



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“REGENERACIÓN DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS”

TRABAJO DE TITULACION

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

MARCO VINICIO RIVERA CAZCO

Riobamba – Ecuador

2014

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. Marco Bolívar Fiallos López.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega Ph.D.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez.

ASESOR DE TESIS

Riobamba, 24 de Junio del 2014.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haber guiado mis pasos, en segundo lugar un agradecimiento sincero a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias Pecuarias por abrirme sus puertas y brindarme una sólida formación profesional, al Doctor Luis Fiallos, Director de Tesis por brindarme su apoyo incondicional y conocimientos, de igual manera al Ing. Marco Fiallos y al Ing. Santiago Jiménez como miembros del tribunal.

Marco

DEDICATORIA

El esfuerzo y deseo de superación que las personas poseen dentro de sí es el que solo hace falta para darse cuenta de que cada objetivo y meta que uno se imponga lo puede realizar.

Al finalizar esta etapa de mi vida dedico este trabajo a muchas personas en especial a mis padres Rigoberto Rivera y Julia Cazco que fueron los impulsores de este sueño y meta cumplida, a mí esposa e hija Mónica y Camila que nunca perdieron la fe en mí, a mis hermanos Ricardo, Patricio, Adrián, Kevin y Alexis que siempre estuvieron cuando más los necesite.

Marco

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. ENMIENDAS	3
1. <u>Generalidades</u>	3
2. <u>Funciones de las enmiendas</u>	3
3. <u>Factores que se deben tener en cuenta para escoger una enmeinda</u>	3
4. <u>Tipo de enmienda o cales</u>	4
a. Oxido de calcio o cal Viva	4
b. Hidróxido de calcio o cal Apagada	4
c. Cal calcítica o cal agrícola	5
d. Cal Dolomítica	5
5. Enmiendas Complejas	5
B. CARBONATO DE CALCIO	6
1. <u>Importancia</u>	7
2. <u>Necesidades de cal agrícola</u>	7
a. El ph del suelo	7
b. La capacidad tampón	7
c. El tipo de cultivo	8
d. La cantidad de aluminio	8
e. Análisis de suelo	8
3. <u>Aplicación de la cal agrícola</u>	8
4. <u>Puntos clave de la enmienda</u>	9
5. <u>Calidad del carbonato de calcio</u>	10
6. <u>Selección del Carbonato de Calcio</u>	10
a. Grado de finura	10

b. Valor de neutralización	11
c. Aporte de otros elementos	12
d. Pureza química	12
C. PRADERAS	12
1. <u>Praderas naturales o pastizales</u>	13
2. <u>Praderas artificiales o pasturas cultivadas</u>	13
3. <u>Praderas de pastos naturalizados</u>	13
D. REGENERACIÓN DE PRADERAS	13
1. <u>Métodos de regeneración de praderas</u>	14
a. Al voleo	14
b. En potreros de sacrificio	15
c. A través del animal	15
d. Con maquinaria especializada	15
2. <u>Factores a considerar en una regeneración</u>	16
a. Tipo de suelo y topografía	16
b. Época de Regeneración	16
c. Selección de especies a regenerar	16
d. Inoculación y peletización	16
e. Dosis de siembra	17
f. Fertilidad del suelo y fertilización	17
g. Profundidad de siembra	17
h. Velocidad de trabajo	17
E. MEZCLAS FORRAJERAS	18
1. <u>Elección de especies por su adaptación a suelo y clima</u>	18
2. <u>Cantidad de especies componentes de las mezclas</u>	19
3. <u>Fertilización de mezclas forrajeras</u>	19
4. <u>Mezclas forrajeras para la Sierra</u>	19
F. CARACTERÍSTICAS BOTANICAS DE LAS ESPECIES FORRAJERAS PROMISORIAS E INTRODUCIDAS	20
1. <u><i>Arrhenatherum elatius</i>. (Pasto avena)</u>	20
a. Composición Bromatológico	21
b. Características botánica	21
c. Tipo de suelo.	21

d. Temperatura	22
e. Riego	22
f. Fertilización	22
g. Producción de semilla	22
h. Producción de forraje verde y materia seca	23
2. <u><i>Lolium multiflorum</i></u> . (Ray grass anual)	23
a. Composición Bromatológica	23
b. Adaptación	24
c. Producción de materia seca	24
3. <u><i>Dactylis glomerata</i></u> . (Pasto Azul)	24
a. Composición Bromatológica	24
b. Características botánicas	25
c. Producción de materia seca	25
4. <u><i>Trifolium repens</i></u> . (Trébol Blanco)	26
a. Composición Bromatológica	26
b. Características botánicas	26
c. Producción de materia seca	27
5. <u><i>Trifolium pratense</i></u> . (Trébol Rojo)	27
a. Características botánicas	27
b. Composición Bromatológica	28
c. Producción de materia seca	28
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	29
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	29
1. <u>Condiciones Meteorológicas</u>	29
2. <u>Condiciones edáficas</u>	29
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	30
C. MATERIALES Y EQUIPOS	30
1. <u>Materiales</u>	30
2. <u>Equipos</u>	31
3. <u>Insumos</u>	31
4. <u>Laboratorio</u>	31
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	31
1. <u>Esquema del experimento</u>	32

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	32
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.	33
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	33
1. <u>Descripción del experimento</u>	33
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	34
1. <u>Porcentaje de prendimiento</u>	34
2. <u>Tiempo de ocurrencia de la prefloración</u>	34
3. <u>Porcentaje de germinación</u>	34
4. <u>Resistencia a la sequia</u>	35
5. <u>Vigor de la planta</u>	35
6. <u>Tolerancia a enfermedades</u>	35
7. <u>Producción de forraje verde y materia seca</u>	36
8. <u>Composición botánica</u>	36
9. <u>Composición Bromatológica</u>	36
10. <u>Análisis Físico – Químico del suelo al inicio y final del experimento.</u>	37
11. <u>Indicador beneficio/costo</u>	37
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	38
A. GERMINACIÓN DE LA MEZCLA FORRAJERA DE <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL) CON LA ADICCIÓN DE CaCO ₃ .	38
B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS (CaCO ₃) E INCORPORACION DE ESPECIES DE ALTO VALOR FORRAJERO COMO <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA).	40
1. <u>Porcentaje de prendimiento.</u>	40
2. <u>Tiempo de ocurrencia de la prefloración en días</u>	43
3. <u>Composición botánica</u>	45
a. Porcentaje de gramíneas.	45
b. Porcentaje de leguminosas.	47

c. Porcentaje de malezas	49
4. <u>Producción de forraje verde (t/ha/corte)</u>	51
5. <u>Producción de materia seca (t/ha/corte)</u>	53
6. <u>Vigor de la planta a los 30 y 45 días.</u>	55
7. <u>Resistencia a la sequía.</u>	58
8. <u>Tolerancia a enfermedades.</u>	60
9. <u>Análisis de correlación entre las variables.</u>	61
C. ANALISIS DE SUELO ANTES Y DESPUES DE LA REGENERACION DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS.	63
1. <u>Ph</u>	63
2. <u>Materia Orgánica (%)</u>	64
3. <u>Nitrógeno total (%)</u>	64
4. <u>Fósforo (ppm)</u>	65
5. <u>Potasio (cmol)</u>	66
D. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	66
1. <u>Proteína (%)</u>	66
2. <u>Materia seca (%)</u>	67
3. <u>Grasa (%)</u>	68
4. <u>Cenizas (%)</u>	68
5. <u>Fibra (%)</u>	68
6. <u>Humedad (%)</u>	69
E. ANÁLISIS ECONÓMICO	69
V. <u>CONCLUSIONES</u>	71
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	73
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	74
<u>ANEXOS</u>	

RESUMEN

En la Comunidad “Llangahua”, del sector el Salado, Parroquia Pilahuin, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua se estableció los distintos lotes de producción de forraje del proyecto “Recuperación del potencial productivo agropecuario de los páramos del Chimborazo y Tungurahua, a partir de la experiencia generada por el proyecto P:B:I:D016, Establecimiento y Manejo de Germoplasma de Especies Forrajeras Nativas y/o Naturalizadas Altoandinas”, se evaluó la producción primaria forrajera en el estado de prefloración, de la especie promisorio naturalizada *Arrhenatherum elatius* y las especies introducidas, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, con la aplicación de enmiendas, utilizando el carbonato de calcio (CaCO_3) en una cantidad de 1250 kg/ha en los tres tratamientos. La investigación conto con un área total de 1200 m², establecidas en tres unidades experimentales, cada una con una área de 400m²(20 m x 20 m), constituida por 3 lotes de 133,33m², que representan las 3 repeticiones por tratamiento, las cuales fueron evaluadas bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Determinándose que el T2 (*Arrhenatherum elatius* + CaCO_3) mostro los mejores resultados con un porcentaje de prendimiento de 95,59%, tiempo de ocurrencia a la prefloración de 51,67 días, producción de forraje verde 5,87 Tn/ha/corte, materia seca 2,09 Tn/ha/corte, vigor de la planta de 9,04 y 9,00 a los 30 y 45 días respectivamente. Una resistencia a la sequía alta y tolerancia a enfermedades según la escala excelente, mostrando similar comportamiento en las tres unidades experimentales. Obteniendo un beneficio/costo de 1,94; por lo que se recomienda utilizar el *Arrhenatherum elatius* + Ca CO_3 , 1250 kg/ha.

ABSTRAC

At "Llangahua" community from the Salado zone, Pilahuin Parish, Ambato city, Tungurahua Province, it was determined the different terrains of forage production from the project "Recovery of the farming productive potential at the wastelands of Chimborazo and Tungurahua, taking of from the experience generated by the P: B: I: D016 project, Settlement and Management of Germplasm of Native and/or Highland Naturalized Forage Species", primary forage production at pre blooming stage from the naturalized promissory species *Arrhenatherum elatius* and the introduced species, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, with the application of corrections, by using calcium carbonate (CaCO_3) in a quantity of 1250 kg/ha on the three treatments. The research work included a total area of 1200 m², displayed in three experimental units, of 400m² (20m x 20m) each one, made up of three plots of 133,33m², which represent the three repetitions per treatment, which were evaluated out of a Design of Completely Randomize Blocks (RCBD). Determining this way that T2 (*Arrhenatherum elatius* + CaCO_3) showed the best results with a root taking percentage of 95.59%, occurrence time to pre blooming of 51.67 days, production of green forage 5.87 Tn/ha/cut, dry matter 2.09 Tn/ha/cut, plant strength of 9.04 and 9.00 to 30 and 45 days correspondingly. High resistance to drought and tolerance to illnesses according to excellent scale, showing similar behavior on the three experimental units, having a benefit/cost of 1.94; so it is recommended to use *Arrhenatherum elatius* + Ca CO_3 , 1250 kg / ha.

LISTA DE CUADROS

No		Pág.
1.	CARACTERÍSTICAS Y VALOR NEUTRALIZANTE RELATIVO DE DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES PARA LA ENMIENDA.	11
2.	PRINCIPALES MEZCLAS FORRAJERAS APTAS PARA CLIMA FRÍO Y QUE SOPORTAN PASTOREO EN LA SIERRA ECUATORIANA.	20
3.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO AVENA.	21
4.	COMPOSICIÓN BROMATOLOGICA DEL RAY GRASS ANUAL.	23
5.	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PASTO AZUL.	25
6.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL TREBOL BLANCO	26
7.	COMPOSICION BROMATOLÓGICA DEL TREBOL ROJO	28
8.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA COMUNIDAD DE LLANGAHUA.	29
9.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	29
10.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	32
11.	ESQUEMA DEL ADEVA	33
12.	ESCALA PARA DETERMINAR EL VIGOR	35
13.	ESCALA PARA DETERMINAR LA TOLERANCIA A ENFERMEDADES	36
14.	COMPORTAMIENTO PODUCTIVO DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS (CaCO ₃) E INCORPORACION DE ESPECIES DE ALTO VALOR FORRAJERO COMO <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA).	41
15.	ANALISIS DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES EN ESTUDIO	62
16.	CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS ANTES Y DESPUES DE LA	65

REGENERACION DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS EN LA COMUNIDAD LLANGAHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

- 17.** ANALISIS PROXIMAL DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS EN LA COMUNIDAD LLANGAHUA DEL CANTON AMBATO. **66**
- 18.** ANALISIS ECONOMICO DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS EN LA COMUNIDAD LLANGAHUA DEL CANTON AMBATO. **70**

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág
1.	Germinación de la mezcla forrajera con la adicción de CaCO_3 e introducción de <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL).	39
2.	Porcentaje de prendimiento en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA).	42
3.	Tiempo de ocurrencia a la prefloración (días), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA).	44
4.	Composición botánica de gramíneas (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA <i>Arrhenatherum elatius</i> (PASTO AVENA).	46
5.	Composición botánica de leguminosas (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS), <i>Dactylis glomerata</i> (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA <i>Arrhenatherum elatius</i>	48
6.	Composición botánica de malezas (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de <i>Trifolium repens</i> (TRÉBOL BLANCO), <i>Trifolium pratense</i> (TRÉBOL ROJO), <i>Lolium multiflorum</i> (RAY GRASS),	50

- Dactylis glomerata (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA Arrhenatherum elatius (PASTO AVENA).
7. Producción de forraje verde (t/ha/corte), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de Trifolium repens (TRÉBOL BLANCO), Trifolium pratense (TRÉBOL ROJO), Lolium multiflorum (RAY GRASS), Dactylis glomerata (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA Arrhenatherum elatius (PASTO AVENA). **52**
 8. Producción de materia seca (t/ha/corte), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de Trifolium repens (TRÉBOL BLANCO), Trifolium pratense (TRÉBOL ROJO), Lolium multiflorum (RAY GRASS), Dactylis glomerata (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA Arrhenatherum elatius (PASTO AVENA). **54**
 9. Vigor de la planta a los 30dás, en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de Trifolium repens (TRÉBOL BLANCO), Trifolium pratense (TRÉBOL ROJO), Lolium multiflorum (RAY GRASS), Dactylis glomerata (PASTO AZUL) y la especie promisorio Arrhenatherum elatius (PASTO AVENA). **56**
 - 10 Vigor de la planta a los 45 días (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA Arrhenatherum elatius (PASTO AVENA) **57**
 - 11 Resistencia a la sequía, en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA Arrhenatherum elatius (PASTO AVENA) **59**

LISTA DE ANEXOS

1. Porcentaje de germinación de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies naturalizadas e introducidas.
2. Porcentaje de Prendimiento de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.
3. Tiempo de ocurrencia a la prefloración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.
4. Composición botánica de gramíneas de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.
5. Composición botánica de leguminosas de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.
6. Composición botánica de malezas de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.
7. Producción de forraje verde (t/ha/corte) de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.
8. Producción de materia seca (t/ha/corte) de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.
9. Vigor de la planta a los 30 días de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizada e introducidas.
10. Vigor de la planta a los 45 días de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

11. Resistencia a la sequía de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas
12. Tolerancia a enfermedades de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

I. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es uno de los países que tiene el privilegio de poseer una gran biodiversidad, la misma que está siendo mal utilizada ocasionando un deterioro y descenso de la productividad del suelo y por ende de las pasturas. Las especies forrajeras de los páramos son uno de los recursos más importantes en la producción zootécnica, ya que en la actualidad estos son utilizados para alimentar a los animales, sin embargo la contaminación de los suelos por el uso creciente de fertilizantes químicos y agroquímicos ha ocasionado la erosión del suelo y la disminución del rendimiento del mismo, así como la pérdida de microorganismos benéficos generando de esta manera un daño irreparable para el suelo, variando el pH y la producción de las praderas.

La filosofía orgánica implica la creación, recuperación y mantenimiento de los agroecosistemas cuya productividad está basada en el aprovechamiento correcto y ajustado de los ciclos naturales. En consecuencia no se trata simplemente de reemplazar especies nativas por especies promisorias e introducidas. Por el contrario implica la utilización de variedades vegetativas adaptadas a las características de la región y tolerantes a las enfermedades más comunes para que exista una armonía entre las especies introducidas y las existentes, ayudando a elevar el valor nutritivo de los pastizales.

Las enmiendas han surgido como una fuente de enriquecimiento y productividad de los pastos, debido a que ayudan a restaurar la textura y pH del suelo en una forma natural, como una alternativa sostenible que beneficia al hombre y el medio ambiente.

El carbonato de calcio (Ca CO_3), es una alternativa en suelos ácidos de carga variable, disminuye la fitotoxicidad por aluminio y produce un aumento de los rendimientos y el valor nutritivo de las plantas, el incremento del valor del pH causa mayor capacidad de retención de bases del complejo de intercambio que mejora el nivel de fertilidad del suelo. Debido a esto se hace necesario buscar alternativas para la recuperación de praderas con la incorporación de enmiendas aprovechando los beneficios de los pastos naturalizados, introducidos y

promisorios. Considerando que estas soluciones nos permiten tener mayor rentabilidad a menor costo y sobre todo sin causar un desequilibrio en el medio ambiente en procura de recuperar la sostenibilidad y sustentabilidad del mismo.

El presente trabajo corresponde a una parte de los estudios que viene desarrollando el Proyecto **“RECUPERACION DEL POTENCIAL PRODUCTIVO AGROPECUARIO DE LOS PARAMOS DE CHIMBORAZO Y TUNGURAHUA A PARTIR DE LA EXPERIENCIA GENERADA POR EL PROYECTO P. BID. 016, ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS Y/O NATURALIZADAS ALTOANDINAS”**, el cual se enfoca en validar el comportamiento de especies promisorias, rehabilitar o regenerar las praderas y producir forraje orgánico.

Por lo señalado se planteó los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la aplicación de Carbonato de Calcio (1250 kg/ha) en la producción primaria y persistencia de las especies forrajeras.
- Evaluar la rehabilitación de la pradera con la incorporación de especies promisorias como el *Arrhenatherum elatius* e introducidas como el *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum*, y *Dactylis glomerata*.
- Evaluar el beneficio-costos de las prácticas utilizadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. ENMIENDAS

1. Generalidades

Basaure, P. (2011), manifiesta que en la agricultura se conoce por "enmiendas" aquellas sustancias que se incorporan a los suelos las cuales actúan principalmente sobre la textura de éste, corrigiendo problemas de compactación o exceso de soltura y actuando sobre las reacciones químicas y/o biológicas, estimulándolas en diversas formas.

Las cales o enmiendas es todo material cuya acción fundamental es el mejoramiento de las condiciones químicas del suelo, particularmente la acidez del mismo. Se refiere a todo material capaz de prevenir o corregir la acidez del suelo. Se conoce como cal principalmente al carbonato de calcio proveniente de rocas calizas o mármol y dolomitas, pero actualmente se utilizan una gran variedad de rocas ultra básicas que algunos las denominan "harinas de roca" para encalar y por eso se habla mejor de enmiendas o correctivos para el suelo. (Castró, H y Gómez, M. 2010).

2. Funciones de las enmiendas

Según menciona Ortiz, R. (2009), entre sus funciones están: neutralizar el aluminio, subir el pH del suelo y al mismo tiempo son fuentes de calcio y de magnesio (son fuentes baratas), esto sucede con las cales, puesto que los sulfatos no modifican los pH, sino solo son fuentes de calcio o magnesio, pero ayudan a solubilizar el aluminio presente. Se deben usar solo para lo que se indica, ya que en suelos con pH adecuados, pueden provocar desbalances con otros cationes como el potasio e indisponer otros elementos.

3. Factores que se deben de tener en cuenta para escoger una enmienda

Según <http://www.engormix.com> (2009) los factores son:

- La cal debe ser de buena calidad
- De granulometría adecuada, eso se refiere a que la partícula tenga el tamaño adecuado para una mejor reacción.

Es importante tomar en cuenta este último aspecto, ya que granulometrías gruesas no reaccionan bien en el suelo y no cumplen con el objetivo de enmendar.

4. Tipo de enmiendas o cales

a. **Oxido de calcio o Cal Viva**

<http://revistavirtualpro.com>. (2011), informa que es la misma piedra caliza calcinada o quemada en hornos. El óxido de calcio (CaO) contiene alrededor del 70% de calcio. Para aplicarla al suelo se pulveriza y se recomienda usarla solamente cuando se pueda asegurar una mezcla completa con el suelo, pues existe el peligro de afectar la semilla. Es un material de difícil manejo y quema la piel al entrar en contacto directo.

<http://anfocal.org>. (2010), reporta que se presenta normalmente como polvo bastante fino y su precio es más alto que el CaCO. Es el producto obtenido de la calcinación total del carbonato de calcio a una temperatura aproximada a 1000 °C.



b. **Hidróxido de calcio o Cal Apagada**

<http://anfocal.org>. (2010), señala que se conoce como cal apagada o hidratada (Ca(OH)₂), la misma que es calcinada antes de su comercialización. Luego de sacarlo del horno, lo hidratan y empaacan. Es un polvo blanco, con alto grado de solubilidad y de rápida reacción en el suelo, presentando un 54% de Ca en su forma pura. Es un material de mayor costo que el carbonato y con una reacción intermedia entre éste y el CaO en neutralizar la acidez del suelo. Se obtiene a partir de la reacción del óxido de calcio con agua: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$.

<http://www.agronet.gov.co>. (2006), sostiene que el contenido de Calcio es cercano al 50%. Similar a la cal viva, es un material que reacciona rápidamente, por lo cual, se debe incorporar muy bien al suelo, por lo menos 20-30 días antes de la siembra.

c. Cal calcítica o Cal Agrícola

<http://revistavirtualpro.com>. (2011), describe que en su forma natural se encuentra como Carbonato de Calcio (CaCO_3) y tiene una concentración aproximada del 40% de Calcio.

<http://anfacal.org>. (2010), manifiesta que el material más utilizado para encalar los suelos. Está compuesto en su mayoría 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 ó 46 Kg. En su forma pura contiene 40% de Ca.

d. Cal Dolomítica

<http://www.agronet.gov.co>. (2006), reporta que es una mezcla de carbonatos de Calcio y de Magnesio. $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ en diferentes proporciones. Esta cal es la más recomendada para corregir suelos ácidos deficientes en Calcio y Magnesio porque, además de neutralizar la acidez del suelo, permite mantener la relación entre estos dos elementos, que es la más indicada para la mayoría de los cultivos, es decir tres partes de Calcio por una de Magnesio. La dolomita pura contiene 21.6% de Ca y 13.1% de Mg aunque este material reacciona más lentamente en el suelo que el carbonato de calcio, tiene la ventaja de que suministra Mg, el cual es un elemento que con frecuencia se presenta también deficiente en suelos ácidos.

5. Enmiendas Complejas

Londoño, P. (2000), asegura que las enmiendas complejas es la mezcla de varios correctivos. Son mezclas que se fabrican de acuerdo a un análisis de suelos y las

necesidades del cultivo. La aplicación conjunta de yeso y cal ayuda a reducir los problemas de acidez en el subsuelo, en un periodo de tiempo menor al que se logra con la aplicación exclusiva de cal.

Algunos países que utilizan gran cantidad de enmiendas, como Brasil, han optado por sustituir las cales por una mezcla que es más “amigable” con el medio ambiente, consistente en un 50% de silicato de calcio y 50% de yeso. Con esta mezcla se obtiene un resultado similar al obtenido con el encalamiento y se evita la emisión de CO₂ a la atmosfera, (Bernal, J. 2008).

Existen enmiendas más complejas, compuestas por cal dolomita, roca fosfórica, silicato de magnesio, yeso y elementos menores como el zinc y el boro. Las ventajas de estas mezclas son muy variables, (Osorno, H y Osorno, L. 2011):

- En una mezcla balanceada en cuanto al contenido de nutrientes (calcio, magnesio, fósforo, azufre, zinc y boro).
- Se puede requerir menos cantidades de enmiendas para alcanzar el efecto que se lograría solamente con la aplicación de cal.
- Se logra un efecto de acondicionamiento en las capas inferiores del suelo, debido a la solubilidad del yeso.
- Promueve un excelente desarrollo de las raíces del pasto y por lo tanto una mejor utilización de los fertilizantes completos.
- Se pueden mezclar fuentes de calcio y fosforo sin que se fije éste, debido a la incorporación de silicio a la mezcla, que evite esta reacción.

- Se puede utilizar en casi todo tipo de suelos ácidos y se puede aplicar incorporando o al voleo sobre praderas establecidas.

B. CARBONATO DE CALCIO

www.agronet.gov.co. (2000), señala que el carbonato de calcio (CaCO₃) es el principal componente de la piedra caliza, es una enmienda muy utilizada para neutralizar la acidez del suelo y suministrar calcio (Ca) para la nutrición de las

plantas. El término “cal” puede referirse a varios productos, pero en el uso agrícola generalmente se refiere a la piedra caliza molida, mayormente insoluble en agua, pero su solubilidad se incrementa en condiciones ácidas (contiene un máximo de 40% de Ca).

1. Importancia

<http://www.ipni.net>. (2010), reporta que el uso apropiado de la cal agrícola es uno de los factores más importantes en la producción exitosa de cultivos. El exceso de acidez es uno de los principales obstáculos para la obtención de altos rendimientos y productividad de los suelos a largo plazo, por lo cual con la cal agrícola:

- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Mejora la fijación simbiótica del Nitrógeno (N) en las leguminosas.
- Influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta.
- Reduce la toxicidad de algunos elementos minerales.
- Mejora la efectividad de ciertos herbicidas.
- Aportan Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y otros nutrientes minerales.

2. Necesidades de cal agrícola

a. El pH del suelo

<http://www.ipni.net>. (2010), determina el grado de actividad ácida [H⁺] o alcalina [OH⁻] del suelo y el nivel de acidez del suelo en el cual la raíz de la planta se desarrollará. Como único parámetro, el pH no es un buen indicador de las necesidades de cal agrícola.

b. La capacidad tampón

<http://www.ipni.net> (2010), asegura que es una medida de la resistencia del suelo a los cambios de pH, mostrando así la cantidad de cal agrícola que se requerirá

para ajustar el pH a un nivel deseado y depende de la textura, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica y origen del suelo

c. El tipo de cultivo

<http://www.ipni.net>. (2010), determina el nivel de pH requerido. Ciertos cultivos son más tolerantes a la acidez del suelo que otros. Por ejemplo, el frijol, soya, alfalfa y el trébol, responden a valores de pH cercanos a 7.

d. La cantidad de aluminio

<http://www.ipni.net>. (2010), señala que en suelos ácidos, la cantidad de aluminio (Al) se incrementa. La cantidad de cal aplicada debe ser la suficiente para disminuir la cantidad de Al soluble a niveles no tóxicos para el cultivo. Este principio se debe aplicar a otros elementos minerales como lo son el Manganeseo (Mn) y el Hierro (Fe).

e. Análisis de suelo

<http://www.ipni.net>. (2010), establece que la cal agrícola debe ser aplicada a la tierra solamente después de haber recolectado y analizado muestras del suelo en un laboratorio de prestigio. Las necesidades de cal agrícola determinadas por la mayoría de los laboratorios están basadas en el pH del suelo y en algunas valoraciones de la capacidad tampón y en el nivel de aluminio y otros elementos con potencial de toxicidad para la planta.

3. Aplicación de la cal agrícola

<http://www.lni.unipi.it>. (2012), describe que la única forma correcta para determinar la cantidad de calcáreo a utilizar es mediante el auxilio de los datos proporcionados por un análisis de suelo, realizado con un buen sistema de muestreo. Las determinaciones que se necesitan conocer, a fin de determinar con exactitud la cantidad de cal agrícola a ser aplicada, son: La acidez activa (pH), la acidez extractable o potencial (aluminio + hidrógeno), la textura, el contenido de

materia orgánica y el calcio + magnesio intercambiables. La finalidad de la aplicación de la cal agrícola es la neutralización del aluminio intercambiable o la acidez extractable, ya que aquel es el principal precipitador o inmovilizador del fósforo soluble del suelo y es un componente básico de las arcillas. Cuanto más arcilloso sea el suelo y con mayor materia orgánica, requerirá menos cal que sus similares más arcillosos y altos en contenido de materia orgánica.

Según <http://www.promical.com>. (2012), reporta que en siembras nuevas la cal agrícola debe aplicarse mínimo 30 días antes de que el cultivo sea sembrado o trasplantado para que la cal pueda mejorar la acidez del suelo. La cal aumenta el pH, evita la fijación del fósforo y neutraliza el aluminio. Una vez corregido el pH, se puede aplicar los fertilizantes (Mínimo 30 días después de haber encalado; o sea en el momento de siembra).

4. Puntos clave de la enmienda

<http://www.ipni.net>. (2010), informa que los puntos clave de las enmiendas son los siguientes:

- La enmienda promueve el crecimiento de los cultivos e incrementa la absorción de agua y nutrientes, lo cual ayuda a proteger al suelo del viento y la erosión por el agua.
- Nunca mezclar el fertilizante con la cal.
- La enmienda puede aumentar la eficiencia de la fertilización en más del 50% y mejora la efectividad de ciertos herbicidas.
- La aplicación de cal agrícola debe estar basada en análisis de suelo representativos.
- La calidad de la cal agrícola depende de los equivalentes de carbonato de calcio, del tamaño de partícula y de su contenido de humedad.
- La mejor decisión que el agricultor puede tomar es aplicar cantidades apropiadas de cal agrícola de buena calidad, cuando la acidez del suelo limita los rendimientos del cultivo y los beneficios potenciales del suelo bien fertilizado.

5. Calidad del carbonato de calcio

Según <http://www.icafe.go.cr>. (2010), manifiesta que la calidad del carbonato de calcio utilizado en agricultura se mide con base a dos criterios. El primero es la pureza, que se refiere al porcentaje de carbonato de calcio que contiene la piedra caliza, que es variable dependiendo de la mina de donde la piedra es extraída. El segundo, es el grado de molienda. Al ser el carbonato de calcio una sustancia muy insoluble, se requiere que este finamente dividida para que aumente su superficie de exposición y con ello su capacidad de reacción en el suelo. Para medir la calidad del carbonato de calcio agrícola, estos dos factores (pureza y molienda) se integran en una ecuación cuyo resultado es conocido como poder relativo de neutralización total. Un buen carbonato de calcio agrícola debería tener un valor cercano o superior al 80 % y en general no se recomiendan materiales con menos de 70%.

6. Selección del Carbonato de Calcio

<http://repositorio.utn.edu.ec>.(2010), reporta que la calidad del Carbonato de Calcio depende principalmente de los siguientes factores:

- Grado de finura
- Valor de neutralización
- Contenido de otros nutrientes
- Pureza química

a. **Grado de finura**

<http://repositorio.utn.edu.ec>. (2010), señala que la propiedad física conocida como finura de las partículas de la cal agrícola determinan la velocidad de reacción y de neutralización de la acidez. Cuando se mezcla una cantidad determinada de cal con el suelo, la tasa y grado de reactividad son afectados por el tamaño de las partículas del material. A medida que se reduce el tamaño de la partícula de cualquier material de encalado se aumenta el área o superficie de contacto. Entre más superficie específica tenga el material más rápido reacciona la cal en el

suelo. Para estimar la eficiencia granulométrica de un material de encalado, se pesa una cantidad del material y se cierne en una secuencia de mallas de diferente tamaño. Es normal utilizar la siguiente secuencia de mallas: 8 – 10 – 20 – 40 – 60 y 80 mesh. Todos los materiales que pasan completamente la malla de 60 tienen 100% de efectividad y reacciona entre 3 y 6 meses.

b. Valor de neutralización

<http://repositorio.utn.edu.ec>. (2010), describe que el valor de neutralización es expresado como el porcentaje de equivalente químico de carbonato de calcio, tomando al CaCO_3 puro como el 100%. A mayor valor de CaCO_3 mayor efectividad del encalado, algunas cales agrícolas como la dolomítica puede tener valores superiores al 100%, la cal agrícola contiene generalmente impurezas como grava o arena o materia orgánica que reducen el valor de neutralización relativa.

En <http://fertiagrochile.cl>. (2013), informa que el Valor Neutralizante de algunos compuestos se presenta en el Cuadro 1. Se observa que mientras la cal calcítica tiene un valor neutralizante de 100 % (equivalente a 1000kg/ha de cal), la cal viva tiene un valor de 179 %, que es equivalente a 560 kg/ha de cal. Es decir, para provocar el mismo aumento de pH se requiere aplicar al suelo mayor cantidad de cal calcítica que de cal viva.

Cuadro 1. CARACTERÍSTICAS Y VALOR NEUTRALIZANTE RELATIVO DE DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES PARA LA ENMIENDA.

FORMULA QUÍMICA	NOMBRE	VALOR NEUTRALIZANTE (%)	EQUIVALENCIA CaCO_3 kg/ha
CaCO_3	Carbonato de Calcio	100%	1000
MgCO_3	Carbonato de Magnesio	119%	840
CaO	Oxido de Ca (Cal Viva)	179%	560
MgO	Oxido de magnesio	248%	400
Ca(OH)_2	Hidróxido de Calcio	135%	740
Mg(OH)_2	Hidróxido de Magnesio	172%	580

Fuente: <http://fertiagrochile.cl/doc/Enmiendasalcalareascompleto.pdf>.(2013).

c. Aporte de otros elementos

Kemmitt S, et al. (2006), describe que generalmente cuando se requiere aportar nutrientes al suelo se piensa en aplicar fertilizantes o fuentes solubles de inmediata solubilidad para los cultivos, pero si tenemos suelos ácidos las cales o enmiendas aportan nutrientes en la medida que reaccionan, además se disocian el calcio y el magnesio quedando en la solución del suelo y la planta los puede tomar para nutrirse. Con una ventaja económica importante debido a que generalmente la cales cuestan de 3-4 veces menos que un fertilizante. El pH es un factor dominante que regula la biodisponibilidad de nutrientes.

d. Pureza química

<http://repositorio.utn.edu.ec>. (2010), señala que la pureza es una característica importante de los materiales de encalado, que reconoce su composición química y los contaminantes presentes en dicho material. Para determinar la pureza, se utiliza el criterio de equivalente de carbonato de calcio, el mismo que determina la cantidad de ácido que se puede neutralizar por una cantidad dada de dicho material.

C. PRADERAS

Según menciona <http://equipo1ecologiabiomas.blogspot.com>. (2012), manifiesta que la pradera es un bioma cuya vegetación predominante consiste en hierbas y matorrales. Se desarrollan en latitudes medias donde existen variaciones climáticas a lo largo del año que determinan dos estaciones bien diferenciadas. La florase caracteriza por que solo hay matorrales, hierbas, gramíneas y pastizales siendo esta la vegetación predominante.

Según <http://www.ujcm.edu.pe>. (2011), reporta que las praderas son campos con vegetación natural o artificial generalmente cercado que contienen plantas que pueden ser utilizadas en la alimentación de los animales con alta capacidad de sostenimiento.

1. **Praderas naturales o pastizales**

<http://praderasypasturas.com>. (2012), define a las praderas naturales como especies que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual), acorde con su potencial de dispersión natural; sin la ayuda o intervención del ser humano. Especie que forma parte de las comunidades bióticas naturales del área.

2. **Praderas artificiales o pasturas cultivadas**

<http://www.ujcm.edu.pe>. (2011), reporta que son especies cultivadas y a su vez pueden ser permanentes o temporales, y son aquellas donde se realizan las labores culturales (preparación del terreno, abonado, siembra, riego, etc.), es decir donde interviene la mano del hombre.

3. **Praderas de pastos naturalizados**

<http://praderasypasturas.com>. (2012), informa que son especies exóticas introducidas en un área o lugar que por sus características (similitud ambiental al área de distribución original o condiciones adecuadas), permite el establecimiento de poblaciones autosuficientes en vida libre. El proceso de naturalización de una especie requiere que hayan sido superadas algunas barreras bióticas y abióticas para que la especie sobreviva y se reproduzca regularmente en el nuevo ambiente.

D. REGENERACIÓN DE PRADERAS

Según <http://www2.inia.cl>. (2014), manifiesta que la regeneración de praderas es un proceso mediante el cual se permite incorporar semillas de especies de alto valor forrajero y fertilizante en una pradera dominada por especies de bajo valor forrajero, pero en suelos de buena fertilidad con un mínimo de alteración de la vegetación residente. Las ventajas que ofrece este sistema de mejoramiento respecto a otros son las siguientes:

- Tiene un menor costo que la siembra directa.
- La respuesta en producción de forraje es más rápida.
- Disminuye los problemas de erosión.
- Hay mayor resistencia al ataque de plagas que en siembra directa.
- Se mantiene una producción de forraje más estable en el tiempo.
- El fósforo acumulado en los primeros centímetros del perfil del suelo no es llevado a mayor profundidad (lo que ocurre al arar el suelo), donde las posibilidades de su fijación son más altas.
- Disminuye los problemas de descalce.
- Se puede realizar en condiciones de terreno no apto para el sistema tradicional (en suelos pedregosos, de topografía irregular, delgados, etc.).

1. **Métodos de regeneración de praderas**

<http://www2.inia.cl>. (2013), señala que existen básicamente cuatro métodos de regeneración de praderas: al voleo, utilizando potreros de sacrificio, a través del animal y con máquina.

a. **Al voleo**

<http://www2.inia.cl>. (2014), reporta que las semillas y el fertilizante se esparcen lo más homogéneamente posible en el suelo. Puede realizarse a mano o con una máquina manual tipo ciclón. Es ideal aplicar las semillas sobre un suelo con baja vegetación y luego pastorear para enterrar la semilla ideal en un momento de mayor humedad. Técnica que involucra un alto costo en semilla.

<http://www2.inia.cl>. (2013), declara que se logra con mayor éxito con semilla pequeña, pues hay un mayor contacto con el suelo, aspecto de vital importancia en este método de regeneración, debido a que la semilla queda expuesta a condiciones ambientales desfavorables, ya sea temperaturas extremas o pérdidas excesivas de humedad de la superficie del suelo. Por este motivo, las dosis, en este caso, deben ser aumentadas, por lo menos, en un 50 %. Tratándose de

leguminosas, se puede lograr un mejor contacto con el suelo, aumentar el peso de la semilla a través de peletización.

b. En potreros de sacrificio

<http://www2.inia.cl>. (2014), contempla la destrucción de la vegetación existente por pisoteo animal intenso en el invierno, lo que se produce al suministrar alimentos en sitios o potreros reducidos y alta concentración de animales. Esta práctica incrementa la fertilidad del suelo y hacia el final del invierno el suelo se empareja con rastrillo y rodillo, para incorporar las semillas y los fertilizantes con máquina (cerealera o regeneradora) o al voleo.

c. A través del animal

<http://www2.inia.cl>. (2013), describe que se les suministra semilla forrajera a los animales, junto con la alimentación suplementaria; una parte de ellas, al no ser digeridas, son eliminadas en las fecas. Se adaptan a estos sistemas principalmente las leguminosas, pues no son dañadas al pasar por el tracto digestivo. Una ventaja importante es que puede ser empleado en sectores imposibles de utilizar maquinaria, el sistema digestivo de la oveja afecta en mayor grado la germinación de la semilla comparados a los vacunos, pero los valores de recuperación siempre son inferiores al 10%.

d. Con maquinaria especializada

<http://www2.inia.cl>. (2013), informa que con este método se persigue dejar el fertilizante y la semilla en línea. Se puede aplicar a situaciones de topografía plana a levemente ondulada. Las principales ventajas del método son las siguientes:

- La semilla queda cubierta.
- Se puede disminuir la dosis de semilla.
- Se obtiene una germinación más homogénea.
- Mayor eficiencia en el uso de fertilizante.

2. Factores a considerar en una regeneración

a. Tipo de suelo y topografía

<http://www2.inia.cl>. (2009), manifiesta que en la regeneración de praderas, al igual que en una siembra directa hay que tener en cuenta las características físicas del suelo, principalmente que tengan buen drenaje y buena capacidad de retención de humedad. La labor de regeneración es factible de ejecutar en suelos de fuertes pendientes, incluso en lugares inaccesibles para una máquina a tracción mecánica, donde es aplicable la siembra al voleo (a mano o con el tipo ciclón).

b. Época de regeneración

Según <http://www2.inia.cl>. (2009), menciona que la época en que se realiza esta labor es de gran importancia, ya que la humedad y la temperatura son los dos factores que definen el proceso de germinación de las semillas. Siendo la mejor época después de las primeras lluvias, permitiendo así una buena penetración de la maquinaria.

c. Selección de especies a regenerar

<http://www2.inia.cl>. (2009), señala que en general se puede indicar que las especies forrajeras a emplear en una regeneración deben ser agresivas y con buen vigor de plántulas para lograr un rápido desarrollo y puedan competir en buena forma con la vegetación residente. Generalmente, las leguminosas forrajeras no son tan exitosas para establecerse en siembras a través de la regeneración. A pesar de ello, casi siempre son incluidas en mezcla con las gramíneas.

d. Inoculación y peletización

<http://www2.inia.cl>. (2009), asegura que al igual que en la siembra directa de praderas, la inoculación y peletización de las semillas leguminosas es una práctica recomendable, útil y de bajo costo. Cuando en la regeneración se han

seleccionado leguminosas, es necesario inocular estas con la cepa específica de *Rhizobium* para asegurar una óptima nodulación y por lo tanto un mejor establecimiento y desarrollo posterior de la planta; además, el peletizado le da mayor peso a la semilla, lo que produce un mejor contacto con el suelo.

e. Dosis de siembra

<http://www2.inia.cl>. (2009), describe que debe incrementarse al menos en 50% en relación a una siembra para compensar las pérdidas, generalmente más altas debido a las condiciones adversas que tiene la semilla para germinar y emerger.

f. Fertilidad del suelo y fertilización

<http://www2.inia.cl>. (2009), ratifica que el éxito de una regeneración es directamente dependiente de la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo. Al igual que en una siembra directa se debe conocer el nivel inicial del suelo y corregir los problemas existentes, especialmente en relación a macronutrientes, acidez y toxicidad del aluminio.

g. Profundidad de siembra

<http://www2.inia.cl>. (2009), sostiene que la profundidad a la que se localizan las semillas es un problema en la regeneración, normalmente los potreros presentan irregularidades en su superficie (microrelieve irregular), lo que se traduce en sectores del potrero donde las semillas quedan muy profundas y otros con semillas descubiertas.

h. Velocidad de trabajo

Según <http://www2.inia.cl>. (2009), menciona que la velocidad de trabajo debe estar entre 3 y 10 km/h (o entre 50 y 160 m por minuto), con lo que se obtiene un flujo uniforme de semillas y fertilizantes. Velocidades mayores dejan muchas semillas descubiertas y desparramadas en las entre hileras.

E. MEZCLAS FORRAJERAS

Altamirano, H. (2011), manifiesta que la asociación de especies para conformar una mezcla forrajera depende de muchos factores, entre los más importantes se pueden considerar:

- Costos de la semilla.
- Riesgos de meteorismo.
- Duración de la mezcla, 2–3 o más años.
- Cuidado en el manejo.
- Precocidad en la entrega del forraje.
- Potencial de producción de los pastos.
- Requerimientos de suelo de las especies.

Domínguez, A. (2008), asegura que las gramíneas aseguran el rendimiento al producir un desarrollo rápido de la pradera; mientras que las leguminosas, algo más lentas, mejoran la calidad con su aporte de proteínas, calcio y fósforo. La composición botánica ideal en la sierra es: gramíneas 70 – 75%, leguminosas 25-30%, malezas 2 – 3 %. Un porcentaje más alto de leguminosas puede causar timpanismo o torzón. Dependiendo de la leguminosa, el porcentaje puede elevarse hasta el 50%. El crecimiento de las pasturas necesita elementos minerales como nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, zinc, cobre.

1. Elección de especies por su adaptación a suelo y clima

Según Altamirano, H. (2011), la correcta elección de especies según su adaptación a cada ambiente permitirá alcanzar elevadas producciones durante tiempos prolongados. Existe un método sencillo el cual consiste en separar los suelos en aptitud agrícola con limitantes (texturas finas y permeabilidad lenta) y no agrícolas (por exceso hídrico, alcalinidad y/o salinidad, baja retención de agua o escasa profundidad). A partir de allí se recomienda la mezcla de Gramíneas y Leguminosas para distintas situaciones edáficas.

2. Cantidad de especies componentes de las mezclas

Altamirano, H. (2011), cita que para los casos de potreros con suelos homogéneos, conviene sembrar mezclas simples compuestas por dos, tres, hasta cuatro especies, para los casos de potreros con suelos heterogéneos debe intentarse mapearlos, separando grupos o subgrupos diferentes, sembrando en cada uno de ellos la pastura de mejor adaptación al suelo, con especies compatibles entre sí desde el punto de vista de la defoliación. Aquellos suelos heterogéneos donde no se pueda separar los grupos y subgrupos puede optarse por sembrar mezclas complejas para cubrir todos los ambientes. En suelos homogéneos conviene sembrar mezclas simples compuestas por dos, tres hasta cuatro especies.

3. Fertilización de mezclas forrajeras

Domínguez, A. (2008), asegura que la rentabilidad de las pasturas está directamente relacionada con el uso de abonos por lo que necesitamos conocer el papel que estos cumplen dentro de la fisiología de los animales y plantas. Los elementos esenciales de los tejidos de las plantas y animales son el carbono(C), hidrógeno (H), oxígeno (O), y cerca de 15 elementos esenciales adicionales. Los primeros tres elementos junto con el nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) conforman la materia viviente en plantas y animales mientras que el calcio (Ca) y el fósforo forman el esqueleto animal. Los otros elementos son generalmente requeridos por varios sistemas de enzimas de plantas y animales o en la actividad nerviosa de los animales. La principal función del fósforo en la planta es en el almacenamiento y transporte de energía por lo que una deficiencia limitará el crecimiento.

4. Mezclas forrajeras para la Sierra

León, R. (2003), afirma que las principales mezclas forrajeras aptas para clima frío y que soportan pastoreo en la sierra ecuatoriana, se muestra en el cuadro 2, así como la cantidad de cada especie forrajera que se vuela en una hectárea.

Cuadro 2. PRINCIPALES MEZCLAS FORRAJERAS APTAS PARA CLIMA FRÍO Y QUE SOPORTAN PASTOREO EN LA SIERRA ECUATORIANA.

ZONA DE UBICACIÓN	MEZCLA FORRAJERA	CANTIDAD
Zona de páramo desde 3200 a 3500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m)	Pasto azul	15 kg/ha
	Raygrass inglés	10 kg/ha
	Raygrass italiano	10 kg/ha
	Trébol híbrido	5 kg/ha
	Trébol blanco	3 kg/ha
Zonas altas, praderas interandinas desde 2800 a 3200 m.s.n.m con suficiente humedad.	Raygrass italiano	10 kg/ha
	Raygrass inglés	20 kg/ha
	Pasto azul	10 kg/ha
	Trébol blanco	3 kg/ha
Zona baja, praderas interandinas desde 2800 a 3200 m.s.n.m con suelos bien drenados	Trébol rojo	5 kg/ha
	Raygrass italiano	10 kg/ha
	Raygrass inglés	15 kg/ha
	Pasto azul	10 kg/ha
Zona seca en diversas altitudes	Alfalfa	8 kg/ha
	Trébol blanco	3 kg/ha
	Pasto azul o bromo	10 kg/ha
	Alfalfa	20 kg/ha

Fuente: León, R. (2003).

F. CARACTERÍSTICAS BOTANICAS DE LAS ESPECIES FORRAJERAS PROMISORIAS E INTRODUCIDAS

1. *Arrhenatherum elatius*. (Pasto avena)

Cayambe M. (2013), sostiene que el pasto avena es originario de Europa, se desconoce cuándo fue introducido al Ecuador. En la actualidad se lo encuentra como una planta naturalizada en algunas zonas andinas y alto andinas de nuestro país. Es una especie perenne, que en condiciones favorables es de larga vida, es

una planta que crece en matas, produce abundante follaje tierno y muy apetecido por el ganado. La planta alcanza una altura de 100 a 120 cm.

a. Composición Bromatológica

Según Cayambe, M. (2013), la composición bromatológica del pasto avena se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO AVENA.

PARAMETROS	POR CADA 100 gr.
Agua	11,5 gr.
Proteína	11,0 gr.
Grasa	6,0 gr.
Carbohidratos	54,8 gr.
FibraBruta	1,7 gr.
Cenizas	15,0 gr.
Calcio	5,5 mg.
Hierro	8,0 mg.
Fósforo	320 mg.

Fuente: Cayambe, M. (2013).

b. Características botánica

Cayambe M. (2013), manifiesta que la etapa de floración se tiene entre los 35 a 45 días y la post-floración cuando han transcurrido de 60 a 70 días de haber sido cortado. La altura es una expresión de distribución de la masa en el espacio y pudiendo llenar varios requisitos antes de que pueda ser considerada como forraje, lo más importante son: la aceptabilidad, la disponibilidad, y si provee o no nutrientes, alcanzando sus plantas 1.5 m de altura.

c. Tipo de suelo.

<http://www.fao.org>. (2008), reporta que el crecimiento óptimo se da en suelos

secos, es una planta sensible a la humedad; desaparece en épocas invernales. Se adaptan bien en tierras ricas en nutrientes, no tolera la acidez, no es muy exigente para la textura del suelo, pero lo óptimo es un suelo areno-arcilloso.

d. Temperatura.

[\(http://es.gardening.eu.\(2008\)\)](http://es.gardening.eu), indica que debemos preocuparnos por las temperaturas mínimas, de hecho, puede soportar una temperatura de algunos grados bajo cero. Cuando las temperaturas mínimas sean muy bajas, podemos proteger los arbustos más sensibles, cubriendo las raíces con hojas secas o paja.

e. Riego.

[\(http://es.gardening.eu.\(2008\)\)](http://es.gardening.eu), reporta que dejando siempre entre una regadura y otra, el terreno quede seco al menos por un par de semanas, entonces se interviene regando el suelo en profundidad cada 2-3 semanas.

f. Fertilización.

[\(http://es.gardening.eu. \(2008\)\)](http://es.gardening.eu), señala que para obtener un desarrollo pleno, hay que abonar periódicamente nuestros pastos; utilizando un abono lleno de azufre y potasio que favorecerá el desarrollo de la nueva vegetación y de las flores. Podemos intervenir a fines del invierno, mezclando al terreno alrededor de la planta una buena dosis de abono orgánico o de abono químico de lenta liberación

g. Producción de semilla:

Benítez, A. (2008), establece que el pasto avena produce muy poca cantidad de semilla, por cuanto esta cae al suelo tan pronto como madura presentando dificultad para su recolección, señalando que la mejor época para la cosecha es cuando al hacer rodar la inflorescencia entre los dedos, las semillas se desprenden, pudiéndose tener un rendimiento de 300 kg, por hectárea de semilla.

h. Producción de forraje verde y materia seca:

López, Q. (2007), al estudiar el efecto de diferentes niveles de abono orgánico (humus), en la producción de forraje y semilla del pasto avena, obtuvo una producción de 6.91 Tn/FV/ha/corte.

Chavarrea, S. (2004), al evaluar tres fitohormonas con diferentes dosis a diferentes edades post corte en la producción de forraje, registro una producción de 1.18 Tn/MS/ha/corte.

2. *Lolium multiflorum*. (Ray Grass Anual)

Según <http://www.semillasanfrancisco.com>. (2013), es un pasto nativo del sur que se caracteriza por su ciclo corto. Por su alta palatabilidad y digestibilidad que le brindan un alto valor forrajero para el ganado. Se utiliza mucho cuando se requiere una rápida cobertura o se requiere forraje rápidamente. Se desarrolla en matojos y alcanza hasta 90 cm de alto cuando no tiene competencia y las condiciones del suelo son apropiadas.

a. Composición Bromatológica

La composición botánica se detalla en el cuadro 4:

Cuadro 4. COMPOSICIÓN BROMATOLOGICA DEL RAY GRASS ANUAL.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	26,13
Energía digestible	Mcal/kg	2, 81
Energía metabolizable	Mcal/kg	2,30
Digestibilidad	%	63,97
Nutrientes digestibles totales	%	63,69
Proteína Cruda	%	12,28
Fibra Detergente Neutra	%	48,51

Fuente: <http://www.peruvet.com>. (2008).

b. Adaptación

<http://www.corpoica.org.co>. (2013), reporta que se adaptan a suelos con un pH de 5.0 – 7.0, no tolera suelos salinos y el N bajo es limitante. No resiste saturación de aluminio ni suelos pesados. Luz óptimo a libre exposición. La altitud va de 2.400-3.000 msnm con una temperatura: 10 - 14 °C y con una precipitación: 900 – 2.500 mm/año

c. Producción de materia seca

<http://www.corpoica.org.co>. (2013), informa que la producción de forraje es de 16-22 Tn/MS/ha/año

<http://www.picasso.com.ar>. (2007), determina que son normales los rendimientos de 5 a 7 Tn/MS/ha, pero en planteos de alta tecnología y en zonas adecuadas, se puede aspirar a rendimientos entre 9 a 11 Tn/MS/ha

3. Dactylis glomerata. (Pasto Azul)

<http://www.es.wikipedia.org>. (2012), determina que es una especie cespitosa, perenne de larga vida, con raíces profundas. Es nativa de Europa, norte de África y Asia templada y ha sido difundida a otras áreas templadas del globo. Es una especie adecuada para formar pasturas de larga duración, por lo general más de cuatro años. Produce bien en combinación con leguminosas ya que es de lento establecimiento pero con un manejo apropiado.

Según <http://mundo-pecuario.com>.(2008), informa que su producción supera a la del raigrás inglés en zonas con sequías prolongadas. Su valor forrajero es bueno aunque su digestibilidad disminuye rápidamente en la floración.

a. Composición Bromatológica

En <http://mundo-pecuario.com>.(2008), indica que la composición bromatológica del pasto azul es la siguiente. (Cuadro 5).

Cuadro 5. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO AZUL.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	35,00
NDT	%	22,00
Energía digestible	Mcal/kg	0,98
Energía metabolizable	Mcal/kg	0,83
Proteína (TCO)	%	5,00
Calcio (TCO)	%	0,12
Fósforo total (TCO)	%	0,11
Grasa (TCO)	%	1,60
Ceniza (TCO)	%	2,80
Fibra (TCO)	%	8,10

Fuente: <http://mundo-pecuario.com>. (2008).

b. Características botánicas

Hidalgo, P. (2010), manifiesta que es una hierba perenne, con un color ligeramente azulado, de hasta 1.2 m de alto. Los tallos son erectos, aunque a veces doblados en los nudos, delgados, sin pelos y las hojas son alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina y la parte superior de la hoja llamada lámina que es larga, angosta y plana, áspera al tacto.

Hidalgo, P. (2010), establece que las inflorescencias son panículas angostas, de hasta 25 cm de largo, ubicadas en la punta de los tallos, poco ramificadas. Las espiguillas dispuestas en grupos densos casi sésiles. Las flores son muy pequeñas y se encuentran cubiertas por una serie de brácteas a veces con pelos, las cuales presentan en el ápice aristas cortas, algunas ásperas al tacto. Una sola semilla fusionada a la pared del fruto, con un surco en una de sus caras.

c. Producción de materia seca

Hidalgo, P. (2010), describe que es una especie con una producción de 9Tn/MS/ha en climas templados. Su producción supera a la del raigrás inglés en

zonas con sequías prolongadas. Su valor forrajero es bueno aunque su digestibilidad disminuye rápidamente en la floración. En comparación con otras gramíneas pratenses, el forraje es rico en sodio, y con un alto contenido proteico.

4. *Trifolium repens*. (Trébol Blanco)

<http://www.unavarra.es>. (2013), informa, que es originaria de Europa. Actualmente es la leguminosa pratense perenne más cultivada en el planeta., es una planta de 10-50 cm de altura. Tallos rastreros y enraizantes. Hojas trifoliadas, folíolos obovados, denticulados, a menudo con una mancha blanca en el haz. Se adapta a diversidad de climas, suelos y altitudes. Su óptimo de crecimiento se encuentra en climas templado-húmedos con escasa sequía estival. No tolera el sombreado. Para ser productivo requiere humedad y buenos niveles de fósforo y potasio.

a. Composición Bromatológica

En <http://mundo-pecuario.com>.(2008), se indica que la composición bromatológica del trébol blanco es como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL TREBOL BLANCO

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	21,00
NDT	%	13,70
Energía digestible	Mcal/kg	0,60
Energía metabolizable	Mcal/kg	0,50
Proteína (TCO)	%	4,50
Calcio (TCO)	%	0,28
Fósforo total (TCO)	%	0,07
Grasa (TCO)	%	0,70
Ceniza (TCO)	%	2,80
Fibra (TCO)	%	3,40

Fuente: <http://mundo-pecuario.com>. (2008).

b. Características botánicas

Según <http://www.picasso.com>. (2011), informa que es una especie muy demandante de sol que tolera poco el sombreado, hecho que se destaca por la rápida recuperación tras el pastoreo y la elevación constante del pecíolo buscando las partes mejor iluminadas. Se destaca por su altísima capacidad de fijación biológica de N atmosférico. Precipitaciones superiores a 800 mm y bien distribuidas. No prospera en suelos sueltos, salino-alcálinos o demasiado ácidos, el pH ideal va de 5,5 a 7,5. Exige buenas disponibilidades de P para crecer sin restricciones pero se abastece de N gracias a la fijación biológica. Prefiere suelos más pesados y con buena disponibilidad de agua.

c. Producción de materia seca

Del Pozo, P. (2001), señala que su calidad supera a las leguminosas forrajeras más conocidas. Si bien existen picos de calidad, con digestibilidades cercanas al 80 % el promedio anual es de 70% y este se sostiene gracias a la capacidad de la especie de seguir produciendo hojas nuevas aun en pleno estado reproductivo. Normalmente produce alrededor de 5 Tn/MS/ha durante el año de establecimiento y algo más de 8 Tn/MS/ha durante el siguiente año de producción.

5. Trifolium pratense. (Trébol Rojo)

<http://www.isoflavones.info>. (2012), reporta que el trébol rojo es una planta salvaje y muy común. El trébol rojo es abundante a lo largo de Europa, Asia Central y Norteña del mediterráneo al círculo polar ártico. Es una planta perenne con manchas trifoliadas. La planta deriva su nombre en parte a sus flores que pueden ser de color blanco hasta una red oscura, la precipitación es superior a 750 mm y bien distribuidas. Los suelos son fértiles, bien drenados y con alta capacidad de retención de humedad, teniendo preferencia por los suelos más pesados (franco a franco-arcillosos). El rango óptimo de pH va desde 6,0 a 7,5 incluso más ácidos todavía.

a. Características botánicas

<http://www.picasso.com.ar> (2011), informa que su calidad es excelente, superando a la alfalfa. Los niveles de digestibilidad se hallan entre 65 % 80% dependiendo del estado fenológico de la planta. Si bien hay riesgos de empaste, éste se soluciona en pasturas que contengan un buen aporte de gramíneas forrajeras. Peso de mil semillas: 1,8 a 1,9 g. Se adapta al pastoreo directo, poco severo y alternado con períodos de descanso.

b. Composición Bromatológica

<http://www.peruvet.com>. (2008), indica que la composición bromatológica del trébol rojo es la siguiente. (Cuadro 7).

Cuadro 7. COMPOSICION BROMATOLÓGICA DEL TREBOL ROJO

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	22,76
NDT	%	52,03
Energía digestible	Mcal/kg	2, 29
Energía metabolizable	Mcal/kg	1,88
Digestibilidad	%	52,34
Proteína Cruda	%	22,86
Fibra Detergente Neutra	%	55,71

Fuente: <http://www.peruvet.com>. (2008).

c. Producción de materia seca

<http://www.picasso.com.ar>. (2011), señala que la producción de forraje es de 5 a 6 Tn/MS/ha durante el año de implantación y cerca de 10 a 12Tn/MS/ha en el segundo año.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación, se realizó en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pilahuin, sector el Salado, comunidad Llangahua, a 75 km de la ciudad de Riobamba, con una altitud de 3.500 m.s.n.m, a continuación se detalla las condiciones del sector cuadro 8 y 9.

Teniendo una duración de 150 días, los cuales fueron distribuidos de acuerdo con las actividades a realizarse como: preparación de parcelas, aplicación de CaCO_3 , mediciones de producción forrajera, análisis de laboratorio, etc.

1. Condiciones meteorológicas

Cuadro 8. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA COMUNIDAD DE LLANGAHUA.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura, °C	3 – 6
Precipitación, mm.	500 - 1000
Humedad relativa, %	70 - 85

Fuente: IEDECA, (2007).

2. Condiciones edáficas

Cuadro 9. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Parámetros	VALORES
Ph	5
Relieve	Inclinado
Tipo de suelo	Franco arcilloso (negro andinos)
Riego	No disponible
Drenaje	Bueno

Fuente: IEDECA, (2007).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La presente investigación conto con un área total de 1200 m², se estableció tres unidades experimentales, cada una con una área de 400m²(20 m x 20 m), constituida por 3 lotes de 133,33m², que representan las 3 repeticiones por tratamiento.

La primera unidad experimental corresponde al tratamiento (T0), compuesto por la mezcla forrajera residente. La segunda unidad experimental correspondió al tratamiento (T1), compuesto por la mezcla forrajera residente más la incorporación de especies forrajeras introducidas como el *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, por vía sexual, con mínima labranza, la tercera unidad experimental corresponde al tratamiento (T2), compuesto por la mezcla forrajera residente más la incorporación de la especie forrajera promisoría como el *Arrhenatherum elatius*, por vía asexual. En los 3 tratamientos se aplicó Carbonato de Calcio (Ca CO₃, 1250 kg/ha).

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Pingos
- Azadones
- Rastrillo
- Rótulos de identificación
- Excavadora
- Metro
- Libreta de apuntes
- Esferos
- Alambre de púas
- Machete
- Botas de caucho
- Martillo

- Clavos
- Balde.

2. Equipos

- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica
- Computador
- Rozadora

3. Insumos

- Carbonato de Calcio (Ca CO_3), aplicando 1250 kg/ha
- Material vegetativo
- Semilla

4. Laboratorio

- Estufa.
- Fundas de Papel.
- Balanza de reloj.
- Balanza Analítica

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó la producción primaria forrajera en el estado de prefloración, de la especie promisorio naturalizada *Arrhenatherum elatius* y de las especies introducidas, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, con la aplicación de enmiendas, utilizando el carbonato de calcio (CaCO_3) en una cantidad de 1250 kg/ha en los tres tratamientos. Para el procesamiento de la información se aplicó un diseño de Bloques completamente al azar para las tres unidades experimentales, con tres repeticiones. Los cuales se ajustan al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}	Valor estimado de la variable
μ	Media general
α_i	Efecto de los tratamientos
β_j	Efecto de las repeticiones
ϵ_{ij}	Error Experimental

2. Esquema del experimento

Detalle en el cuadro 10.

Cuadro 10. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Rep	UE / m ²	EU/Trat.
Control	T0	3	133.33	400
Mezcla introducida	T1	3	133.33	400
Especies promisorias	T2	3	133.33	400
Total m²				1200

UE: Unidades experimentales.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Porcentaje de prendimiento, (%).
- Tiempo de ocurrencia de la prefloración, (días).
- Porcentaje de germinación, (%).
- Resistencia a la sequía, (%).
- Vigor de la planta, (%).
- Tolerancia a enfermedades, (%).
- Producción de forraje verde y materia seca, (Tn/ha/corte).
- Composición Botánica por especies, (%).
- Composición Bromatológica, (%).
- Análisis Físico - Químico del suelo al inicio y final del experimento, (%).

- Indicador beneficio / costo, (\$).

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

El análisis estadístico (cuadro 11), más propicio en la presente investigación fue:

- Análisis de varianza
- Separación de medias según Tukey al 5%
- Análisis de correlación

Cuadro 11. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	8
Tratamientos	2
Bloques	2
Error	4

Fuente: Rivera, M. (2014)

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

- Previo al inicio del trabajo de campo se procedió a realizar la delimitación del área total (1200 m²), delimitadas con postes y alambre de púas.
- Luego se estableció tres unidades experimentales, cada una con una área de 400m²(20 m x 20 m), constituida por 3 lotes de 133,33m², que representan las 3 repeticiones por tratamiento, el tratamiento testigo T0 (pradera artificial + CaCO₃), el segundo lote para tratamiento T1 (especies introducidas + CaCO₃) y el tercer lote para el tratamiento T2 (especies promisorias + CaCO₃).
- Se realizó un corte de igualación de la población residente de los tres lotes, en el primer lote o tratamiento testigo se incorporó el Carbonato de Calcio

(CaCO₃) en una cantidad de 1250 kg/ha el cual se esparció uniformemente al voleo por todo el lote.

- En el lote dos se incorporó una mezcla forrajera de alto valor nutritivo la cual estuvo conformada por especies introducidas (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*), por vía sexual, a través de semillas, que fue regada al voleo por todo el lote, al igual que el Carbonato de Calcio (CaCO₃) en una cantidad de 1250kg/ha. En el lote tres se realizó la incorporación de la especie promisoría (*Arrhenatherum elatius*) por vía asexual, sembrado en hileras, luego colocamos el Carbonato de Calcio (CaCO₃), en una cantidad de 1250 kg/ha.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Porcentaje de prendimiento

Luego del establecimiento con material vegetativo se realizó un corte de igualación y se analizó el porcentaje de prendimiento, con una muestra para cada parcela en un periodo de 30 días, se contó las plantas establecidas con relación a las sembradas y se expresó en porcentaje. (Guamanquishpe, M. 2012).

2. Tiempo de ocurrencia de la prefloración

Para este parámetro se contabilizaron los días considerándose, el estado de prefloración cuando el cultivo alcanzo el 10% de floración. (Maldonado, D. 2010).

3. Porcentaje de germinación

Se evaluó en el terreno, con muestras de 100 semillas y se procedió a evaluar el poder germinativo de las semillas 15 días después de haberse sembrado, analizando la presencia del hipocótilo y epicótilo. (Chalán, M. 2009). Se expresó en porcentaje con la siguiente formula:

$$\% G = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{semillas sembradas}} \times 100$$

4. Resistencia a la sequia

Para determinar la resistencia a la sequía, se realizó de acuerdo a las características que presentó la pastura frente a las condiciones ambientales (clima, temperatura, etc.), cuyo resultado fue expresado en una escala de valores de baja, media y alta resistencia. (Sepa, B. 2012).

5. Vigor de la planta

El vigor se evaluó a los 30 y 45 días, después de la siembra, en base al desarrollo de los cultivos, dando énfasis a las características de crecimiento, tolerancia a enfermedades que presentaron las plantas en cada parcela a través del macollaje de forma cualitativa, según la escala establecida por el PROYECTO P.BID. 016. 2003, presentado en el Cuadro 12.

Cuadro 12. ESCALA PARA DETERMINAR EL VIGOR.

Escala	Letra	Equivalencia
8 - 10	Excelente	E
6 - 8	Muy Bueno	MB
4 - 6	Bueno	B
2 - 4	Regular	R
0 - 2	Pobre	P

Fuente: PROYECTO P.BID. 016, (2003).

6. Tolerancia a las enfermedades

Visualmente se determinó en las unidades experimentales la presencia o ausencia de plagas y enfermedades en el cultivo, (Molina, C. 2010). Se calificó de acuerdo a la siguiente escala. Cuadro 13.

Cuadro 13. ESCALA PARA DETERMINAR LA TOLERANCIA A ENFERMEDADES.

Escala	Letra	Equivalencia
80 - 100%	Excelente	E
60 - 80%	Muy Bueno	MB
40 - 60%	Bueno	B
20 - 40%	Regular	R
0 - 20%	Pobre	P

Fuente: Molina, C. (2010).

7. Producción de forraje verde y materia seca

Se trabajó en función al peso, se cortó una muestra representativa de cada parcela, en 1 m² escogidas al azar, el peso obtenido se hizo relación con el 100% de la parcela, y posteriormente se estableció la producción en Tn /ha/corte. Por otra parte la producción de materia seca del pasto se obtuvo tomando muestras de un kilo por cada tratamiento poniéndose en fundas plásticas para su envío al laboratorio para la realización del análisis proximal. (Maldonado, D. 2010).

8. Composición Botánica por especies

La composición botánica se realizó por el método del cuadrante, con tres lanzamientos por tratamiento, utilizando un cuadrante de una área de 1 m², cortando todo el forraje que queda en la parte interna del cuadrante, separandolas gramíneas, leguminosas y malezas existentes en cada tratamiento, estos valores son expresados en porcentaje por medio de una regla de tres simple. (Altamirano, H. 2011).

9. Composición Bromatológica

El análisis bromatológico se realizó con la toma de muestras de los forrajes en el estado fenológico de prefloración y se envió a analizarse en el laboratorio,

determinando el porcentaje de la Humedad, Cenizas, Fibra, Proteína Bruta y Extracto Etéreo. (Altamirano, H. 2011).

10. Análisis Físico – Químico del suelo al inicio y final del experimento

Los distintos análisis físico - químicos del suelo fueron realizados previo a la aplicación del tratamiento y al finalizar la aplicación del tratamiento, se tomó una muestra del suelo, tomada a 15 – 30 cm de profundidad donde se analizó el pH del suelo, porcentaje de materia orgánica (%MO), contenido de Nitrógeno (%N), contenido de Fósforo (%P), contenido de Potasio (%K), los mismos que fueron efectuados en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (Hidalgo, P. 2010).

11. Indicador beneficio/costo

Este parámetro indica la aceptación o el rechazo de un tratamiento en base al ingreso de dinero estimado por la venta de forraje dividido para los egresos o gastos realizados en la producción de cada tratamiento. Además no se toman en cuenta las inversiones fijas. (Maldonado, D. 2010). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (USD)}}{\text{Egresos totales (USD)}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. GERMINACIÓN DE LA MEZCLA FORRAJERA DE *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TREBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) CON LA ADICION DE CaCO₃.

Al evaluar el porcentaje de germinación de la mezcla forrajera, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), se determinó que el mayor porcentaje de germinación, fue utilizando Ray grass con 55,03%, valores medios se presentaron con el Pasto azul y Trébol blanco con 43,88 % y 33,75 % respectivamente, siendo el menor el trébol rojo que obtuvo una germinación del 0% (Gráfico 1), esto se debió a las condiciones climáticas y edáficas imperantes en la zona donde se introdujo estas especies forrajeras, con temperaturas bajo los 10°C y a una altitud de 3500 msnm. Ante esto <http://www.botanicalonline.com/germinacion.htm>. (2010), considera que la temperatura adecuada para los procesos de germinación de las semillas son entre 15 a 25°C, aunque en climas fríos entre los 5 a 15°C, existe una germinación pero esta es inferior. La humedad que es necesaria para mantener las semillas aletargadas el anhídrido carbónico y el oxígeno son útiles para garantizar que los procesos metabólicos se produzcan y que dan inicio al crecimiento de la nueva plántula y la luz son necesarios para acelerar varios procesos de germinación de las semillas.

Al comparar estos resultados con Gallegos, R. (2012), que manifiesta, al aplicar 500 gr de Quimifol 510 plus en luna cuarto creciente en el raygrass maneja un porcentaje de germinación del 97%, y con <http://praderas y pasturas.com>. Demanet Rolando. Praderas y Pasturas. (2012), al evaluar la pureza de semillas certificadas reporta valores de germinación del *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y *Lolium multiflorum* y *Dactiliys glomerata* del 80%, 80%, 75% y 80%, en su orden siendo valores mínimos de germinación por la pureza de las semillas y valores superiores con relación a las medias registradas en esta investigación, lo que se debió principalmente a que las condiciones ambientales y temperatura fueron distintas, afirmado por <http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologías/Forrajes/archivo77.pdf>.(2008), demostrando que la semilla de buena calidad, se puede

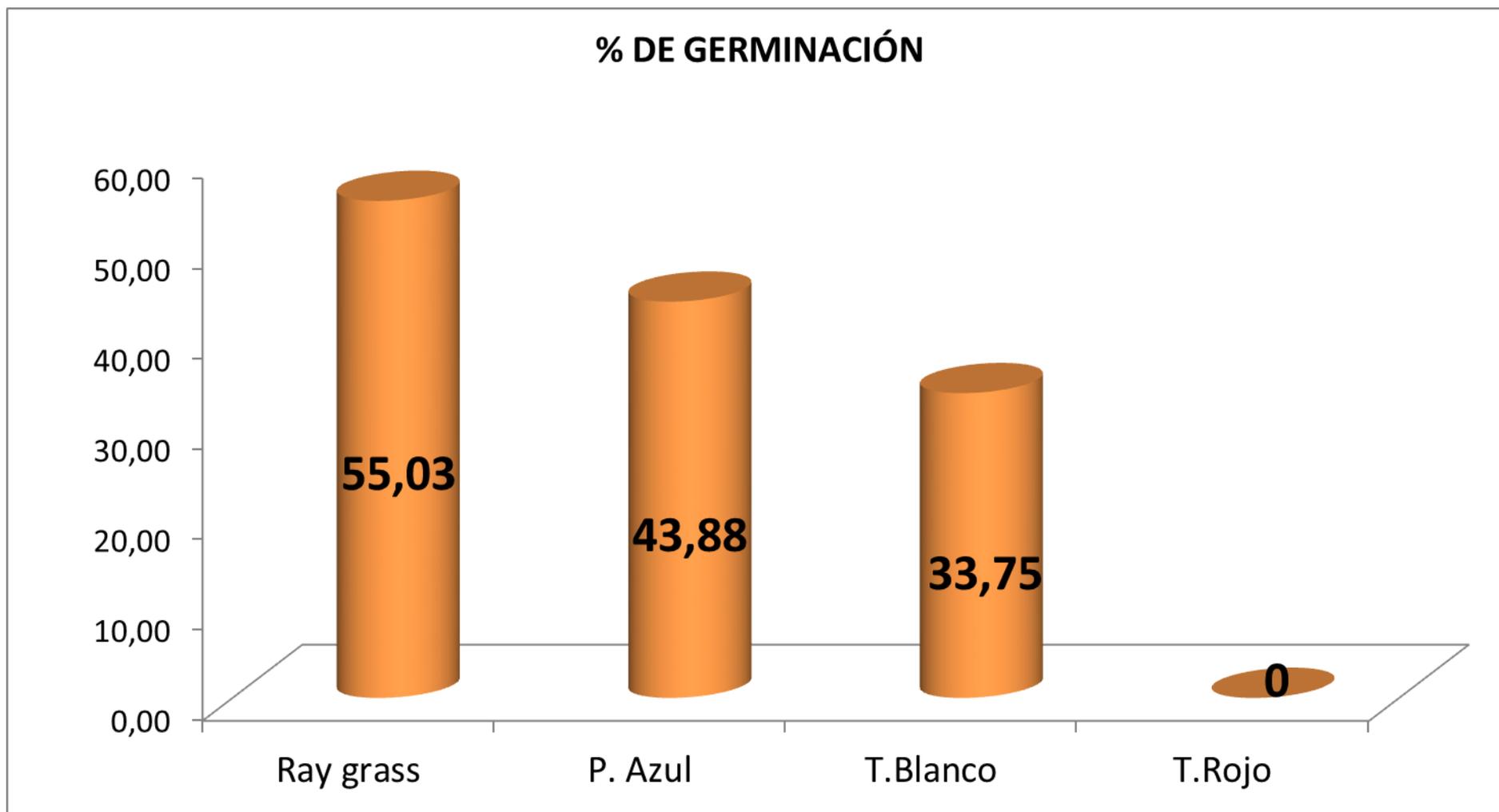


Gráfico 1. Germinación de la mezcla forrajera de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) con la adición de CaCO_3 .

considerar cuando alcanza un porcentaje de germinación entre el 80 y 100%, encontrándose los datos obtenidos en esta investigación muy inferiores a lo mencionado anteriormente. Por otra parte el CaCO_3 favoreció a que exista una mayor germinación, esto es sustentado por <http://www.chemicalinstruments.com>. (2014), quien consolida que el Carbonato de calcio, ayuda al temprano crecimiento de bellos radicales en la raíz, mejora el vigor de la planta y da consistencia al tallo; impulsa y mejora la producción de la semilla.

B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS (CaCO_3) E INCORPORACION DE ESPECIES DE ALTO VALOR FORRAJERO COMO *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

1. Porcentaje de prendimiento.

Al analizar estadísticamente el porcentaje de prendimiento, los resultados presentan diferencias estadísticas altamente significativas, ($P < 0,01$) entre los tratamientos, donde el T2 (especies promisorias + CaCO_3), es el mayor valor reportando una media de 95,59%, seguido del T0 (pradera artificial + CaCO_3) con un valor de 87,38%, y finalmente el tratamiento T1 (especies introducidas + CaCO_3 +) con 49,97% que presentó el menor porcentaje de prendimiento. (Gráfico 2).

Al comparar estos resultados (Cuadro 14), con Mora, S. (2005), establece que el porcentaje de prendimiento en leguminosas a 2900 msnm es de 97,69% a los 32 días, observando que los reportados en esta investigación son inferiores debido a que las condiciones climáticas, suelos y riego no fueron las mejores a las presentadas en nuestro estudio, lo que sin duda ayuda a un mejor prendimiento de las especies evaluadas, afirmado por <http://www2.inia.cl>. NR30974.pdf. (2013), quien manifiesta que para la regeneración de parcelas se debe considerar el medio ambiente y al manejo que se va a someter la pradera, una de las características importantes en las especies debe ser agresiva, de un alto porcentaje de

Cuadro 14. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA MEZCLA FORRAJERA RESIDENTE CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS (CaCO₃) Y LA INCORPORACIÓN DE ESPECIES DE ALTO VALOR FORRAJERO COMO DE *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

Variables	Tratamientos						E. E.	Prob.
	T0		T1		T2			
Prendimiento (%)	87,38	b	49,97	c	95,59	a	1,00	0.0001
Tiempo de Ocurrencia a la prefloración, días	54,00	a	62,33	b	51,67	a	0,94	0,0029
Composición Botánica, (%)								
Gramíneas	56,93	ab	52,91	b	64,65	a	1,66	0.0180
Leguminosas	24,45	ab	32,66	a	19,26	b	2,02	0,0231
Malezas	18,64	a	14,43	b	16,10	ab	0,57	0,0155
Producción de forraje verde (Tn/ha/corte)	3,02	c	4,94	b	5,87	a	0.08	0.0001
Producción de Materia seca (Tn/ha/corte)	1,01	c	1,7	b	2,09	a	0.03	0.0001
Vigor de la planta a los 30 días	8,13	b	6,99	c	9.04	a	0,18	0,0033
Vigor de la planta a los 45 días	6,94	b	7,030	b	9,00	a	0,18	0,0021
Resistencia a la sequía (%)	100,00	a	98,33	a	100.00	a	0,38	0,0588
Tolerancia a enfermedades (%)	100,00	a	100,00	b	100,00	a	0,00	1,000

P > 0.05 No significativo. P < 0.05 > 0.01 significativo. P < 0.01 Altamente significativo.

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey (P < 0.05).

E. E. Error Estandar.

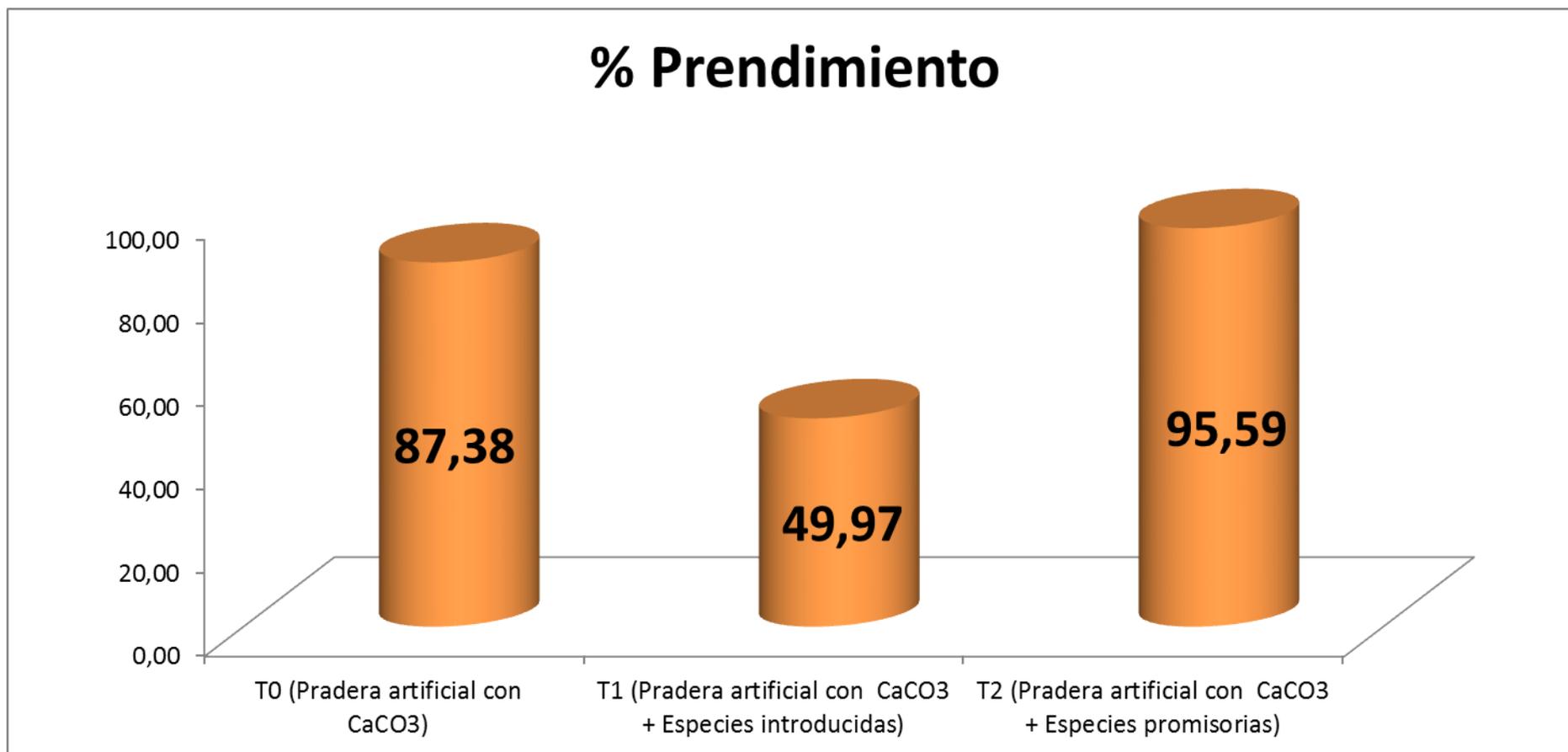


Gráfico 2. Porcentaje de prendimiento, en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) y la especie promisoriosa *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

prendimiento; por este motivo son deseables especies anuales, como de rotación corta (ray grass anual), no así el ray grass perenne y trébol blanco que no son de fácil adaptación y con el trébol rojo o rosado en regeneraciones de praderas no se ha obtenido resultados exitosos.

Al comparar los resultados obtenidos con P.BID. 016 (2003), en el cual se presentan porcentajes de prendimiento del *Poa palustris* y *Arrhenatherum elatius* de 97% y 95% en su orden, son valores similares a los reportados en la presente investigación, posiblemente debido a las mismas condiciones climáticas y edáficas, mientras que Pasto, P. (2008), al evaluar el porcentaje de prendimiento en los pastos *Arrhenatherum elatius* y *Poa palustris*, demuestra que el prendimiento del pasto avena es de 79,44%, se asume esta inferioridad, por <http://www.smart-fertilizer.com>. (2010), señala que la utilización de carbonato de calcio actúa como agente modulador de las fitohormonas, regulando la germinación, el crecimiento y la senescencia mejorando de ésta manera el porcentaje de prendimiento.

2. Tiempo de ocurrencia de la prefloración en días.

Al determinar el tiempo de ocurrencia de la prefloración, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), demostrando que las mejores respuestas se presentaron, con el T2 (especies promisorias + CaCO_3), con 51,67 días, seguido por el T0 (pradera artificial + CaCO_3), con una media de 54,00 días, en tanto que el mayor tiempo de ocurrencia de la prefloración, se presentó en el T1 (especies introducidas + CaCO_3), con un tiempo de 62,33 días, debiéndose a que los pastos promisorios son aptos para las zonas altoandinas, demostrando así un menor tiempo a la prefloración, (Gráfico 3).

Los mejores resultados registrados con la utilización de pastos promisorios más carbonato de calcio (cuadro 14), alcanzan su prefloración a los 51,67 días (Cuadro 14), afirmado por <http://es.wikipedia.org>. (2012), que se refiere al pasto avena como una especie que se adapta a una gran variedad de suelos, aunque sus mejores producciones se obtienen en suelos francos con un pH de 5 a 7,5 a una altura entre 2200 a 3800 msnm con temperaturas promedio de 8 a 14°C,

Tiempo ocurrencia días

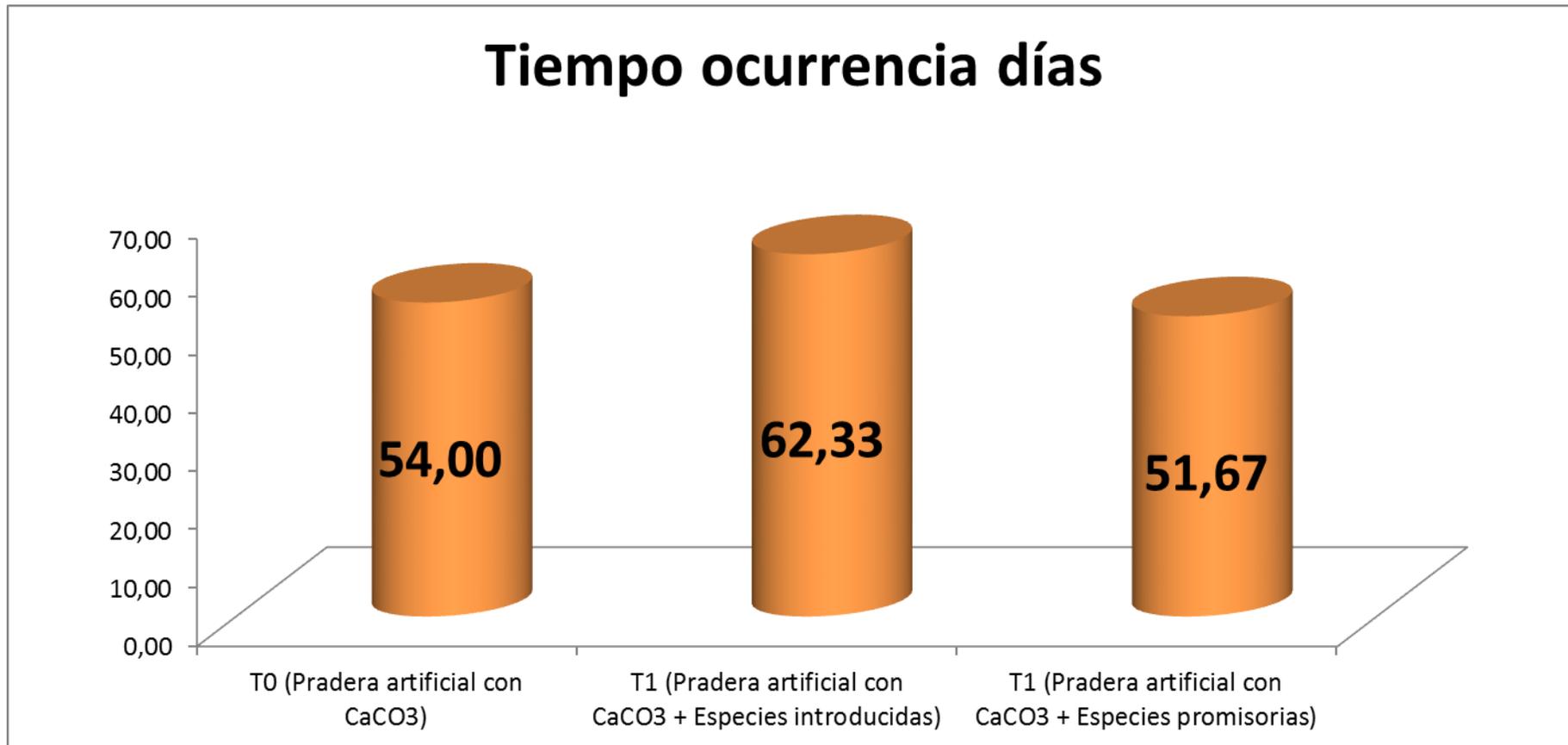


Gráfico 3. Tiempo de ocurrencia a la prefloración (días), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

Rodríguez, J. (2007), manifiesta que el Carbonato de Calcio funciona como un cofactor de actividad enzimática y coenzimática en el metabolismo celular vegetal mejorando parámetros productivos, entre ellos el tiempo de ocurrencia.

En otro sentido al analizar los resultados obtenidos por Carbajal, G. (2010), estos son más eficientes respecto a la presente investigación ya que al utilizar una asociación de alfalfa y ray grass este último con la aplicación de 8 Tn/ha de compost registro un tiempo de ocurrencia a la prefloración en 44,00 días, Sepa, B. (2012), quien registró los mejores resultados de aparición de tiempo a la prefloración al abonar con 1500 cc/ha de Green fast, con medias de 46,25 días en una mezcla forrajera, Hidalgo, P. (2010), registró el menor tiempo de ocurrencia desde el corte de igualación hasta la prefloración al aplicar 6Tn/ha, de vermicompost con 41,67días a la prefloración así como también, Paredes, D. (2009) al aplicar en el *Arrhenatherum elatius* 0,75Kg micorrizas/ha + 20 Tn/ha de abono orgánico bovino señala un tiempo de ocurrencia de 39,33 días, en tanto que Cayambe, M. (2013) aplicando giberelinas mas la adición de Bokashi registra una prefloración de 42,49 días, estos datos son afirmados por <http://www.infoagro.com>. (2010), revelando que los abonos orgánicos posee un elevado contenido de aminoácidos libres facilitando que la planta ahorre energía, a la vez que estimula la producción de proteínas, enzimas, hormonas, etc., siendo estos compuestos indispensables para los procesos vitales de las plantas.

3. Composición botánica

a. Porcentaje de gramíneas.

Al evaluar el porcentaje de gramíneas entre los tratamientos, se reportó diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$), encontrando que el mayor porcentaje de gramíneas se obtuvo con el T2 (especies promisorias + CaCO_3) con 64.65 %, valores medios se presentó en el T0 (pradera artificial+ CaCO_3) siendo el 56,93 % y el menor porcentaje se determinó con el T1 (especies introducidas+ CaCO_3), con 52,91%,(Grafico 4).

Al comparar con valores reportados por Hidalgo, P. (2010), al manejar una mezcla

Composicion botanica Gramíneas

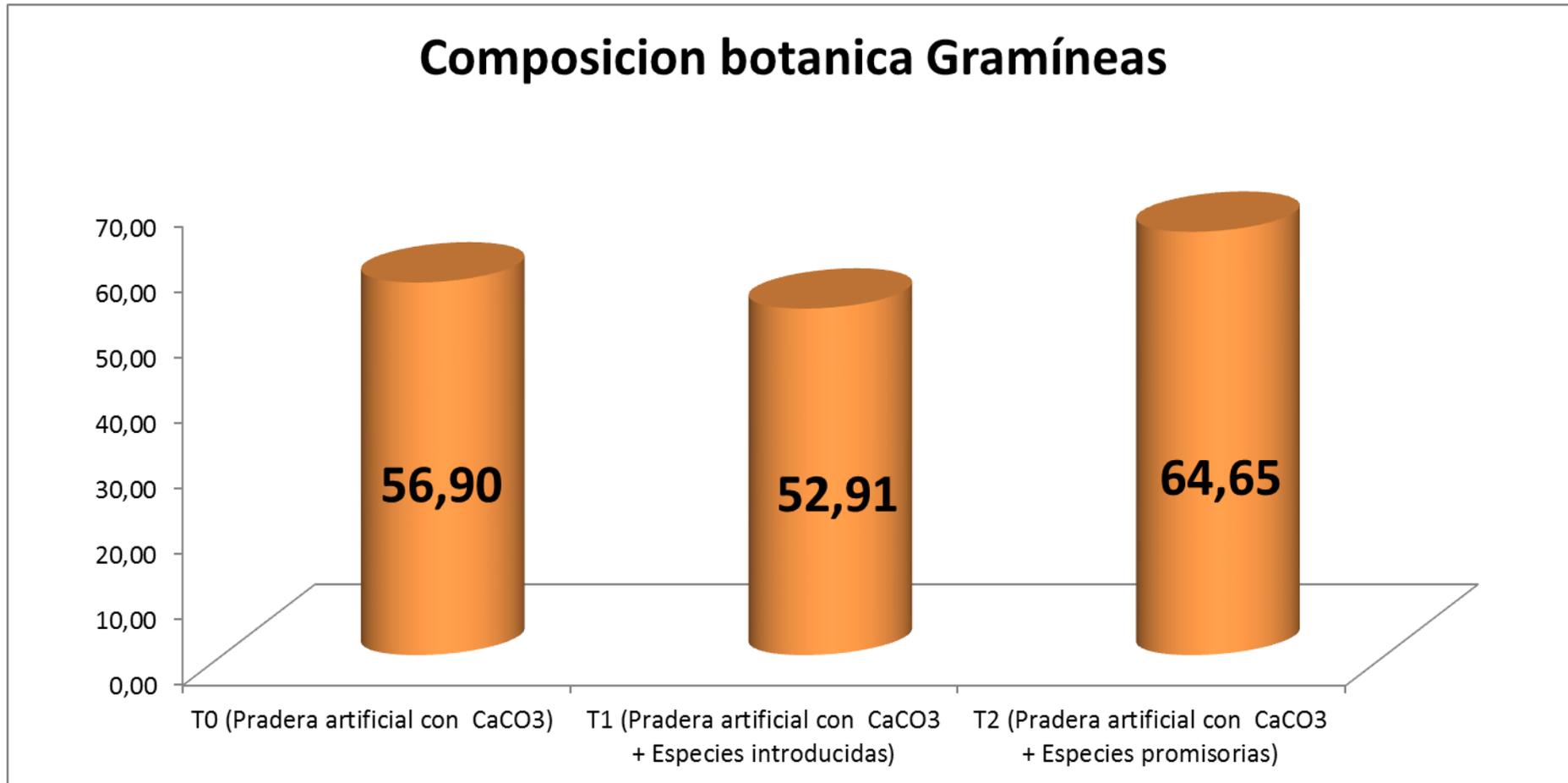


Gráfico 4. Composición botánica de gramíneas (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

forrajera con la utilización de diferentes niveles de vermicompost en la variable composición botánica, se registró en el porcentaje de gramíneas valores de 36, 73% de ray grass y pasto azul con 24,45%, siendo valores inferiores con respecto a los de esta investigación, esto se ratifica según [http://www.producciónbovina.com/producción y manejo de pasturas/pasturas%20artifi/pasturas](http://www.producciónbovina.com/producción_y_manejo_de_pasturas/pasturas%20artifi/pasturas). (2005), quien manifiesta que uno de los factores de mayor importancia en el manejo de las praderas, es la determinación cualitativa y cuantitativa de las diversas especies vegetales presentes en estas, como gramíneas, leguminosas, y malezas tanto de hoja ancha como de angosta, es determinante el conocimiento de esta composición y su dinámica en diversas estaciones climáticas para evaluar la capacidad de las especies forrajeras de interactuar con las malezas de una forma que influyan y garanticen una excelente calidad nutritiva del forraje ofrecido a los animales.

b. Porcentaje de leguminosas.

Al analizar el porcentaje de leguminosas, se determinaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), obteniendo como mejor porcentaje, el T1 (especies introducidas + CaCO_3), con 32,66%, valores intermedios en el tratamiento T0 (pradera artificial + CaCO_3), con 24,45% y el menor con en el tratamiento T2 (especie promisorio + CaCO_3), reportando un valor de 19,26%, esto se debió a que los tratamientos T0 y T2, no se realizó siembra de leguminosas a diferencia del T1, que se introdujo semillas de *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*, obteniendo un mayor porcentaje de leguminosas con respecto a los otros tratamientos, (Gráfico 5)

Comparando los resultados anteriores (Cuadro 14) con Hidalgo, P. (2010), al evaluar la composición botánica en una mezcla forrajera, reporto un porcentaje de 30,48% de trébol blanco al aplicar 8 Tn/ha de vermicompost, valor inferior al registrado en esta investigación. Resultados que son respaldados por <http://www.manejo de pasturas.dgpa/ministerio de agricultura / dirección de crianzas>. (2005), manifestando que las mejores pasturas son aquellas que se encuentran asociadas con gramíneas, los nódulos de la raíces de las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico en el suelo y donde eventualmente se hace disponible a las gramíneas, asegurando un mayor y succulento crecimiento de las mismas; siendo el mejor el trébol blanco por ser perenne, resistente y adaptarse a zonas altoandina, adjudicando a esto

Composición botánica leguminosa, (%)

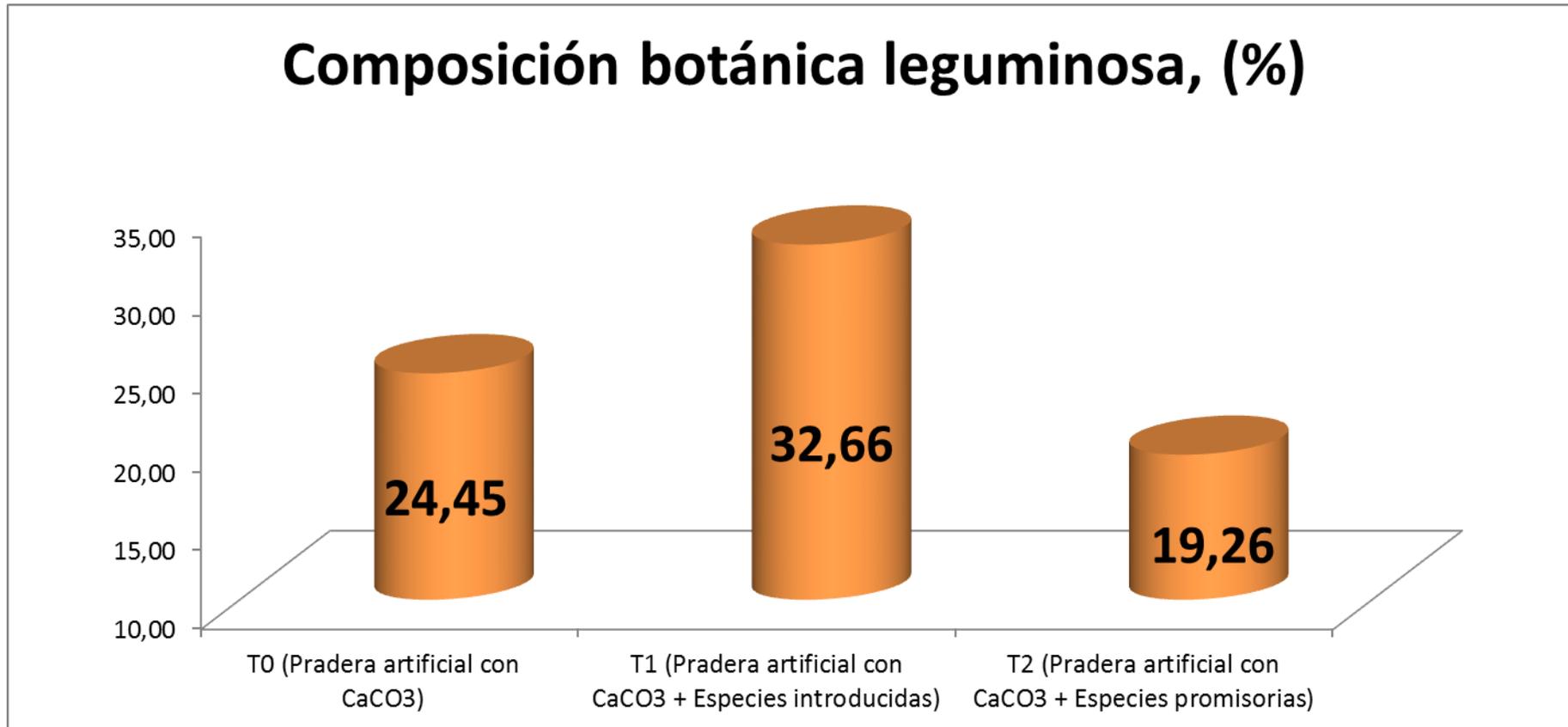


Gráfico 5. Composición botánica de leguminosas (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

<http://www.smart-fertilizer.com>. (2010), quien señala que al utilizar el CaCO_3 , como enmienda agrícola en el control y la modificación de la acidez de suelos para cultivos, se mejora las propiedades físicas – químicas y biológicas del suelo, con un pH adecuado para la actividad tanto de bacterias y hongos benéficos que ayudan a la fijación simbiótica del nitrógeno en leguminosas, aumenta la disponibilidad de nutrientes para la planta, reduce la toxicidad de algunos elementos minerales, aporta calcio y magnesio y otros nutrientes minerales mejorando los rendimientos productivos de los pastos.

c. Porcentaje de malezas.

El análisis de varianza con respecto al porcentaje de malezas, reportó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), en donde el mayor porcentaje de malezas se obtuvo en el tratamiento testigo (pradera artificial + CaCO_3) con 18,64%, seguido del tratamiento T2 (especie promisorio + CaCO_3), con un porcentaje de malezas de 16,10% y finalmente el T1 (especies introducidos + CaCO_3), con 14,43% de malezas, (Gráfico 6).

Jiménez, J. (2005), manifiesta que una mezcla forrajera debe contener de 5 al 10% de malezas, al comparar con esta investigación (Cuadro 14), estas especies están en una cantidad muy alta. Para Arrieta, J. (2004), el crecimiento del forraje en las praderas está controlado por una gran cantidad de factores: los exógenos; tales como la humedad, la temperatura, la luz solar, y los endógenos; como la capacidad de los pastos para desarrollarse, su follaje, su densidad y su grado de crecimiento en relación con su patrón de germinación. En general, las variedades de pastos poseen un desarrollo rápido y un follaje denso, son mejores competidoras que las de porte bajo y escaso vigor.

Según <http://www.grupo-papalotla.com/downloads/es-praderas.pdf>. (2010), asegura que las malezas en una pradera compiten por espacio, agua, nutrientes, producen daño mecánico (Espinacas y toxinas), son hospederas de plagas y enfermedades, dificultan el manejo de la pradera, dificultan el consumo animal y afectan los costos de producción ya que reducen la productividad de los animales. Rodríguez, J. (2007) adiciona que la mayoría de las malezas exitosas poseen

Composición botánica malezas

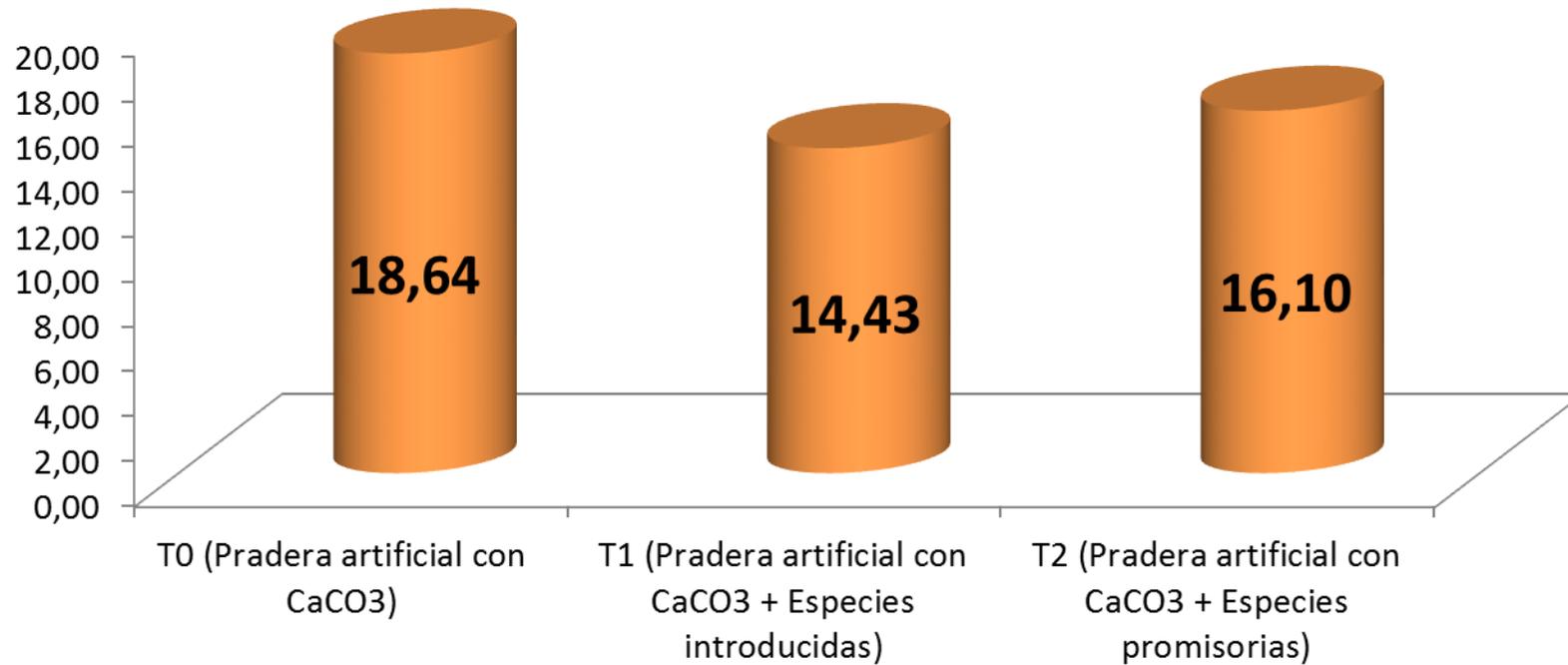


Gráfico 6. Composición botánica de malezas (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

prolongada viabilidad y dormición, permitiendo su supervivencia en condiciones inadecuadas para el crecimiento de las plantas y la persistencia por largos periodos en el suelo. Poseen una mayor plasticidad (capacidad de ajuste fenotípico) y mejores respuestas a los cambios ambientales.

4. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte).

Al evaluar la producción de forraje verde Tn/ha/corte, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), siendo el mejor tratamiento el T2 (especies promisorias+CaCO₃), con 5,87 Tn/ha/corte, mientras tanto que el valor intermedio fue en el tratamiento T1 (especies introducidas+CaCO₃), con 4,94 Tn/ha/corte y el menor resultado fue alcanzado por el tratamiento T0 (pradera artificial+CaCO₃), con 3,02 Tn/ha/corte. Es decir que la mejor producción de forraje verde se obtiene al introducir pastos promisorios (Gráfico 7), esto se debe a que el CaCO₃ aporta lentamente nutrientes minerales, los mismos que son absorbidos por los pastos, favoreciendo de esta manera la nutrición y resistencia, de esta manera el pasto avena fue la especie forrajera idónea para la restauración de praderas ya que se incrementó su adaptación a condiciones climáticas adversas y por ende la producción de forraje verde.

Estos resultados, se fundamentan y concuerdan con lo que señala <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/pasturas%20CRS/clase%204%20Mezclas%20forrajeras.pdf>. (2008), que las gramíneas como es el caso de *Arrhenatherum elatius* están presentes en todas las asociaciones práticoas del mundo ya que se adaptan a una gran variedad de suelos y pueden sobrevivir en condiciones adversas como: alta dosis de siembra, competencia, fuego, pastoreo, etc. Además según <http://www.ipni.net>.(2010), señala que el CaCO₃ puede aumentar la eficiencia de la fertilización en más del 50 por ciento y mejora la efectividad de ciertos herbicidas, dejando de esta manera el desarrollo normal de las mezclas forrajeras de alto valor nutricional. (Cuadro 14).

Al comparar con otros autores como Usca, D. (2008), al aplicar en el pasto avena humus líquido (6000 l/ha), menciona una producción de 16 Tn/ha/corte. Haro, Y. (2011), al aplicar diferentes niveles de Abonagro foliarmente en pasto

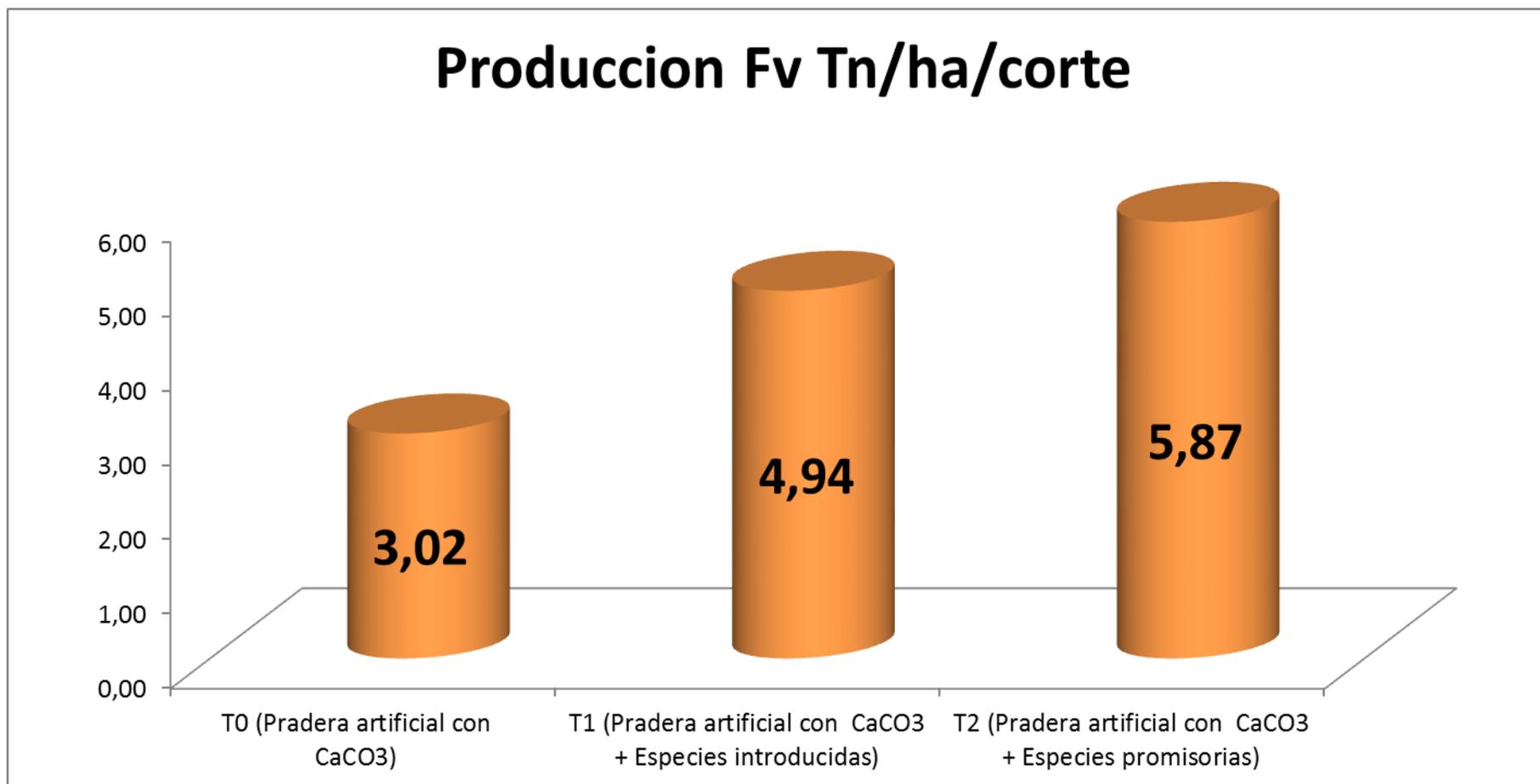


Gráfico 7. Producción de forraje verde (Tn/ha/corte), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

avena obtuvo valores de 7,70 Tn/ha/corte, valores superiores a los registrados en la presente investigación, Sepa, B. (2012), reporta la mayor producción de forraje verde en una mezcla forrajera con la utilización de 1250 cc/greenfast con 21,94 Tn/ha/corte, así como López, Q.(2007), en la evaluación de producción de forraje y semilla bajo la aplicación basal de diferentes niveles de abono orgánico (humus), donde obtuvo una producción de 6.91 Tn/ha/corte de forraje verde.

Los resultados anteriormente mencionados se deben a lo descrito en [http://wwwpersonal.iddeohtm.\(2012\)](http://wwwpersonal.iddeohtm.(2012)), menciona que los abonos son productos bioactivadores, que actúan favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, se basa en ser un excelente bioestimulante y enraizante vegetal, debido a su contenido y aporte de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, microelementos y otras sustancias, que favorecen el desarrollo y crecimiento de toda la planta.

5. Producción de materia seca (Tn/ha/corte)

El análisis de la variable producción de materia seca Tn/ha/corte en la etapa de prefloración, registro diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), registrando la mayor producción en el tratamiento T2 (especie promisorio + CaCO_3) con un valor de 2,09 Tn/ha/corte de materia seca, seguido por el tratamiento T1 (especies introducidas + CaCO_3) con una producción de 1.7 Tn/ha/corte de materia seca, finalmente el tratamiento T0 (pradera artificial + CaCO_3) con una producción de 1.01 Tn/ha/corte de materia seca, (Gráfico 8).

A lo que [http://www.bioteconologia.com.\(2007\)](http://www.bioteconologia.com.(2007)), indica que el Carbonato de Calcio CaCO_3 es una sustancia muy especial y beneficiosa para el suelo y para las plantas, por cuanto aporta lentamente nutrientes minerales para las plantas a medida que se descompone, a la vez que produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorecen la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente la producción de materia seca. Al comparar los datos obtenidos como se muestra en el Cuadro 14, con los

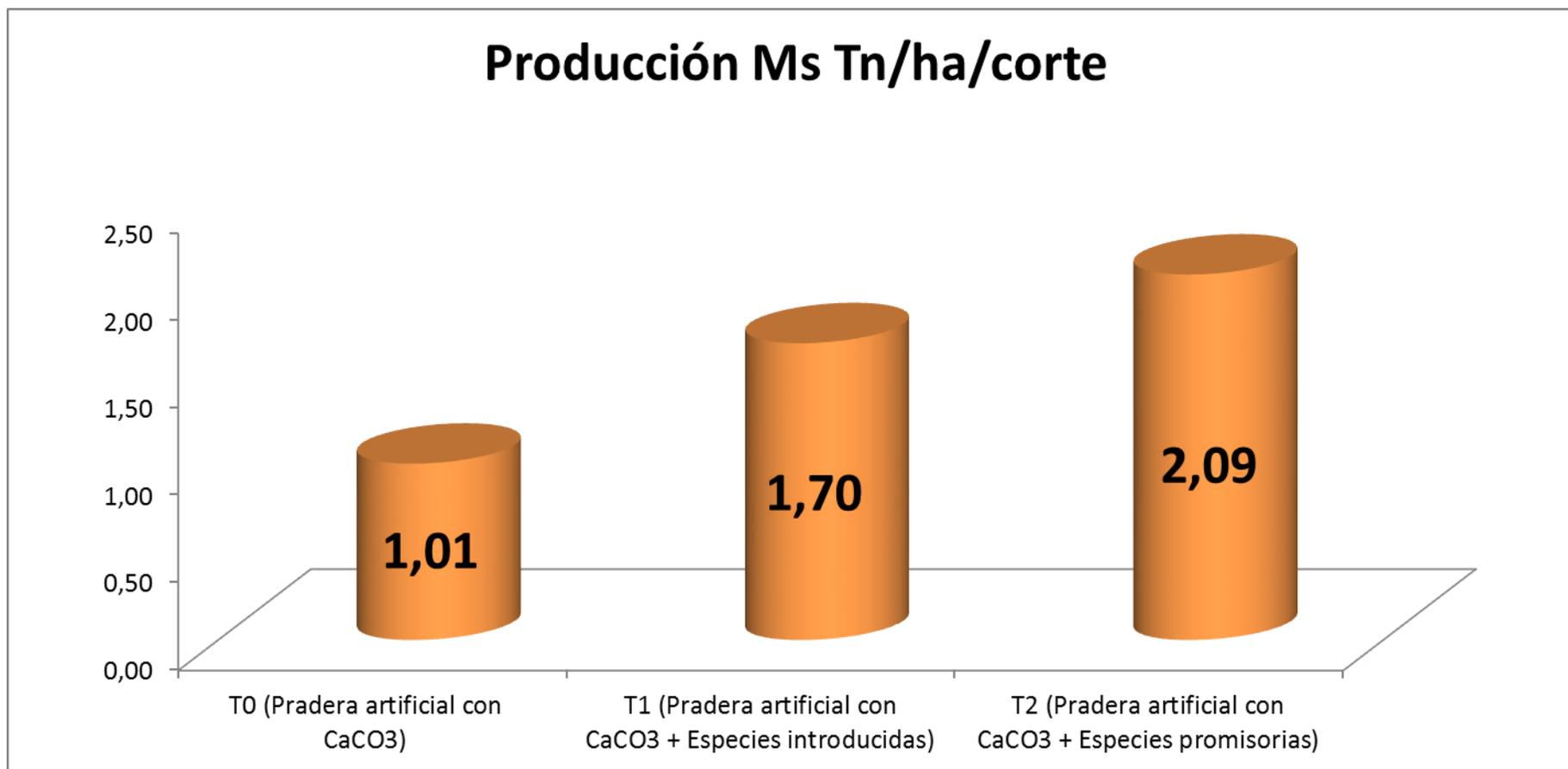


Gráfico 8. Producción de materia seca (Tn/ha/corte), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

descritos por Usca, D. (2008), quien registra una producción superior a esta investigación teniendo un promedio de 2.31 Tn/ha/corte, al utilizar humus liquido como fertilizante foliar en la producción de pasto avena, debido a que los ácidos húmicos y fúlvicos permiten una entrega inmediata de nutrientes, Quinzo, A. (2014), al manejar una mezcla forrajera de pasto azul, rye grass, trébol blanco, presentó en las parcelas fertilizadas con 600 l/ha de purín bovino más 30 g de giberelinas con medias de 3,59 Tn/ha/corte, Hidalgo, P. (2010), al evaluar la producción de materia seca de la mezcla forrajera establecida con rye grass, pasto azul y trébol blanco bajo la influencia de la utilización de los diferentes niveles de vermicompost registro 6,47 Tn/ha/corte, de materia seca en el segundo corte y Sepa. B, (2012), al rehabilitar una pradera artificial con diferentes niveles de bioestimulantes de base orgánica (Green Fast), reporta los mejores resultados al aplicar el tratamiento 1250 cc/greenfast con 4,13 Tn/ha/corte.

Resultados superiores a la presente investigación, esto se debió a lo dicho por <http://www.foroarchivo.infojardin.com/orquidea/t-164587.html>. (2009), que las fitohormonas son "substancias reguladoras del crecimiento", es más general y abarca a las substancias tanto de origen natural como sintetizado en el laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo o desarrollo en la planta. Además, <http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html>. (2007), describe que los abonos orgánicos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

6. Vigor de la planta a los 30 y 45 días.

Al analizar el vigor de la planta a los 30 días, en la producción de una mezcla forrajera de especies residentes con la aplicación de enmiendas (CaCO_3) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (trébol blanco), *Trifolium pratense* (trébol rojo), *Lolium multiflorum* (ray grass), *Dactylis glomerata* (pasto azul) y la especie promisorio *Arrhenatherum elatius* (pasto

avena), dentro de los cuales registro diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,0033$), demostrando que el tratamiento más eficaz es el T2 (especies promisorias+CaCO₃), con un vigor de la planta de 9,04 estando en la escala de excelencia ingresando aquí el T0 (pradera artificial+CaCO₃), con el valor mínimo de la tabla de categorización, teniendo un vigor de los pastos de 8,13 y por último el T1 (especies introducidas+CaCO₃), que reporta 6,99 encontrándose categorizado como muy bueno, (Gráfico 9).

El análisis de varianza del vigor de la planta a los 45 días, reportan diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,0021$), teniendo un vigor excelente con la especie promisoría *Arrhenatherum elatius* de 9.00, seguido por la incorporación especies introducidas (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y *Lolium multiflorum*) y la pradera artificial, presentando medias de 7,03 y 6,94 que las ubica en una escala de vigor de la planta muy bueno, (Gráfico 10).

Por tanto la evaluación anterior, demostró un vigor de la planta excelente y muy bueno, respaldado por el excepcional desarrollo de las unidades experimentales y no hubo presencia de enfermedades, teniendo gran participación el carbonato de calcio (CaCO₃), ya que es una enmienda que ayuda a retener nutrientes mejorando las condiciones del suelo, los parámetros productivos de los pastizales, afirmado por Anderson, (2002), asegura que los cultivos que tiene un buen vigor de la planta son aquellos que tienen un buen macollaje, y por ende los rendimientos productivos son más altos, <http://www.agronotas.es>.(2009), indicando que el carbonato de calcio activa la formación y crecimiento de las raicillas, mejora el vigor general de la planta, neutraliza las sustancias tóxicas que producen las plantas, estimula la producción de semilla, aumenta el contenido de Ca en el alimento animal. (Cuadro 14).

7. Resistencia a la sequía.

Al evaluar el análisis de varianza de la resistencia a la sequía, gráfico 11 se pudo determinar que no existen diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos propuestos pero si existen diferencias numéricas, demostrando que los Tratamientos más eficiente son el T0 (pradera artificial +CaCO₃) y T2 (especies

Vigor de la planta a los 30 días

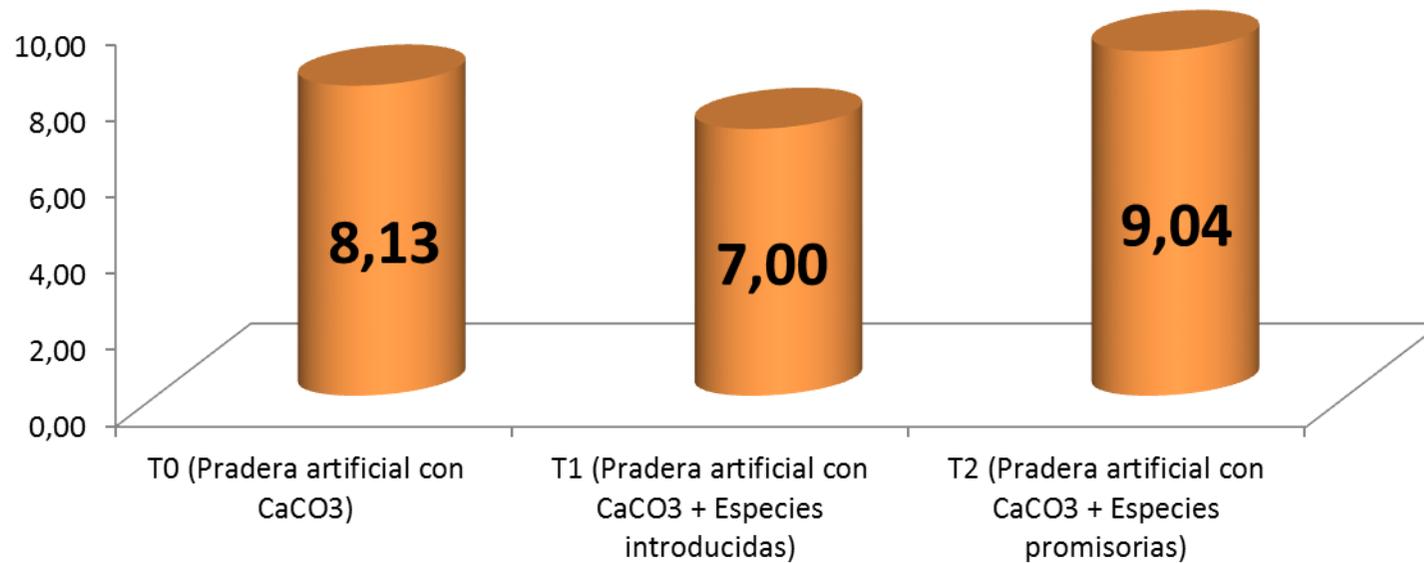


Gráfico 9. Vigor de la planta a los 30 días (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) y la especie promisorio *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

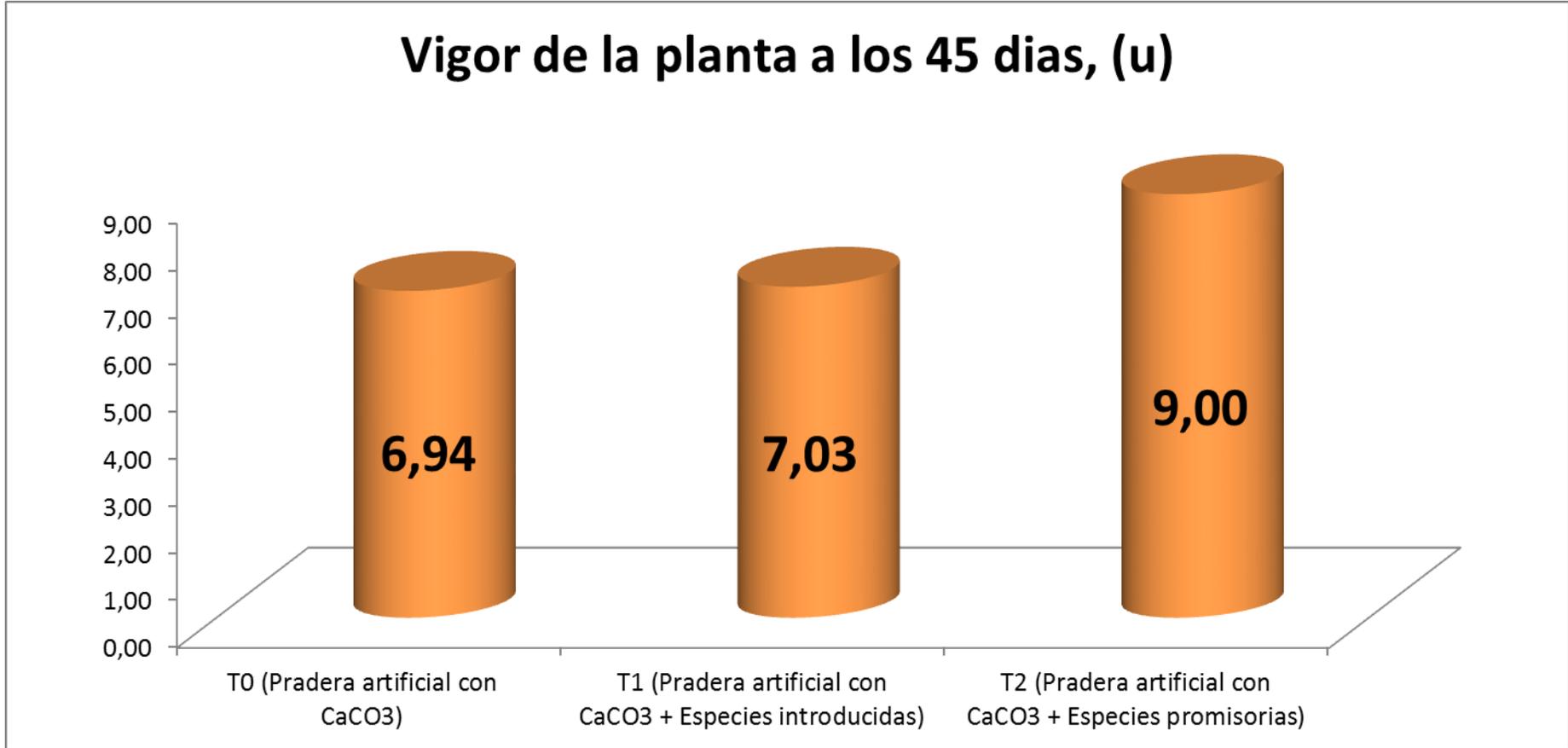


Gráfico 10. Vigor de la planta a los 45 días (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA)

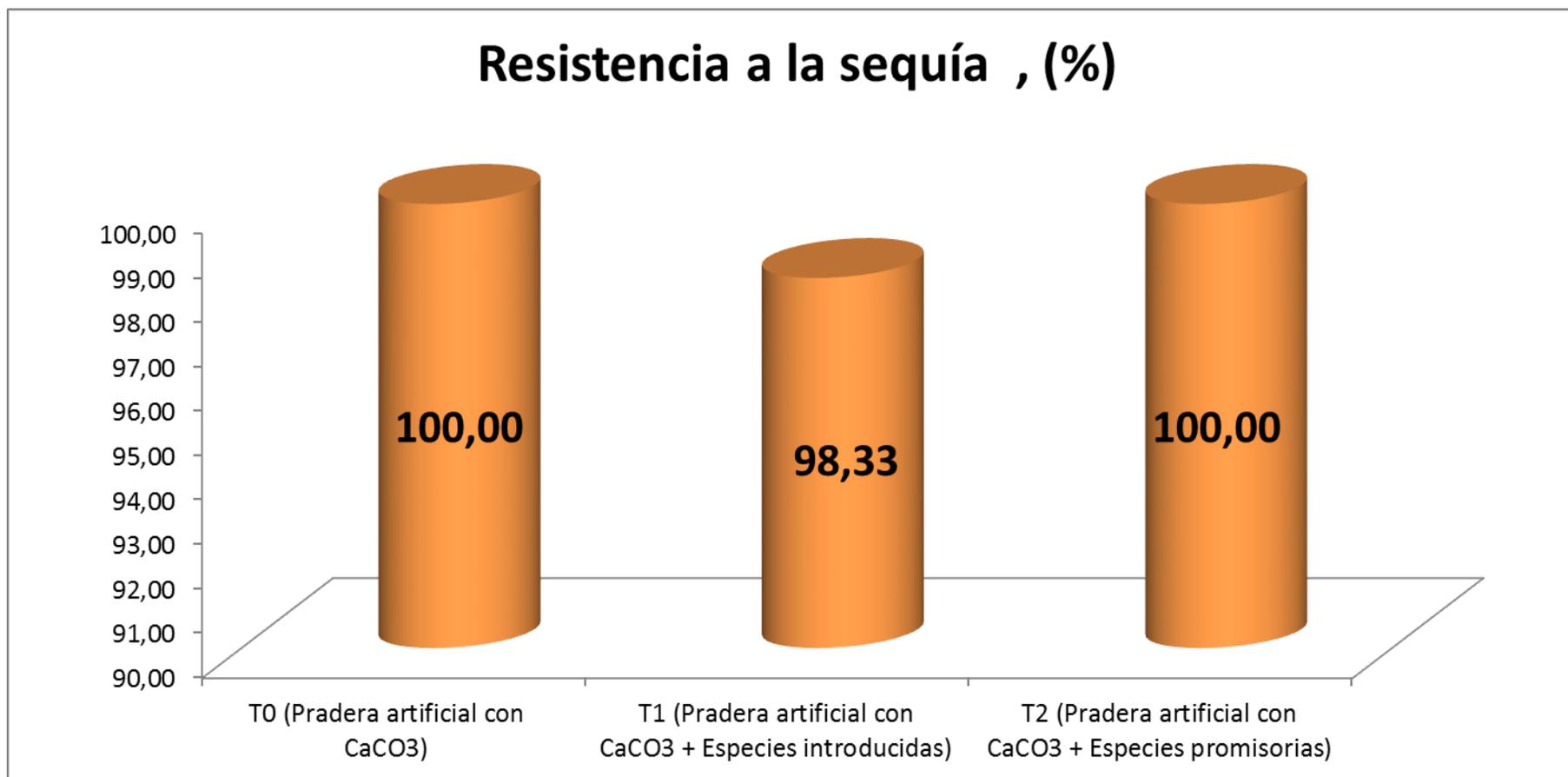


Gráfico 11. Resistencia a la sequía (%), en la mezcla forrajera residente con la aplicación de enmiendas (CaCO₃) y la incorporación de especies de alto valor forrajero como de *Trifolium repens* (TRÉBOL BLANCO), *Trifolium pratense* (TRÉBOL ROJO), *Lolium multiflorum*(RAY GRASS), *Dactylis glomerata* (PASTO AZUL) Y LA ESPECIE PROMISORIA *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA).

promisorias + CaCO₃) con 100%, seguida por el T1 (especies introducidas + CaCO₃) reportando un valor de 98,33%, lo que nos demuestra que existió una alta resistencia a la sequía.

Sepa, B. (2012), al evaluar la resistencia a la sequía con la utilización de bioestimulante Green fast en la producción de la mezcla forrajera se logró resultados similares a los de la presente investigación. (Cuadro 14). Mostrando parámetros medios y altos en la mezcla forrajera esto quizás se deba a las propiedades o cualidades de los pastos, a lo que adjudica Muñoz, I et al. (2003), los pastos y otras especies vegetales poseen diferentes mecanismos que le permiten escapar a los efectos negativos de la sequía. Uno de ellos es el ajuste osmótico, que consiste en la acumulación de solutos (azúcares y aminoácidos) para que los tejidos se mantengan turgentes en bajos potenciales de agua. Otro mecanismo de tolerancia a la sequía es el cierre de los estomas cuando la humedad del aire es escasa, lo que permite optimizar el uso del agua disponible, Mujica, A y Jacobsen, S. (2005), afirman que la tolerancia a la sequía soportando un bajo potencial hídrico es una característica inherente de la planta, la cual a pesar de tener un bajo potencial hídrico, mantiene turgencia y, por ende, activos los procesos de crecimiento, desarrollo y producción debido a una acumulación activa de solutos acompañada de una mayor elasticidad de las membranas.

8. Tolerancia a enfermedades.

La tolerancia a enfermedades de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas obtuvo en promedio 100 %, sin mostrar diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0,005$), puesto que no se reportó ningún síntoma de ataque de plagas o enfermedades, por lo que se puede mencionar que este cultivo en este medio de investigación es tolerante a enfermedades. (Gráfico 12)

Al comparar los datos obtenidos como se observa en el Cuadro 14, con los descritos por Molina, C.(2010), que aplicando diferentes abonos orgánicos en una mezcla forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa) y *Dactylis glomerata* (pasto azul), presentan valores de 83,33% y 86,667% y Sepa, B. (2012), en la variable

tolerancia a enfermedades, utilizando Green fast en la producción de la mezcla forrajera de ray grass, pasto azul y trébol blanco, con una buena resistencia a enfermedades, teniendo resultados menores a la investigación en estudio, debido a que la rusticidad de las especies se manifiesta con la tolerancia y resistencia al pastoreo sin ser afectada por bacterias y hongos que en otras variedades se presentan y afectan a las hojas disminuyendo la producción, (<http://www.angelfire.com/ultra2/corpagro/09.pdf>. 2010).

Para lo que Campos, R. (2010), aclara que una de las funciones del carbonato de calcio (CaCO_3) es capaz de inhibir la germinación de organismos patógenos y por ende reducir el grado de infección en la planta, esto básicamente debido a su pH alcalino y al aporte de calcio a los cultivos, lo cual lo hace más resistente a enfermedades. Sostenido <http://www.smart-fertilizer.com>.(2010), que el CaCO_3 , ayuda a proteger la planta contra las enfermedades - numerosos hongos y bacterias que secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales.

9. Análisis de correlación entre las variables.

El grado de asociación que se evidencia entre el tiempo de ocurrencia con el porcentaje de prendimiento (Cuadro 15), es significativa con una correlación alta y negativa de $-0,9591$, lo que indica que a medida que se incrementan los días de la prefloración descenderá el porcentaje de vigor, así como también guarda una relación con la composición botánica de leguminosas, teniendo una significancia positiva, lo que demuestra que a más días de tiempo de ocurrencia de la prefloración se desarrollaran de mejor manera las leguminosas en las mezclas forrajeras ($P < 0,01$).

La correlación que existe entre producción de forraje verde con el porcentaje de vigor de la planta se puede observar que es significativamente alta y positiva con $r = 0,6792$, lo cual nos muestra que a mayor producción de forraje verde tendremos un mejor vigor de la planta a los 45 días hasta su utilización como alimento para los semovientes ($P < 0,01$). La correlación que se evidencia entre producción de materia seca y producción de forraje verde, presenta una

Cuadro 15. ANALISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

Variables	Trat	% Prend	Vp30	Vp45	Rs	Te	CBG	CBL	CBM	To	PMs	PFv
Trat	1,0000											
% Prend	0,1682	1,0000										
Vp30	0,4028	0,8418	1,0000									
Vp45	0,8146	0,5493	0,7888	1,0000								
Rs	0,0000	0,8347	0,5271	0,2297	1,0000							
Te	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000						
CBG	0,5976	0,7977	0,7838	0,7933	0,4930	1,0000	1,0000					
CBL	-0,3515	-0,8941	-0,7910	-0,6544	-0,5978	1,0000	-0,9520	1,0000				
CBM	-0,5435	0,6223	0,3344	-0,1247	0,5282	1,0000	0,2430	-0,5283	1,0000			
To	-0,2011	-0,9591	-0,9042	-0,6420	-0,7116	1,0000	-0,7720	0,8417	-0,5286	1,0000		
PMs	0,9831	0,0152	0,2486	0,7051	-0,1071	1,0000	0,4863	-0,2206	-0,6499	-0,0339	1,0000	
PFv	0,9751	-0,0259	0,2111	0,6792	-0,1396	1,0000	0,4539	-0,1845	-0,6746	0,0075	0,9991	1

Trat: tratamientos, % Prend: porcentaje de prendimiento, Vp30: vigor de la planta a los 30 días, Vp45: vigor de la planta a los 45 días, Rs: resistencia a la sequía, Te: tolerancia a enfermedades, CBG: composición botánica de gramíneas, CBL: composición botánica de leguminosas, CBM: composición botánica de malezas, To: tiempo de ocurrencia a la prefloración, PMs: producción de materia seca en prefloración, PFv: producción de forraje verde en la prefloración.

significancia alta y positiva de $r=0,9991$ lo que indica que a medida que existe mayor producción de forraje verde se obtendrá niveles de producción de materia seca más eficientes de las mezclas forrajeras en discusión ($P<0,01$).

C. ANALISIS DE SUELO ANTES Y DESPUES DE LA REGENERACION DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS.

1. pH

El pH de los suelos en los cuales se desarrolló la investigación (Cuadro 16), fue de 5.8 que corresponde a un suelo ligeramente ácido, gracias a la incorporación de carbonato de calcio incremento el pH a 6.5 prácticamente neutro reportado por el Laboratorio de Recursos Naturales, siendo favorable para este tipo de cultivo, ya que aprovecha el calcio como nutriente para las plantas y mejora la penetración del agua en suelos ácidos.

Bernal, J. (2008), reporta que las pasturas de alta producción pueden ser establecidas mediante técnicas de cultivación tradicional o mediante técnicas de labranza de conservación (Labranza cero o mínima). Cualquiera de los sistemas elegidos tiene los mismos principios los cuales deben seguirse estrictamente y que son la clave del éxito. De la misma manera manifiesta que el análisis del suelo es el primer principio y se recomienda como primer paso para identificar los posibles déficits de fertilidad y los niveles de acidez. Un correcto pH (generalmente de 5.5 a 6.5) y buenos niveles de fósforo son los principales requerimientos.

Según <http://tecnoagro.com>.(2010), La principal propiedad química del carbonato de calcio es neutralizar ácidos. Aunque su uso más conocido en la agricultura es precisamente el de neutralizar suelos ácidos, desde hace muchos años se conoce que este compuesto es capaz de inhibir la germinación de organismos patógenos y por ende reducir el grado de infección en plantas.

2. Materia Orgánica (%)

En lo concerniente al contenido de materia orgánica los suelos en donde se realizó la presente investigación (Cuadro 16), disponían de 4.1 % como contenido inicial de los suelos, los cuales se redujeron a 2.4 %, siendo bajo este contenido, debiéndose principalmente a que esta materia orgánica se mineraliza por los procesos naturales, siendo necesario la incorporación permanente de este compuesto orgánico para que las especies forrajeras puedan expresar su potencial genético que es beneficioso ya que esta materia orgánica ayuda a retener humedad y favorece a los cultivos para disponer de suficientes nutrientes que son absorbidos a través de las raíces mediante presión osmótica.

Además permite la mineralización de la materia orgánica favoreciendo la disponibilidad de nutrientes para las plantas. De esta manera se puede manifestar que la materia orgánica es un factor fundamental en la conservación de los suelos, corroborando lo que señala <http://www.infoagro.com>. (2010), al señalar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, por lo tanto se debe utilizar abonos, los cuales juegan un papel fundamental, se aumenta la capacidad que posee el suelo para absorber los distintos elementos nutritivos, adicionando posteriormente los abonos minerales o inorgánicos.

3. Nitrógeno total (%)

El nitrógeno es un elemento fundamental en los cultivos, en el sitio donde se desarrolló la presente investigación (Cuadro 16), se disponía de suelos con 12.4 % siendo bajo este mineral, el mismo que se incrementó luego de esta investigación a 15.3 % siendo todavía bajo, por lo que es necesario realizar la fertilización con el mineral correspondiente, de esta manera se puede manifestar que este tipo de suelos por la poca cantidad de nitrógeno no permiten una buena producción forrajera, la misma que hace que incluso la carga animal sea limitada. Domínguez, A. (2008), reporta que la importancia del nitrógeno en la planta queda suficientemente probada, puesto que se sabe que participa en la composición de las más importantes sustancias, tales como: clorofila,

aminoácidos, proteína, ácidos nucleicos, etc. Como estas sustancias sirven de base para la mayoría de los procesos que rigen el desarrollo, crecimiento y multiplicación de la planta, resulta evidente la importancia del nitrógeno en las funciones más características de la vida vegetal ya que el nitrógeno es muy móvil dentro de la planta.

Cuadro 16. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS ANTES Y DESPUES DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS EN LA COMUNIDAD LLANGAHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Compuesto	Contenido			
	Inicial	Calificación del suelo	Final	Calificación del suelo
pH	5.8	Lig. Acido	6.50	Práctic. Neutro
Materia orgánica (%)	4.1	Medio	2.4	Bajo
Nitrógeno total (%)	12.4	Bajo	15.3	Bajo
Fosforo (ppm)	45.4	Alto	41.7	Alto
Potasio (cmol/kg)	814.8	Alto	925.9	Alto

Fuente: Laboratorio de Suelos, Facultad Recursos Naturales – ESPOCH. (2013).

4. Fósforo (ppm)

En cuanto al contenido de fosforo, este tipo de suelos disponían un contenido de 45.4 ppm, correspondiendo a un nivel alto, el mismo que luego de la investigación se redujeron a 41.7 ppm, esto se debe a que los cultivos absorbieron, siendo necesario la aplicación de este mineral que es fundamental en la producción forrajera. (Cuadro 16). Según <http://www.picasso.com.ar/rye-grass-perenne.php>. (2002), señala que los cultivos forrajeros son exigentes a la fertilización a base de fósforo principalmente cuando las praderas son establecidas a base de trébol blanco que requiere de fertilización fosforada.

Puesto que una alta respuesta a fertilización nitrogenada, requiere la provisión de fósforo.

5. Potasio (cmol)

El potasio es un macro elemento fundamental en la producción agrícola, su deficiencia trae consigo falta de crecimiento foliar, una coloración rojiza en las hojas de los cultivos. Presentándose al inicio de esta investigación un valor de 814.8 cmol/kg correspondiendo a un nivel alto, el mismo que se incrementó a 925.9 cmol.kg, siendo aún mayor, debido a que estos cultivos no son muy exigentes en este mineral, y su incorporación únicamente acumula este en los suelos.

Hidalgo, P, (2010), reporta que los suelos de Rocón en el cantón Chambo poseen 118.70 cmol/kg, correspondiendo a un nivel medio, de esta manera se puede mencionar que en el sitio en donde se desarrolló la investigación, este mineral es prácticamente alto y no requiere de la aplicación para los cultivos forrajeros.

D. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

Cuadro 17. ANALISIS PROXIMAL DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS EN LA COMUNIDAD LLANGAHUA DEL CANTON AMBATO.

Variables	Tratamientos		
	T0	T1	T2
Proteína (%)	8.61	7.18	10.26
Materia Seca (%)	33.42	34.42	35,75
Grasa (%)	1.08	1.11	1.27
Cenizas (%)	4.88	3.40	8.12
Fibra (%)	12.40	13.24	17.46
Humedad (%)	66.58	65.58	64,25

Fuente: Laboratorio bromatológico. Facultad De Ciencias Pecuarias. ESPOCH. (2013)

1. **Proteína (%)**

La mezcla forrajera del tratamiento T2, registro un contenido de proteína de 10.26 %, el cual supera al resto de tratamientos, puesto que al utilizar el T0 y T1 registraron 8.61 y 7.18 % de proteína (Cuadro 17), esto puede deberse a la composición botánica de las mezclas forrajeras, debido a que a mayor número de leguminosas, mayor va a ser la disponibilidad de proteína, la misma que también depende del tipo de especie y su estado fenológico.

Hidalgo, P. (2010), señala que la mezcla forrajera de pasto azul, ray grass y trébol blanco al aplicar vermicompost presentó 18.45, 18.56, 18.07 y 18.87 % de proteína cruda, valor superior al alcanzado en el presente estudio, esto se debe a la composición botánica de la mezcla forrajera.

2. **Materia seca (%)**

El contenido de materia seca del tratamiento T2 fue de 35.75 %, el mismo que es superior al resto de tratamientos (Cuadro 17), esto se debe a que esta mezcla está constituida por *Arrhenatherum elatius*, la misma que tiene por característica un contenido de agua muy baja además llega a su madurez muy rápidamente lo que permite que se pierda humedad de forma acelerada provocando que sea diferente a otras especies vegetales.

Hidalgo, P. (2010), reporta que la mezcla forrajera de ray grass, pasto azul y trébol blanco al aplicar 0, 4, 6 y 8, Tn/ha de vermicompost fue de 28.66, 27.94, 31.03, 28.87 % de materia seca, siendo semejantes a los encontrados en el presente estudio, el mismo que depende de la edad al corte.

3. **Grasa (%)**

El contenido de grasa de las mezclas forrajeras que corresponde al tratamiento T2, T1 y T0 fueron de 1.27, 1.1 y 1.08 % respectivamente (Cuadro 17), debiéndose estas diferencias a que cada tratamiento está compuesto por diferentes especies vegetales las cuales disponen en su estructura compuestos

bromatológicos diferentes que hacen que no coincida numéricamente esta variable. Hidalgo, P. (2010), señala que el contenido de grasa de las mezclas forrajeras fueron de 1.27, 1.1 y 1.08 %, los mismos que se encuentran dentro de los encontrados en el presente estudio.

4. Cenizas (%)

La mezcla forrajera del T0, T1 y T2 registro un contenido de cenizas de 4.88, 3.40 y 8.12 %, (Cuadro 17), siendo totalmente diferentes numéricamente, esto se debió a que cada tratamiento está compuesto por diferentes especies forrajeras que tienen total independencia puesto que cada uno de las especies absorben minerales acorde a su exigencia lo cual hace que el contenido de minerales sean totalmente diferente entre tratamientos.

Hidalgo, P. (2010) señala que la utilización vermicompost en niveles de 0, 4, 6 y 8 Tn/ha en la mezcla forrajera de ray grass, pasto azul y trébol blanco permitió registrar 10.65, 9.89, 10.03 y 10.68 % de cenizas, valores superiores a los reportados en este estudio, esto posiblemente se deba a la composición botánica de los pastos, o a su vez a la fertilización de las praderas.

5. Fibra (%)

En las mezclas que se utilizaron en los tratamientos T0, T1 y T2 el contenido de fibra de estos fueron de 12.40, 13.24 y 17.46 %, siendo diferentes numéricamente entre estas mezclas (Cuadro 17), debiéndose principalmente a que cada mezcla tiene su edad de madurez sexual diferente, lo que provoca una pronta maduración de los cultivos, es por ello que se lignifican con mayor rapidez, como es el caso del *Arrhenatherum elatius*.

Hidalgo, P, (2010), señala que la aplicación de vermicompost en la mezcla forrajera, de ray grass, pasto azul y trébol blanco permitió registrar 28.54, 29.31, 29.17 y 28.63 % de fibra cruda, valores superiores a los encontrados en el presente estudio, esto se debe principalmente al estado fenológico en el que se

cosecha, puesto que mientras más maduro se corta el pasto, mayor es el contenido de fibra por la lignificación de las paredes celulares.

6. Humedad (%)

El contenido de humedad de las mezclas forrajeras con los tratamientos T0, T1 y T2 fueron de 66.58, 65.58 y 64,25 %, siendo estos diferentes numéricamente (Cuadro 17), los cuales son inversamente proporcionales al contenido de materia seca, debiéndose este comportamiento a la característica específica de cada especie vegetal, principalmente del *Arrhenatherum elatius* la misma que se caracteriza por llegar a la reproducción a una edad muy temprana haciendo que la humedad se pierda de forma acelerada, lo cual no ocurre en otras especies.

Hidalgo, P. (2010), reporta que el porcentaje de humedad de la mezcla forrajera fue de 71.34, 72.06, 68.97 y 71.13 %, siendo superiores a los encontrados en el presente estudio, esto se debe a la edad al corte.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO

La utilización de carbonato de calcio en la recuperación de las praderas y la incorporación de pastos promisorios permitió registrar un beneficio/costo de 1.94, pudiendo señalar que es indispensable incorporarlos, ya que se adaptan de mejor manera, puesto que al manejar parcelas artificiales residentes o con la incorporación de especies introducidas, resulta menos productivo y por ende económico puesto que con ellos se registró un beneficio costo de 1.68 y 1.58 respectivamente (Cuadro 18). Al obtener un beneficio costo de 1,94, esto representa que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 0,94 dólares que significa una ganancia del 94%, de esta manera se puede establecer que la mezcla con la incorporación de especies promisorias resulta muy rentable a la hora de obtener un eficiente rendimiento forrajero.

Cuadro 18. ANALISIS ECONOMICO DE LA PRADERA ARTIFICIAL CON LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS E INCORPORACION DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS - NATURALIZADAS E INTRODUCIDAS EN LA COMUNIDAD LLANGAHUA DEL CANTON AMBATO.

Detalle	Unidad	Cant.	C. unit	Tratamientos		
				T0	T1	T2
Semilla						
1. Trébol Rojo	Kg	0,16	12,8		2,048	
2. Trébol Blanco	Kg	0,432	16,25		7,02	
3. RayGrass	Kg	2	4,15		8,3	
4. Pasto Azul	Kg	2,4	5,55		13,32	
5. Plántulas Pasto avena	Unidad	4200	0,03			126
6. Uso del suelo	Ha	1	500	500	500	500
7. Mano de Obra	Jornal	6	340	680	2040	1360
8. Carbonato de Calcio	t/ha	0,125	593,6	74,2	74,2	74,2
9. Riego	Anual	1	100	100	100	100
9. Transporte		1	180	100	180	180
Egresos				1454,2	2924,888	2340,2
Producción de forraje						
Producción de forraje	t/ha/corte			3,020	4,940	5,870
Días de prefloración	Días			54,00	62,33	51,67
Cortes por año				6,759	5,856	7,064
Producción de forraje	t/ha/año			163,08	307,9102	303,3029
Ingresos				2446,200	4618,653	4549,544
B/C				1,68	1,58	1,94

Fuente: Rivera, M. (2014)

V. CONCLUSIONES

Una vez analizado los resultados obtenidos en la evaluación de la regeneración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas se llegó a las siguientes conclusiones:

- El efecto de la enmienda con la aplicación de una base estándar de 1250 kg/ha de CaCO_3 , en la recuperación de praderas artificiales, ha permitido determinar una mejora de los parámetros físicos del suelo, como el pH, cantidad de nitrógeno y potasio, que son mayores después de la aplicación del carbonato de calcio con valores de 6.50, 15,3 % y 925,9 cmol/kg, en su orden.
- La regeneración de la pradera artificial con la incorporación de especies nativas o introducidas reportaron diferencias estadísticas ($P < 0,01$), en su comportamiento, registrándose mejores respuestas con la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras promisorias, (T2), logrando mayor eficiencia en las variables de producción de forraje verde, materia seca y tiempo de ocurrencia a la prefloración con resultados de 5,87 Tn/FV/ha/corte; 2,09 Tn/MS/ha/corte y 51,67 días; respectivamente.
- La evaluación de resistencia a la sequía y vigor de la planta, en la recuperación de praderas artificiales con CaCO_3 , no se registraron diferencias estadísticas pero si numéricas; determinándose las mejores respuestas fueron al manejar praderas artificiales resistentes o asociarlas con especies promisorias registrando un valor de 100% y 9 en su orden, a diferencia de la mezcla con especies introducidas que presento un porcentaje de 98,33% y 6,64.

- El análisis bromatológico de la parcela artificial con la introducción de especies promisorias con la adición de CaCO_3 , registra el mayor porcentaje de materia seca, proteína, fibra con 35,75, 10,26 y 17,46, en su orden.
- El análisis económico reporta la más alta rentabilidad, con el T2 al utilizar CaCO_3 + pasto avena; con un beneficio/costo de 1,94, determinándose que por cada dólar invertido existe una rentabilidad de 0,94 dólares, mientras que la menor rentabilidad económica se adquiere con el T1 (CaCO_3 + mezcla forrajera artificial con la incorporación de especies introducidas) con un beneficio/costo de 1,58.

VI. RECOMENDACIONES

Una vez analizado los resultados obtenidos en la evaluación de la regeneración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas se llegó a las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el *Arrhenatherum elatius* como una alternativa forrajera para la recuperación de praderas artificiales en la zona altoandina del Ecuador, ya que en la presente investigación esta mezcla forrajera obtuvo los mayores rendimientos, tanto productivos como económicos comparadas con las praderas que se incorpora especies introducidas.
- Aplicar Carbonato de Calcio, en praderas artificiales con una base estándar de, 1250 kg/ha, ya que neutraliza suelos ácidos y mejora la producción de forraje, lo que garantiza obtener rentabilidades económicas que beneficien a los productores y ganaderos.
- Continuar con el estudio de la regeneración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas y conocer su respuesta forrajera en varios cortes.
- Incentivar en los agricultores y ganaderos de las zonas altoandinas de nuestro país el uso de pastos promisorios para la recuperación de praderas artificiales y así mejorar paulatinamente el valor nutritivo de pastizales para la alimentación de los animales.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALTAMIRANO, H. 2011. Evaluación de diferentes densidades de siembra del *Plántago lanceolata* asociado a una mezcla de especies introducidas. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 4-5-23-24.
2. ANDERSON, P. 2002. Growth and Development Guide for Spring Barley. Universidad de Minnesota. Plegable AG-FO-2547. Minnesota, US.
3. ARRIETA, J. Aspectos sobre el Control de Malezas Compuestas en Pastos dedicados a la Ganadería de Leche. 2004. Disponible en: www.corpoica.org.com
4. BASAURE, P. 2011. Enmiendas del suelo/uso de cales y yeso.
5. BENÍTEZ, A. 2008. Pastos y forrajes. 1 a ed. Quito, Ecuador. Edit. Universidad Central del Ecuador. pp. 18-34.
6. BERNAL. J. 2008. Pastos y forrajes tropicales. Manejos de praderas. Tomo 1. Bogotá. P. 204-208.
7. CAMPOS, R. (2010), <http://tecnoagro.com.mx/no-54/uso-de-carbonato-de-calcio> para incrementar la efectividad biológica de antibióticos comerciales en el control de la mancha bacteriana *xanthomonas vesicatoria* en jitomate bajo condiciones de invernadero.
8. CARVAJAL, G. (2010), Evaluación de Diferentes Niveles de Compost Generados a Partir de la Utilización de Resíduos Orgánicos de la Producción Avícola y su Aplicación en una Mezcla Forrajera de *Lolium perenne* y *Medicago sativa*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 29-30.

9. CASTRO, H. y GÓMEZ, M. 2010. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo. Ciencia del suelo, principios básicos. pp. 77-137
10. CAYAMBE, M. 2013. Evaluación de diferentes niveles de bokashi más la adición de giberelinas en la producción de pasto avena *Arrhenatherumelatius*. Tesis de Grado. . Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 3-8-25-47
11. CHÁLAN, M. 2009. Evaluación de diferentes niveles de bokashi en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherum pratense* (pasto avena). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 22.
12. CHAVARREA, S. 2004. Evaluación de tres fitohormonas con diferentes dosis a diferentes edades post corte en la producción de forraje del *Arrhenatherumelatius* (pasto avena). Tesis de Grado. . Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 25-42.
13. DEL POZO, P. 2001,. Análisis del crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de abono nitrogenado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(1): 51-58.
14. DOMÍNGUEZ, A. 2008. Abonos Minerales. 7a ed. Madrid, España. Edit. Ministerio de Agricultura. pp 145 - 193.
15. GALLEGOS, R. 2012. Evaluación de la producción forrajera de raygrass (*Lolium perenne*) con la aplicación de dos niveles de fertilización foliar en las cuatro fases lunares. Tesis de Grado. Universidad de Bolivar, FCA-Recursos Naturales. Guaranda, Ecuador. pp. 64-87.

16. GUMANQUISPE, M. 2012. Evaluación de la productividad del pasto maralfalfa (*pennisetum*sp), mediante dos tipos de multiplicación asexual y dos abonos orgánicos en Cunchibamba, provincia de Tungurahua..Tesis de Grado.FCA-UEB-Guaranda, Ecuador. pp 56-57.
17. HARO, Y. 2011.Evaluación de diferentes niveles de fertilizante foliar completo (Abonagro – polvo) en la producción forrajera y semilla del *Arrhenatherumelatius* en la Estación Experimental Tunshi. Tesis de grado. FIZ. FCP. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 30-77
18. HIDALGO, P. 2010, Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass (*Lolium perenne*), pasto azul (*Dactylisglomerata*) y trébol blanco (*Trifoliumrepens*) mediante la utilización de diferentes niveles de vermicompost. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politecnica de Chimboeazo. Riobamba, Ecuador. pp 27.
19. <http://www2.inia.cl>. 2009. NolbertoTeuberKuschel, Ing. Agronomo, Ph. D. Establecimiento y Regeneración de praderas permanentes.
20. <http://www2.inia.cl>. NR30974.pdf. 2013. Alfredo Torres B. CAPÍTULO 9 – Inia
21. <http://www2.inia.cl>. 2014. Oscar Strauch B. Boletín INIA N9 57 _ ISSN 0717 - 4829. Antecedentes para el. Establecimiento y Regeneración de praderas.
22. <http://www.agronet.gov.co>. 2006. José Orlando Blanco Sandoval Ing. Agrónomo Ph.D. Acondicionadores y mejoradores de suelo.pdf
23. http://www.agronotas.es.2009/A55CA3%5CAgronotas.nsf/v_postid/C07ED180EA1BD96B8625753700637434.-El-papel-de-calcio-en-la-planta-agronotas
24. <http://www.agronet.gov.co>. 2000. Enmiendas del Suelo

25. <http://anfacal.org>.2010. Ing. Eloy Molina, M. Sc. Neutralización de Suelos Ácidos. JM enclado y acidez.pdf.
26. <http://www.angelfire.com/ultra2/corpagro/09.pdf>. (2010), Potomac.
27. <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec>. 35 AG. 2012. Guamanquispe , M .tesis.pdf.
28. <http://www.biotechnologia.com>. 2007. Soriano, J. Como influye el porcentaje de cobertura aérea sobre la calidad de los nutrientes.
29. <http://www.botanicalonline.com>.2010.germinacion.htm
30. <http://www.chemicalinstruments.com>.2014.mx/page107.html. Guía para interpretación de análisis de suelos
31. <http://www.corpoica.org.co>. 2013. Loliummultiflorum (Ryegrass anual)
32. <http://www.engormix.com>. 2009. Enmiendas de Suelos Ácidos.
33. <http://equipo1ecologiabiomas.blogspot.com>.2012. Tello Torrijos Bryan. Pradera.html
34. <http://es.gardening.eu>/arc/plantas/Arbustos/Arrhenatherum elatius L. Beauv ex J K.Preslvar. Biaristatum Peterm. Peterm /5681//stamp .asp.2008. Condiciones ambientales.
35. <http://es.wikipedia.org>. 2012. Dactylis glomerata
36. <http://es.wikipedia.org>. 2012. Arrenatherum elatius
37. <http://www.fao.org>/AG/aGp/agpc/doc/Gbase/DATA/Pf000423.htm.2008. Suelos

38. <http://fertiagrochile.cl>. 2013. Hernán Pinilla Quezada. Acidez de suelo y enmiendas calcareas. Universidad de la Frontera
39. <http://www.foroarchivo.infojardin.com/orquidea/t-164587.html>.2009. Fitohormonas.
40. <http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html>. 2007. Abonos organicos
41. <http://www.grupopapalotla.com.2010.downloads/es-praderas.pdf>.
Regeneración de praderas
42. [http://www.icafe.go.cr.2010.Revista Informativa](http://www.icafe.go.cr.2010.RevistaInformativa)
43. <http://www.infoagro.com>. 2010. Los abonos orgánicos.
44. <http://www.ini.unipi.it>. 2012. Ing. Agr. Augusto Fatecha Acosta, Ing. Agr. Justo López Portillo. Stevia. Suplemento. PAG43006.HTM
45. [http://www.ipni.net.2010.Cal Agrícola conceptos básicos para la producción de cultivos.pdf](http://www.ipni.net.2010.CalAgricolaconceptosbasicosparalaproducciondecultivos.pdf)
46. <http://www.isoflavones.info>. 2012. Trébol Rojo. Php
47. <http://www.manejodepasturas.dgpa/ministeriodeagricultura/direcciondecrianzas>. (2005). Cultivo y manejo de pastos.
48. <http://mundo-pecuario.com>. 2008. Gelvez Lilian. Composición nutricional del Pasto azul
49. <http://mundo-pecuario.com>. 2008. Gelvez Lilian. Composición nutricional del Trebol (fresco)
50. <http://www.personal.iddeohtm>.(2012). Funciones de los bonos

51. <http://www.peruvet.com>. 2008. Composición Botánica del Trébol Rojo
52. <http://www.peruvet.com>. 2008. Composición Botánica del RayGrass Anual
53. <http://www.picasso.com.ar>.2007. Descripción semilla RyegrassAnual.php
54. <http://www.picasso.com.ar>. 2011. Descripción Trébol Rojo quinequeli. php
55. <http://www.picasso.com.ar>. 2011. Descripción Semillas Trébol Blanco. Php
56. <http://www.picasso.com.ar/ryegrassperenne.php>. 2002. fertilización de praderas.
57. <http://praderas y pasturas.com>. Demanet Rolando. Praderas y Pasturas. 2012. Laboratorio Semillas.pdf.
58. <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/pasturas%20CRS/clase%204%20Mezclas%20forrajeras.pdf> 2008. Mezclas Forrajeras.
59. <http://www.produccionbovina.com>. 2005. producción y manejo de pasturas/pasturas%20artifi/pasturas.
60. http://www.promical.com.co/es/cales_agricolas. 2012
61. http://revista_virtual_pro.com.2011.Preparacion del sitio de plantación VP CF I 11.swf.
62. <http://repositorio.utn.edu.ec>. 03 AGP 75 CAPITULO II.pdf - Repositorio UTN. Revisión de literatura. 2.1. El cultivo de papa.pdf. 2010
63. <http://www.semillasanfrancisco.com>. 2013. Ryegrass Gander (Lolium multiflorum L.)
64. <http://www.smart-fertilizer.com>.2010.articulos.calcio-en-plantas

65. <http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologias/Forrajes/archivo77.pdf>.(2008), Los forrajes.
66. <http://tecnoagro.com.2010.mx/no-54/uso-de-carbonato-de-calcio-para-incrementar-la-efectividad-biologica-de-antibioticos-comerciales-en-el-control-de-la-mancha-bacteriana-xanthomonas-vesicatoria-en-jitomate-bajo-condiciones-de-invernadero>
67. <http://www.ujcm.edu.pe>. MVZ. Fredi Mayta Huiza. 2011. [bv/links/cur_agronomica/Mod_Cultivo_Manejo_Pastos.pdf](#).
68. <http://www.unavarra.es>. 2013. Flora Pratense y Forrajera Cultivada de la Península Ibérica.
69. JIMENEZ, J. 2005. Manual de Pastos y forrajes. pp 23-24
70. KEMMITT S, WRIGHT D, GOULDING B K, JONES D. 2006. pH regulation of carbon and nitrogen dynamics in two agricultural soils. *Soil Biology y Biochemistry* 38 pp. 898–911
71. LEÓN, R. Pastos y Forrajes, Producción y Manejo. 1ra Edición. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 2003. 251p.
72. LONDOÑO P., D.H. 2000. Acidez y Encalamiento de los Suelos PROMICAL. Segunda Revisión. Itaguí, Colombia 34p.
73. LOPEZ, Q. 2007. Estudio del efecto de diferentes niveles de abono orgánico (humus), en la producción de forraje y semilla de pasto avena (*Arrhenatherum elatius*) aplicado en forma basal. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 46-51.
74. MALDONADO, D. (2010). Evaluación del efecto de la aplicación de diferentes niveles de micorrizas (glomericota) en la producción primaria forrajera

de *Poa palustris* (pato poa). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 20-21.

75. MOLINA, C. (2010). Evaluación de diferentes abonos orgánicos en la producción de forraje de una mezcla forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa) y *Dactylis glomerata* (pasto azul) en el cantón Mocha parroquia la Matriz. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 33.
76. MUJICA, A Y JACOBSEN, S. 2005. Resistencia de la quinua a la sequía y otros factores abióticos adversos, y su mejoramiento
77. MUÑOZ, I et al. 2003. Resistencia a sequía de *Brachiaria* spp. i. aspectos fisiológicos
78. ORTIZ, R. 2009. Enmiendas de suelos ácidos. Archivo de Internet. Engormix.com.
79. OSORNO. H y OSORNO. L. 2011. Determinación de los requerimientos de cal. Suelos Ecuatoriales. 41(1): 29-35.
80. PAREDES, D. 2009. Evaluación del comportamiento productivo forrajero del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), mediante la aplicación de micorriza (*Glomeromycota*) más abono orgánico bovino. Tesis de grado. FIZ. FCP. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 28-50.
81. PASTO, P. 2008. Evaluación del grado de adaptación de dos especies forrajeras, *Poa palustris* y *Arrhenatherum elatius* en comparación con el *Lolium perenne* en la comunidad de Larkaloma. Tesis de grado. FIZ. FCP. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 32-33.

82. PROYECTO P.BID. 016 2003. "Establecimiento y Manejo del Banco de Germoplasma de Especies Forrajeras Altoandinas.sn. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.se. Riobamba, Ecuador.
83. RODRÍGUEZ LAGRECA, J. Las Malezas y el Agroecosistema. 2007. Disponible en: www.pv.fagro.edu.uy
84. QUINZO, A. 2014. Evaluación de diferentes niveles de purín bovino 200, 400 y 600 l/ha, más giberelinas en dosis de 10, 20, 30 g, respectivamente en la producción primaria forrajera de la mezcla de *Loliumperenne*(ryegrass blanco), en el sector de Urbina. Tesis de Grado. EIZ.FCP-ESPOCH-Riobamba, Ecuador. pp 43- 102
85. SEPA, B. 2012, rehabilitación de la pradera artificial con diferentes niveles de bioestimulante de base orgánica (greenfast). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politecnica de Chimboreazo. Riobamba, Ecuador. pp 37.
86. UVA, RICHARD H., JOSEPH C. NEAL Y JOSEPH M. DITOMASO, 1997. Malezas del Nordeste, (Ithaca, NY: CornellUniversityPress).
87. USCA, D. 2008. Evaluación de diferentes niveles de humus como fertilizante foliar en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherumelatus* Pasto avena. Tesis de grado. FIZ. FCP. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 26 - 81.

ANEXOS

Anexo 2. Porcentaje de Prendimiento de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	87,24	89,35	85,56	262,15	87,38	1,90
T1	47,69	52,45	49,78	149,92	49,97	2,39
T2	95,43	94,97	96,36	286,76	95,59	0,71

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	3566,98				
Tratamientos	2	3547,38	1773,69	592,23	6,94	18,00
Repeticiones	2	7,62	3,81	1,27	6,94	18,00
Error	4	11,98	2,99	1,00		
CV %			2,23			
Media			77,65			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	87,38	b
T1	49,97	c
T2	95,59	a

Anexo 3. Tiempo de ocurrencia a la prefloración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	52	55	55	162,00	54,00	1,73
T1	61	63	63	187,00	62,33	1,15
T2	53	52	50	155,00	51,67	1,53

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	202,00				
Tratamientos	2	188,67	94,33	35,38	6,94	18,00
Repeticiones	2	2,67	1,33	0,50	6,94	18,00
Error	4	10,67	2,67	0,94		
CV %			2,92			
Media			56,00			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	54,00	a
T1	62,33	b
T2	51,67	a

Anexo 4. Composición botánica de gramíneas de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	53,28	60,01	57,42	170,71	56,90	3,39
T1	54,86	53,21	50,67	158,74	52,91	2,11
T2	64,05	63,58	66,31	193,94	64,65	1,46

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	249,77				
Tratamientos	2	213,55	106,78	13,07	6,94	18,00
Repeticiones	2	3,54	1,77	0,22	6,94	18,00
Error	4	32,67	8,17	1,65		
CV %			4,91			
Media			58,15			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	56,90	Ab
T1	52,91	B
T2	64,65	A

Anexo 5. Composición botánica de leguminosas de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	53,28	60,01	57,42	170,71	56,90	3,39
T1	54,86	53,21	50,67	158,74	52,91	2,11
T2	64,05	63,58	66,31	193,94	64,65	1,46

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	249,77				
Tratamientos	2	213,55	106,78	13,07	6,94	18,00
Repeticiones	2	3,54	1,77	0,22	6,94	18,00
Error	4	32,67	8,17	1,65		
CV %			4,91			
Media			58,15			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	56,90	Ab
T1	52,91	B
T2	64,65	A

Anexo 6. Composición botánica de malezas de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	18,09	18,99	18,83	55,91	18,64	0,48
T1	14,99	15,01	13,29	43,29	14,43	0,99
T2	17,59	15,55	15,15	48,29	16,10	1,31

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	32,76				
Tratamiento						
s	2	26,93	13,46	14,04	6,94	18,00
Repeticiones	2	2,00	1,00	1,04	6,94	18,00
Error	4	3,83	0,96	0,57		
CV %			5,97			
Media			16,39			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	18,64	a
T1	14,43	b
T2	16,10	ab

Anexo 7. Producción de forraje verde (t/ha/corte) de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	2,85	3,25	2,97	9,07	3,02	0,21
T1	4,83	4,91	5,08	14,82	4,94	0,13
T2	5,86	5,97	5,77	17,60	5,87	0,10

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	12,75				
Tratamientos	2	12,62	6,31	319,95	6,94	18,00
Repeticiones	2	0,06	0,03	1,47	6,94	18,00
Error	4	0,08	0,0197	0,08		
CV %			3,05			
Media			4,61			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	3,02	c
T1	4,94	b
T2	5,87	a

Anexo 8. Producción de materia seca (t/ha/corte) de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	0,95	1,09	0,99	3,03	1,01	0,07
T1	1,66	1,69	1,75	5,10	1,70	0,05
T2	2,09	2,13	2,06	6,28	2,09	0,04

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	1,82				
Tratamientos	2	1,80	0,90	371,62	6,94	18,00
Repeticiones	2	0,01	0,00	1,51	6,94	18,00
Error	4	0,01	0,0024	0,03		
CV %			3,08			
Media			1,60			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	1,01	c
T1	1,70	b
T2	2,09	a

Anexo 9. Vigor de la planta a los 30 días de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	8,34	7,61	8,44	24,39	8,13	0,45
T1	7,57	6,27	7,15	20,99	7,00	0,66
T2	9,02	8,92	9,17	27,11	9,04	0,13

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	7,59				
Tratamientos	2	6,27	3,13	32,28	6,94	18,00
Repeticiones	2	0,93	0,47	4,81	6,94	18,00
Error	4	0,39	0,10	0,18		
CV %			3,87			
Media			8,05			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	8,13	b
T1	7,00	c
T2	9,04	a

Anexo 10. Vigor de la planta a los 45 días de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	7,35	6,59	6,89	20,83	6,94	0,38
T1	7,58	6,67	6,84	21,09	7,03	0,48
T2	9,16	8,35	9,48	26,99	9,00	0,58

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	9,53				
Tratamientos	2	8,09	4,05	41,94	6,94	18,00
Repeticiones	2	1,05	0,53	5,46	6,94	18,00
Error	4	0,39	0,10	0,18		
CV %			4,06			
Media			7,66			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	6,94	b
T1	7,03	b
T2	9,00	a

Anexo 11. Resistencia a la sequía de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	100	100	100	300,00	100,00	0,00
T1	97	99	99	295,00	98,33	1,15
T2	100	100	100	300,00	100,00	0,00

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	8,22				
Tratamientos	2	5,56	2,78	6,25	6,94	18,00
Repeticiones	2	0,89	0,44	1,00	6,94	18,00
Error	4	1,78	0,44	0,38		
CV %			0,67			
Media			99,44			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	100,00	a
T1	98,33	A
T2	100,00	A

Anexo 12. Tolerancia a enfermedades de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas - naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
T0	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00	0,00
T1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00	0,00
T2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00	0,00

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Ficher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	0,00				
Tratamientos	2	0,00	0,00	#¡DIV/0!	6,94	18,00
Repeticiones	2	0,00	0,00	#¡DIV/0!	6,94	18,00
Error	4	0,00	0,00		0,00	
CV %			0,00			
Media			100,00			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Tratamientos	Media	Rango
T0	100,00	a
T1	100,00	a
T2	100,00	a

Anexo 1. Porcentaje de germinación de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies naturalizadas e introducidas.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Mezcla forrajera	Repeticiones			Sum	Means	Desvest
	I	II	III			
Raygrass	54,35	55,32	55,42	165,09	55,03	0,59
Pasto azul	45,34	40,65	45,64	131,63	43,88	2,80
T. Blanco	30,87	35,08	35,29	101,24	33,75	2,49

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	8	708,79				
Mezcla						
forrajera	2	679,99	340,00	62,04	6,94	18,00
Repeticiones	2	6,87	3,44	0,63	6,94	18,00
Error	4	21,92	5,4807	1,35		
CV %			5,29			
Media			44,22			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Mezcla forrajera	Media	Rango
Raygrass	55,03	a
Pasto azul	43,88	b
T. Blanco	33,75	c