días bajo al rango C, y a los 196 y 231 días sube al rango B. El t2 a los 126 días se ubicó en el rango B, a los 161 bajo de rango a C, a los 196 días subió de rango a B y a los 231 días bajo de rango a C. El t1 y t5 se mantuvo siempre en el rango C.

FIGURA 4 PARA EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES, CON LA INTERACCIÓN FUENTES DE CALCIO POR DOSIS DE CALCIO, EN PÍLLARO 2015.

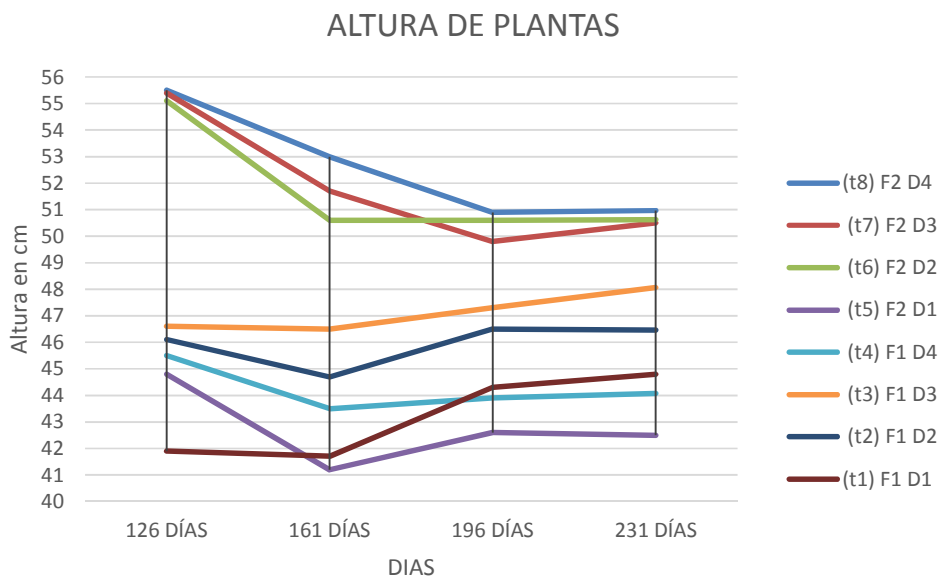


Figura 4. Para el indicador altura de planta de alfalfa (*Medicago sativa*), en los 4 cortes, con la interacción fuentes de calcio por dosis de calcio, en Píllaro 2015. Por: Pérez G (2014).

De la Figura 4 Se observa que el incremento en altura de plantas entre el mejor tratamiento es (t8) F2 D4 (Dolomita 0.59 kg) y el de menor altura t1 y t5 (0 kg). Por lo tanto la acidez del suelo afecta al crecimiento de la planta.

Como manifiesta **Espinosa** (1987): “Cuando el pH es bajo, uno o varios factores perjudiciales pueden deprimir el crecimiento del cultivo”. La aplicación de calcio al suelo ayuda a incrementar la altura del forraje ya que la disponibilidad de los nutrientes aumenta”

3.2. NODULACIÓN POR PLANTA.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA NODULACIÓN POR PLANTA DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES. PÍLLARO 2015.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza tabla 10 se observó que existen diferencias significativas entre fuentes de calcio, dosis de calcio, interacción entre fuentes x dosis de calcio por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 10.

Análisis de la Varianza para Nodulación por planta de alfalfa.

NÓDULOS / PLANTA 35 DÍAS																
		126 DÍAS				161 DÍAS				196 DÍAS			231 DÍAS			
F.V.	gl	CM	F Cal	F tabular	CM	F Cal	F tabular	CM	F Cal	F tabular	CM	F Cal	F tabular			
TOTAL	23															
TRATA MIENTOS	7	8,49 571 429	540, 636 364	* 2 3 7	12,2 4	199, 255 814	* 2 3 7	26,5 642 857	309, 916 667	* 2 3 7	34,5 857 143	151 3,12 5	* 2 3 7			
FACTOR F	1	3,3	210	* 1 0, 1 3	6,72	109, 395 349	* 1 0, 1 3	3,92	45,7 333 333	n s 1 3	4,08	178, 5	* 1 0, 1 3			
FACTOR D	3	17,8 033 333	113 2,93 939	* 9, 2 8	25,3 633 333	412, 891 473	* 9, 2 8	60,2 4	702, 8	* 9, 2 8	78,8 7	345 0,56 25	* 9, 2 8			
FACTOR F*FACTOR D	3	0,92	58,5 454 545	* 1 9, 1 6	0,95 333 333	15,5 193 798	n s 1 6	0,43 666 667	5,09 444 444	n s 1 6	0,46 666 667	20,4 166 667	n s 1 6			
REPETICIONES	2	0,01	0,63 636 364	n s 3, 7 4	0,66	10,7 441 86	n s 3, 7 4	0,16 5	1,92 5	n s 3, 7 4	0,02	0,87 5	n s 3, 7 4			
Error Exp	14	0,01 571 429			0,06 142 857			0,08 571 429			0,02 285 714					
Promedio (nod/planta)	2, 21 25				2,76			4,59			5,28					
CV	5, 61				8,39			6,75			2,86					

Ns no significación estadística al 0.05 * significación estadística al 0.05 Por: Pérez G (2014)

3.2.1. Conteo de nódulos a los 126 días

De la tabla 10 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 5.61% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 2.21 nod/planta.

3.2.2. Conteo de nódulos a los 161 días.

De la tabla 10 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 8.39% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 2.76 nod/planta.

3.2.3. Conteo de nódulos a los 196 días.

De la tabla 10 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 6.75% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 4.59 nod/planta.

3.2.4. Conteo de nódulos a los 231 días.

De la tabla 10 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 2.86 % el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 5.28 nod/planta.

PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL INDICADOR DE NODULACIÓN POR PLANTA DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES. PÍLLARO 2015.

Tabla 11.

Prueba de Tukey al 5% para el indicador de nodulación por planta de alfalfa.

	NÓDULOS / PLANTA			
	126 DÍAS	161 DÍAS	196 DÍAS	231 DÍAS
F*D.	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
(t2) F1 D2	3,27 B	3,93 B	6,7 B	7,53 B
(t3) F1 D3	2,33 C	3 C	5,33 C	6,53 C
(t4) F1 D4	1,77 C	2 C	4,7 C	5,4 C
(t5) F2 D1	0 C	0 C	0 C	0 C
(t6) F2 D2	5,1 A	5,83 A	7,77 A	8,7 A
(t7) F2 D3	2,77 C	4 B	6,4 B	7,5 B
(t1) F1 D1	0 C	0 C	0 C	0 C
(t8) F2 D4	2,47 C	3,33 C	5,8 C	6,57 C

Por: Pérez G (2014).

En la prueba Tukey al 5% (tabla 11) a los 126 días se reportó 3 rangos ubicándose en el primer lugar (t6) F2 D2 con un promedio de 5,1 nódulos / planta, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 0 nódulo/planta ubicándose en el rango C. A los 161 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar (t6) F2 D2 con un promedio de 5,38 nódulos / planta, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 0 nódulo/planta ubicándose en el rango C. A los 196 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar el (t6) F2 D2 con un promedio de 7,77 nódulos / planta, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 0 nódulo/planta ubicándose en el rango C. A los 231 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar (t6) F2 D2 con un promedio de 8,7 nódulos / planta, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 0 nódulo/planta ubicándose en el rango C.

Sé pudo diferenciar que el t6 se mantiene durante toda la fase del ensayo en rango A. El t2 de rango B se mantiene durante todo el ensayo. El t3, t4, t5, t1, t8 se

mantiene con rango C. El t7 a los 126 días se ubicó en rango C, a los 161,196 y 231 días se mantuvo en el rango B.

FIGURA 5 PARA EL INDICADOR DE NODULACION POR PLANTA DE ALFALFA (*Medicago sativa*), CON LA INTERACCIÓN FUENTES DE CALCIO POR DOSIS DE CALCIO, EN LOS 4 CORTES EN PILLARO 2015.

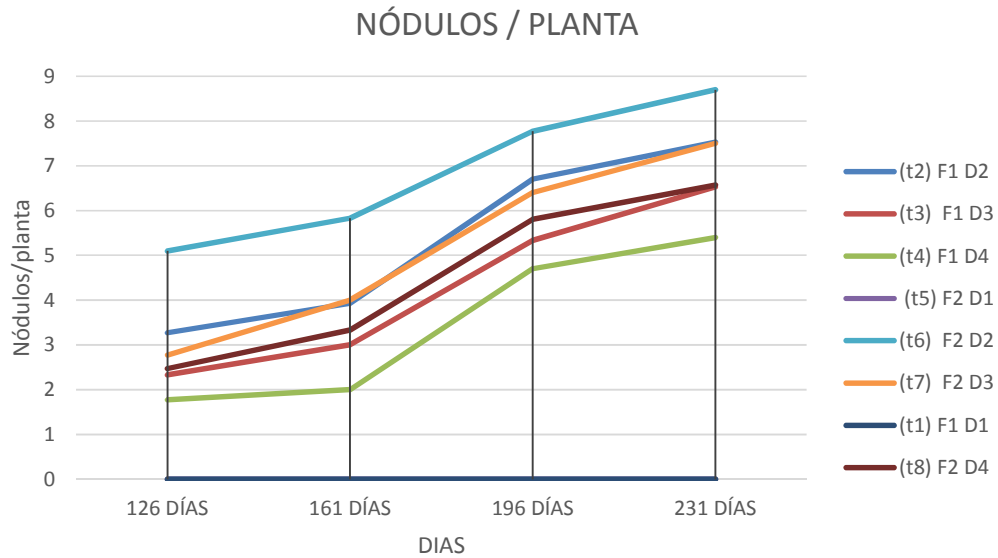


Figura 5. Indicador de nodulación por planta de alfalfa. Por Pérez G (2014)

De la Figura 5. Se observa que el desarrollo de nódulos del mejor tratamiento es (t6) F2 D2 (Dolomita 1.77kg) y el sin nódulos es t1 y t5 (0 kg). Por lo tanto la acidez del suelo afecta al crecimiento y desarrollo de Rhizobium (bacterias fijadoras de nitrógeno). Como manifiesta **INPOFOS** (1997): “La cal ayuda a mejorar la fijación simbiótica de nitrógeno por parte de las leguminosas, entonces la aplicación de calcio al suelo ayuda a estimular la actividad microbiana en el suelo.”

3.3. RENDIMIENTO.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DEL FORRAJE EN FRESCO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES. PÍLLARO 2015.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza cuadro 13 se observó que existen diferencias significativas entre fuentes de calcio, dosis de calcio, interacción entre fuentes x dosis de calcio por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 12.

Análisis de la varianza para el Rendimiento del forraje en fresco de alfalfa.

RENDIMIENTO DE FORRAJE EN FRESCO CADA 35 DÍAS																				
F.V.	gl	126 DÍAS				161 DÍAS				196 DÍAS				231 DÍAS						
		CM	F Cal	F tabular		CM	F Cal	F tabular		CM	F Cal	F tabular		CM	F Cal	F tabular				
TOTAL	23																			
TRATAMIENTOS	7	0,3542857 1	8,4067796 6	*	237	0,6914285 7	16,406779 7	*	237	1,2271428 6	29,118644 1	*	237	1,87	34	*	237			
FACTOR F	1	0,25	5,9322033 9	*	10,1 3	0,53	12,576271 2	*	10,1 3	3,89	92,305084 7	*	10,1 3	5,96	108,36363 6	*	10,1 3			
FACTOR D	3	0,58	13,762711 9	*	9,28	1,1366666 7	26,971751 4	*	9,28	1,2966666 7	30,768361 6	*	9,28	1,44	26,181818 2	*	9,28			
FACTOR F*FACTOR D	3	0,1666666 7	3,9548022 6	*	19,1 6	0,3	7,1186440 7	*	19,1 6	0,27	6,4067796 6	*	19,1 6	0,9366666 7	17,030303	*	19,1 6			
REPETICIONES	2	0,01	0,2372881 4	n s	3,74	0,07	1,6610169 5	n s	3,74	0,04	0,9491525 4	n s	3,74	0,33	6	n s	3,74			
Error Exp	14	0,0421428 6				0,0421428 6				0,0421428 6				0,055						
Promedio (Tm/Ha)	2,7					2,41					2,85					3,23				
CV	10,0 1					11,09					7,3					9,26				

Ns no significación estadística al 0.05 * significación estadística al 0.05. Por Pérez G (2014)

3.3.1. Rendimiento del forraje en fresco a los 126 días

De la tabla 12 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 10.01% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 2.71 Tm/Ha.

3.3.2. Rendimiento del forraje en fresco a los 161 días.

De la tabla 12 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 11.09% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 2.41 Tm/Ha.

3.3.3. Rendimiento del forraje en fresco a los 196 días.

De la tabla 12 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 7.3% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 2.85 Tm/Ha.

3.3.4. Rendimiento del forraje en fresco a los 231 días.

De la tabla 12 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio e interacción entre fuentes x dosis de calcio teniendo un CV de 9.27 % el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 3.23 Tm/Ha.

PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO DEL FORRAJE EN FRESCO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES. PÍLLARO 2015.

Tabla 13.

Tabla de Tukey al 5% para el rendimiento del forraje en Fresco de Alfalfa

	RENDIMIENTO Tm/Ha			
	126 DÍAS	161 DÍAS	196 DÍAS	231 DÍAS
F*D.	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
(t8) F2 D4	2,63 A	3,0 A	3,11 A	3,66 A
(t3) F1 D3	2,48 A	2,59 A	2,85 B	3,37 B
(t4) F1 D4	1,89 B	1,78 B	2 C	2,26 C
(t5) F2 D1	1,72 C	1,67 C	1,53 C	1,59 C
(t6) F2 D2	2,22 A	2,74 A	2,93 B	3,44 A
(t7) F2 D3	1,96 B	2,78 A	3,0 A	3,22 A
(t1) F1 D1	1,67 C	1,67 C	1,89 C	1,82 C
(t2) F1 D2	1,89 B	2,22 B	3,11 B	3,48 A

Por Pérez G (2014)

En la prueba Tukey al 5% (tabla 13) a los 126 días se reportó 3 rangos ubicándose en el primer lugar (t8) F2 D4 con un promedio de 2,63 Tm/ha, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 1.72 y 1.67 Tm/ha ubicándose en el rango C. A los 161 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar (t6) (t8) F2 D4 con un promedio de 3.00 Tm/ha, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 1,67 y 1,67 tm/ ha ubicándose en el rango C. A los 196 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar el (t8) F2 D4 con un promedio de 3,11 tm/ha y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 1,89 y 1,53 tm/ha ubicándose en el rango C. A los 231 días se reportó 3 rangos ocupando el primer lugar (t8) F2 D4 con un promedio de 3,66 tm/ha, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 1,82 y 1,59 tm/ha ubicándose en el rango C.

Sé pudo diferenciar que el t8 se mantiene durante toda la fase del ensayo en rango A.

FIGURA 6 PARA EL INDICADOR DE RENDIMIENTO DEL FORRAJE EN FRESCO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS 4 CORTES. PILLARO 2015.

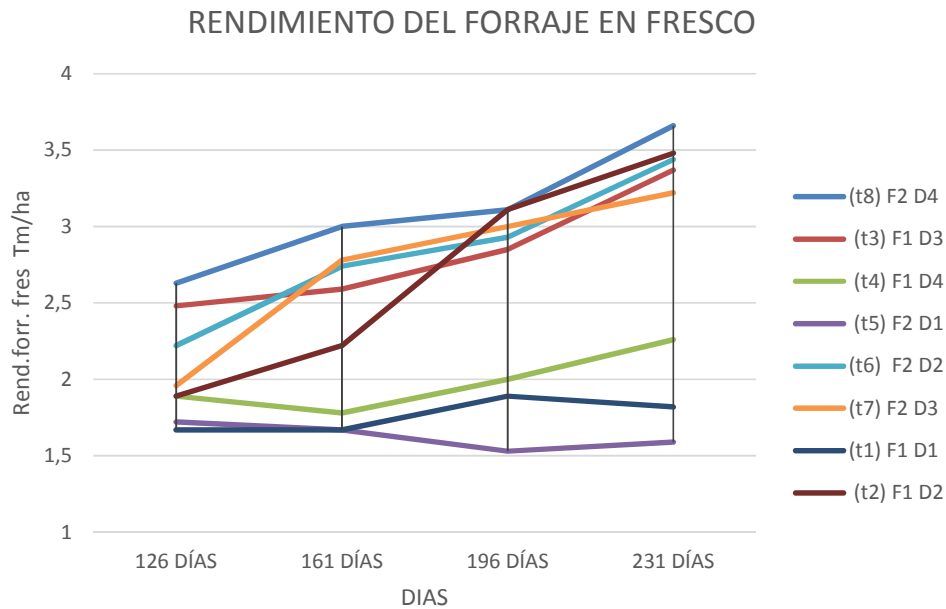


Figura 6. Rendimiento del Forraje en Fresco.
Por Pérez G (2014)

De la Figura 6. Se observa que el rendimiento del forraje en fresco fue el mejor tratamiento (t8) F2 D4 (Dolomita 0.59 kg) y el con bajo rendimiento es t1 y t5 (calcita y dolomita 0 kg). Por lo tanto como manifiesta **Espinoza (1987)** “**Cuando el pH es bajo (la acidez alta) uno o varios factores perjudiciales pueden deprimir el crecimiento del cultivo. Entonces la aplicación de calcio al suelo mejora el rendimiento del forraje ya que la disponibilidad de nutrientes aumenta además la dolomita aparte de incrementar el pH del suelo reduce la concentración de Al^{+3} en el suelo tiene en su composición el calcio y adicionalmente el magnesio, ya que el magnesio forma parte de la molécula de la clorofila para el proceso fotosintético.**” p. 40

3.4. VARIACIÓN DEL pH DEL SUELO.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIACIÓN DEL pH DEL SUELO EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), PÍLLARO 2015.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza cuadro 13 se observó que existen diferencias significativas entre fuentes de calcio, dosis de calcio, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 14.

Análisis de la Varianza para la variación del PH del suelo en el cultivo de alfalfa

F.V.	VARIACIÓN DEL pH								
	14 DÍAS				231 DÍAS				
	gl	CM	F Cal	F tabular	CM	F Cal	F tabular		
TOTAL	23								
TRATAMIENTOS	7	0,321428 57	7,627118 64	*	237	0,277142 86	6,576271 19	*	237
FACTOR F	1	0,11	2,610169 49	*	10,1 3	0,11	2,610169 49	*	10,1 3
FACTOR D	3	0,7	16,61016 95	*	9,28	0,593333 33	14,07909 6	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	3	0,016666 67	0,395480 23	n s	19,1 6	0,013333 33	0,316384 18	n s	19,1 6
REPETICIONES	2	0	0	n s	3,74	0	0	n s	3,74
Error Exp	14	0,042142 86				0,042142 86			
Promedio		5,2 9				5,24			
CV %		9,4				8,0			

Ns no significación estadística al 0.05 * significación estadística al 0.05. Por Pérez G (2014)

3.4.2. Variación del pH del suelo a los 14 días

De la Tabla 14 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio teniendo un CV de 9.4% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 5.29 pH.

3.4.3. Variación del pH del suelo a los 231 días.

De la Tabla 14 se puede diferenciar significación estadística para fuentes de calcio y dosis de calcio teniendo un CV de 8.0% el cual es bajo y manifiesta un buen manejo experimental teniendo un promedio general de 5.24 pH.

PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA VARIACIÓN DEL pH DEL SUELO EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN PÍLLARO 2015.

Tabla 15.

Prueba de Tukey al 5% para variación del Ph del suelo.

	VARIACIÓN DEL pH	
	14 DÍAS	231 DÍAS
F*D.	Promedio	Promedio
(t6) F2 D2	5,77 A	5,7 A
(t2) F1 D2	5,57 B	5,5 B
(t7) F2 D3	5,55 C	5,45 C
(t3) F1 D3	5,33 D	5,3 D
(t8) F2 D4	5,22 E	5,2 E
(t4) F1 D4	5,11 F	5 F
(t5) F2 D1	4,88 G	4,88 G
(t1) F1 D1	4,88 G	4,88 G

Por Pérez G (2014)

En la prueba Tukey al 5% (tabla 15) indica que a todos los tratamientos que se les incorporo calcio a los 14 días a antes de la siembra, elevaron su valor de pH con relación a la dosis 0 (sin calcio).

La variación de pH a los 14 y 231 días se reportó 7 rangos ubicándose en el primer lugar (t6) F2 D2 con un promedio de 5,7 pH, y en el último lugar el (t1) F1 D1 y (t5) F2 D1 con un promedio de 4.88 y 4.88 pH ubicándose en el rango G.

Sé pudo diferenciar que el t6 se mantiene durante toda la fase del ensayo en rango A, el t2 en rango B, el t7 en rango C, el t3 en rango D, el t8 en rango E, el t4 en rango F, el t5 y t1 en rango G.

FIGURA 7 PARA EL INDICADOR DE PARA LA VARIACIÓN DEL pH DEL SUELO EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), PÍLLARO 2015.

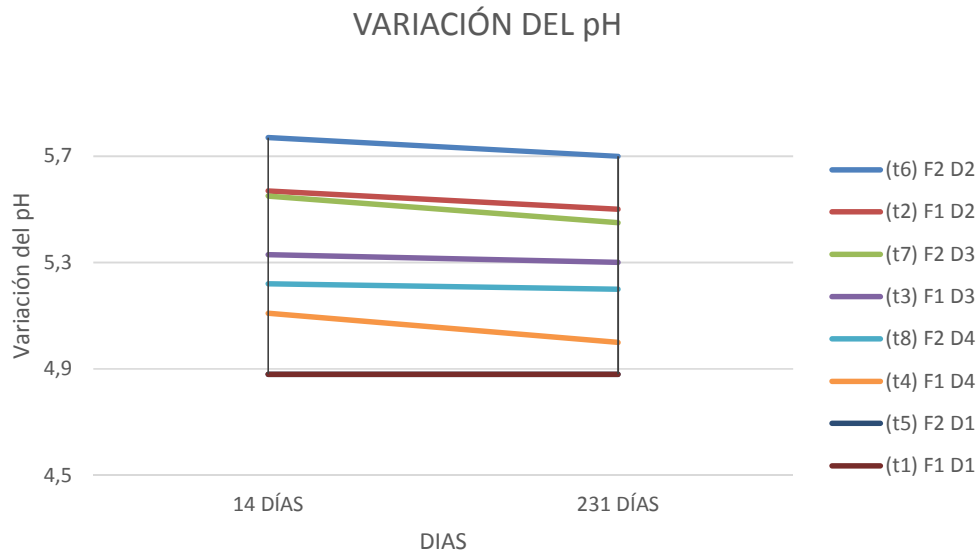


Figura 7. Variación del ph del suelo en el cultivo de la alfalfa. Por Pérez G (2014)

De la figura 7 se observa que el La variación del pH con el mejor tratamiento es (t6) F2 D2 (Dolomita 1.77 kg) y el con bajo rendimiento es t1 y t5 (calcita y dolomita 0 kg). Por lo tanto se deduce que la dolomita aumenta el pH. Como manifiesta **García** (2002) “A medida que aumenta la aplicación de calcio aumenta el pH”. p.12

3.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente análisis económico se realizó con costos fijos, variables por tratamiento, producción por tratamiento y relación beneficio costo.

Tabla 16.

Análisis económico por tratamiento en el cultivo de alfalfa (Medicago sativa), Píllaro 2015.

TRATAMIENTOS	COSTOS POR HECTÁREA USD	BENEFICIO USD	RELACIÓN BENEFICIO COSTO.
F1 D1	165	99,38	0,60
F1 D2	265	186,5	0,70
F1 D3	239	184,38	0,77
F1 D4	215	82,38	0,38
F2 D1	165	79,13	0,48
F2 D2	265	166,63	0,63
F2 D3	239	172	0,72
F2 D4	215	193	0,90

Por Pérez G (2014)

En la tabla 16 en la relación beneficio – costo se obtuvo el valor más alto fue del tratamiento ocho (F2D4) con \$ 193 debido a que tuvieron más altura de plantas. Por tanto la relación beneficio – costo es que por cada dólar invertido tenemos una ganancia de \$ 0.90 mientras que el de menor ganancia es el tratamiento F1D1.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten hacer las siguientes conclusiones:

1. La mejor fuente de calcio es la dolomita debido a la mejor altura en plantas, rendimiento y número de nódulos.
2. La mejor dosis para un buen rendimiento se obtuvo de la dolomita a una dosis de 656,25kg/ha (14 sacos de 50kg).
3. La Dolomita presentó el mejor comportamiento en la variable altura de planta fue el mejor tratamiento (t8) F2 D4 (0.59kg) con un promedio de 52.6 cm de altura de planta en comparación con los tratamientos que no se aplicó calcio fue t5 F2 D1 (0 kg) con un promedio de 42.8 cm de altura de planta.
4. Además presentó el mejor comportamiento en la variable nódulos/planta fue el mejor tratamiento (t6) F2 D2 (1.77kg) con un Promedio de 6.85 nódulos/planta, a diferencia de los tratamientos que no se aplicaron calcio fueron t1 y t5 F1D1 y F2D1 (0 kg) no existió número de nódulos por planta.
5. También presentó el mejor comportamiento en la variable rendimiento del forraje en fresco tm/ha, fue el mejor tratamiento (t8) F2 D4 (0.59kg) con un Promedio de 2.72 tm/ha, a diferencia de los tratamientos que no se aplicó calcio fue t5 F2 D1 (0 kg) con un promedio de 1.62 tm/ha de forraje fresco.
6. El mejor comportamiento en la variable pH, fue el mejor tratamiento (t6) F2 D2 (1.77kg) con un Promedio de 5.73 pH, a diferencia de los tratamientos que no se aplicaron calcio fueron t1 y t5 F1D1 y F2D1 (0 kg) los cuales mantuvieron su pH de 4.88.
7. Se obtuvo el valor más rentable fue del tratamiento ocho (F2D4) con \$ 193 de beneficio debido a que tuvieron un rendimiento más alto y altura de planta, por tanto la relación beneficio – costo es que por cada dólar invertido tenemos una ganancia de \$ 0.90 mientras que el de menor ganancia es el tratamiento F1D1.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda:

1. Al incorporar calcio, se debe tener un análisis de suelo del terreno para poder encalar además el suelo debe estar completamente húmedo para que de esta forma reaccione y reduzca la acidez del suelo la cual determinaremos mediante análisis de suelo.
2. Utilizar la dosis baja (0.59 kg) de dolomita ya que es la que presenta mejores resultados con un incremento de producción de 2.75 tm/ha lo cual es satisfactorio para los ganaderos del sector.
3. Es conveniente investigar el efecto del encalado con cultivos susceptibles a la acidez del suelo para así lograr obtener un cultivo apto a las condiciones de dicha localidad.
4. Luego de haber realizado el análisis económico se ha determinado que el mejor tratamiento fue el t8 (F2D4) ya que se invirtió \$ 215, esto significa que por cada dólar invertido tenemos una ganancia de \$0.90, el cual es satisfactorio para los ganaderos del sector pues en cada corte ganaría 193 dólares.

GLOSARIO

Andisoles: Suelo derivado de ceniza volcánica, que se caracteriza por su alta porosidad, contenido de materia orgánica y de aluminio libre.

Acidificación: Disminución en la capacidad de neutralización de un ácido, y/o incremento en la capacidad de neutralización de bases, y/o un incremento en la fuerza ácida (pH decrece) del suelo.

Degradación del suelo: Ocurre cuando el suelo pierde importantes propiedades como consecuencia de una inadecuada utilización. Las amenazas naturales son excluidas habitualmente como causas de la degradación del suelo; sin embargo las actividades humanas pueden afectar indirectamente a fenómenos como inundaciones o incendios forestales.

Encalar: Aplicar a una superficie una capa de cal o yeso blanco diluidos en agua.

Folículo: Cada una de las hojas pequeñas que forman una hoja compuesta, hojuela.

Indehiscente: Fruto que no está preparado para abrirse espontáneamente de forma que puedan salir las semillas.

Oblongo: Más largo que ancho.

Percolación: Movimiento de desplazamiento del agua de lluvia desde la superficie del suelo hasta la capa freática.

Pluviosidad: Cantidad de lluvia caída en un lugar determinado durante un período de tiempo dado.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

REFERENCIAS

- ALTAMIRANO, G. 2008. Evaluación de nuevas variedades e híbridos de alfalfa. Ambato.105p.
- BARTOLINI, R. 1989. La fertilidad de los suelos. Terreno, planta y fertilizantes. Traducido del italiano por Rafael Serrano. Segunda edición. Madrid ediciones mundi prensa. p. 71-123
- BECKER, G. 2011. Alfalfa. (En línea). Consultado 29-Noviembre-2014. Disponible en www.biblioteca.org.or/libros/210137.pdf.
- BOTANICAL. 2010, Beneficios de la alfalfa. (En línea). . Consultado 30- Noviembre-2014. Disponible en <http://www.botanical-online.com/medicinalsalfalfa.htm>. p.1
- BOTERO, R. 2013, “Renovación de pasturas degradadas en suelos ácidos de América Tropical” (en línea), 30 noviembre del 2014. Disponible en World Wide Web: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/renovacion-pasturas-degradadas-suelos-t4630/p0.htm> Costa Rica.
- CANGIANO, C. 2001. Alfalfa la reina de las forrajeras. (En línea). Consultado 10- Noviembre-2014. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/forrajes/alfalfa/alfa2.htm> p.1

CHÁVEZ, V. 2011. Corrección de la acidez del suelo, 02 Febrero del 2015.
Disponible en www.icafe.go.cr/icafe/cedo/documentos_textocompleto/.../3415.pdf p.1

ENGORMIX, 2014. Manejo y corrección de la acidez de los suelos (en línea).
Consultado 17-Enero-2015. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-agricultura/articulos/manejo-correccion-acidez-suelos-t5533/p0.htm>

ESPINOZA, J. 1987. Efecto del encalado en las propiedades químicas del suelo ecuatoriano. Memorias del primer congreso nacional de ciencias de la comunidad científica ecuatoriana. Quito – Ecuador. p. 18 – 43

GARCÍA, F. 2002. INPOFOS. Informaciones agronómicas. N° 39. Quito-Ecuador. p. 12

GRIJALVA, J. ESPINOZA, F. HIDALGO, M. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Primera edición. Quito – INIAP. Manual 30. p 1 – 53.

GUTIÉRREZ, R 1992. Fertilización biológica y biotecnología. Memoria del seminario: “fertilización balanceada de cultivos”. Palmaven/INPOFOS. Maracay Venezuela. p. 18 – 35.

HONORATO, R. y BONOMELLI, C. 2002. Suelos Degradados y Agricultura Sustentable. Agronomía y Forestal. UC (15): p. 20 – 24.

INFOAGRO. 2014. El cultivo de alfalfa. (En línea). Consultado el 18 –Noviembre-2014. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm> p. 1

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. 2005. Tecnología de Producción de Alfalfa en San Luis Potosí. (En línea).

Consultado el 20- Noviembre -2014. Disponible en <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/>

INPOFOS, Manual Internacional de fertilidad de Suelos, primera Edición, Quito Ecuador mayo 1997. p. 20 - 30

LOTERO, J. 1993. Producción y utilización de los pastos de las zonas alto- andino de Colombia. Primera edición. Medellín Reapaan. p. 125-130.

MOLINA, E. 2008. Acidez de suelo y encalado. Tomado de Molina, E. 1998. Encalado para la corrección de la acidez del suelo. ACCS. San José, Costa Rica. http://anfocal.Org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.Pdf [29 Noviembre 2014].

MUÑOZ, M. 1983. El manejo de potreros en el Ecuador. INIAP. Manual técnico. pp. 10 – 26.

OCAMPO López, J., CHAVARRIAGA Montoya, W. y Ceballos Aguirre, N. 2007. Valoración de tres fuentes de calcio en suelos ácidos de la granja tesorito y la respuesta en producción para el cultivo de arveja. Agron. 15 (2): p. 7–15.

POZO, M. 1983. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Tercera edición. Castello. Madrid. Ediciones Mundi-prensa. 380 p. 15

SÁNCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico y manejo. San José- Costa Rica. p. 286 – 292

SOPROCAL, 2014. Guia de Uso de Cal Agrícola. PDF. Manual técnico. p. 2 – 10

URQUIZA, M. 2002. Manejo sostenible de los suelos. Compendio. http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=122&cf_id=24 [30 noviembre del 2014].

WIKIPEDIA, 2014. Alfalfa. (En línea). Consultado 29-Noviembre-2014. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Rhizobium> p. 1

Anexo N° 1

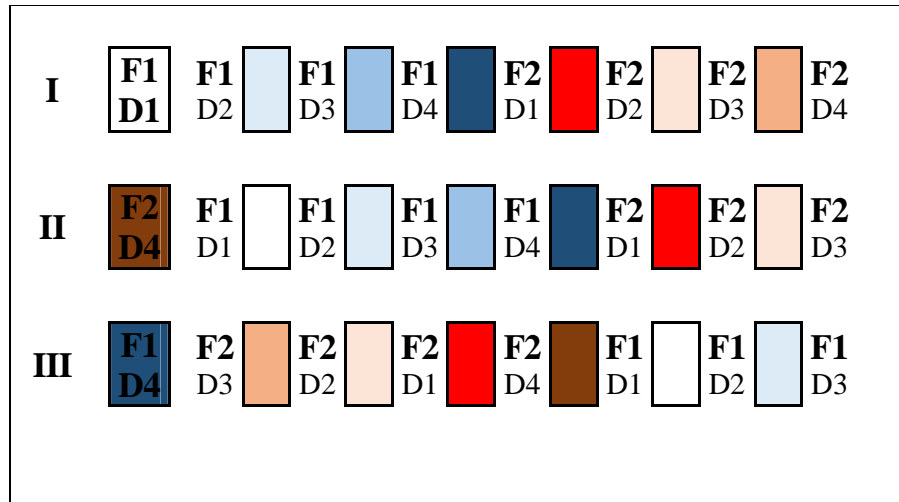


Figura 8. Croquis de campo

Anexo N° 2



Figura 9. Fotografía de Campo

Suelo anterior fue de pasto azul y trébol. Fecha: 31 enero 2015 Por Pérez G

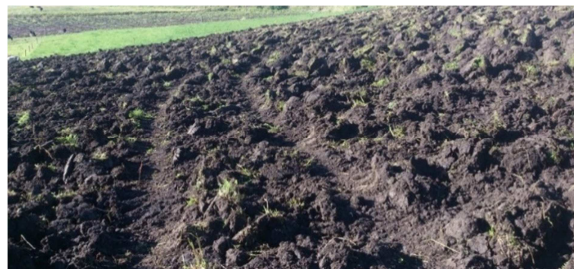


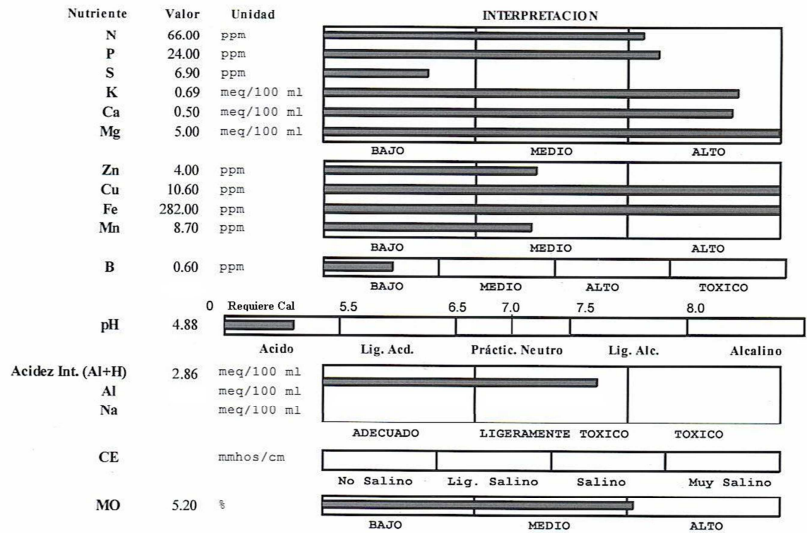
Figura 10. Fotografía de rastrado

Rastrado. Fecha: 10 febrero 2015

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : ANA MOYA Dirección : TUNGURAHUA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : FINCA LA ESPERANZA Provincia : TUNGURAHUA Cantón : PILLARO Parroquia : POALO Ubicación :
--	---

<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : ALFALFA Cultivo Anterior : PASTO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE 1	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 38.952 N° Muestra Lab. : 102171 Fecha de Muestreo : 01/02/2015 Fecha de Ingreso : 09/02/2015 Fecha de Salida : 24/02/2015
--	---



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2,7	7,2	26,8	19,2					



RESPONSABLE LABORATORIO
LABORATORISTA


 DPTO. MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 Panamericana Sur Km. 1
 Quito Ecuador
 Telefax 2690-694

Figura 11. Análisis de suelo inicial



Figura 12. Utilización de la balanza para las dosis



Figura 13. Delimitación de parcelas 3 marzo de 2015



Figura 14. Aplicación de Calcio 3 Marzo 2015



Figura 15. Rastrado fecha 4 marzo 2015, análisis de suelo 14 días, 16 de marzo 2015.



Figura 16. Siembra 17 de marzo 2015



Figura 17. Días a la germinación 22 de marzo de 2015



Figura 18. Análisis de suelo inicial



Figura 19. Análisis de suelo inicial



Figura 20. Alfalfa a los 91 días 16 junio 2015.
Corte de igualación con la ayuda de moto Guadaña.



Figura 21. Alfalfa a los 126 días 21 julio 2015. Conteo de nódulos



Figura 22. Alfalfa a los 161 días 25 agosto 2015.



Figura 23. Rendimiento.

Anexo N° 3
REPORTE ECONÓMICO POR TRATAMIENTO.

Tabla 17.

Costos por hectárea para el tratamiento f1 d1 (0 kg calcita)

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantidad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 85,00
INSUMOS				
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 80,00
TOTAL GENERAL:				\$ 165,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 1,7625Tm/ha = (1762,50 kg/ha) atados de 20 kg = 88,125 atados * 3 usd				\$ 264,38
Costos de Producción/ ha =				\$ 165,00
Ingreso Neto =				\$ 99,38
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$ 0,60
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,60 USD si el forraje se lo destinara para la venta				

Tabla 18.

Costos por hectárea para el tratamiento fl d2 (calcita con 1.77 kg)

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantid ad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Incorporación de calcio	Jornal	2	11	\$ 22,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 107,00
INSUMOS				
Calcita, cal agrícola.	50 Kg	39	2	\$ 78,00
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 158,00
TOTAL GENERAL:				\$ 265,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 3,01Tm/ha = (3010 kg/ha) atados de 20 kg = 150,5 atados * 3 usd				\$ 451,50
Costos de Producción/ ha =				\$ 265,00
Ingreso Neto =				\$ 186,50
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,70 USD si el forraje se lo destinara para la venta				0,70

Tabla 19.

Costos por hectárea para el tratamiento f1 d3 (calcita con 1,18 kg)

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantidad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Incorporación de calcio	Jornal	2	11	\$ 22,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 107,00
INSUMOS				
Calcita, cal agrícola.	50 Kg	26	2	\$ 52,00
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 132,00
TOTAL GENERAL:				\$ 239,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 2,8225Tm/ha = (2822,50kg/ha) atados de 20 kg = 141,125 atados * 3 usd				\$ 423,38
Costos de Producción/ ha =				\$ 239,00
Ingreso Neto =				\$ 184,38
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$ 0,77
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,77 USD si el forraje se lo destinara para la venta				

Tabla 20.

Costos por hectárea para el tratamiento f1 d4 (calcita con 0,59 kg)

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantidad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Incorporación de calcio	Jornal	2	11	\$ 22,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 107,00
INSUMOS				
Calcita, cal agrícola.	50 Kg	14	2	\$ 28,00
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 108,00
TOTAL GENERAL:				\$ 215,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 1,9825Tm/ha = (1982,50kg/ha) atados de 20 kg = 99,125 atados * 3 usd				\$ 297,38
Costos de Producción/ ha =				\$ 215,00
Ingreso Neto =				\$ 82,38
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$ 0,38
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,38 USD si el forraje se lo destinara para la venta				

Tabla 21.*Costos por hectárea para el tratamiento f2 d1 (0 kg dolomita)*

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantidad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 85,00
INSUMOS				
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 80,00
TOTAL GENERAL:				\$ 165,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 1,6275Tm/ha = (1627,50kg/ha) atados de 20 kg = 81,375 atados * 3 usd				\$ 244,13
Costos de Producción/ ha =				\$ 165,00
Ingreso Neto =				\$ 79,13
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$ 0,48
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,48 USD si el forraje se lo destinara para la venta				

Tabla 22.

Costos por hectárea para el tratamiento f2 d2 (dolomita con 1,77 kg)

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantidad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Incorporación de calcio	Jornal	2	11	\$ 22,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 107,00
INSUMOS				
Dolomita.	50 Kg	39	2	\$ 78,00
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 158,00
TOTAL GENERAL:				\$ 265,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 2,8775Tm/ha = (2877,50kg/ha) atados de 20 kg = 143,875 atados * 3 usd				\$ 431,63
Costos de Producción/ ha =				\$ 265,00
Ingreso Neto =				\$ 166,63
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$ 0,62
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,62 USD si el forraje se lo destinara para la venta				

Tabla 23.

Costos por hectárea para el tratamiento f2 d3 (dolomita con 1,18 kg)

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantidad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Incorporación de calcio	Jornal	2	11	\$ 22,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 107,00
INSUMOS				
Dolomita.	50 Kg	26	2	\$ 52,00
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 132,00
TOTAL GENERAL:				\$ 239,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 2,74Tm/ha = (2740kg/ha) atados de 20 kg = 137 atados * 3 usd				\$ 411,00
Costos de Producción/ ha =				\$ 239,00
Ingreso Neto =				\$ 172,00
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$ 0,72
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,72 USD si el forraje se lo destinara para la venta				

Tabla 24.

Costos por hectárea para el tratamiento f2 d4 (dolomita con 0,59 kg)

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MANO DE OBRA.	Unidad	Cantidad	Valor U	Valor Total.
Arada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Rastrada.	horas/ tractor	1	15	\$ 15,00
Incorporación de calcio	Jornal	2	11	\$ 22,00
Siembra	Jornal	1	11	\$ 11,00
Riego	Jornal	2	11	\$ 22,00
Cosecha	Jornal	2	11	\$ 22,00
SUBTOTAL:				\$ 107,00
INSUMOS				
Dolomita.	50 Kg	14	2	\$ 28,00
Semilla de alfalfa.	25 Kg	1	80	\$ 80,00
SUBTOTAL:				\$ 108,00
TOTAL GENERAL:				\$ 215,00
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Ingreso Bruto: venta : 2,72Tm/ha = (2720kg/ha) atados de 20 kg = 136 atados * 3 usd				\$ 408,00
Costos de Producción/ ha =				\$ 215,00
Ingreso Neto =				\$ 193,00
BENEFICIO/ COSTO =				
Ingreso Neto/Costo de Prod.				\$ 0,89
Esto significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,89 USD si el forraje se lo destinara para la venta				

Anexo N° 4 Análisis de Varianza

Tabla 25.

Análisis de varianza, Altura de plata al 1 corte.

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	653,89	23				
TRATAMIENTOS	644,71	7	92,10142857	171,4654255	*	237
FACTOR F	351,52	1	351,52	654,4255319	*	10,13
FACTOR D	246,9	3	82,3	153,2180851	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	46,29	3	15,43	28,72606383	*	19,16
REPETICIONES	1,66	2	0,83	1,545212766	ns	3,74
Error Exp	7,52	14	0,537142857			
Promedio (cm)	48,84					
CV	1,5					

Tabla 26.

Análisis de varianza, Altura de plata al 2 corte.

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	454,68	23				
TRATAMIENTOS	448,73	7	64,10428571	173,2548263	*	237
FACTOR F	151	1	151	408,1081081	*	10,13
FACTOR D	232,73	3	77,57666667	209,6666667	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	65,01	3	21,67	58,56756757	*	19,16
REPETICIONES	0,76	2	0,38	1,027027027	ns	3,74
Error Exp	5,18	14	0,37			
Promedio (cm)	46,61					
CV	1,31					

Tabla 27.

Análisis de varianza, Altura de plata al 3 corte.

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	220,2	23				
TRATAMIENTOS	216,95	7	30,99285714	57,69946809	*	237
FACTOR F	53,4	1	53,4	99,41489362	*	10,13
FACTOR D	116,94	3	38,98	72,56914894	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	46,62	3	15,54	28,93085106	*	19,16
REPETICIONES	0,33	2	0,165	0,307180851	ns	3,74
Error Exp	7,52	14	0,537142857			
Promedio (cm)	46,991667					
CV	0,96					

Tabla 28.*Análisis de varianza, Altura de plata al 4 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal		F tabular
TOTAL	229,5	23				
TRATAMIENTOS	227,41	7	32,48714286	247,1847826	*	237
FACTOR F	47,04	1	47,04	357,9130435	*	10,13
FACTOR D	118,73	3	39,58	301,1521739	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	61,63	3	20,54	156,2826087	*	19,16
REPETICIONES	0,25	2	0,125	0,951086957	ns	3,74
Error Exp	1,84	14	0,131428571			
Promedio (cm)	47,25					
CV	0,77					

Tabla 29.*Análisis de varianza, Nódulos / planta 1 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal		F tabular
TOTAL	59,71	23				
TRATAMIENTOS	59,47	7	8,495714286	540,6363636	*	237
FACTOR F	3,3	1	3,3	210	*	10,13
FACTOR D	53,41	3	17,80333333	1132,939394	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	2,76	3	0,92	58,54545455	*	19,16
REPETICIONES	0,02	2	0,01	0,636363636	ns	3,74
Error Exp	0,22	14	0,015714286			
Promedio (cm)	2,2125					
CV	5,61					

Tabla 30.*Análisis de varianza, Nódulos / planta 2 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal		F tabular
TOTAL	86,54	23				
TRATAMIENTOS	85,68	7	12,24	199,255814	*	237
FACTOR F	6,72	1	6,72	109,3953488	*	10,13
FACTOR D	76,09	3	25,36333333	412,8914729	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	2,86	3	0,953333333	15,51937984	ns	19,16
REPETICIONES	1,32	2	0,66	10,74418605	ns	3,74
Error Exp	0,86	14	0,061428571			
Promedio (cm)	2,76					
CV	8,39					

Tabla 31.*Análisis de varianza, Nódulos / planta 3 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	187,49	23				
TRATAMIENTOS	185,95	7	26,56428571	309,9166667	*	237
FACTOR F	3,92	1	3,92	45,73333333	ns	10,13
FACTOR D	180,72	3	60,24	702,8	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	1,31	3	0,436666667	5,094444444	ns	19,16
REPETICIONES	0,33	2	0,165	1,925	ns	3,74
Error Exp	1,2	14	0,085714286			
Promedio (cm)	4,59					
CV	6,75					

Tabla 32.*Análisis de varianza, Nódulos / planta 4 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	242,46	23				
TRATAMIENTOS	242,1	7	34,58571429	1513,125	*	237
FACTOR F	4,08	1	4,08	178,5	*	10,13
FACTOR D	236,61	3	78,87	3450,5625	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	1,4	3	0,466666667	20,41666667	ns	19,16
REPETICIONES	0,04	2	0,02	0,875	ns	3,74
Error Exp	0,32	14	0,022857143			
Promedio (cm)	5,28					
CV	2,86					

Tabla 33.*Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 1 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	3,17	23				
TRATAMIENTOS	2,48	7	0,354285714	8,406779661	*	237
FACTOR F	0,25	1	0,25	5,93220339	*	10,13
FACTOR D	1,74	3	0,58	13,76271186	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	0,5	3	0,166666667	3,95480226	*	19,16
REPETICIONES	0,02	2	0,01	0,237288136	ns	3,74
Error Exp	0,59	14	0,042142857			
Promedio (Tm/ha)	2,7					
CV	10,01					

Tabla 34.*Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 2 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	5,98	23				
TRATAMIENTOS	4,84	7	0,691428571	16,40677966	*	237
FACTOR F	0,53	1	0,53	12,57627119	*	10,13
FACTOR D	3,41	3	1,136666667	26,97175141	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	0,9	3	0,3	7,118644068	*	19,16
REPETICIONES	0,14	2	0,07	1,661016949	ns	3,74
Error Exp	0,59	14	0,042142857			
Promedio (Tm/ha)	2,41					
CV	11,09					

Tabla 35.*Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 3 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	9,26	23				
TRATAMIENTOS	8,59	7	1,227142857	29,11864407	*	237
FACTOR F	3,89	1	3,89	92,30508475	*	10,13
FACTOR D	3,89	3	1,296666667	30,76836158	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	0,81	3	0,27	6,406779661	*	19,16
REPETICIONES	0,08	2	0,04	0,949152542	ns	3,74
Error Exp	0,59	14	0,042142857			
Promedio (Tm/ha)	2,85					
CV	7,3					

Tabla 36.*Análisis de varianza, Rendimiento Tm/Ha, 4 corte.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	14,52	23				
TRATAMIENTOS	13,09	7	1,87	34,00	*	237
FACTOR F	5,96	1	5,96	108,3636364	*	10,13
FACTOR D	4,32	3	1,44	26,18181818	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	2,81	3	0,936666667	17,03030303	*	19,16
REPETICIONES	0,66	2	0,33	6,00	ns	3,74
Error Exp	0,77	14	0,055			
Promedio (Tm/ha)	3,23					
CV	9,26					

Tabla 37.*Análisis de varianza, variación del pH, 14 días.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	2,25	23				
TRATAMIENTOS	2,25	7	0,321428571	7,627118644	*	237
FACTOR F	0,11	1	0,11	2,610169492	*	10,13
FACTOR D	2,1	3	0,7	16,61016949	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	0,05	3	0,016666667	0,395480226	ns	19,16
REPETICIONES	0	2	0	0	ns	3,74
Error Exp	0,59	14	0,042142857			
Promedio (Tm/ha)	5,29					
CV	9,4					

Tabla 38.*Análisis de varianza, variación del pH, 231 días.*

F.V.	SC	gl	CM	F Cal	F tabular	
TOTAL	1,94	23				
TRATAMIENTOS	1,94	7	0,277142857	6,576271186	*	237
FACTOR F	0,11	1	0,11	2,610169492	*	10,13
FACTOR D	1,78	3	0,593333333	14,07909605	*	9,28
FACTOR F*FACTOR D	0,04	3	0,013333333	0,316384181	ns	19,16
REPETICIONES	0	2	0	0	ns	3,74
Error Exp	0,59	14	0,042142857			
Promedio (Tm/ha)	5,24					
CV	8,0					