



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,
MINAS, VETERINARIA Y ECOLOGIA.**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO APLICADO A UNA
MEZCLA FORRAJERA, CON LA UTILIZACIÓN DE DOS SISTEMAS
DE LABRANZA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR: JOHNNY FREDDY ALVEAR SEGARRA

DIRECTOR: RODRIGO RODRÍGUEZ LOZANO

2015

DECLARACIÓN

Yo, Johnny Freddy Alvear Segarra, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado para grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Johnny Freddy Alvear Segarra
AUTOR

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado Johnny Freddy Alvear Segarra, bajo mi supervisión.

Rodrigo Rodríguez Lozano.
DIRECTOR

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que me han brindado para concluir los estudios universitarios.

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres, hermanos y amigos.

A la Universidad Católica de Cuenca a profesores y compañeros por el apoyo durante toda mi carrera.

Al Ingeniero Maximiliano Ochoa y los Doctores Santiago Carrasco, Juan Garzón por la confianza dada durante el presente trabajo, de igual manera a los funcionarios de la Estación Experimental del Austro.

A los ingenieros Miembros de la Comisión en especial al Ingenieros Rodrigo Rodríguez y Vinicio Barba por la orientación y el apoyo brindado.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE CONTENIDO.....	v
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 2	3
2. GENERALIDADES DEL RAY GRASS (<i>Lolium perenne</i>)	3
2.1 TAXONOMÍA DEL RAY GRASS.....	3
2.2 RAY GRASS (<i>Lolium perenne</i> – Boxer (tetrapoide)).....	3
2.2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	3
2.2.2 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.....	4
2.2.2.1 Adaptación.....	4
2.2.2.2 Implantación	4
2.2.2.3 Densidad de siembra	4
2.2.2.3 Producción.....	4
2.3 GENERALIDADES DEL RAY GRASS (<i>Lolium multiflorum</i>).....	4
2.3.1 RAYGRASS (<i>Lolium multiflorum</i> - Pichincha (tetrapoide)).....	5
2.3.2 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.....	5
2.3.2.1 Siembra	5
2.3.2.2 Producción.....	5
2.3.2.3 Clima.....	5

2.4 GENERALIDADES DEL TREBOL (<i>Trifolium repens</i>).....	5
2.4.1 TAXONOMÍA DEL TREBOL	6
2.5 TREBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>)	6
2.5.1 Características generales	6
2.5.2 Suelos.....	6
2.5.3 Siembra	7
2.5.4 Clima.....	7
2.5.5 Excelente persistencia bajo pastoreo	7
2.6 ENCALADO.....	7
2.6.1 Corrección de los suelos ácidos	7
2.6.2 Características de los suelos ácidos.....	8
2.6.3 Aplicación de Cal Agrícola y Carbonato de Calcio (Encalado)	8
2.6.4 Ventajas del encalado.....	9
a) Efectos físicos	9
b) Efectos biológicos	9
c) Efectos químicos	9
2.6.5 Clasificación y característica de la cal agrícola.....	10
a) Cal Calcítica	10
b) Oxido de Calcio.....	10
c) Hidróxido de calcio	10
d) Dolomita	10
2.7 LA ACIDÉZ DEL SUELO.....	10
2.7.1. Clasificación de la acidez del suelo	11
2.8 ANÁLISIS DE SUELO	11
2.9 LABRANZA CERO	12
2.9.1 Ventajas.....	12
2.9.2 Desventajas	13
2.10 LABRANZA MÍNIMA.....	13
2.10.1 Ventajas.....	13
2.10.2 Desventajas	14
2.11 DISPERSIÓN DE HECES	14
2.11.1 Ventajas de la dispersión de heces	14
2.12 CORTE DE IGUALACIÓN.....	14
2.13 MATERIA SECA.....	15

2.14 MATERIA VERDE	15
2.15 LA POROSIDAD	15
2.16 DENSIDAD REAL	15
2.17 DENSIDAD APARENTE.....	15
CAPÍTULO 3	16
METODOLOGÍA.....	16
3.1 DESCRIPCIÓN	16
3.2 MÉTODO.....	17
3.2.1 Factores en estudio	17
3.2.1 Ubicación de los tratamientos en el terreno experimental	18
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	18
3.3.1- Ubicación geográfica	18
3.4 MATERIALES A UTILIZARSE.....	18
3.4.1 Biológicos	19
3.4.2 Químicos.....	19
3.4.3 Físicos	19
3.5 CAMPO EXPERIMENTAL.....	19
3.6 ANALISIS DE SUELO.	20
3.7 CORTE DE IGUALACIÓN.....	21
3.8 APLICACIÓN DE CAL.....	21
3.9 ROTURACIÓN DE SUELO (ROTAVATOR).....	22
3.10 SIEMBRA DE LA MEZCLA FORAJERA	22
3.11 RIEGO.....	23
3.12 CORTE DE LA MEZCLA FORAJERA CON EL CUADRANTE.....	24
CAPÍTULO 4	25
RESULTADOS.....	25
4.1 VARIABLES A TOMARSE	25

4.2 pH. DEL SUELO.....	25
4.2.1 pH DEL SUELO AL INICIO.....	25
4.2.2 pH DE SUELO A LOS 90 DÍAS	26
4.2.3 pH DE SUELO A LOS 180 DÍAS	27
4.3 ALTURA DE LAS PLANTAS	29
4.3.1 ALTURA DE PLANTAS A LOS 90 DÍAS.....	29
4.3.2 ALTURA DE PLANTAS A LOS 135 DÍAS.....	30
4.3.1 ANALISIS DE RANGOS DE ALTURAS A LOS 135 DÍAS	31
4.3.3 ALTURA DE PLATAS A LOS 180 DÍAS	32
4.4 MATERIA VERDE	33
4.4.1 MATERIA VERDE A LOS 90 DÍAS.....	33
4.4.2 MATERIA VERDE A LOS 135 DÍAS.....	34
4.2.3 MATERIA VERDE A LOS 180 DÍAS.....	35
4.5 MATERIA SECA.....	37
4.5.1 MATERIA SECA A LOS 90 DÍAS	37
4.5.2 MATERIA SECA A LOS 135 DÍAS	38
4.5.3 MATERIA SECA A LOS 180 DÍAS	39
4.6 PORCENTAJE DE POROCIDAD DE SUELO.....	41
4.6.1 PORCENTAJE DE POROCIDAD DEL SUELO AL INICIO.....	41
4.6.2 PORCENTAJE DE PORCIDAD DEL SUELO A LOS 135 DÍAS	42
4.6.3 PORCENTAJE DE POROSIDAD DE SUELO A LOS 180 DÍAS	43
4.7 AGUA UTILIZADA.....	44
4.7.1 AGUA UTLIZADA EN LA MEZCLA FORRAJERA A LOS 90 DÍAS ..	45
4.7.2 AGUA UTILIZADA EN LA MEZCLA FORRAJERA A LOS 135 DÍAS	46
4.7.3 AGUA UTILIZADA EN LA MEZCLA FORRAJERA A LOS 180 DÍAS	47
CAPITULO 5	49
REGRECIÓN Y CORRELACIÓN.....	49
5.1 VARIABLES A TOMARSE	49
5.1 pH y materia verde a los 90 días	49
5.2 pH y materia verde a los 180 días	50
5.3 pH y altura de plantas a los 180 días.....	51
5.4 pH y altura de plantas a los 90 días.....	52
5.5 pH y materia seca a los 180 días.....	53
5.6 pH y materia seca a los 90 días.....	54

CAPITULO 6	55
CONCLUSIONES	55
CAPITULO 7	56
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Rango de pH con respecto a la asimilación de los nutrientes.....	8
Figura 2. Evolución del pH de suelo entre los intervalos de cada muestreo	28
Figura 3. Prueba de Duncan al 5% para tratamientos a los 135 días para altura de plantas.....	31
Figura 4. Evolución de altura de plantas entre los intervalos de medidas.....	33
Figura 5. Evolución de la materia verde entre cada intervalo de corte.....	36
Figura 6. Evolución de la materia seca entre cada intervalo de muestreo	40
Figura 7. Evolución del porcentaje de porosidad del suelo entre los intervalos de muestreo	44
Figura 8. Evolución del agua utilizada entre los intervalos de muestreo	48
Figura 9. Correlación entre pH y materia verde a los 90 días	49
Figura 10. Correlación entre pH y materia verde a los 180 días	50
Figura 11. Correlación entre pH y altura de plantas a los 180 días.....	51
Figura 12. Correlación entre pH y altura de plantas a los 90 días.....	52
Figura 13. Correlación entre pH y materia seca a los 180 días.....	53
Figura 14. Correlación entre pH y materia seca a los 90 días.....	54

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación botánica.....	3
Cuadro 2. Clasificación botánica.....	6
Cuadro 3. Descripción de los factores en estudio.....	17
Cuadro 4. Tratamientos utilizados en la investigación.....	17
Cuadro 5. Ubicación de los tratamientos en el terreno experimental.....	18
Cuadro 6. Ubicación del terreno experimental.....	18
Cuadro 7. pH del suelo al inicio.....	25
Cuadro 8. Análisis de varianza de pH de suelo al inicio.....	26
Cuadro 9. pH de suelo a los 90 días.....	26
Cuadro 10. Análisis de varianza de pH de suelo a los 90 días.....	27
Cuadro 11. pH de suelo a los 180 días.....	27
Cuadro 12 Análisis de varianza de pH de suelo a los 180 días.....	28
Cuadro 13. Altura de las plantas a los 90 días en cm.....	29
Cuadro 14. Análisis de varianza de las alturas de plantas a los 90 días en cm.....	29
Cuadro 15. Altura de plantas a los 135 días en cm.....	30
Cuadro 16. Análisis de varianza de altura de plantas a los 135 días en cm.....	30
Cuadro 17. Rangos de alturas a los 135 días.....	31
Cuadro 18. Cuadro 18. Altura de plantas a los 180 días en cm.....	32
Cuadro 19. Análisis de varianza de altura de plantas a los 180 días en cm.....	32
Cuadro 20. Peso de materia verde a los 90 días en kg/h-1.....	33
Cuadro 21 Análisis de varianza para materia verde a los 90 días en Kg/ha-1.....	34
Cuadro 22. Peso de materia verde a los 135 días en kg/h-1.....	34
Cuadro 23. Análisis de varianza de peso de materia verde a los 135 días en kg/h-1.....	35
Cuadro 24, Peso de materia verde a los 180 días en kg/h-1.....	35
Cuadro 25. Análisis de varianza de peso de materia verde a los 180 días en kg/h-1.....	36
Cuadro 26. Materia seca a los 90 días en kg/h-1.....	37
Cuadro 27. Análisis de varianza para materia seca a los 90 días en kg/h-1.....	38
Cuadro 28. Materia seca a los 135 días en kg/h-1.....	38
Cuadro 29. Análisis de varianza para materia seca a los 135 días en kg/h-1.....	39
Cuadro 30. Materia seca a los 180 días en kg/h-1.....	39
Cuadro 31. Análisis de varianza para materia seca a los 180 días en kg/h-1.....	40
Cuadro 32. Porcentaje de porosidad al inicio.....	41
Cuadro 33. Análisis de varianza de porosidad al inicio.....	41
Cuadro 34 .Porcentaje de porosidad a los 135 días.....	42
Cuadro 35. Análisis de varianza de porcentaje de porosidad a los 135 días.....	42
Cuadro 36. Porcentaje de porosidad a los 180 días.....	43
Cuadro 37. Análisis de varianza de porcentaje de porosidad a los 180 días.....	43
Cuadro 38. Agua utilizada en la mezcla forrajera a los 90 días en L/ha.....	45
Cuadro 39. Análisis de varianza de agua utilizada a los 90 días en L/ha.....	45

Cuadro 40. Agua utilizada a los 135 días en L/ha	46
Cuadro 41. Análisis de varianza a los 135 días en L/ha.....	46
Cuadro 42. Agua utilizada a los 180 días en L/ha	47
Cuadro 43. Análisis de varianza de agua utilizada a los 180 días en L/ha.....	47
Cuadro 44 Análisis de varianza entre pH y materia verde a los 90 días	49
Cuadro 45 Análisis de varianza entre pH y materia verde a los 180 días	50
Cuadro 46. Análisis de varianza entre pH y altura de plantas a los 180 días...	51
Cuadro 47. Análisis de varianza entre pH y altura de plantas a los 90 días.....	52
Cuadro 48. Análisis de varianza entre pH y materia seca a los 180 días.....	53
Cuadro 49. Análisis de varianza entre pH y materia seca a los 90 días.....	54

LISTA DE ANEXOS

Cuadro A 1 pH. Inicio	62
Cuadro A 2 pH 90 días	62
Cuadro A 3. pH 135 días.....	62
Cuadro B 1. Altura de plantas a los 90 días	63
Cuadro B 2. Altura de plantas a los 135 días	63
Cuadro B 3. Altura de plantas a los 180 días	63
Cuadro C1. Peso de materia verde a los 90 días.....	64
Cuadro C 2. Peso de materia verde a los 135 días.....	64
Cuadro C 3. Peso de materia verde a los 180 días.....	64
Cuadro D1 Peso de materia seca a los 90 días	65
Cuadro D2 Peso de materia seca a los 135 días	65
Cuadro D3. Peso de materia seca a los 180 días	65
Cuadro E 1. Porcentaje de porosidad al inicio.....	66
Cuadro E 2. Porcentaje de porosidad a los 135 días	66
Cuadro E 3. Porcentaje de porosidad a los 180 días	66
Cuadro F1. Valoración de agua utilizada a los 90 días	67
Cuadro F2. Valoración de agua utilizada a los 135 días	67
Cuadro F3. Valoración de agua utilizada a los 180 días	67
Cuadro G 1 Porcentaje de humedad y materia seca a los 90 días	68
Cuadro G2. Porcentaje de humedad y materia seca a los 135 días	68
Cuadro G3.Porcentaje de humedad y materia seca a los 180 días	69
Foto 1. Detalla el capo experimental, con las unidades experimentales con labranza mínima, cero y encalado	70
Foto 2. Identificación del ensayo y trazado de caminos	70
Foto 3. Altura de plantas	71
Foto 4. Análisis de materia seca en el laboratorio.....	71
Foto 5. Producción de la mezcla forrajera a los 90 días.....	72
Foto 6. Producción de la mezcla forrajera a los 135 días.....	72
Foto 7. Producción de la mezcla forrajera a los 180 días.....	73
.....	

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el sector “El Tablón”, parroquia Santa Isabel, cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay y tuvo como objetivo general “Evaluar el comportamiento del carbonato de calcio aplicado a una mezcla forrajera, con dos sistemas de labranza” y como específicos: Determinar la incidencia del carbonato de calcio en las propiedades físicas y químicas del suelo. Evaluar el efecto de los sistemas de labranza en la mezcla forrajera. Medir el rendimiento por h^{-1} y por año de la mezcla forrajera. El método utilizado fue el experimental con un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales, aplicándose la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística. Las variables consideradas en el estudio fueron: El pH del suelo, altura de planta, peso de materia verde y seca, porosidad del suelo y cantidad de agua empleada en la mezcla forrajera. El tratamiento que presentó mayor altura a los 135 días fue el de carbonato de calcio y sistema de labranza mínima igualmente logró un mayor rendimiento con $4377,04 \text{ Kg/h}^{-1}$. En tanto que, el efecto del carbonato de calcio no tuvo incidencia en ningún factor analizado, debido a que la eficiencia de este empieza a partir de los dos años. Con relación a la porosidad del suelo los tratamientos estudiados no presentan diferencias estadísticas significativas.

Palabras claves: mezcla forrajera, pH, labranza mínima y labranza cero y carbonato de calcio

ABSTRACT

The research was conducted in "El Tablon", parish of Santa Isabel, Santa Isabel Canton of the province of Azuay sector and overall objective was to "evaluate the behavior of calcium carbonate applied to a forage mixture with two tillage systems" and specific: Determine the incidence of calcium carbonate in the physical and chemical properties of soil; Evaluate the effect of tillage systems in forage mix. Measure the yield per hectare and per year of feed mixture. The method used was experimental design with randomized complete block design with four treatments and three repetitions, with a total of 12 experimental units, applying the test of Duncan at 5% statistical probability. The variables considered in the study were: soil pH, plant height, weight of green and dry matter, soil porosity and amount of water used in the fodder mixture. The treatment had higher height at 135 days was the calcium carbonate and minimum tillage system also achieved a higher performance 4377.04 kg / h. While the effect of calcium carbonate had no effect on any factor analyzed, because the efficiency of this starts from two years. With regard to soil porosity the treatments do not differ statistically significant.

Keywords: forage mixture, pH, minimum tillage and no-till and calcium carbonate

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

El sector “El Tablón” es una zona netamente ganadera, sus habitantes se dedican a la explotación lechera, siendo su fuente de sostenibilidad económica. El ganado pastorea en praderas naturales y otras mejoradas mediante mezclas forrajeras de ray grass y trébol, la altura del pastizal es pequeña y de baja calidad que denota una inadecuada nutrición, sosteniendo que los suelos presentan un pH de 5,2 es decir ácido lo que genera una inactividad de los microorganismos, por lo que se hace enmiendas cálcicas en el suelo con carbonato de calcio.

La implementación de nuevas alternativas tecnológicas tales como la mínima labranza y labranza cero nos ha dado excelentes resultados en la producción de forrajes (Ferrat, 2012)

Las aplicaciones de carbonato de calcio influyen en el desarrollo vegetativo, nos ayuda a mejorar las propiedades químicas de los suelos, mejora la fijación simbiótica del nitrógeno, reduce la toxicidad de algunos elementos minerales, mejora la efectividad de los herbicidas, se obtiene una mayor disponibilidad de nutrientes y aportan al suelo calcio y magnesio (Ferrat, 2012)

Las enmiendas cálcicas van a influir en los suelos ácidos, ya que contienen concentraciones de calcio muy bajas y niveles tóxicos mínimos para los vegetales. (Gines, 2002). Se aconseja la aplicación de carbonato cálcico debido a que su costo es menor, su solubilidad es considerablemente baja, sus efectos son de varios años, elimina la toxicidad del aluminio y va regular el pH del suelo, donde el rango óptimo del pH es de 6,5 a 7 donde se obtendrá una mayor asimilación de nutrientes (Magra, 2004).

El sistema de labranza cero es uno de los métodos donde no se haya realizado ninguna remoción de suelo, tenemos más beneficios con respecto a las prácticas ya tradicionales o con remoción, tales como un ahorro de un 80% de combustible utilizado para establecimientos de cultivos comerciales, de igual manera en la mano de obra se va a reducir hasta en un 60% que en la forma convencional (Baker C. , 2005).

La labranza mínima, actúa mineralizando el nitrógeno que influye en el crecimiento de las plantas, minimiza la rotura de la estructura del suelo e incrementa la materia orgánica y nos ayuda a la preservación de los microorganismos, además de lombrices que se encuentran en el suelo, que son el mejor aliado para la agricultura ya que nos ayudan a la aireación, haciéndolo así más suelto y dándonos una mayor infiltración (Baker C. , 2005).

La investigación plantea la evaluación de dos niveles de carbonato de calcio con la utilización de dos sistemas de labranza y aplicando a una mezcla forrajera, planteado como objetivo general “Evaluar el comportamiento del carbonato de calcio aplicado en una mezcla forrajera, con dos sistemas de labranza” y como específicos: 1) Determinar la incidencia del carbonato de calcio en las propiedades físicas y químicas del suelo; 2) Evaluar el efecto de los sistemas de labranza en la mezcla forrajera. 3) Medir el rendimiento por h^{-1} y por año.

Las hipótesis planteadas fueron: La aplicación de la enmienda cálcica incide en la producción de forraje.

La tecnología de mejoramiento de potreros mediante técnicas de labranza incide en el rendimiento de la mezcla forrajera.

La investigación contribuye con la metodología para el establecimiento de mezclas forrajeras como alternativa técnica-productiva para lograr el incremento de la producción y productividad de forraje en la zona que presente condiciones similares aportando a la seguridad alimentaria de quienes la adopten y adapten esta tecnología.

El estudio está estructurado bajo siete capítulos, el primero hace referencia a la importancia de la investigación, el segundo presenta el marco teórico detallando la información sobre: La mezcla forrajera de ray grass y trébol con su respectiva descripción, la aplicación de las enmiendas cálcicas al suelo, clasificación de la cal agrícola y los sistemas de labranza. El tercero contiene los materiales y métodos utilizados en el ensayo, el cuarto muestra los resultados obtenidos de las variables analizadas, el quinto expone los resultados del análisis de regresión y correlación para los factores estudiados tales como: pH y materia verde, pH y materia seca y pH y altura de plantas. El sexto describe las conclusiones en función de los objetivos; y el séptimo las recomendaciones con la finalidad de aportar con nuevos conocimientos de las técnicas de labranza y encalado.

CAPÍTULO 2

2. GENERALIDADES DEL RAY GRASS (*Lolium perenne*)

El ray grass (*lolium perenne*) es una gramínea amacollada, perenne de clima templado, nativo de Europa, Asia templada y el Norte de África. Esta ampliamente distribuida a través del mundo, incluyendo el Norte y Sur de América, Europa, Nueva Zelanda y Australia, es de gran importancia por su alto potencial de producción, de rápido establecimiento, tiene adaptabilidad de renovación con mínima labranza y se adapta a suelos pesados con poco drenaje (Silva, 2011).

2.1 TAXONOMÍA DEL RAY GRASS

Esta clasificación fue descrita por el naturalista y biólogo Carlos Linneo fundador de la moderna taxonomía véase (Cuadro 1) (Vargas, 2011).

Cuadro 1. Clasificación botánica.

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Poales
Orden	Poaceae
Familia	Loliinae
Genero	<i>Lolium</i>
Especie	<i>Lolium hybriddu</i>

2.2 RAY GRASS (*Lolium perenne* – **Boxer (tetrapoide)**)

2.2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El ray grass tiene una altura de 8 a 90 cm, sus tallos poseen de 2 a 4 nudos con hojas de 5 a 14 mm de longitud x 2 a 4 mm de ancho agudas, glabras y brillantes en el envés con lígulas de 2,5mm obtusas, las flores se reúnen en una inflorescencia simple, con una espiga de 3 a 31 cm literalmente comprimida, siendo el caquis delgado. Las espiguillas tienen 10 flores que mide de 5 a 23 x 1 a 7mm; las glumulas son lanceoladas con 3 a 9 venas; la lema es oblonga y no se hace turgente en la madurez, contienen anteras con 2 a 3 mm de longitud, el fruto es una cariósipide (Vargas, 2011).

2.2.2 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

2.2.2.1 Adaptación

El ray grass se adapta a climas frescos y húmedos con una temperatura de 20 a 25 grados centígrados, su producción disminuye en épocas de verano, crece mejor en suelos fértiles y con buen drenaje, sin embargo tiene un alto rango de adaptación. (Viñan, 2008) Es tolerante a periodos largos de inundación de 15 a 20 días, también es resistente a suelos ácidos y alcalinos en un rango de (5.0 a 7.8) y se desarrollan óptimamente en un rango de altitud entre 2000 a 3000 msnm (Chinborazo, 2013).

2.2.2.2 Implantación

Es de implantación rápida y tiene una germinación de 5 a 7 días, después de la siembra pasando de inmediato a establecerse y a proteger el suelo y puede tener una persistencia de 4 a 5 años si las condiciones de manejo son los adecuados (Velasco, 2011).

2.2.2.3 Densidad de siembra

Se siembra con una maquina sembradora-esparcidora al voleo de 25 a 30 kg/h⁻¹ cuando se emplean semillas naturales y de 30 a 35 kg/h⁻¹ cuando se presenta semilla hibrida, procurando que quede a una profundidad de 1 a 1,5cm, también se utiliza de 20 a 24 kg/h⁻¹ cuando se siembra puro o asociado con trébol blanco (Velasco, 2011).

2.2.2.3 Producción

Puede llegar a producir de 60 a 80 T/h⁻¹ de forraje verde por año si el manejo es adecuado con riego, fertilización y un pastoreo (Velasco, 2011).

2.3 GENERALIDADES DEL RAY GRASS (*Lolium multiflorum*)

El origen de esta especie se remonta al norte de África y Asia menor, siendo cultivada luego en la región Norte de Italia y de ahí, extendida al resto del mundo (Salvo, 2006). Tiene un amplio margen de adaptación, sin embargo, para una producción satisfactoria se necesita de suelos de fertilidad media, sus usos más frecuentes son para el pastoreo y el corte en fresco, en ambos casos no se debe pastorear en una altura menor de 5 a 7cm pues se realizan pérdidas por pisoteo (Silva, 2011).

2.3.1 RAYGRASS (*Lolium multiflorum* - Pichincha (tetraploide))

Es una especie de ciclo anual de alta capacidad de resiembra y se adapta a suelos fértiles y húmedos, tiene una muy alta palatabilidad con un alto porcentaje de rebrote, contiene una buena repuesta al nitrógeno y se adapta muy bien con el trébol. Cuando se aplica fertilización de mantenimiento y riego, la recuperación es muy rápida y se pueden obtener cortes entre 28 y 35 días, cuando se retrasa la utilización del pasto se presenta incidencia de enfermedades, como la roya y de insectos como el chinche (*Collaria columbiensis*) chupador de los pastos (Hidalgo, 2010).

2.3.2 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

2.3.2.1 Siembra

Se siembra con una maquina sembradora-esparcidora al voleo o de manera manual en la forma tradicional de 30-40 kg/h⁻¹ y cuando sembramos asociado hasta 35 kg/h⁻¹. (Esther, 2012).

2.3.2.2 Producción

Su rendimiento por cortes se lo realiza cada 28 a 30 días, nos rinde 120T/h⁻¹ al año de forraje verde, corresponde de 10-12 T/corte y su valor nutritivo en variedades diploides es de 14-15% proteína, variedades tetraploides 19-20% de proteína (Esther, 2012).

2.3.2.3 Clima

El crecimiento optimo ocurre a temperaturas entre 20 a 25 grados centígrados, además se adaptan a temperaturas medias entre las más optimas de 18 a 20 grados centígrados, con relación a vinculación con el suelo necesita un buen drenaje y no soportan aguas estancadas, el pH optimo está en un rango de 5 a 8, es tolerante a la acidez del suelo y tiene gran respuesta a enmiendas calcáreas (Navarrete, 2004).

2.4 GENERALIDADES DEL TREBOL (*Trifolium repens*)

Llamada comúnmente trébol blanco, es una especie de trébol nativa de Europa, norte de África, y Asia occidental, es cosmopolita, al aparecer en distintas ambientes dentro del clima templado húmedo (Altamirano, 2011).

2.4.1 TAXONOMÍA DEL TREBOL

Clasificación taxonómica del trébol blanco véase (Cuadro 2) (Altamirano, 2011)

Cuadro 2. Clasificación botánica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Fabales
Orden	Fabaceae
Familia	Faboideae
Genero	<i>Trifolium</i>
Especie	<i>Trifolium repens</i>

2.5 TREBOL BLANCO (*Trifolium repens*)

2.5.1 Características generales

Es una especie perenne herbácea, rastrera y alcanza una altura de unos 10cm, es una leguminosa de excelente adaptación al pastoreo en zonas templadas de todo el mundo, se propaga por estolones y semillas, tiene un sistema radical ramificado, además presentan raíces adventicias de carácter estolonífero, las hojas son pecioladas y trifoliadas; sus folíolos son ovales, con una mancha blanca, y sin ninguna vellosoidad (Silva, 2011).

Tienen inflorescencias de 1,5 a 2 cm, con flores rosadas y blancas, con un contenido de 50 a 100 flores, los frutos poseen de 3 a 4 semillas en forma de corazón que son sumamente pequeñas de color amarillo marrón y rojizo de forma redondeada con una protuberancia que coincide con la posición de la futura radícula. La cubierta seminal forma una gruesa capa suberizada alrededor de la semilla (Silva, 2011).

2.5.2 Suelos

Prospera en suelos sueltos, salinos alcalinos o demasiado ácidos con un (Orozco, 2009) pH ideal entre 5.5 a 7.5, es exigente en fósforo, prefiere suelos más pesados y con buena disponibilidad de agua, pudiendo tolerar suelos mal drenados y con exceso de humedad (Altamirano, 2011).

2.5.3 Siembra

La siembra se la realiza al voleo en una densidad de 3kg/h^{-1} , con un riego en grandes cantidades, por su fisiología pero no en exceso la profundidad de siembra (0,5 a 1 cm), es de capital importancia, regular bien la sembradora y usar ruedas compactadoras, con una densidad de 250 a 300 semillas por metro cuadrado (Ramirez, 2011).

2.5.4 Clima

La temperatura óptimo para su normal desarrollo es de 18 a 24 °C, crece en los bordes de arroyo a los 2400m.s.n.m (Ortiz, 2014).

2.5.5 Excelente persistencia bajo pastoreo

Tiene un hábito de crecimiento estolonífero y rastrero, posee tallos horizontales que se desarrollan a nivel de la superficie del suelo y son frecuentemente enterrados por efecto del pisoteo del pastoreo o por la acción de las lombrices, desde el nudo de los estolones forman raíces. (Gentos, 2000)

2.6 ENCALADO

Es la aplicación masiva de sales básicas con el objeto de neutralizar la acidez del suelo, la acción neutralizante de los materiales de encalado no se debe en forma directa al calcio y magnesio sino más bien a las bases químicas a las cuales están ligados estos cationes (Espinosa, 1999).

Las sales básicas de Ca y Mg son muy abundantes en la naturaleza y además estos dos elementos son esenciales para la nutrición de las plantas, a eso se debe que sean utilizados como correctivos de la acidez de mayor uso (Rodriguez, 2005).

2.6.1 Corrección de los suelos ácidos

Se fundamenta que el rango del pH óptimo va desde 6,5 – 7 en este proceso la fijación simbiótica del nitrógeno alcanza su máxima eficiencia y el rango del fosforo, calcio, magnesio y molibdeno se eleva a niveles superiores, por otro lado el aluminio, hierro y magnesio, se incrementan pudiendo llegar a niveles tóxicos (Magra, 2004).

Los suelos que presentan una elevada acidez van a tener una menor agregación y de esta manera va tener una disminución en la permeabilidad y la aireación (Magra, 2004).véase (Fig. 1).



Figura 1. Rango de pH con respecto a la asimilación de los nutrientes.

El pH de la solución del suelo en contacto con las raíces puede afectar al crecimiento de las plantas en dos formas:

- a) Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de algunos nutrientes, con los que permanecen en forma no disponible para las plantas.
- b) Afectan al proceso fisiológico en la absorción de los nutrientes por parte de las raíces, cada uno de los vegetales va tener un pH ideal en el cual la eficacia de la absorción de nutrientes será óptima, fuera de estos rangos las raíces se deterioran y pueden incrementar los índices de toxicidad debido a la excesiva asimilación de elementos Fito tóxicos (Magra, 2004).

2.6.2 Características de los suelos ácidos

La acidez provoca serios problemas físicos, químicos y biológicos que afectan negativamente al crecimiento de las plantas y se pueden expresar de la siguiente forma:

- ✓ Reduce la actividad microbiana especialmente la bacterial.
- ✓ Baja la saturación de las bases cambiales.
- ✓ Baja la capacidad de intercambio catiónico.
- ✓ Contenidos elevados de aluminio intercambiable.
- ✓ Diferentes grados de toxicidad aluminio manganeso y hierro.
- ✓ Alta capacidad de fijación de fosforo.
- ✓ Cantidades reducidas de fosforo, calcio, magnesio y molibdeno.
- ✓ Alto grado de desbalances catiónicos.
- ✓ Efecto sobre el proceso de agregación de suelos (Chavez, 2000).

2.6.3 Aplicación de Cal Agrícola y Carbonato de Calcio (Encalado)

Consiste en realizar las enmiendas cálcicas con el propósito de contribuir a la precipitación del aluminio e incrementar la disponibilidad de los nutrientes que van

ser aprovechados por los pastos y además nos ayuda a mejorar la estructura, la aireación y drenaje del suelo, las recomendaciones de aplicación de cal se basan principalmente en el pH y contenido de aluminio intercambiable (Llangari, 2013).

En suelos con un pH inferior a 5,5 y menos de 10% de materia orgánica se recomienda poner de 1 a 2 toneladas de cal agrícola que contenga por lo menos un 80% de carbonato de calcio (Cardenas, 2011). Los beneficios de la cal ocurren solamente en la zona de aplicación por lo que es necesario mezclar completamente el material en los primeros 15 a 20cm de suelo, utilizando el arado, la yunta o la rastra o cruzado con yunta u otro implemento antes de la siembra del pastizal (Llangari, 2013).

Si la cal es incorporada con arado este debe distribuirse en forma uniforme en todo el terreno y mezclarlos con el suelo en los primeros 15 a 20 cm, 30 a 45 días antes de la siembra de la pastura, si se lo hace en forma manual incorporar la cal con azadones y rastrillos (Llangari, 2013).

2.6.4 Ventajas del encalado

Según sus propiedades se pueden agrupar en tres grupos:

a) Efectos físicos

Favorece a la formación de una estructura granular, especialmente en suelos que son muy arcillosos, lo que nos va a beneficiar a la filtración del agua (Chavez, 2000).

b) Efectos biológicos

Las propiedades biológicas son las siguientes:

- Estimula al metabolismo de los organismos del suelo.
- Aumenta la actividad microbiana, en especial a la degradación de la materia orgánica y a la fijación bacteriana del nitrógeno.
- Estimula la fauna del suelo especialmente el de las lombrices (Chavez, 2000).

c) Efectos químicos

Se establecen cinco propiedades químicas que son las siguientes:

- ✓ Abastecimiento de calcio y magnesio en caso de utilizar dolomita.
- ✓ Disminuye la solubilidad de aluminio hierro y manganeso que nos ayudan a eliminar toxicidades.
- ✓ Aumento de la disponibilidad de fósforo magnesio cobre y molibdeno.
- ✓ El porcentaje de base de saturación aumenta.
- ✓ El aprovechamiento del potasio aumenta (Chavez, 2000).

2.6.5 Clasificación y característica de la cal agrícola

Existen varios productos capaces de reaccionar y elevar el pH del suelo, entre los más importantes está el óxido de calcio, hidróxido de calcio, calcítica y dolomita. (Campillo, 2008).

a) Cal Calcítica

Es el material más utilizado para encalar los suelos y está compuesto por carbonatos de calcio con muy poco magnesio, se obtiene a partir de la roca caliza, roca calcárea o calcita la cual es molida y pasada por mallas de diferentes tamaños para luego ser empacada en sacos de 23 y 26 Kilogramos que contienen un 40% de calcio (Molina, 1998).

b) Oxido de Calcio

Es un producto obtenido de la calcinación total del carbonato de calcio a una temperatura de 1000 grados centígrados y se la conoce como cal viva o cal quemada, es un material muy caustico y de manejo difícil porque puede causar quemaduras al contacto con la piel. Su velocidad de reacción es mayor que la del carbonato debido a su mayor concentración de calcio en un 71% en su forma pura y por ser oxido reacciona al contacto con el agua provocando una reacción exotérmica y liberando los iones de hidróxido y se presenta como polvo bastante más fino y su precio es más elevado que de la calcítica (Molina, 1998).

c) Hidróxido de calcio

Se obtiene de la reacción del óxido de calcio más agua y se la conoce como cal apagada o hidratada y es una forma en que se comercializa el óxido de calcio producido por calcinación, luego de secarlo al horno lo hidratan y lo empacan, es un polvo blanco y con un alto grado de solubilidad y de rápida reacción en el suelo, presentan un 54% de calcio en su forma pura y de mayor costo que el carbonato con relación intermedia entre el óxido de calcio para la neutralización de la acidez del suelo (Molina, 1998).

d) Dolomita

Se lo denomina al carbonato doble de calcio y magnesio, este material puro contiene 21,6% de Ca y 13,1%Mg aunque la dolomita reacciona más lentamente en el suelo que en la calcita, pero tiene la ventaja de suministrar magnesio elemento que frecuentemente esta deficiente en los suelos ácidos al igual que otros materiales de encalado, la calidad de la dolomita va depender del contenido de impurezas tales como arcillas y material orgánico (Bernal, 2003).

2.7 LA ACIDEZ DEL SUELO

Se denomina a la concentración de iones de (H+) en el terreno, a mayor concentraciones de iones de hidrogeno, menor pH, lo que nos indica un suelo más ácido, para saber la relación de la acidez en el suelo se puede relacionar con

un ejemplo si un ácido es una sustancia que tiende a entregar protones (iones de hidrogeno) por otro lado una base es la que acepta estos protones, entonces la actividad de la acidez del suelo está determinada por la actividad de los iones de hidrogeno, haciendo uso de estos principios químicos (Espinosa, 1999).

2.7.1. Clasificación de la acidez del suelo

La acidez del suelo se la clasifica de la siguiente forma:

- **Acidez activa:** Es un hidrogeno disociado y proveniente de distintas fuentes.
- **Acidez intercambiable:** Es el hidrogeno y el aluminio intercambiables retenidos en los coloides del suelo por fuerzas electrostáticas.
- **Acidez no intercambiable:** Es el hidrogeno en un enlace covalente en la superficie de los materiales arcillosos y de carga variable.
- **Acidez potencial:** Es igual a la acidez intercambiable más la acidez no intercambiable (Espinosa, 1999).

2.8 ANÁLISIS DE SUELO

En una finca o hacienda dedicada a cualquier explotación agropecuaria se recomienda hacer un análisis de suelos, antes de realizar la fertilización para el establecimiento de pasturas y así identificar las posibles deficiencias y los niveles de acidez (Cardenas, 2011).

En pasturas que no hayan tenido un manejo adecuado y oportuno es necesario iniciar con un análisis de suelo para realizar un programa de fertilización, siempre se debe consultar con un especialista en fertilización para tener las recomendaciones específicas en los análisis de suelo (Cardenas, 2011).

Para hacer un buen análisis de suelo, se debe tomar las siguientes consideraciones:

- No muestrear el suelo dentro de los tres meses de haber aplicado fertilizantes o correctores de pH.
- Recolectar de 15 a 20 submuestras, cada 5 a 10 h⁻¹. Dependiendo de la uniformidad, intensidad de manejo, y del detalle que se requiera del análisis.
- Realizar el hoyo para la toma de la muestra a profundidad de 10cm.
- Evitar muestrear cerca de comederos o fuentes de agua, en las puertas al pie de los árboles.
- No muestrear inmediatamente después del pastoreo (Cardenas, 2011).

Una vez tomada la muestra, la misma debe ser identificada de la siguiente forma:

- ✓ Se deben escribir datos de la ubicación geográfica de la propiedad.
- ✓ Nombre y apellido del propietario.
- ✓ cultivo anterior y cultivo a sembrar.
- ✓ Superficie, altitud, fecha de la última fertilización. (Llangari, 2013)

Ya identificada la muestra se lleva al laboratorio, donde se van a analizar los siguientes parámetros:

- Contenido de materia orgánica (%).
- pH: acidez o alcalinidad
- Nutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P), azufre(S), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), Zinc (Zn) cobre (Cu), hierro (Fe), magnesio (Mn), Boro (B).
- Textura del suelo: arena limo arcilla (Llangari, 2013).

2.9 LABRANZA CERO

También conocida como siembra en surcos y siembra directa, este concepto fue basado en el significado de no labranza, que significa siembra de semillas en un suelo que no ha sido labrado, el primer término fue utilizado fue el de siembra en surcos que fue en Inglaterra en 1960 y poco después fue conocido en Estados Unidos con el término de no labranza que luego fue cambiado a siembra directa (Baker J. , 2002).

2.9.1 Ventajas

- Ahorro de combustible hasta un 80% en referencia a los establecidos para cultivos comerciales.
- Se necesitan solo tres entradas al campo, en relación con el de labranza que se necesitan de cinco a diez entradas.
- Se ahorra un 60% de mano de obra.
- Al dejar los residuos de los cultivos anteriores se incrementa la materia orgánica.
- Las operaciones de labranza mineralizan el nitrógeno, que nos ayudan para el crecimiento de las plantas.
- Preservación de la estructura del suelo.
- Preservación de las lombrices de tierra y la fauna del suelo.
- Tenemos una mejor aireación.
- Mejor infiltración, debido a que se detienen las gotas de lluvia y reducen la escorrentía del agua.
- Preservación de la erosión del suelo.
- Conservación de la humedad del suelo.

- Disminución de la necesidad de riegos.
- Mayores intervalos para el remplazo de maquinaria.
- Moderación de las temperaturas del suelo.
- Menor capacitación de personal.
- Reducción de la germinación de malezas.
- Mejor drenaje interno.
- Menor daño de las nuevas pasturas.
- Reducción de la contaminación de las fuentes de aire.
- Mejoramiento de la traficabilidad.
- Más tiempo disponible para la administración.
- Menores costos.
- Mayor rendimiento de los cultivos (Baker J. , 2002).

2.9.2 Desventajas

- Riesgo al fracaso de los cultivos.
- Necesidad de tractores más grandes.
- Implementación de maquinaria nueva porque es una tecnología moderna.
- Nuevos problemas de plagas y enfermedades.
- Alteración de los sistemas radicales.
- Alteración de la disponibilidad del nitrógeno
- Uso de agroquímicos.
- Disponibilidad de expertos.
- Apariencia descuidada de campo.
- Los campos no se nivelan.
- La resistencia del suelo puede variar.
- Los fertilizantes son más difíciles de incorporar.
- Cambio de las especies dominantes de los campos.
- Distribución restringida del fosforo en el suelo.
- Capacitación técnica.
- Eliminación de la labranza recreativa (Baker J. , 2002).

2.10 LABRANZA MÍNIMA

Esto implica el laboreo anterior a la siembra con un mínimo de pasadas posibles con maquinaria antes de su corte, se provoca aireación porque hay menor inversión y mezclado, se aceleran los proceso de mineralización de nutrientes, quedan más residuos vegetales en la superficie y anclados al suelo por lo tanto el rango de erosión es menor (Juna, 2009).

2.10.1 Ventajas

- Una de las principales ventajas es que dejan el rastrojo en la superficie que nos van a dar una grado de cobertura el cual ejerce protección directa contra la erosión.
- Conserva mejor la reserva de agua del suelo que va ser aprovechada para

- el cultivo.
- Provoca una reducción de la tasa a la que se evapora el agua del suelo.
 - La reducción de la pérdida de materia orgánica, y la emisión del dióxido de carbono.
 - Control de la evaporación de agua y de la erosión (Juna, 2009).

2.10.2 Desventajas

- ✓ La liberación del nitrógeno por parte del suelo es menor ya que no hay una rotura tan intensa de los agregados, ni la exposición del aire a la materia orgánica.
- ✓ Manifiesta que los rastros no estén incorporados directamente al suelo, hace que las tasas de descomposición sean más bajas y que el efecto de inmovilización del nitrógeno se mantenga.
- ✓ Habrá menos nitrógeno disponible para las plantas por lo cual habrá que aplicar más fertilizante (Juna, 2009).

2.11 DISPERSIÓN DE HECES

Constituyen un factor fundamental e insustituible en la regeneración de los pastizales, por lo cual se debe aplicar un método adecuado de pastoreo, aumentando considerablemente su rendimiento y distribución, Al no realizar esta práctica se produce la descomposición de las heces con la presencia de bacterias, hongos que perjudican el desarrollo de las plantas (Cardenas, 2011).

2.11.1 Ventajas de la dispersión de heces

- Protege y renueva la capa superficial del suelo.
- Se produce una elevación de temperatura de la capa superficial.
- Reactiva la fermentación de residuos orgánicos q se encuentran en el suelo
- Las semillas devueltas en las heces son devueltas al suelo.

Realizar las dispersiones de las heces máximo dos días después de que haya salido del animal, caso contrario se endurecerán y será más difícil su dispersión, una pradera bien manejada con la dispersión de heces y orines puede recibir aproximadamente 500 Kg de Nitrógeno, 160 Kg de fosforo, 600 kg de Potasio, 190 Kg de óxido de calcio, en donde el nitrógeno y potasio provienen de los orines mientras que el calcio y fosforo derivan de las heces (Cardenas, 2011).

2.12 CORTE DE IGUALACIÓN

Se realiza con el objetivo de eliminar el resto de pasto que no ha consumido los animales durante el pastoreo y se lo debe hacer cuando el suelo tenga bastante humedad, se debe tener cuidado en no cortar los tallos debajo de los 5 cm con el propósito de no afectar al rebrote al hacer el corte de las malas hierbas se logran que no completen con su ciclo vegetativo y produzcan semillas y permite que los tréboles reciban luz lo que estimula su crecimiento.

Para realizar el corte de igualación se puede utilizar maquinaria en explotaciones grandes, en nuestro medio se utilizan vacas que no estén en producción, ovinos y caballos pero en la actualidad se están utilizando desbrozadoras manuales (Cardenas, 2011).

2.13 MATERIA SECA

Se refiere al pasto que se seca en una estufa y queda como residuo de 20 a 25 % de materia seca y si se calcina en un horno se quema el material orgánico 90%, se puede decir que es todo residuo que no contiene humedad. (Leon, 2003).

2.14 MATERIA VERDE

Es la cantidad total de material producido por un forraje una vez que es cortado. La materia verde involucra todas las partes de la planta que se cosechan para ser utilizadas (Orozco, 2009).

2.15 LA POROSIDAD

La porosidad, se expresa como el porcentaje del volumen del suelo ocupado por poros. O lo que es lo mismo, el porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos (Rucks, 2004).

2.16 DENSIDAD REAL

Se denomina densidad real a la relación entre la masa de un material y el volumen real de dicho material, es decir, omitiendo el volumen de porosidad interna y externa de éste (Alba, 2012).

2.17 DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente se define como el peso seco de una unidad de volumen de suelo. Los factores que la afectan son principalmente tres: la textura, la estructura y la presencia de materia orgánica. Suelos con texturas arenosas tienden a tener densidades mayores que suelos más finos, al mismo tiempo en suelos bien estructurados los valores son menores (Donoso, 2005).

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN

El presente trabajo se realizó en el sector el “El Tablón”, parroquia Santa Isabel, cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay de la siguiente manera:

Con un barrenador, se tomó muestras en las doce unidades experimentales con la técnica denominada zigzag, los mismos que fueron analizados en los laboratorios del INIAP de la Estación Experimental del Austro.

Luego se realizó un corte de igualación del pasto natural con una maquina desbrozadora con la finalidad de homogenizar los pastos. El ensayo experimental utilizado es de diseño de bloques completamente al azar, el cual consta de doce unidades experimentales de 15 x 15 metros con caminos de dos metros para una mayor facilidad de toma de datos y labores del ensayo, luego se procedió al trazado de parcelas de acuerdo a las medidas establecidas en el diseño experimental, y a continuación se realizó el encalado y la aplicación, en dos sistemas de labranza de las parcelas previamente asignadas.

Para la aplicación del carbonato de calcio se procede a roturar el suelo con un motocultor (rotavator), de acuerdo a los sistemas de labranza contemplados en el anteproyecto. Para la aplicación del carbonato de calcio se realiza en la dosis de dos toneladas por hectárea de acuerdo a los análisis de suelo ya realizados, en el cual se obtuvo un pH de cinco que sería ácido, se adjuntara más adelante.

Para el encalado de los tratamientos que no son roturados se colocó el carbonato de calcio en el pasto ya homogenizado, en el siguiente tratamiento testigo se aplicó las enmiendas cálcicas en condiciones naturales de campo, el último tratamiento se tomó como otro testigo en el cual se homogenizo el pasto natural y se dejó en condiciones naturales de campo.

Luego de un mes de aplicado el carbonato de calcio se procedió a la siembra de la mezcla forrajera en todo el ensayo, se estableció con una maquina sembradora-esparcidora manual para una mejor homogeneidad en la distribución de la semilla.

La primera evaluación se realiza a los 3 meses de la siembra y las siguientes evaluaciones se realizan con intervalos de 45 días.

Los datos tomados son los siguientes:

- El pH del suelo al inicio, a los 90 y 180 días después de la siembra.
- Altura de las plantas a los 90, 135 y 190 días.
- Peso en materia seca y verde a los 90,135 y 190 días.
- Porcentaje de porosidad y captación del suelo.
- Valoración del agua utilizada por la mezcla forrajera.

3.2 MÉTODO

Se utiliza un Diseño de Bloques completos al Azar en arreglo factorial (2x2) y con tres repeticiones dando un total de 12 unidades experimentales.

3.2.1 Factores en estudio

Los factores evaluados son los sistemas de labranza y los niveles de carbonato de calcio los cuales se detallan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los factores en estudio.

Niveles	Detalles
Carbonato de calcio	2Tm/h ⁻¹
Carbonato de calcio	0Tm/h ⁻¹
Sistemas de labranza	Labranza minima
Sistema de labranza	Labranza cero

Autor: (Johnny Alvear)

Los tratamientos a utilizarse se describen en el cuadro 4, donde C₁= Carbonato de calcio, C₀=Sin Carbonato de calcio, Lo= Cero labranza, L1= Con labranza mínima.

Cuadro 4. Tratamientos utilizados en la investigación.

Código	Nombre	Tipo de tratamiento
C ₀ L ₀	Testigo 1	Cero labranza sin carbonato de calcio
C ₀ L ₁	Testigo 2	Con labranza sin carbonato de calcio
C ₁ L ₀	Lo C	Cero labranza más de carbonato de calcio
C ₁ L ₁	L1 C	Con labranza más de carbonato de calcio

Autor: (Johnny Alvear)

3.2.1 Ubicación de los tratamientos en el terreno experimental.

Los tratamientos que se estudiaron son: la incidencia del carbonato de calcio, en el pH del suelo y los dos sistemas de labranza en la producción de la mezcla forrajera, los mismos que se describen a continuación. Ver cuadro 5.

Cuadro 5. Ubicación de los tratamientos en el terreno experimental.

REPETICION 1 = R1	REPETICION 2= R2	REPECION 3 = R3
Testigo 1 Cero labranza	Tratamiento 1 Sin labranza más dos toneladas de carbonato de calcio	Testigo 2 Con labranza
Testigo 2 Con labranza	Tratamiento 2 Con labranza más dos toneladas de carbonato de calcio	Testigo 1 Cero labranza
Tratamiento 1 Sin labranza más dos toneladas de carbonato de calcio	Testigo 1 Cero labranza	Tratamiento 2 Con labranza más dos toneladas de carbonato de calcio
Tratamiento 2 Con labranza más dos toneladas de carbonato de calcio	Testigo 2 Con labranza	Tratamiento 1 Sin labranza más dos toneladas de carbonato de calcio

Autor: (Johnny Alvear)

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

3.3.1- Ubicación geográfica

Ubicación Geográfica del sitio en donde se instaló los ensayos del proyecto de investigación. Ver cuadro 6.

Cuadro 6. Ubicación del terreno experimental

Provincia	Azuay
Cantón	Santa Isabel
Localidad	El Tablón
Longitud	-3°12.0097' Sur
Latitud	-79°16,8388' Oeste
Altitud	2500msnm
Precipitación	500 a 1000 mm
Temperatura	18 grados centígrados

Fuente: (Dominguez, 2012)

3.4 MATERIALES A UTILIZARSE

Los materiales a utilizarse se dividen en físicos, químicos y biológicos:

3.4.1 Biológicos

- Semillas de la mezcla forrajera de ray grass y trébol.

3.4.2 Químicos

- Carbonato de calcio.

3.4.3 Físicos

- Maquinaria agrícola: Sembradora.
- Rodillo.
- Picadora.
- Ensiladora.
- Cámara fotográfica.
- Gps.
- Barrenador.
- Computadora
- Estacas.
- Letreros.
- Libro de campo.
- Piola.
- Cinta
- Botas.

3.5 CAMPO EXPERIMENTAL

Comprende un terreno con una pendiente del 3% que es leve, el trazado en el terreno se realizó con la técnica del triángulo rectángulo de dimensiones 3x4x5 para obtener ángulos rectos, consta de doce unidades experimentales de 15 x 15 metros, con caminos de dos metros para poder realizar con mayor facilidad las labores culturales y de riego.



Foto. 1. Trazado del terreno.



Foto. 2. Trazado del camino.

3.6 ANALISIS DE SUELO.

Se realizó el análisis de suelo al inicio, a los 90 y 180 días. El primer análisis se lo realizó antes de la aplicación del carbonato de calcio para no alterar el pH del suelo y posteriormente en intervalos de 45 días y se lo obtuvo con la ayuda de un barreno en la cantidad de cinco submuestras por cada unidad experimental y se realizó con la técnica de muestreo en zigzag cada veinte pasos.



Foto. 3. Análisis de suelo

Luego se procede a introducir las submuestras de cada unidad experimental en una funda de plástico perfectamente identificada, se las traslado al laboratorio del INIAP para su análisis respectivo.



Foto. 4. Identificación de la muestra

3.7 CORTE DE IGUALACIÓN

Se realizó antes de la siembra y después del pastoreo de los animales en cada corte, se fijó el corte a una altura de unos 5cm para no afectar su rebrote y con la ayuda de una moto guadaña.



Foto. 5. Corte de igualación

3.8 APLICACIÓN DE CAL

Se aplicó carbonato de calcio en la dosis de dos toneladas por hectárea, en base al análisis de suelo con pH de 5.2 que es ácido para de esta manera poder estabilizarlo hasta llegar a un rango óptimo.



Foto. 6. Encalado de suelo

3.9 ROTURACIÓN DE SUELO (ROTAVATOR)

Se roturo el suelo en las unidades experimentales ya establecidas en el sorteo de bloques al azar, con la ayuda del rotavator, se lo realizo de arriba hacia abajo por la pendiente del terreno.



Foto. 7. Roturación de suelo (Rotavator)

3.10 SIEMBRA DE LA MEZCLA FORAJERA

La mezcla forrajera que se utilizó en la siembra fue en proporción de 20Kg/h^{-1} de ray grass Pichincha, 20 kg/h^{-1} de ray grass Boxer y 5 Kg/h^{-1} de trébol blanco, se estableció con una máquina sembradora/esparcidora manual y por último se utilizó un rodillo apisonador manual, se la introdujo a mayor profundidad la semilla para obtener una mejor germinación.



Foto. 8. Siembra de la mezcla forrajera



Foto. 9. Apisonado de la semilla con rodillo apisonador

3.11 RIEGO

El riego se realiza utilizando una bomba a motor con un aspersor tipo cañón, con una duración de dos horas, por tres días cada semana, el agua se obtuvo de un reservorio ubicado cerca del ensayo.



Foto. 10. Riego de las unidades experimentales

3.12 CORTE DE LA MEZCLA FORRAJERA CON EL CUADRANTE

Se realiza el corte de la mezcla forrajera en distintos lugares al azar en cada una de las unidades experimentales, realizando cuatro tomas con un cuadrante de medio metro, obteniendo un total de 2m de la muestra de la mezcla forrajera, la cual fue pesada y debidamente etiquetada y llevada al laboratorio para su respectivo análisis.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 VARIABLES A TOMARSE

Las variables evaluadas en este trabajo son: el pH del suelo, peso de materia seca y verde, alturas de las plantas, porcentaje de porosidad, agua utilizada por la mezcla forrajera y un análisis de varianza (ADEVA) con una prueba de Duncan al 5%.

4.2 pH. DEL SUELO

El análisis de suelo se lo realizó en el laboratorio de la Estación Experimental del Austro I.N.I.A.P evaluándose en cada unidad experimental el pH de suelo, al inicio, a los 90 días y a los 180 días, tomándose muestras al azar, mediante la técnica de muestreo en zigzag, para lo cual se utilizó un barreno metálico véase anexos cuadros (A1 al A3).

4.2.1 pH DEL SUELO AL INICIO

Cuadro 7. pH del suelo al inicio

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C0L0 Cero labranza sin carbonato de calcio	5,1	5,2	5,9	16,2	5,40
C0L1 Con labranza sin carbonato de calcio	5,3	5,2	5,8	16,3	5,43
C1L0 Cero labranza más de carbonato de calcio	5,3	5,5	5,6	16,4	5,47
C1L1 Con labranza más de carbonato de calcio	5,2	5,6	5,4	16,2	5,40
Total de bloques	20,9	21,5	22,7	65,1	21,70
X de bloques	5,23	5,38	5,68	16,28	
X Principal					5,43

Autor: (Johnny Alvear)

Una vez hecho el trazado en el terreno se procedió a realizar el análisis de suelo inicial un mes antes de la siembra y se obtuvo un pH ácido, para lo cual se determinó incorporar dos toneladas de carbonato de calcio por hectárea (Cuadro 7).

Cuadro 8. Análisis de varianza de pH de suelo al inicio

F de variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	0,7225				
Bloques	2	0,42	0,21	4,295 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	0,0091667	0,0030556	0,062 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	0,0008333	0,0008333	0,017 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	0,0008333	0,0008333	0,017 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	0,0075	0,0075	0,153 ns	5,99	13,74
Error	6	0,2933333	0,0488889			

Autor: (Johnny Alvear)

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

CV: 4,08 %

Media: 5,43

Realizado el análisis de varianza para los datos (Cuadro 8) se determina la no existencia de significancia estadística para los parámetros en estudio del pH al inicio con un promedio de 5,43. Además, se obtuvo un coeficiente de variación del 4,08 %, el cual se encuentra dentro de los márgenes de confiabilidad.

4.2.2 pH DE SUELO A LOS 90 DÍAS

Cuadro 9. pH de suelo a los 90 días

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C0L0	4,9	4,9	5,2	15	5,00
C0L1	4,7	4,8	5,1	14,6	4,87
C1L0	4,9	5,2	5	15,1	5,03
C1L1	4,8	4,8	4,9	14,5	4,83
Total de bloques	19,3	19,7	20,2	59,20	19,73
X de bloques	4,83	4,93	5,05	14,80	
X Principal					4,93

Autor: (Johnny Alvear)

Se realizó el segundo análisis de suelo, a los 90 días de la siembra, en el cual también se produjo el primer corte de la mezcla forrajera, donde se alcanzó un promedio de 4,93 (Cuadro 9).

Cuadro 10. Análisis de varianza de pH de suelo a los 90 días

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	0,2866667				
Bloques	2	0,1016667	0,0508333	3,101 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	0,0866667	0,0288889	1,762 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	0	0	0 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	0,0833333	0,0833333	5,084 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	0,0033333	0,0033333	0,203 ns	5,99	13,74
Error	6	0,0983333	0,0163889			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 2,59 %

El Cuadro 10 del Análisis de Varianza, indica que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. También se obtuvo un coeficiente de variación del 2,59% estando en los rangos de confiabilidad (Cuadro 10).

4.2.3 pH DE SUELO A LOS 180 DÍAS

Cuadro 11. pH de suelo a los 180 días

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C0L0	4,5	4,7	4,8	14	4,67
C0L1	4,8	4,7	4,6	14,1	4,70
C1L0	5,1	4,7	5,1	14,9	4,97
C1L1	5,4	4,6	4,8	14,8	4,93
Total de bloques	19,8	18,7	19,3	57,80	19,27
X de bloques	4,95	4,68	4,83	14,45	
X Principal					4,82

Autor: (Johnny Alvear)

Una vez realizada la muestra para el último análisis de suelo, después del tercer corte de la mezcla forrajera, observamos que el pH se mantiene, alcanzando 4,82 en promedio (Cuadro 11).

Cuadro 12 Análisis de varianza de pH de suelo a los 180 días

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	0,7366667				
Bloques	2	0,1516667	0,0758333	1,235 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	0,2166667	0,0722222	1,176 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	0,2133333	0,2133333	3,475 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	0	0	0	5,99	13,74
Ca x Sist	1	0,0033333	0,0033333	0,054 ns	5,99	13,74
Error	6	0,3683333	0,0613889			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 5,14 %

Realizado el análisis de varianza para los tratamientos, se determina la no existencia de significancia estadística para los parámetros en estudio del pH de suelo a los 180 días. Además, se obtuvo un coeficiente de variación del 5,14 %, el cual es confiable. (Cuadro 12)

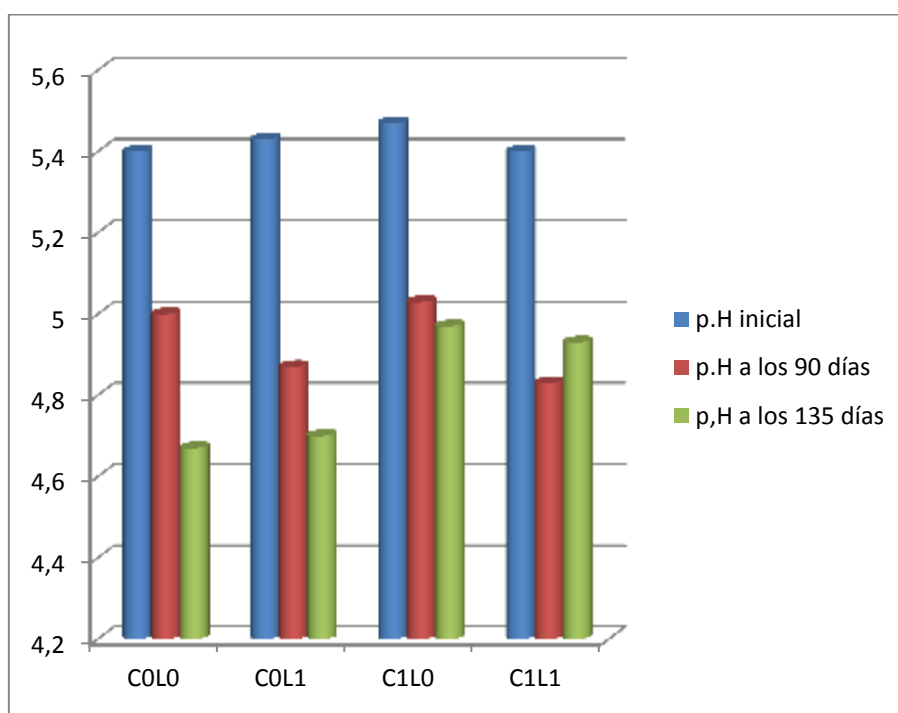


Figura 2. Evolución del pH de suelo entre los intervalos de cada muestreo

En la figura 2, se presenta la evolución del pH del suelo para cada uno de los tratamientos a lo largo de los 45 días entre cada muestreo, en el cual se refleja que los tratamientos que tienen carbonato de calcio y labranza se van neutralizando y incrementando al contrario de los que de los tratamientos que no los tienen.

4.3 ALTURA DE LAS PLANTAS

Se ha evaluado en cada unidad experimental la altura de 80 plantas de la mezcla forrajera con la ayuda de una regla, a los 90, 135 y 180 días, el cual se realizó con un cuadrante de medio metro en cuatro sectores al azar de cada tratamiento.

4.3.1 ALTURA DE PLANTAS A LOS 90 DÍAS

Cuadro 13. Altura de las plantas a los 90 días en cm

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C0L0	12,72	9,76	8,45	30,93	10,31
C0L1	10,55	10,87	11,2	32,62	10,87
C1L0	12,85	11,2	9,11	33,16	11,05
C1L1	11,92	13,25	16,25	41,42	13,81
Total de bloques	48,04	45,08	45,01	138,13	46,04
X de bloques	12,01	11,27	11,25	34,53	
X Principal					11,51

Autor: (Johnny Alvear)

La primera toma de altura de las plantas se lo realizó después del primer corte de la mezcla forrajera, a los 90 días después de la siembra, alcanzando un promedio de 11,51 cm, observándose que el tratamiento que mayor altitud obtuvo fue el de carbonato de calcio y labranza (Cuadro 13).

Cuadro 14. Análisis de varianza de las alturas de plantas a los 90 días en cm

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	48,632492				
Bloques	2	1,4956167	0,7478083	0,178 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	21,985692	7,3285639	1,748 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	10,138408	10,138408	2,418 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	8,2502083	8,2502083	1,968 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	3,597075	3,597075	0,858 ns	5,99	13,74
Error	6	25,151183	4,1918639			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 5,14 %

El análisis de varianza (cuadro 14) determina la no existencia de diferencias estadísticas para los parámetros de altura de plantas a los 90 días, se obtuvo un coeficiente de variación del 3,97 %, estando en los rangos establecidos.

4.3.2 ALTURA DE PLANTAS A LOS 135 DÍAS

Cuadro 15. Altura de plantas a los 135 días en cm

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C0L0	17,66	18,86	13,6	50,12	16,71
C0L1	26,8	21,4	23	71,2	23,73
C1L0	15,6	20,13	18,6	54,33	18,11
C1L1	22,6	23	26,26	71,86	23,95
Total de bloques	82,66	83,39	81,46	247,51	82,50
X de bloques	20,67	20,85	20,37	61,88	
X Principal					20,63

Autor: (Johnny Alvear)

Realizada la segunda toma de altura de plantas a los 135 días, luego del el segundo corte de la mezcla forrajera, se obtuvo un promedio de 20,63 cm, de igual manera se tiene la mayor altitud en la unidad experimental de carbonato de calcio y labranza (Cuadro 15).

Cuadro 16. Análisis de varianza de altura de plantas a los 135 días en cm

F de variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	176,51969				
Bloques	2	0,4748167	0,2374083	0,029 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	127,25429	42,418097	5,2163 x	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	1,9764083	1,9764083	0,2430	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	124,22767	124,22767	15,276 xx	5,99	13,74
Ca x Sist	1	1,0502083	1,0502083	0,129 ns	5,99	13,74
Error	6	48,790583	8,1317639			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 5,14 %

En el Cuadro 16 se indica el ADEVA, donde se da diferencias estadísticas significativas para labranzas, no así para el factor carbonato de calcio. También se

obtuvo un coeficiente de variación del 5,07 % de los factores ambientales no controlables en el experimento.

4.3.1 ANALISIS DE RANGOS DE ALTURAS A LOS 135 DÍAS

Cuadro 17. Rangos de alturas a los 135 días

C1L1	71,86	A
C0L1	71,2	A
C1L0	54,33	B
C0L0	50,12	B

Autor: (Johnny Alvear)

Realizada la prueba de Duncan al 5% para tratamientos en la variable de labranzas se establecen dos rangos en el A los tratamientos con labranza y en el B los sin labranza (Cuadro 17).

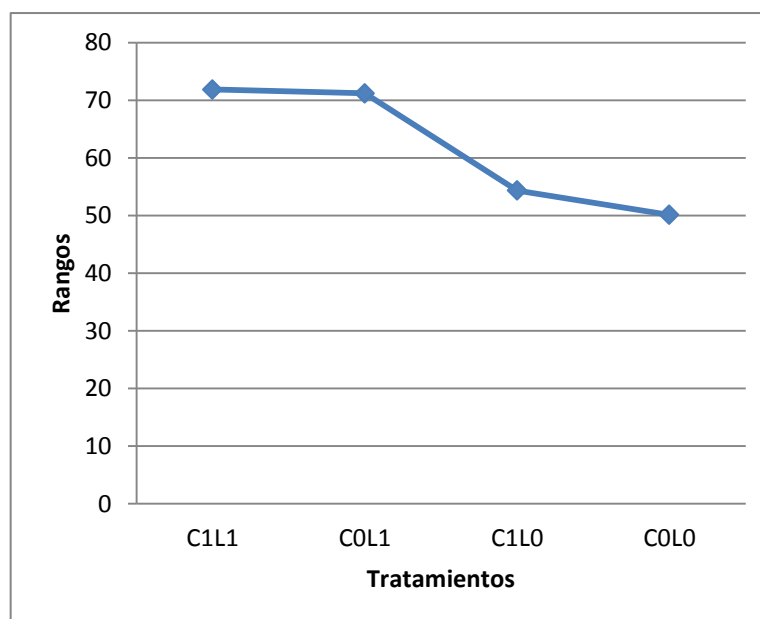


Figura 3. Prueba de Duncan al 5% para tratamientos a los 135 días para altura de plantas

En la figura 3 se presenta la evolución de los rangos de plantas a los 135 días manteniéndose la tendencia del tratamiento que contiene carbonato de calcio y labranza de calcio en primer lugar.

4.3.3 ALTURA DE PLATAS A LOS 180 DÍAS

Cuadro 18. Altura de plantas a los 180 días en cm

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
COL0	18,8	20,7	14,06	53,56	17,85
COL1	20,1	24,7	19,3	64,1	21,37
C1L0	19,7	24,7	23,3	67,7	22,57
C1L1	23,9	20,7	23,5	68,1	22,70
Total de bloques	82,5	90,8	80,16	253,46	84,49
X̄ de bloques	20,63	22,70	20,04	63,37	
X Principal					21,12

Autor: (Johnny Alvear)

Una vez realizada la última toma de altura de las plantas a los 180 días, alcanzó en promedio 21,12cm, prosiguiendo el tratamiento de carbonato calcio y labranza el de más altitud. (Cuadro 18).

Cuadro 19. Análisis de varianza de altura de plantas a los 180 días en cm

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	105,72597				
Bloques	2	15,631267	7,8156333	1,062 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	45,963567	15,321189	2,083 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	27,421633	27,421633	3,728 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	9,9736333	9,9736333	1,355 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	8,5683	8,5683	1,164 ns	5,99	13,74
Error	6	44,131133	7,3551889			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 5,14 %

El Análisis de Varianza no presentó diferencias significativas para tratamientos (Cuadro 19). Además, se obtuvo un coeficiente de variación del 2,69 %, mismo que se encuentra dentro de los márgenes de confiabilidad del ensayo.

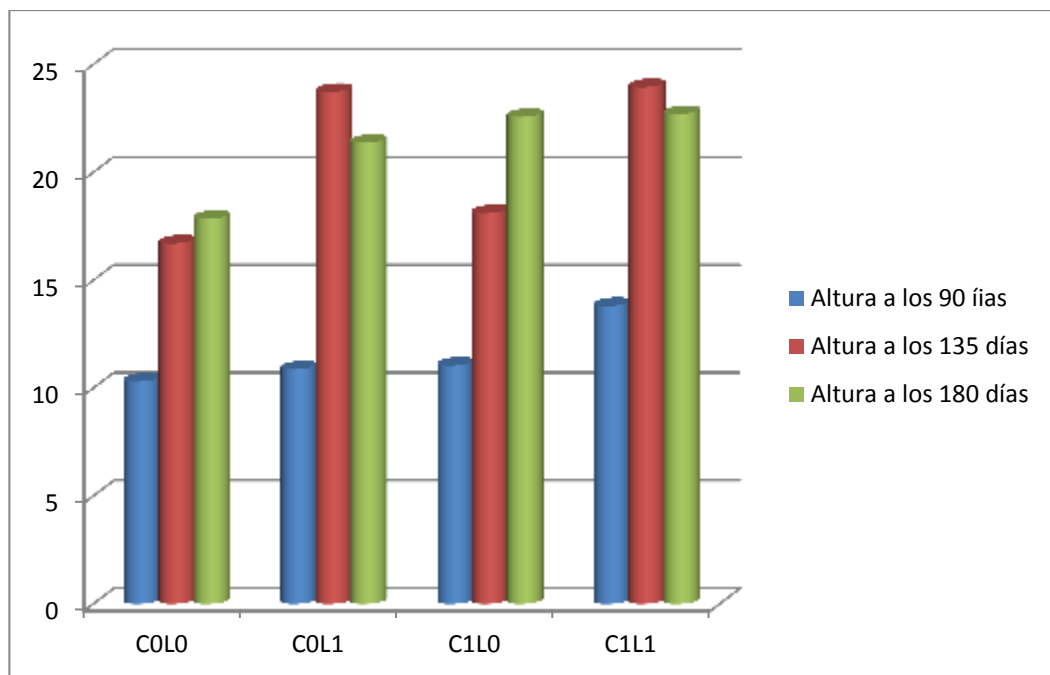


Figura 4. Evolución de altura de plantas entre los intervalos de medidas

En la figura 3 se presenta la evolución de las alturas de plantas para cada uno de los tratamientos a lo largo de los 45 días entre cada toma de alturas, en el cual se refleja que el de más alto rendimiento es el de carbonato de calcio y labranza.

4.4 MATERIA VERDE

En esta variable su valoración se efectuó en cada una de las unidades experimentales, los datos tomados corresponden a un intervalo de tiempo de 45 días desde el primer corte de materia verde, el cual se realizó con un cuadrante de 0,5 metros en cuatro lugares diferentes de cada tratamiento para una mayor uniformidad de la muestra.

4.4.1 MATERIA VERDE A LOS 90 DÍAS

Cuadro 20. Peso de materia verde a los 90 días en kg/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
COL0	3181,8	1500	1800	6481,8	2160,60
COL1	1966,66	2100	3333,33	7399,99	2466,66
C1L0	2100	3766	2266,66	8132,66	2710,89
C1L1	2400	2100	3000	7500	2500,00
Total de bloques	9648,46	9466	10399,99	29514,45	9838,15
X̄ de bloques	2412,12	2366,50	2600,00	7378,61	
X̄ Principal					2459,54

Autor: (Johnny Alvear)

Después de haber realizado la primera cosecha se procedió a pesar con la ayuda de una balanza, la unidad de medida fue en Kg; en cuyo proceso se obtuvo 2459,54 Kg/h⁻¹ de promedio siendo el de mayor porcentaje de producción el tratamiento de carbonato de calcio pero sin labranza (Cuadro 20).

Cuadro 21 Análisis de varianza para materia verde a los 90 días en Kg/ha⁻¹

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	5311298,7				
Bloques	2	122535,53	61267,763	0,077 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	462684,07	154228,02	0,195 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	255462,15	255462,15	0,324 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	6793,9484	6793,9484	0,008 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	200427,98	200427,98	0,254 ns	5,99	13,74
Error	6	4726079,1	787679,85			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 36,08 %

El análisis de varianza para la variable en estudio precisa la no existencia de diferencias estadísticas significativas tanto en tratamientos, labranza y carbonato de calcio Además, se alcanzó un coeficiente de variación del 36,08 %, de factores no controlables dentro del ensayo (Cuadros 21).

4.4.2 MATERIA VERDE A LOS 135 DÍAS

Cuadro 22. Peso de materia verde a los 135 días en kg/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	3500	4000	3333,33	10833,33	3611,11
C0L1	2100	4100	3333,33	9533,33	3177,78
C1L0	3100	3800	3200	10100	3366,67
C1L1	3000	3033,33	5900	11933,33	3977,78
Total de bloques	11700	14933,33	15766,66	42399,99	14133,33
X̄ de bloques	2925,00	3733,33	3941,67	10600,00	
X̄ Principal					3533,33

Autor: (Johnny Alvear)

Evaluando los tratamientos a los 135 días después de la segunda cosecha se alcanzó un promedio 3.533,33 kg/h⁻¹, la cual obtuvo una mayor producción en la unidad experimental de carbonato de calcio con labranza (Cuadro 22).

Cuadro 23. Análisis de varianza de peso de materia verde a los 135 días en kg/h⁻¹

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	9180006				
Bloques	2	2307215,4	1153607,7	1,193 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	1073332,2	357777,41	0,370 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	231482,41	231482,41	0,239 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	23703,407	23703,407	0,024 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	818146,41	818146,41	0,846 ns	5,99	13,74
Error	6	5799458,3	966576,39			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 27,82 %

El Cuadro 23 del Análisis de Varianza, indica que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. También se obtuvo un coeficiente de variación del 27,82 % de los factores ambientales no controlables en el ensayo.

4.2.3 MATERIA VERDE A LOS 180 DÍAS

Cuadro 24, Peso de materia verde a los 180 días en kg/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	13200	13200	29333,33	55733,33	18577,78
C0L1	11733,33	16133,33	20533,33	48399,99	16133,33
C1L0	20533,33	23466,66	22000	65999,99	22000,00
C1L1	23466,66	23466,66	22000	68933,32	22977,77
Total de bloques	68933,32	76266,65	93866,66	239066,63	79688,88
X̄ de bloques	17233,33	19066,66	23466,67	59766,66	
X̄ Principal					19922,22

Autor: (Johnny Alvear)

Finalmente se realizó el tercer corte, en el cual se obtuvo un promedio de 19922,22 kg/h⁻¹ de la mezcla forrajera, manteniéndose el tratamiento de carbonato de calcio y labranza con una mayor producción (Cuadro 24).

Cuadro 25. Análisis de varianza de peso de materia verde a los 180 días en kg/h⁻¹

F de variación	GL	SC	CM	F observado	F 5%	F 1%
Total	11	307429497				
Bloques	2	82100794	41050397	1,812668	5,14	10,92
Tratamientos	3	89450332	29816777	1,3166236	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	79053282	79053282	3,4907667	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	1613340,7	1613340,7	0,0712405	5,99	13,74
Ca x Sist	1	8783709,4	8783709,4	0,3878635	5,99	13,74
Error	6	135878371	22646395			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 23,89 %

El Cuadro 25 del ADEVA no se muestra diferencias significativas para los parámetros a medirse. En cuanto a los factores ambientales no controlables en el ensayo se obtuvo un 23,89 %.

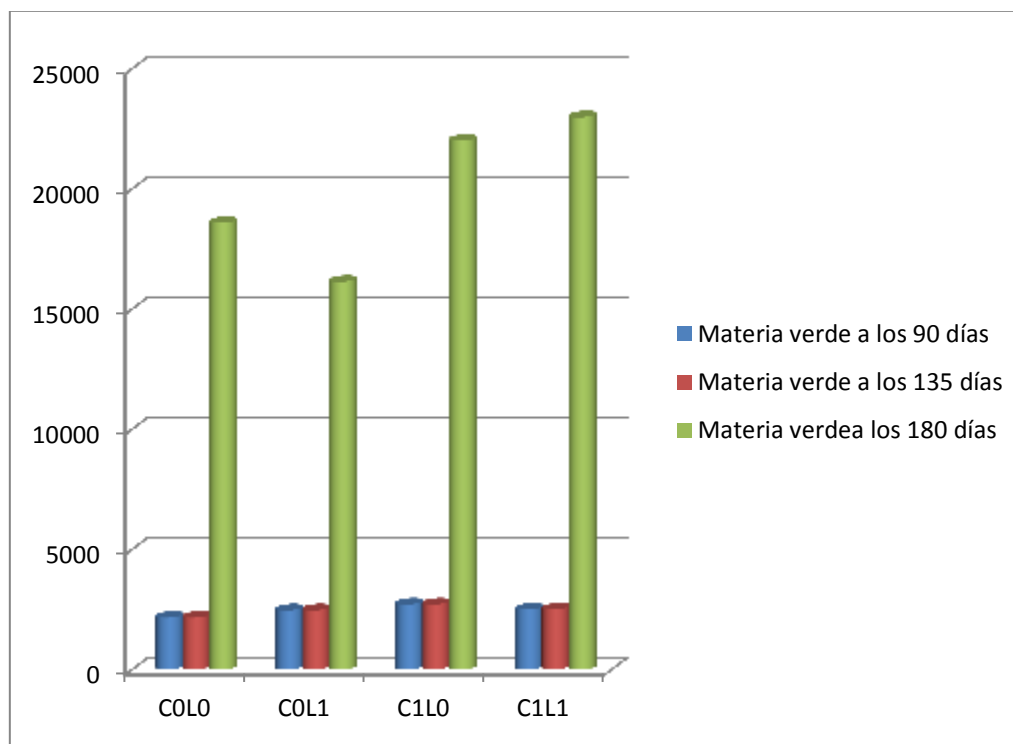


Figura 5. Evolución de la materia verde entre cada intervalo de corte

En la figura 5, se presenta la evolución de la materia verde para cada uno de los tratamientos a lo largo de los intervalos de corte cada 45 días, en el cual se refleja

que el tratamiento con carbonato de calcio y labranza presenta mayor producción de materia verde.

4.5 MATERIA SECA

En base a los mismos pesos cosechados con el cuadrante de la mezcla forrajera por cada unidad experimental a los 90, 135 y 180 días, procedemos a tomar una muestra de cada tratamiento y lo llevamos al laboratorio para sacar los porcentajes requeridos de materia seca.

4.5.1 MATERIA SECA A LOS 90 DÍAS

Cuadro 26. Materia seca a los 90 días en kg/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
COL0	1175,03	300	483,3	1958,33	652,78
COL1	519,98	501,69	828,33	1850	616,67
C1L0	759,99	1449,75	595,9	2805,64	935,21
C1L1	591,12	682,08	756	2029,2	676,40
Total de bloques	3046,12	2933,52	2663,53	8643,17	2881,06
X de bloques	761,53	733,38	665,88	2160,79	
X Principal					720,26

Autor: (Johnny Alvear)

Después de haber realizado la cosecha a los 90 días, se procedió al secado en la estufa de una muestra por cada unidad experimental de la mezcla forrajera, siendo el de mayor porcentaje de producción el tratamiento de carbonato de calcio pero sin labranza (Cuadro 26).

Cuadro 27. Análisis de varianza para materia seca a los 90 días en kg/h⁻¹

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	1107760,1				
Bloques	2	19329,039	9664,5195	0,064 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	190242,64	63414,214	0,423 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	87810,232	87810,232	0,586 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	65234,829	65234,829	0,435 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	37197,581	37197,581	0,248 ns	5,99	13,74
Error	6	898188,37	149698,06			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 53,72 %

Realizado el análisis de varianza para la materia seca se especifica la no existencia de diferencias estadísticas significativas para los factores en estudio,. Además, se obtuvo un coeficiente de variación del 53,72 %.(Cuadro 27).

4.5.2 MATERIA SECA A LOS 135 DÍAS

Cuadro 28. Materia seca a los 135 días en kg/h⁻¹

Tratamientos	I	II	III	Total	\bar{X}
C0L0	625,1	986,4	730,33	2341,83	780,61
C0L1	624,75	933,16	672,66	2230,57	743,52
C1L0	845,68	742,9	752,64	2341,22	780,41
C1L1	633	698,57	1458,48	2790,05	930,02
Total de bloques	2728,53	3361,03	3614,11	9703,67	3234,56
\bar{X} de bloques	682,13	840,26	903,53	2425,92	
\bar{X} Principal					808,64

Autor: (Johnny Alvear)

La materia seca a los 135 días, se lo realizó en el segundo corte de la mezcla forrajera en el cuál se obtuvo un promedio de 808,64kg/h⁻¹, siendo el de más alta producción la unidad experimental que contenía carbonato de calcio y labranza (Cuadro 28).

Cuadro 29. Análisis de varianza para materia seca a los 135 días en kg/h⁻¹

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	613315,88				
Bloques	2	104029,81	52014,903	0,697 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	61665,832	20555,277	0,275 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	26027,973	26027,973	0,348 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	9496,1254	9496,1254	0,127 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	26141,734	26141,734	0,350 ns	5,99	13,74
Error	6	447620,24	74603,373			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 33,78 %

El ADEVA no presentó diferencias significativa. También, se consiguió un coeficiente del 33,78 (Cuadro 29).

4.5.3 MATERIA SECA A LOS 180 DÍAS

Cuadro 30. Materia seca a los 180 días en kg/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	3124,44	2640	483,3	6247,74	2082,58
C0L1	2331,41	3791,33	828,33	6951,07	2317,02
C1L0	4780,15	3583,25	595,9	8959,3	2986,43
C1L1	4831,78	682,08	7617,27	13131,13	4377,04
Total de bloques	15067,78	10696,66	9524,8	35289,24	11763,08
X̄ de bloques	3766,95	2674,17	2381,20	8822,31	
X̄ Principal					2940,77

Autor: (Johnny Alvear)

El secado de materia seca a los 180 días, se lo realizó después del tercer corte de la mezcla forrajera, la cual obtuvo un promedio de 2.940,77 Kg/h⁻¹, observándose que se mantiene la tendencia que el tratamiento con carbonato de calcio y labranza tiene mayor producción.

Cuadro 31. Análisis de varianza para materia seca a los 180 días en kg/h⁻¹

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	51562297				
Bloques	2	4267047,8	2133523,9	0,339 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	9571548,6	3190516,2	0,507 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	6588408,9	6588408,9	1,0478 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	1980598,8	1980598,8	0,315 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	1002541	1002541	0,159 ns	5,99	13,74
Error	6	37723701	6287283,4			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 35,27 %

El Cuadro 31 del ADEVA no muestra diferencias altamente estadísticas para las unidades experimentales. En cuanto a los factores ambientales no controlables en el ensayo se obtuvo un 36,27 %.

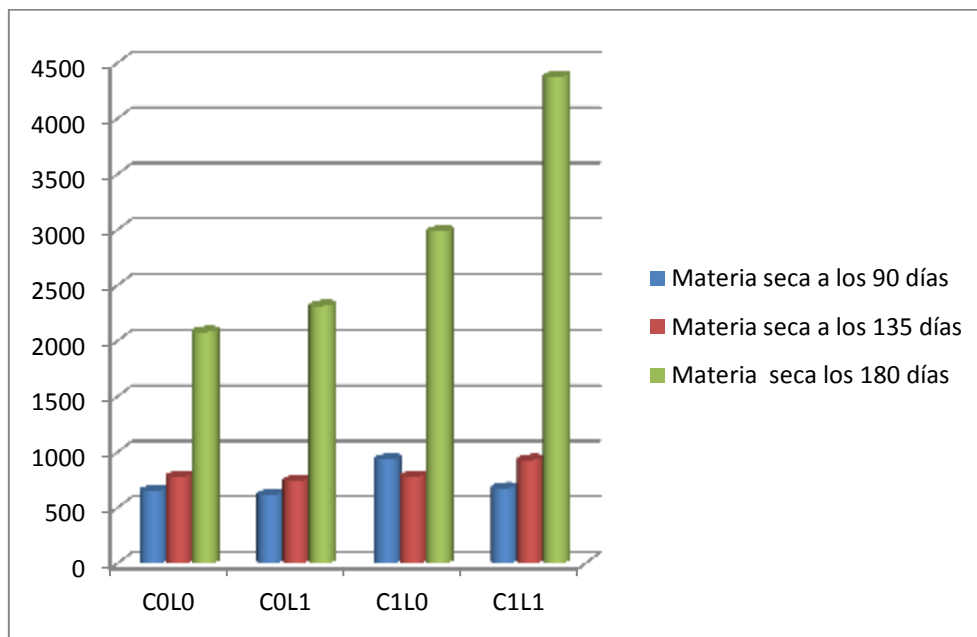


Figura 6. Evolución de la materia seca entre cada intervalo de muestreo

Culminado el periodo de evaluación para materia seca se determina que la tendencia se mantiene y que el tratamiento que tiene carbonato de calcio y labranza es la que sobresale. (Ver figura 6).

4.6 PORCENTAJE DE POROCIDAD DE SUELO

Para la evaluación de esta variable fue necesario aplicar la formula. $\% = (1 - Da/Dr.) \times 100$ en el cual la densidad aparente = Da y densidad real = Dr, estos datos fueron obtenidos de los análisis de suelos realizados en la Estación Experimental del Austro I.N.I.A.P.

4.6.1 PORCENTAJE DE POROCIDAD DEL SUELO AL INICIO

Cuadro 32. Porcentaje de porosidad al inicio

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	51,32	46,03	50,18	147,53	49,18
C0L1	52,45	52,45	40,43	145,33	48,44
C1L0	51,32	50,56	47,92	149,8	49,93
C1L1	47,92	52,83	48,3	149,05	49,68
Total de bloques	203,01	201,87	186,83	591,71	197,24
X̄ de bloques	50,75	50,47	46,71	147,93	
X̄ Principal					49,31

Autor: (Johnny Alvear)

El primer análisis de porosidad del suelo se realizó un mes antes de la siembra cuando se obtuvo el primer análisis de suelo, el cual nos dio un promedio de 49.31%, siendo el de mayor porcentaje el tratamiento con carbonato de calcio pero sin labranza. (Cuadro 32).

Cuadro 33. Análisis de varianza de porosidad al inicio

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	137,00629				
Bloques	2	40,774467	20,387233	1,324 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	3,890425	1,2968083	0,084 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	2,9900083	2,9900083	0,194 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	0,7252083	0,7252083	0,047 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	0,1752083	0,1752083	0,011 ns	5,99	13,74
Error	6	92,3414	15,390233			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 4,85 %

El ADEVA para la porosidad del suelo se indica en el (Cuadro 33) en el cual no se determina diferencias significativas en las fuentes de variación, comprendiéndose que el porcentaje de porosidad es totalmente independiente de los parámetros en

estudio. También, se consiguió un coeficiente de 4,85 %, mismo que se halla dentro de los márgenes de confiabilidad del ensayo.

4.6.2 PORCENTAJE DE PORCIDAD DEL SUELO A LOS 135 DÍAS

Cuadro 34 .Porcentaje de porosidad a los 135 días

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	52,07	51,32	49,05	152,44	50,81
C0L1	48,67	46,03	50,94	145,64	48,55
C1L0	49,81	49,81	52,07	151,69	50,56
C1L1	52,45	48,3	52,45	153,2	51,07
Total de bloques	203	195,46	204,51	602,97	200,99
X de bloques	50,75	48,87	51,13	150,74	
X̄ Principal					50,25

Autor: (Johnny Alvear)

Se establece a los 90 días después de la siembra, exactamente cuándo se realiza el primer corte, se observa que tiene un promedio de 50,25% siendo el mayor el tratamiento con carbonato de calcio y labranza (Cuadro 34).

Cuadro 35. Análisis de varianza de porcentaje de porosidad a los 135 días

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	43,860225				
Bloques	2	11,75285	5,876425	1,749 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	11,951358	3,9837861	1,185 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	3,864675	3,864675	1,150 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	2,3320083	2,3320083	0,6941873 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	5,754675	5,754675	1,713 ns	5,99	13,74
Error	6	20,156017	3,3593361			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 3,65 %

El Análisis de Varianza indica que no hay diferencias significativas para los parámetros en estudio (Cuadro 35). Además, se alcanzó un coeficiente de variación del 3,65 %, de factores no controlables dentro del ensayo, el cual se encuentra dentro del margen confiable.

4.6.3 PORCENTAJE DE POROSIDAD DE SUELO A LOS 180 DÍAS

Cuadro 36. Porcentaje de porosidad a los 180 días

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	52,07	46,79	49,43	148,29	49,43
C0L1	50,18	51,69	47,54	149,41	49,80
C1L0	51,69	49,81	47,17	148,67	49,56
C1L1	50,56	48,3	49,05	147,91	49,30
Total de bloques	204,5	196,59	193,19	594,28	198,09
X̄ de bloques	51,13	49,15	48,30	148,57	
X̄ Principal					49,52

Autor: (Johnny Alvear)

Después de haber realizado el tercer corte se procedió a analizar la porosidad del suelo a los 180 días el cual consta de un promedio de 49,52%, esta vez siendo el de mayor porcentaje el del tratamiento de carbonato de calcio pero sin labranza (Cuadro 36).

Cuadro 37. Análisis de varianza de porcentaje de porosidad a los 180 días

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	36,134667				
Bloques	2	16,837017	8,4185083	2,674 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	0,4098667	0,1366222	0,043 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	0,1045333	0,1045333	0,033 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	0,0108	0,0108	0,003 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	0,2945333	0,2945333	0,093 ns	5,99	13,74
Error	6	18,887783	3,1479639			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 3,58 %

El Cuadro 37 del ADEVA muestra que no hay diferencias significativas para los parámetros en evaluación. En cuanto a los factores ambientales no controlables en el ensayo se obtuvo un 3,58 %, mismo que se halla dentro de los márgenes de confiabilidad.

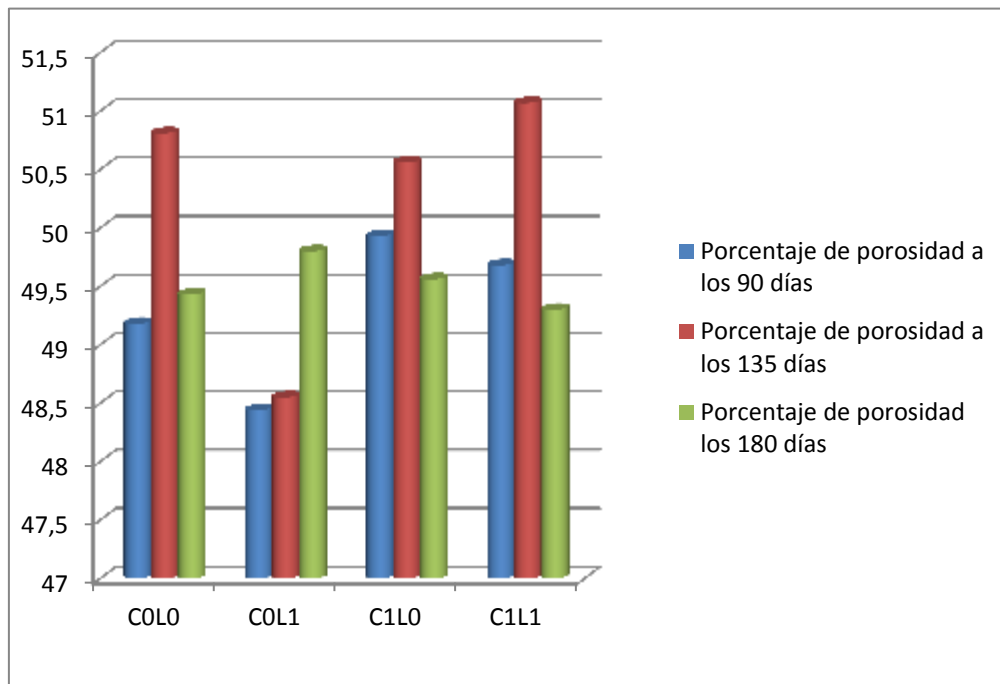


Figura 7. Evolución del porcentaje de porosidad del suelo entre los intervalos de muestreo

En la figura 7 se presenta la evolución del porcentaje de porosidad para cada uno de los tratamientos a lo largo de las semanas de evaluación, en el cual se refleja que el tratamiento con carbonato de calcio y labranza sigue predominando a comparación de los otros.

4.7 AGUA UTILIZADA

Para la evaluación de esta variable, se utilizó el porcentaje de humedad y materia verde de la mezcla forrajera, para lo cual fue necesaria la ayuda del laboratorio de agua y suelos del I.N.I.A.P en la cual utilizamos el porcentaje de humedad, obteniendo así el porcentaje de agua utilizada por la mezcla forrajera. Realizamos una regla de tres simple, con el resultado de materia verde en Kg/ha que es el 100 % y el porcentaje de agua utilizada por la mezcla forrajera, obteniendo un resultado de agua utilizada por la mezcla forrajera en Kg/ha. Como sabemos que 1Kg=1L, tenemos el resultado de agua utilizada por la mezcla forrajera en L/ha

4.7.1 AGUA UTILIZADA EN LA MEZCLA FORRAJERA A LOS 90 DÍAS

Cuadro 38. Agua utilizada en la mezcla forrajera a los 90 días en L/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	2006,77	1200	1316,7	4523,47	1507,82
C0L1	1446,68	1598,31	2505	5549,99	1850,00
C1L0	1340,01	2316,25	1670,76	5327,02	1775,67
C1L1	1808,88	1417,92	2244	5470,8	1823,60
Total de bloques	6602,34	6532,48	7736,46	20871,28	6957,09
X̄ de bloques	1650,59	1633,12	1934,12	5217,82	
X Principal					1739,27

Autor: (Johnny Alvear)

Una vez transcurrido los 90 días después de la siembra de la mezcla forrajera se realiza el primer análisis del porcentaje de agua y suelo de la mezcla forrajera, obteniéndose un promedio de 1.739,27 L/ha de agua utilizada, observamos que el tratamiento con labranza y sin carbonato de calcio tiene la mayor pérdida de agua utilizada (Cuadro 38).

Cuadro 39. Análisis de varianza de agua utilizada a los 90 días en L/h⁻¹

F de Variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	2092626,7				
Bloques	2	228389,7	114194,85	0,417 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	222794,12	74264,706	0,271 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	43724,784	43724,784	0,159 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	114133,51	114133,51	0,417 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	64935,826	64935,826	0,237 ns	5,99	13,74
Error	6	1641442,9	273573,81			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 30,07 %

Realizado el análisis de varianza para cada uno de estos conjuntos de datos (Cuadro 39) se determina la no existencia de significancia estadística para los parámetros en estudio. Además obtuvimos un coeficiente de variación de 30,07% (Cuadro 39).

4.7.2 AGUA UTILIZADA EN LA MEZCLA FORRAJERA A LOS 135 DÍAS

Cuadro 40. Agua utilizada a los 135 días en L/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X̄
	I	II	III		
C0L0	2874,9	3013,6	2603	6247,74	2082,58
C0L1	1475,25	3166,84	2660,67	6951,07	2317,02
C1L0	2254,32	3057,1	2447,36	8959,3	2986,43
C1L1	2367	2334,76	4441,52	13131,13	4377,04
Total de bloques	15067,78	10696,66	9524,8	35289,24	11763,08
X̄ de bloques	3766,95	2674,17	2381,20	8822,31	
X Principal					2940,77

Autor: (Johnny Alvear)

Se realizó a los 45 días después del primer corte y se obtuvo un promedio de 2940,77 litros de la mezcla forrajera, observamos que el tratamiento con carbonato de calcio y labranza obtuvo la mayor pérdida de agua utilizada (Cuadro 40).

Cuadro 41. Análisis de varianza a los 135 días en L/h⁻¹

F de variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	5517685				
Bloques	2	1435023,1	717511,53	1,256 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	657258,91	219086,3	0,383 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	102268,4	102268,4	0,179 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	3193,4981	3193,4981	0,005 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	551797,01	551797,01	0,966 ns	5,99	13,74
Error	6	3425403,1	570900,51			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 27,73 %

En el Cuadro 41 se muestra el ADEVA, mismo que no presentó diferencias estadísticas significativas para los tratamientos. Además, se obtuvo un coeficiente de variación del 27,73 %.

4.7.3 AGUA UTILIZADA EN LA MEZCLA FORRAJERA A LOS 180 DÍAS

Cuadro 42. Agua utilizada a los 180 días en L/h⁻¹

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C0L0	10075,56	10560	24167,74	44803,3	14934,43
C0L1	9401,92	12342	15149,5	36893,42	12297,81
C1L0	15753,18	19883,41	18726,4	54362,99	18121,00
C1L1	18634,88	15849,39	17600	52084,27	17361,42
Total de bloques	53865,54	58634,8	75643,64	188143,98	62714,66
X de bloques	13466,39	14658,70	18910,91	47036,00	
X Principal					15678,67

Autor: (Johnny Alvear)

Se realizó a los 45 días después del segundo corte y se obtuvo un promedio de 15.678,67 litros de la mezcla forrajera, observamos que el tratamiento con carbonato de calcio y sin labranza obtuvo la mayor pérdida de agua utilizada (Cuadro 42).

Cuadro 43. Análisis de varianza de agua utilizada a los 180 días en L/h⁻¹

F de variación	GL	SC	CM	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	219904792				
Bloques	2	65527677	32763838	2,135 ns	5,14	10,92
Tratamientos	3	62342230	20780743	1,354 ns	4,76	9,78
Carbonato de Ca	1	51049103	51049103	3,328 ns	5,99	13,74
Sistemas Labranza	1	8650630,8	8650630,8	0,563 ns	5,99	13,74
Ca x Sist	1	2642496,9	2642496,9	0,172 ns	5,99	13,74
Error	6	92034885	15339148			

Autor: (Johnny Alvear)

CV: 24,98 %

El Cuadro 43 muestra el Análisis de Varianza para el agua utilizada a los 180 días, donde no presentó diferencias significativas para los tratamientos. Además, se obtuvo un coeficiente de variación del 24,98 %.

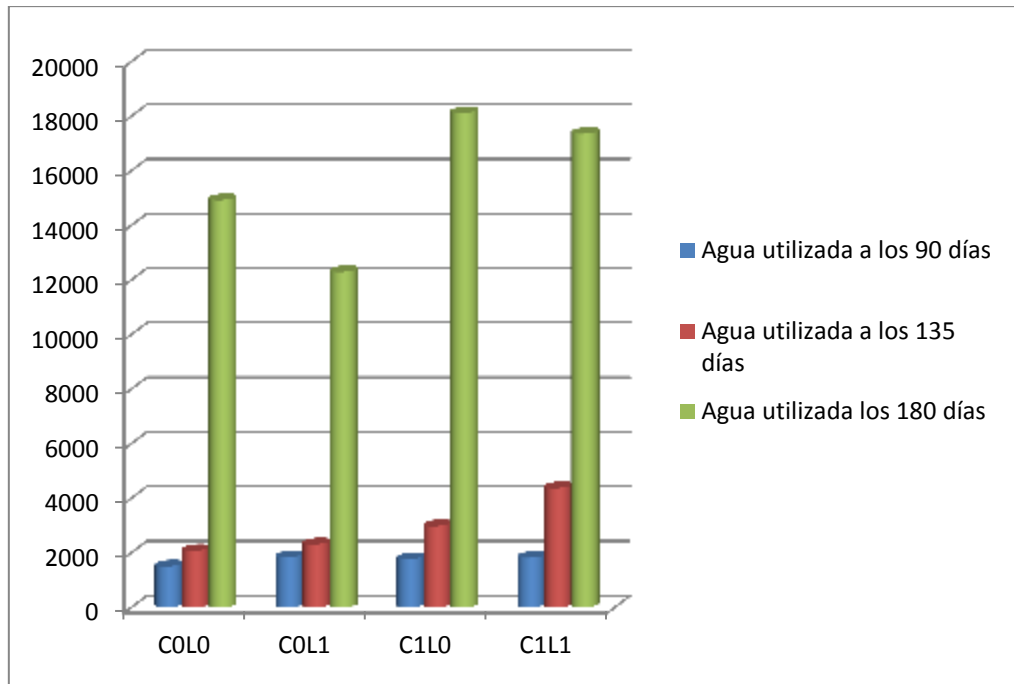


Figura 8. Evolución del agua utilizada entre los intervalos de muestreo

En la figura 8 se presenta la evolución de agua utilizada en la mezcla forrajera se da una dominancia en el tratamiento que solo se aplicó cal.

CAPITULO 5

REGRECIÓN Y CORRELACIÓN

5.1 VARIABLES A TOMARSE

Las variables evaluadas son: el pH del suelo y materia verde a los 90 días, pH y materia verde a los 180 días, pH y altura de plantas a los 90 días, pH y altura de plantas a los 180 días, pH y materia seca a los 90 días, pH y materia seca a los 180 días con un análisis de varianza.

5.1 pH y materia verde a los 90 días

Cuadro 44 Análisis de varianza entre pH y materia verde a los 90 días

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	0,84				
Regresión	1	0,11	0,11	1,55 ns	4,96	10,04
Error	10	0,73	0,07			

Autor: (Johnny Alvear)

Coefficiente de correlación (r) = 0,37

Realizado el análisis de varianza para el pH y materia verde a los 90 días se especifica la no existencia de diferencias estadísticas significativas para los factores en estudio. (Cuadro 44).

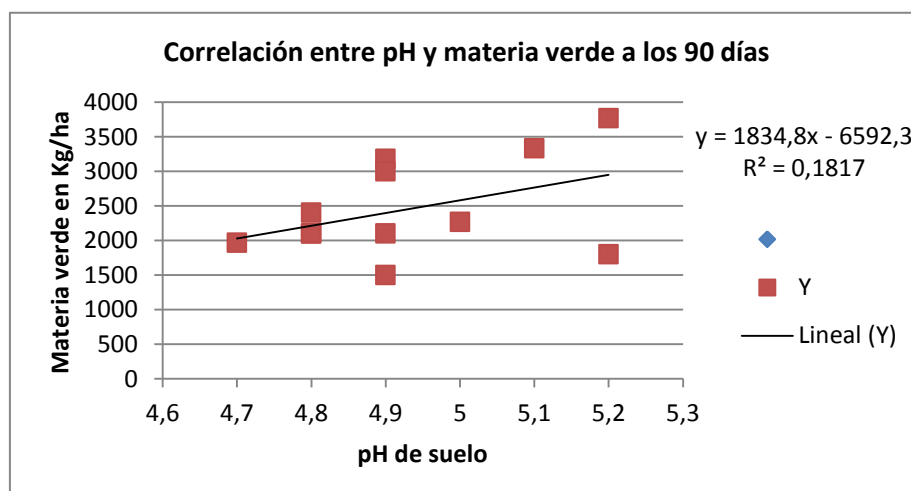


Figura 9. Correlación entre pH y materia verde a los 90 días

En la figura 9 se presenta la relación entre pH y materia verde a los 90 días, además consta de un coeficiente de correlación de 0,37.

5.2 pH y materia verde a los 180 días

Cuadro 45 Análisis de varianza entre pH y materia verde a los 180 días

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	5,14				
Regresión	1	0,19	0,19	0,39 ns	4,96	10,04
Error	10	4,95	0,49			

Autor: (Johnny Alvear)

Coeficiente de correlación (r) = 0,19

El Cuadro 44 del ADEVA no muestra diferencias altamente estadísticas para las unidades experimentales.

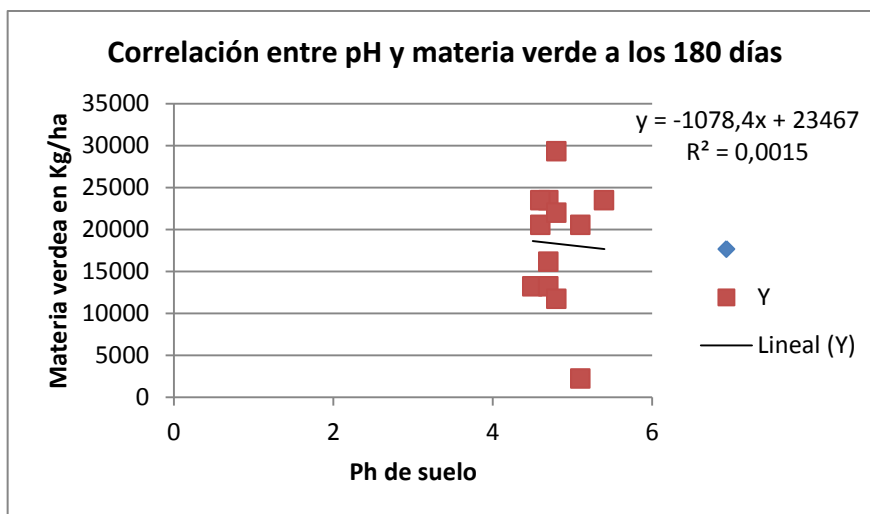


Figura 10. Correlación entre pH y materia verde a los 180 días

En la figura 10 se presenta la relación entre pH y materia verde a los 180 días, tiene coeficiente de correlación de - 0,19.

5.3 pH y altura de plantas a los 180 días

Cuadro 46. Análisis de varianza entre pH y altura de plantas a los 180 días

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	0,28				
Regresión	1	0,02	0,02	0,66 ns	4,96	10,04
Error	10	0,26	0,03			

Autor: (Johnny Alvear)

Coefficiente de correlación (r) = 0,25

El ADEVA para pH y altura de plantas a los 180 días se indica en el (Cuadro 46) en el cual no se determina diferencias significativas.

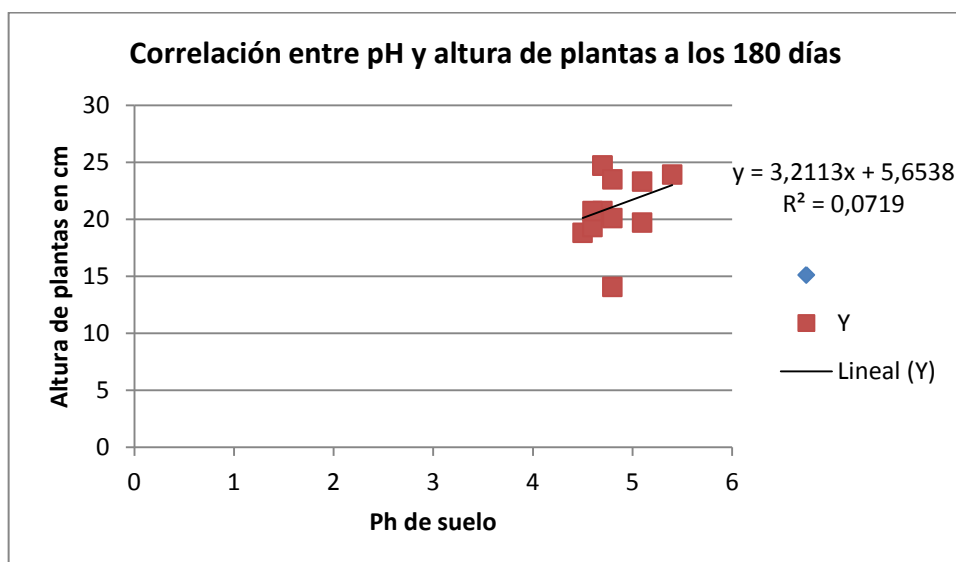


Figura 11. Correlación entre pH y altura de plantas a los 180 días

En la figura 11 se presenta la relación entre las variables de Ph y materia verde a los 180 días con un coeficiente de correlación de 0,25.

5.4 pH y altura de plantas a los 90 días

Cuadro 47. Análisis de varianza entre pH y altura de plantas a los 90 días

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	0,35				
Regresión	1	0,05	0,05	1,63 ns	4,96	10,04
Error	10	0,3	0,03			

Autor: (Johnny Alvear)

Coefficiente de correlación (r) = - 0,37

Realizado el análisis de varianza para el pH y altura de plantas a los 90 días se especifica la no existencia de diferencias estadísticas significativas para los factores en estudio. (Cuadro 47).

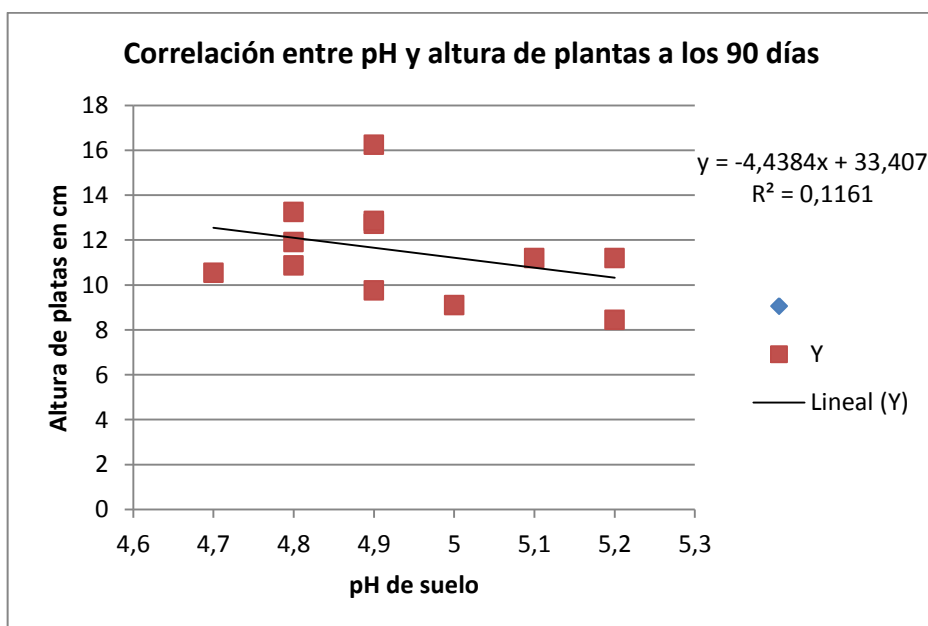


Figura 12. Correlación entre pH y altura de plantas a los 90 días

En la figura 12 se presenta la relación entre los factores de pH y altura de plantas a los 90 días, teniendo un coeficiente de correlación de - 0,37.

5.5 pH y materia seca a los 180 días

Cuadro 48. Análisis de varianza entre pH y materia seca a los 180 días

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	9,76				
Regresión	1	0,37	0,37	0,4 ns	4,96	10,04
Error	10	9,39	0,94			

Autor: (Johnny Alvear)

Coefficiente de correlación (r) = 0,2

El ADEVA no presentó diferencias significativas para los factores en estudio. (Cuadro 48).

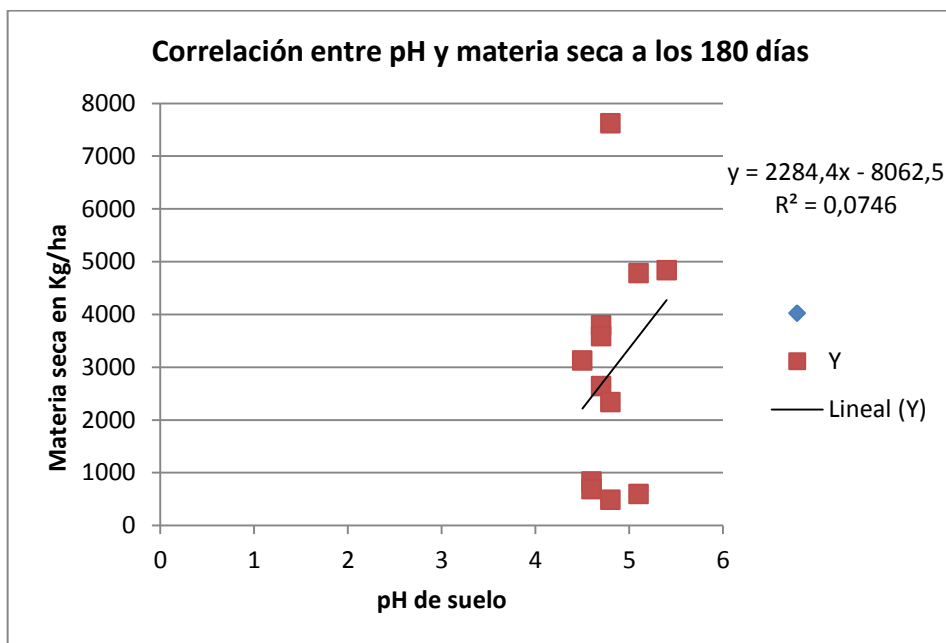


Figura 13. Correlación entre pH y materia seca a los 180 días

En la figura 13 se presenta la relación entre los factores de pH y materia seca a los 180 días, además contiene un coeficiente de correlación de 0,2.

5.6 pH y materia seca a los 90 días

Cuadro 49. Análisis de varianza entre pH y materia seca a los 90 días

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F 5%	F 1%
Total	11	1,92				
Regresión	1	0,23	0,23	1,38 ns	4,96	10,04
Error	10	1,68	0,17			

Autor: (Johnny Alvear)

Coefficiente de correlación (r) = 0,35

Realizado el análisis de varianza para la materia seca se especifica la no existencia de diferencias estadísticas significativas (Cuadro 49)

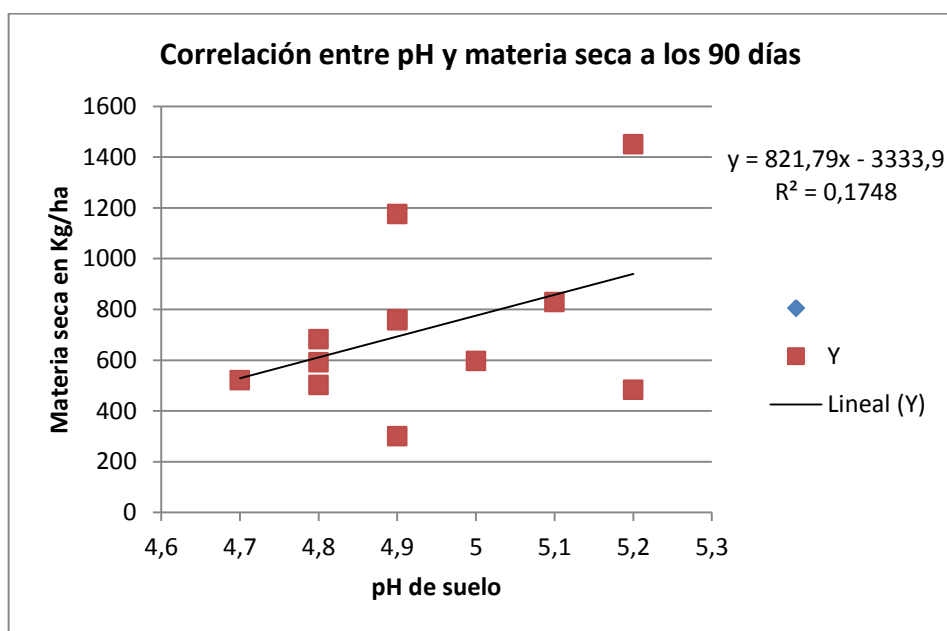


Figura 14. Correlación entre pH y materia seca a los 90 días

En la figura 14 se presenta la relación entre las variables de pH y materia seca a los 90 días con un coeficiente de correlación de 0,35.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos en la investigación y dando respuesta a los objetivos específicos propuestos se concluye lo siguiente:

Que, el pH alcanzado en la investigación se mantuvo estable luego de la aplicación de la enmienda cálcica, hasta el final del experimento (siete meses), cuyos resultados estadísticamente fueron no significativos, por tanto, se infiere que la efectividad de la enmienda en el pH del suelo se dará a los dos o tres años después de realizada la enmienda, concordando con lo propuesto por (Ausilio, 2004) y (Sánchez, 2006).

En referencia a la aplicación del carbonato de calcio en la porosidad del suelo estudiado, se determina que ésta sustancia no tuvo incidencia en las propiedades físicas del suelo.

Del análisis de los sistemas de labranza en la producción de ray grass y trébol medido en cm, se concluyó que la mayor producción adquiere el sistema de labranza mínimo, habiendo diferencias significativas en relación a la labranza cero, debido a que este tipo de labor cultural incide en la mineralización del nitrógeno que seguramente influyo en forma positiva en el crecimiento de la mezcla forrajera que coincide con lo planteado por (Baker C. , 2005).

El mayor rendimiento expresado tanto en materia verde y materia seca, se obtuvo con el tratamiento de carbonato de calcio y labranza mínima, deduciéndose que la enmienda, así como el sistema de labranza mínima favorecieron la productividad de la mezcla forrajera.

Finalmente del análisis de correlación de PEARSON, se determina una débil relación entre el pH y el rendimiento alcanzado por el cultivo.

CAPITULO 7

RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en la investigación se recomienda lo siguiente:

La utilización de la enmienda cálcica y el sistema de labranza mínima, por presentar los mejores rendimientos en la mezcla forrajera de ray grass y trébol.

Probar distintas dosis de carbonato de calcio en función del tipo de suelo y al análisis obtenido de pH en el laboratorio.

Evaluar la efectividad del carbonato de calcio en otros tipos de forrajes en agroecosistemas de características similares.

Realizar aplicaciones de carbonato de calcio en forma progresiva durante dos a tres años, evaluando los resultados en el cambio de pH del suelo.

BIBLIOGRAFÍA - ELECTRONICA

Alba, P. (02 de 08 de 2012). *www.fical.org*. (ON LINE) Recuperado el 04 de 10 de 2015, de Densidad y Porosidad: http://www.fical.org/index.php?option=com_content&view=article&id=53:densidad-y-porosidad&catid=9&Itemid=13

Altamirano, H. (08 de 11 de 2011). *www.dspace.esPOCH.edu.ec*. (ON LINE) Recuperado el 15 de 04 de 2014, de EVALUACIÓN DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA DEL PLÁNTAGO LANCEOLATA ASOCIADO A UNA MEZCLA DE ESPECIES INTRODUCIDAS: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf>

Ausilio, A. (02 de 08 de 2004). *www.fcagr.unr.edu.a*. Obtenido de Corrección de la acidez de los suelos: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/13/9AM13.htm>

Baker, C. (03 de 06 de 2005). *www.fao.org*. (ON LINE) Recuperado el 016 de 07 de 2014, de Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación: <http://www.fao.org/docrep/012/al298s/al298s.pdf>

Baker, J. (03 de 06 de 2002). <http://munimulchen.c>. (on line) Recuperado el 2014 de 07 de 2014, de La agricultura con labranza cero: http://munimulchen.cl/documentos/ambiente/labranza_cero.pdf.

Bernal, J. (2003). *MANUAL DE NUTRICION*. Bogota, Bogota, Colombia: Inpofos.

Campillo, r. (09 de 06 de 2008). *www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33854*. Recuperado el 21 de 08 de 2014, de La acidez de los suelos, Mecanismos involucrados: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33853.pdf>

Cardenas, A. (03 de 09 de 2011). *GUIA DE MANEJO DE PASTOS PARA LA SIERRA ECUATORIANA. GUIA DE MANEJO DE PASTOS PARA LA SIERRA ECUATORIANA*. Cuenca, Azuay, Ecuador.

Chavez, M. (05 de 07 de 2000). *www.C:/Users*. Recuperado el 24 de 07 de 2014, de La acidez y el encalado de los suelos:

file:///C:/Users/jhonnyfreddy/Downloads/LA%20ACIDEZ%20Y%20EL%20ENCALADO%20DE%20LOS%20SUELOS-1984%20(1).pdf

Chimborazo, W. (03 de 06 de 2013). *www.es.slideshare.net*. (on line) Recuperado el 24 de 07 de 2014, de RAY GRASS PERENNE Lolium perenne: <http://es.slideshare.net/wilmerchimborazo96/ray-grass-perenne>

Donosso, V. (22 de 05 de 2005). *www.araucarias.blogspot.com*. (ON LINE) Recuperado el 04 de 10 de 2015, de Densidad Aparente: <http://araucarias.blogspot.com/2005/09/densidad-aparente.html>

Espinosa, J. (03 de 09 de 1999). *www.cia.ucr.ac.c*. Obtenido de ACIDEZ Y ENCALADO DE SUELOS: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf>

Esther, L. (12 de 09 de 2012). *www.repositorio.utn.edu.ec*. (ON LINE) Recuperado el 09 de 04 de 2015, de CRESIMIENTO Y DESARROLLO DE OVINOS CORRIDALES ESTABULADOS UTILIZANDO TRES MEZCLAS FORRAJERAS AL CORTE: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2123/1/TESIS%20OVINOS.pdf>

Ferrat, I. (19 de 08 de 2012). *www.ipni.net*. Recuperado el 14 de 04 de 2014, de CAL AGRICOLA: CONCEPTOS BASICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS: [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/5057DEAFC8DE54CC06256AD1005D7CB9/\\$file/cal+agricola+conceptos+basicos+para+la+produccion+de+cultivos.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/5057DEAFC8DE54CC06256AD1005D7CB9/$file/cal+agricola+conceptos+basicos+para+la+produccion+de+cultivos.pdf)

Gentos, B. (09 de 03 de 2000). *www.produccion-animal.com.ar*. Recuperado el 15 de 07 de 2014, de TREBOL BLANCO: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/36-trebol_blanco.pdf

Gines, I. (13 de 06 de 2002). *www.oa.upm.es*. (ON LINE) Recuperado el 16 de 07 de 2014, de Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo: http://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL_MONO_2002_01.pdf

Hidalgo, P. (08 de 03 de 2010). Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de rye grass mediante diferentes niveles de compost. Riobamba, Riobamba, Ecuador.

Juna, W. (03 de 04 de 2009). [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/340/1/13T0632JUNA%20CARLO S.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/340/1/13T0632JUNA%20CARLO%20S.pdf). (on line) Recuperado el 05 de 04 de 2014, de Evaluación de tres sistemas de labranza y dos sistemas de siembra en el rendimiento de arveja: [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/340/1/13T0632JUNA%20CARLO S.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/340/1/13T0632JUNA%20CARLO%20S.pdf)

Leon, R. (2003). *PASTOS Y FORRAJES producción y manejo*. Quito: Ediciones CIENTIFICAS Agustin Alvarez.

Llangari, P. (05 de 10 de 2013). Experiencias en manejo y producción limpia de pasturas. *Experiencias en manejo y producción limpia de pasturas*. Quito, Quito, Ecuador: CASTILLA.

Magra, G. (04 de 08 de 2004). <http://www.fcagr.unr.edu.ar>. (ON LINE) Recuperado el 02 de 07 de 2014, de Corrección de la acidez de los suelos: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/13/9AM13.htm>

Molina, E. (02 de 09 de 1998). http://anfacal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.pdf. Recuperado el 07 de 07 de 2014, de Acidez de suelo y Encalado: https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=RzP2U560GezO8gf2n4DYCg#q=Espinosa+1995+cal

Navarrete, C. (17 de 11 de 2004). http://praderasypasturas.com/rolando/02.-Tesis/02.-Ballica_de_Rotacion_Corta/01.-Carolina_Andrea_Navarrete_Delgado.pdfhttp://praderasypasturas.com/rolando/02.-Tesis/02.-Ballica_de_Rotacion_Corta/01.-Carolina_Andrea_Navarrete_Delgado.pdf (ON LINE) Recuperado el 29 de 04 de 2015, de http://praderasypasturas.com/rolando/02.-Tesis/02.-Ballica_de_Rotacion_Corta/01.-Carolina_Andrea_Navarrete_Delgado.pdf.

Orozco, E. (03 de 05 de 2009). *www.mag.go.cr*. (on line) Recuperado el 09 de 04 de 2015, de MATERIA VERDE: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_b_forrajeros_03.pdf

Ortiz, D. (05 de 06 de 2014). *www.es.slideshare.net*. Recuperado el 15 de 07 de 2014, de Forrajicultura trébol blanco: <http://es.slideshare.net/DavidOrtiz90/trifolium-repens-trbol-blanco>

Ramirez, J. (05 de 08 de 2011). *Descripción del trébol blanco (trifolium repens)*. (ON LINE) Recuperado el 15 de 04 de 2014, de *www.picasso.com.*: http://www.picasso.com.ar/descripcion_semillas_trebol_blanco.php

Rodriguez, P. (15 de 09 de 2005). <http://www.efadip.org/comun/publicaciones/recomendadas/ENCALADO.pdf>. (ON LINE) Recuperado el 27 de 04 de 2015, de <http://www.efadip.org/comun/publicaciones/recomendadas/ENCALADO.pdf>.

Rucks, L. (06 de 09 de 2004). *www.fagro.edu.uy*. (ON LINE) Recuperado el 10 de 04 de 2015, de Propiedades físicas del suelo: <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material/fisicas.pdf>

Salvo, R. (13 de 05 de 2006). *www.cybertesis.uach.cl*. (ON LINE) Recuperado el 29 de 04 de 2015, de Evaluación de dos fertilizantes foliares en una pradera de ballica bianual *lolium multiflorum. italicum*: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fas186e/doc/fas186e.pdf>

Sánchez, M. (21 de 06 de 2006). *www.palmasyfrutalesuis.blogspot.com*. Obtenido de Corrección de suelos acidos mediante enmiendas de calizas: <http://palmasyfrutalesuis.blogspot.com/2013/11/correccion-de-suelos-acidos-mediante.html>

Silva, H. R. (08 de 06 de 2011). *www.dspace.esPOCH.edu.ec*. Recuperado el 10 de 07 de 2014, de Evaluación de diferentes densidades de siembra del plántago lanceolata asociado a una mezcla forrajera de Especies Introducidas: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf>

Vargas, C. (22 de 05 de 2011). *www.dspace.esPOCH.edu.ec*. Recuperado el 15 de 04 de 2014, de EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE ENMIENDAS HUMICAS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1004/1/17T01057.pdf>

Velasco, A. (03 de 07 de 2011). *www.dspace.esPOCH.edu.ec*. Recuperado el 10 de 07 de 2014, de EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE ENMIENDAS HUMICAS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE DE lolium perenne RYE GRASS: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1004/1/17T01057.pdf>

Viñan, J. (23 de 10 de 2008). *www.dspace.esPOCH.edu.ec*. Recuperado el 15 de 04 de 2014, de EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMUS (4,5,6 Tn/ha) EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA lolium perenne EXPLOTADA EN EL CANTON GUANO, PROVINCIA DEL CHIMBORAZO: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1499/1/17T0867.pdf>

ANEXOS

Anexo A: Detalla los datos reales del pH del suelo al inicio, 90 y 135 días, los mismos se observan en los cuadros A1, hasta el A3.

Cuadro A 1 pH. Inicio

PH al Inicio			
	R1	R2	R3
T1	5,1	5,2	5,9
T2	5,3	5,2	5,8
T3	5,3	5,5	5,6
T4	5,2	5,6	5,4

Cuadro A 2 pH 90 días

PH 90 días			
	R1	R2	R3
T1	4,9	4,9	5,2
T2	4,7	4,8	5,1
T3	4,9	5,2	5
T4	4,8	4,8	4,9

Cuadro A 3. pH 135 días

PH 180 días			
	R1	R2	R3
T1	4,5	4,7	4,8
T2	4,8	4,7	4,6
T3	5,1	4,7	5,1
T4	5,4	4,6	4,8

Autor: (Johnny Alvear)

Anexo B: Muestra los datos reales de la altura de plantas a los 90,135 y 180 días, estos valores están dados en cm, los mismos se indican en los cuadros B1 al B3.

Cuadro B 1. Altura de plantas a los 90 días

Altura de plantas 90 días			
	R1	R2	R3
T1	12,72	9,76	8,45
T2	10,55	10,87	11,2
T3	12,85	11,2	9,11
T4	11,92	13,25	16,25

Cuadro B 2. Altura de plantas a los 135 días

Altura de plantas 135 días			
	R1	R2	R3
T1	17,66	18,86	13,6
T2	26,8	21,4	23
T3	15,6	20,13	18,6
T4	22,6	23	26,26

Cuadro B 3. Altura de plantas a los 180 días

Altura de plantas 180 días			
	R1	R2	R3
T1	18,8	20,7	14,06
T2	20,1	24,7	19,3
T3	19,7	24,7	23,3
T4	23,9	20,7	23,5

Autor: (Johnny Alvear)

Anexo C Los datos de peso de materia verde a los 90, 135 y 180 se hacen referencia en los cuadros C1 hasta el C3, los mismos están dados en Kg/ha..

Cuadro C1. Peso de materia verde a los 90 días

Santa Isabel peso de materia verde Kg/ha 90 días			
	R1	R2	R3
T1	3181,8	1500	1800
T2	1966,66	2100	3333,33
T3	2100	3766	2266,66
T4	2400	2100	3000

Cuadro C 2. Peso de materia verde a los 135 días

Santa Isabel peso de materia verde Kg/ha 135 días			
	R1	R2	R3
T1	3500	4000	3333,33
T2	2100	4100	3333,33
T3	3100	3800	3200
T4	3000	3033,33	5900

Cuadro C 3. Peso de materia verde a los 180 días

Santa Isabel peso de materia verde Kg/ha 180 días			
	R1	R2	R3
T1	13200	13200	29333,33
T2	11733,33	16133,33	20533,33
T3	20533,33	23466,66	22000
T4	23466,66	23466,66	22000

Autor: (Johnny Alvear)

Anexo D: Detalla los datos reales de peso de materia seca los mismos se observan en los cuadros D1, hasta el D3, estos pertenecen al primer y segundo periodo.

Cuadro D1 Peso de materia seca a los 90 días

Peso de materia seca Kg/ha 90 días			
	R1	R2	R3
T1	1175,03	300	483,3
T2	519,98	501,69	828,33
T3	759,99	1449,75	595,9
T4	591,12	682,08	756

Cuadro D2 Peso de materia seca a los 135 días

Peso de materia seca Kg/ha 135 días			
	R1	R2	R3
T1	625,1	986,4	730,33
T2	624,75	933,16	672,66
T3	845,68	742,9	752,64
T4	633	698,57	1458,48

Cuadro D3. Peso de materia seca a los 180 días

Peso de materia seca Kg/ha 180 días			
	R1	R2	R3
T1	3124,44	2640	483,3
T2	2331,41	3791,33	828,33
T3	4780,15	3583,25	595,9
T4	4831,78	682,08	7617,27

Autor: (Johnny Alvear)

Anexo E: Muestra los datos reales del porcentaje de porosidad al inicio, 135 y 180 días, los mismos se indican en los cuadros E1 al E3.

Cuadro E 1. Porcentaje de porosidad al inicio

% de porosidad al inicio			
	R1	R2	R3
T1	51,32	46,03	50,18
T2	52,45	52,45	40,43
T3	51,32	50,56	47,92
T4	47,92	52,83	48,3

Cuadro E 2. Porcentaje de porosidad a los 135 días

% de porosidad 135 días			
	R1	R2	R3
T1	52,07	51,32	49,05
T2	48,67	46,03	50,94
T3	49,81	49,81	52,07
T4	52,45	48,3	52,45

Cuadro E 3. Porcentaje de porosidad a los 180 días

% de porosidad al inicio 180 días			
	R1	R2	R3
T1	52,07	46,79	49,43
T2	50,18	51,69	47,54
T3	51,69	49,81	47,17
T4	50,56	48,3	49,05

Autor: (Johnny Alvear)

Anexo F Los datos de valoración de agua utilizada por la mezcla forrajera se hacen referencia en los cuadros F1 hasta el F3,

Cuadro F1. Valoración de agua utilizada a los 90 días

Valoración de agua utilizada 90 días			
	R1	R2	R3
T1	2006,77	1200	1316,7
T2	1446,68	1598,31	2505
T3	1340,01	2316,25	1670,76
T4	1808,88	1417,92	2244

Cuadro F2. Valoración de agua utilizada a los 135 días

Valoración de agua utilizada 135 días			
	R1	R2	R3
T1	2874,9	3013,6	2603
T2	1475,25	3166,84	2660,67
T3	2254,32	3057,1	2447,36
T4	2367	2334,76	4441,52

Cuadro F3. Valoración de agua utilizada a los 180 días

Valoración de agua utilizada 180 días			
	R1	R2	R3
T1	10075,56	10560	24167,74
T2	9401,92	12342	15149,5
T3	15753,18	19883,41	18726,4
T4	18634,88	15849,39	17600

Autor: (Johnny Alvear)

Anexo G: Detalla los datos reales de peso de porcentaje de humedad y porcentaje de materia seca los mismos se observan en los cuadros G1, hasta el G3, estos pertenecen al primer y segundo periodo.

Cuadro G 1 Porcentaje de humedad y materia seca a los 90 días
Determinación del % de Humedad y el contenido de MATERIA SECA, en 12 Tratamientos de Pastos.

Solicita: Egdo: Johny Alvear		
Lugar: Santa Isabel Azuay		
Muestra: Pasto (12 muestras)		
Fecha: 08/12/2014		
Resultados		
Muestra	% Humedad	% Materia Seca
T1R1	63.07	36.93
T1R2	80.00	20.00
T1R3	73.15	26.85
T2R1	73.56	26.44
T2R2	76.11	23.89
T2R3	75.15	24.85
T3R1	63.81	36.19
T3R2	69.47	30.53
T3R3	70.31	29.69
T4R1	75.37	24.63
T4R2	67.52	32.48
T4R3	74.80	25.20

Cuadro G2. Porcentaje de humedad y materia seca a los 135 días

Muestras	Código/IDENTIFI	% Humedad	% Mat. Seca
1	T1R1	82.14	17.86
2	T1R2	75.34	24.66
3	T1R3	78.09	21.91
4	T2R1	70.25	29.75
5	T2R2	77.24	22.76
6	T2R3	79.82	20.18
7	T3R1	72.72	27.28
8	T3R2	80.45	19.55
9	T3R3	76.48	23.52
10	T4R1	78.9	21.1
11	T4R2	76.97	23.03
12	T4R3	75.28	24.72

Cuadro G3. Porcentaje de humedad y materia seca a los 180 días

Muestras	Código/IDENTIFI	% Humedad	% Mat. Seca
1	TIRI	76.33	23.67
2	T1R2	80	20
3	T1R3	82.39	17.61
4	T2R1	80.13	19.87
5	T2R2	76.5	23.5
6	T2R3	73.78	26.22
7	T3R1	76.72	23.28
8	T3R2	84.73	15.27
9	T3R3	85.12	14.88
10	T4R1	79.41	20.59
11	T4R2	67.54	32.46
12	T4R3	80	20

Anexo H: Muestra una secuencia fotográfica del desarrollo del experimento.



Foto 1 Detalla el capo experimental, con las unidades experimentales con labranza mínima, cero y encalado



Foto 2 Identificación del ensayo y trazado de caminos



Foto 3. Altura de plantas



Foto 4. Análisis de materia seca en el laboratorio



Foto 5.Producción de la mezcla forrajera a los 90 días



Foto 6. Producción de la mezcla forrajera a los 135 días



Foto 7. Producción de la mezcla forrajera a los 180 días