



Sandy Sofia Barriga Balseca

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA
ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTES
INORGÁNICOS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJOS EXPERIMENTALES**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA:

SANDY SOFIA BARRIGA BALSECA

RIOBAMBA-ECUADOR

2017

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal



Ing. M.C. Pablo Rigoberto Andino Nájera.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacís.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. M.C. Hermenegildo Díaz Berrones.

ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 16 de mayo de 2017.

AUTENTICIDAD

Yo Sandy Sofía Barriga Balseca, con C.I. 060356210-9 declaro que el presente trabajo de titulación, es de mi autoría, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 06 de Marzo del 2017.



Sandy Sofía Barriga Balseca

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme paciencia y sabiduría, para poder alcanzar esta meta, además a mi esposo e hijo quienes estuvieron a mi lado en todo momento apoyándome y brindándome la fuerza necesaria para salir adelante, a todos mis profesores que han compartido sus conocimientos, de manera especial aquellos que fueron guías en el presente trabajo de investigación, a mi familia y a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional.

DEDICATORIA

A mi hijo Daniel Sebastián con profundo amor, sacrificio y perseverancia

CONTENIDO

Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. <u>MEZCLA FORRAJERA</u>	3
1. <u>Gramineas en una mezcla forrajera</u>	3
a. Rye grass (<i>Lolium multiflorum</i>)	3
(1) Generalidades	3
(2) Clasificación Taxonómica	4
(3) Distribución y zonas de cultivo	4
(4) Adaptación	5
(5) Morfología	5
(6) Requerimientos ambientales	6
(7) Precipitaciones	6
(8) Suelos	6
(9) Interés forrajero	7
(10) Altura de planta	7
(11) Siembra	7
(12) Mezclas y densidades	7
(13) Fertilización	8
(14) Producción de forraje	8
(15) Usos	8
(16) Composición química	8
2. <u>Leguminosas</u>	9
a. <i>Trifolium repens</i> (trébol blanco)	9
(1) Generalidades	9
(2) Características botánicas	10
(3) Fertilización	10
(4) Utilización	10
(5) Manejo y mantenimiento	11
(6) Adaptación	11
(7) Calidad nutricional	11

(8) Potencial de producción	12
b. <i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	12
(1) Generalidades	12
(2) Características	12
(3) Descripción de la planta	13
(4) Rendimiento	14
(5) Requerimientos del cultivo	14
(6) Formas de utilización	16
B. FERTILIZACIÓN A BASE DE PRODUCTOS INORGÁNICOS	17
1. <u>Función de los elementos en la nutrición vegetal</u>	17
a. Nitrógeno	18
b. Fósforo	18
c. Potasio	19
C. FERTILIZACIÓN A BASE DE PRODUCTOS INORGÁNICOS	19
1. <u>Biol</u>	19
a. Generalidades	19
b. Funciones del biol	20
c. Ventajas del uso del biol	20
d. Desventajas del uso de biol	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	22
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	22
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	22
1. <u>Materiales</u>	22
2. <u>Equipos</u>	23
3. <u>Insumos</u>	23
D. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES	23
1. <u>Esquema del experimento</u>	24
2. <u>Esquema del ADEVA</u>	24
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	25
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	25
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	25
1. <u>Descripción del experimento</u>	25
H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	26
1. <u>Análisis de suelo inicial y final</u>	26
2. <u>Altura de la planta cada 15 días (cm)</u>	27

3.	<u>Prefloración (días)</u>	27
4.	<u>Producción de forraje verde t/ha/ 1º y 2º corte</u>	27
5.	<u>Producción de materia seca t/ha/ 1º y 2º corte</u>	27
6.	<u>Análisis bromatológico</u>	27
7.	<u>Beneficio/costo (\$)</u>	27
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	28
A.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, AL PRIMER CORTE	28
1.	<u>Altura del ray grass a los 15 días (cm)</u>	28
2.	<u>Altura del ray grass a los 30 días (cm)</u>	28
3.	<u>Altura del trébol blanco a los 15 días (cm)</u>	31
4.	<u>Altura del trébol blanco a los 30 días (cm)</u>	33
5.	<u>Altura de la alfalfa a los 15 días (cm)</u>	33
6.	<u>Altura de la alfalfa a los 30 días (cm)</u>	33
7.	<u>Prefloración (días)</u>	35
8.	<u>Producción de forraje verde, t/ha/corte.</u>	37
9.	<u>Producción de materia seca t/ha/corte.</u>	37
B.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, EN EL SEGUNDO CORTE	41
1.	<u>Altura del ray grass a los 15 días (cm)</u>	41
2.	<u>Altura del ray grass a los 30 días (cm)</u>	41
3.	<u>Altura del trébol blanco a los 15 días (cm)</u>	44
4.	<u>Altura del trébol blanco a los 30 días (cm)</u>	44
5.	<u>Altura de la alfalfa a los 15 días (cm)</u>	46
6.	<u>Altura de la alfalfa a los 30 días, cm</u>	46
7.	<u>Prefloración (días)</u>	48
8.	<u>Producción de forraje verde t/ha/corte</u>	50
9.	<u>Producción de materia seca t/ha/corte</u>	50
C.	ANÁLISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL	51
D.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA MEZCLA FORRAJERA	54
E.	ANÁLISIS ECONÓMICO	55
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	59
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	60
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	61
	<u>ANEXOS</u>	64

RESUMEN

En la Hacienda Pacaguan, ubicada en el Cantón Riobamba, Parroquia Quimiag, se analizó dos tratamientos T1 (40N; 80P; 30K), y T2 (80N; 160P; 60K), frente a un tratamiento control T0 Biol (7,5 litros), durante dos cortes consecutivos en la producción primaria de una pradera establecida de ray grass, alfalfa y trébol blanco. Para el análisis de las variables productivas se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, para las variables que presentaron significancia ($P < 0,05$), se realizó una separación de medias con el estadístico Tukey. Al estudiar las variables productivas durante el primer corte de evaluación, se obtuvo mejores respuestas en los días a la prefloración en el T1 30,00 días; en la producción de forraje verde el T2 16,69 t/ha/corte; y de la producción de materia seca el T2 2,67 t/ha/corte. En el segundo corte de evaluación se obtuvo mejores respuestas en la altura del ray grass a los 15 días de evaluación con el T2 23,33 cm; en los días a la prefloración el T2 31 días; la producción de forraje verde en el T2 23,07 t/ha/corte y en la producción de materia seca el T2 3,18 t/ha/corte; en el resto de variables productivas no se reportaron diferencias. La evaluación económica determinó que el empleo del T1, obtuvo un beneficio costo de 1,28; por lo que se recomienda establecer una pradera de alfalfa, ray grass y trébol blanco en la hacienda Pacaguan, con la aplicación del T1, ya que se consiguió mayores producciones de forraje en materia verde y el beneficio costo es el más alto.



ABSTRACT

At the Pacaguan Farm, located in Riobamba Canton, Quimiag Parish, two treatments were analyzed (T1 (40N; 80P; 30K), and T2 (80N; 160P; 60K)), compared to a control treatment (T0 Biol (7,5 liters)), during two consecutive cuts in the primary production of an established pasture of ray grass, alfalfa and white clover. For the analysis of the productive variables, a completely randomized block design was used for the variables that presented significance ($P < 0,05$), a means separations were performed with the Tukey test. When studying the productive variables during the first evaluation cut, better responses were obtained in the days at the prefloration in the T1 30 days; in the production of green forage the T2 16,69 t/ha/cut; and of the production of dry matter the T2 2,67 t/ha/cut. In the second evaluation cut, better responses were obtained at ray grass height at 15 days of evaluation with T2 23,33 cm; in the days to the prefloration the T2 31 days; the production of green forage in T2 23,07 t/ha/cut, and in the production of dry matter the T2 3,18 t/ha/cut; in the rest of productive variables no differences were reported. The economic evaluation determined that the use of T1, obtained a benefit cost of 1,28; for that reason, it is recommended to establish a pasture of alfalfa, ray grass and white clover in the Pacaguan Farm, with the application of T1, as it obtained higher yields of green matter and the cost benefit is the highest.



LISTA DE CUADROS

N°	Pág.
1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL RAY GRASS.	4
2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO RYE GRASS.	9
3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PARROQUIA QUIMIAG.	22
4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	24
5. ESQUEMA DEL ADEVA.	24
6. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, EN EL PRIMER CORTE.	29
7. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, EN EL SEGUNDO CORTE.	42
8. ANÁLISIS DEL SUELO INICIAL Y FINAL.	54
9. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA MEZCLA FORRAJERA.	55
10. ANÁLISIS ECONÓMICO, DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO.	56

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Altura del ray grass a los 15 días.	30
2. Altura del trébol blanco a los 15 días.	32
3. Altura de la alfalfa a los 30 días.	34
4. Regresión de los días a la prefloración.	36
5. Regresión de la producción de forraje verde en el primer corte.	38
6. Regresión de la producción de materia seca en el primer corte.	40
7. Regresión de la altura del ray grass a los 15 días.	43
8. Altura del trébol blanco a los 30 días.	45
9. Altura de la alfalfa a los 30 días.	47
10. Regresión de los días a la prefloración, durante el segundo corte.	49
11. Regresión de la producción de forraje verde, en el segundo corte.	52
12. Regresión de la producción de materia seca, en el segundo corte.	53

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Análisis de la varianza del primer corte de evaluación.
2. Medias calculadas de cada variable, en el primer corte.
3. Comparaciones múltiples Tukey, del primer corte de evaluación.
4. Análisis de la varianza del segundo corte de evaluación.
5. Medias calculadas de cada variable, en el segundo corte.
6. Comparaciones múltiples Tukey, del segundo corte de evaluación.
7. Análisis de la regresión para los días a la prefloración.
8. Análisis de la regresión de la producción de forraje verde.
9. Producción de materia seca, en el primer corte.
10. Análisis de la regresión para la altura del ray grass, a los 15 días en el primer corte.
11. Análisis de la regresión de los días a la prefloración, en el segundo corte.
12. Análisis de la regresión de la producción de forraje verde, en el segundo corte.
13. Análisis de la regresión de la producción de materia seca, en el segundo corte.
14. Análisis de la varianza de la composición bromatológica de la mezcla forrajera.
15. Medias calculadas de la composición bromatológica, de la mezcla forrajera.
16. Comparaciones múltiples de Tukey, de la composición bromatológica, de la mezcla forrajera.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de nuestra región se está implementando nuevas especies y variedades forrajeras con buenos rendimientos y alto valor nutritivo, pero que al mismo tiempo son muy exigentes en prácticas de manejo, como fertilización, control oportuno de malezas y edad de corte, etc., que si no se toman en cuenta afectan la producción de la pastura y por ende su vida útil.

En nuestro entorno, se establece varias especies forrajeras, ya sea en monocultivos o asociadas brindando su producción de manera adecuada para nuestro medio, pero estas pasturas perennes se degradan cuando su cobertura o porcentaje en la composición vegetativa total disminuye significativamente, ya sea por la pérdida de fertilidad de los suelos, falta de fertilización, de mantenimiento, falta de control de malezas, de riesgos frecuentes, así como por compactación del suelo debido al sobrepastoreo; he ahí el problema de la ganadería actual, la cual se encuentra en la búsqueda de nuevas fuentes de nutrientes para sus animales, además de la búsqueda que este proceso se realice de una manera eficiente, y que sea económicamente rentable y garantice la producción longeva y de un alto valor nutritivo.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, y además conociendo que en nuestra zona las mezclas forrajeras están bien adaptadas al pastoreo directo y son de fácil manejo, además que representan el principal recurso forrajero por su alta producción, calidad y palatabilidad; la investigación propuesta apunta a contribuir en la solución de este inconveniente, considerando que es importante para comparar el rendimiento y valor nutritivo, y de esta manera elegir posteriormente aquellas materias inorgánicas y orgánicas que destacan para aplicar en las áreas mucho más grandes.

Para lograr un manejo adecuado del ganado bovino de leche, la principal fuente de alimento debe ser de alta calidad y producción, el pasto aporta energía, proteína, materia seca, calcio y fósforo que son indispensables para lograr una eficiente producción; las praderas implementadas en las haciendas ganaderas deben lograr o acercarse al rendimiento óptimo de forraje, reducir al máximo el

tiempo de rotación de los animales en las mismas, la relación materia seca – forraje verde debe ser adecuada para un aprovechamiento eficaz del pasto; de ser posible deberían aportar la totalidad de nutrientes y convertirse en el alimento único que sustente la producción.

La hacienda Pacaguan cuenta en su mayoría praderas conformadas por raygrass perenne, trébol blanco, y alfalfa; el tiempo aproximado de rotación en dichas praderas está en un rango de 40 a 45 días; los rendimientos tanto de materia seca como de forraje verde están por debajo de las especificaciones técnicas de las casas comerciales, lo cual acarrea costos innecesarios que se podrían reducir con el mejoramiento de la producción de pastos en base a una adecuada fertilización.

De ahí la importancia de la presente investigación, que mediante la definición de tres niveles de fertilización en base a productos inorgánicos en contraste con un testigo orgánico (Biol), determinará cuál es el tratamiento óptimo de fertilización de manera que se incremente los niveles de producción y por otro lado reduzca los tiempos de rotación de los animales en las praderas de la hacienda Pacaguan lo cual desembocará en la disminución de costos y el incremento de las utilidades en la producción ganadera de leche en la hacienda.

Por lo expuesto anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la producción primaria de una pradera establecida al aplicar diferentes niveles de fertilizantes inorgánicos.
- Realizar un análisis bromatológico para comprobar la eficiencia de los tratamientos.
- Evaluar el costo por tratamiento, mediante el indicador beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. MEZCLA FORRAJERA

Para que una pastura tenga una mejor producción es necesario que este conformado por especies como (gramíneas, leguminosas, y malezas) para lograr un equilibrio adecuado en la alimentación del ganado de leche, es por ello que se requieren pastos que aporten energía, materia seca, proteína minerales y vitaminas logrando así un equilibrio en la alimentación de los animales (Ruiz, T. *et al.*, 2006).

1. Gramíneas en una mezcla forrajera

Por el número de especies que la componen es la más amplia de las familias y constituye la masa fundamental de la cubierta vegetal de las praderas. La mayoría de las gramíneas se caracteriza por su elevado rendimiento, siendo ideal el consumo por parte de los animales (Ruiz, T. *et al.*, 2006).

a. **Rye grass (*Lolium multiflorum*)**

(1) Generalidades

Este pasto es de crecimiento erecto con gran producción de macollos, desarrollo rápido y fácil establecimiento, la planta mide de 25 a 40 centímetros de altura, los tallos son cilíndricos con abundantes hojas de color verde oscuro. El rendimiento de las praderas comerciales de Raygrasses de 60 a 70 toneladas de forraje verde por hectárea (equivalente a 12 a 14 toneladas de forraje seco), el valor nutrimental de este forraje es de 15 a 18 % de proteína cruda, 70 a 80 % digestible y 2.96 megacalorías de energía metabolizable (SAGARPA. 2015).

Es una planta, con hojas más largas y anchas, de color verde claro, casi amarillento, con los nervios de la hoja más marcados y el envés muy brillante. La vaina abraza el tallo y tiene dos aurículas largas y una lígula claramente visible. Las hojas aparecen enrolladas en el interior de la vaina. Los tallos tienen sección

circular y la base es de color rojizo. La inflorescencia está formada por espiguillas sésiles, dispuestas alternativamente a lo largo del raquis floral. Las semillas se diferencian de otros raygrass, además de ser mayores, por tener una arista. La semilla comercial puede carecer de ella, ya que en las operaciones de recolección y limpieza se rompe, y es eliminada con las impurezas (Valqui, L. 2013).

Necesita suelos fértiles donde poder mostrar todo su potencial de producción. El nitrógeno es un elemento particularmente importante para la consecución de estas elevadas producciones y, teniendo en cuenta que en la estación fría la nitrificación del nitrógeno orgánico es muy lenta, es necesario aportar nitrógeno mineral en abundancia (Valqui, L. 2013).

(2) Clasificación Taxonómica

En el cuadro 1 se muestra la clasificación taxonómica del raygrass.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL RAY GRASS.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Poeae
Género	<i>Lolium</i>
Especie	<i>Perenne</i>
Nombre Científico	<i>Lolium perenne</i>

Fuente: Gallegos, R. (2012).

(3) Distribución y zonas de cultivo

El raygrass es una gramínea amacollada, la cual crece en climas templados, nativas de las zonas de norte de África, Europa y Asia. También puede

comportarse como una planta anual, de vida corta y perenne de acuerdo a al manejo y a las condiciones ambientales (Hidalgo, P. 2010).

(4) Adaptación

Es una planta de fácil adaptación. Sembrada en una estación favorable supera a cualquier otra gramínea en velocidad de establecimiento, pudiendo, si no hay otros factores limitantes, dar un aprovechamiento a las seis semanas de haber sido sembrada. Esta ventaja puede ser un inconveniente para su empleo en siembras con otras gramíneas, con las que compite y a las que elimina en muchos casos. Por eso es desaconsejable incorporarlo a mezclas de praderas de larga duración, pues al cabo de dos años desaparecerá en su mayoría, dejando un espacio vacío que ocuparán malas hierbas, debilitándose la producción futura de la pradera (Vargas, C. 2011).

(5) Morfología

El raygrass perenne, como otras gramíneas, puede ser identificado mediante las partes florales (inflorescencia, espiguillas, y semilla) o partes vegetativas (hojas, tallos, collar y raíz). La inflorescencia es una espiga de 5 a 30 cm de largo, la cual tiene de 5 a 40 espiguillas acomodadas y unidas de forma alterna directamente a lo largo del borde del raquis central. Las lemas no tienen aristas en contraste con el raygrass anual. Las espiguillas contienen de 3 a 10 flósculos. La espiguilla terminal tiene dos glumas, pero la gluma más interna está ausente en las otras espiguillas (Hidalgo, P. 2010).

El raygrass anual tiene aristas. El promedio de semillas por kilogramo es de 521,000 con un rango de 440,000 a 583,000. Las semillas del raygrass perenne son de 5 mm a 8mm de largo y 1 a 1.5 mm de ancho en el punto medio. Los tallos florales están compuestos de nudos y entrenudos, cada nudo sostiene una hoja. Los tallos son de 30 a 100 cm de altura dependiendo de la variedad, humedad y condiciones del lugar. El segmento superior del tallo es llamado pedúnculo, estructura que sostiene las partes florales. La base del tallo es comúnmente rojiza. Las hojas del raygrass perenne están dobladas en el nudo

(en contraste a las hojas del raygrass anual, las cuales están enrolladas). Las hojas son de 2 a 6 mm de ancho y de 5cm a 15cm. de largo, son puntiagudas y volteadas(Gallegos, R. 2012).

Las láminas de las hojas son de color verde brillante. Son prominentemente rígidas en la parte superior. Las superficies de abajo son lisas, brillantes y sin vellos. Los márgenes de las hojas son ligeramente ásperos al tacto. Las láminas de las hojas se incrementan en tamaño desde la primera a la séptima hoja en un tallo, aunque los tallos rara vez tienen más de tres hojas. Las vainas de las hojas no están volteadas, son comprimidas y algunas veces casi cilíndricas. Las vainas no tienen vellos, son de color verde pálido y rojizo en la base y pueden estar encerradas o divididas. En cuanto a la raíz, el sistema superficial de la raíz es altamente ramificado y produce raíces adventicias de los nudos basales del tallo. El raygrass perenne no tiene rizomas, aunque se ha reportado que puede desarrollar estolones(Hidalgo, P. 2010).

(6) Requerimientos ambientales

Según Hidalgo, P. (2010), el raygrass se adapta a un clima templado y templado frío. Tolera el frío moderado pero es sensible al calor y a la sequía. Su crecimiento se ralentiza a partir de los 25°C y se paraliza a los 35°C.

(7) Precipitaciones

El raygrass perenne soporta más de 750 mm bien distribuidos a lo largo del año(Gallegos, R. 2012).

(8) Suelos

Hidalgo, P. (2010), indica que el *Lolium multiflorum* es exigente en fertilidad, adaptándose a suelo de mediana a alta fertilidad tanto franco como franco arcilloso y de pH cercano a la neutralidad. Es totalmente intolerante a salinidad, alcalinidad, sequías e inundaciones y a sobre pastoreo mientras que su resistencia es mayor a las heladas. Se desarrolla entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m.

(9) Interés forrajero

Debido a su gran capacidad de ahijado y elevada producción la convierten en la gramínea más empleada para el establecimiento de praderas de larga duración en áreas templadas. Las producciones al final del primer año son de 10-12 tn ms/ha. Las producciones de los años siguientes suelen ser inferiores, estabilizándose en torno a las 8-10 t ms/ha si las condiciones son favorables. Presenta gran calidad nutritiva y apetecibilidad, posee una buena ensilabilidad debido a su alto contenido en azúcares solubles(Gallegos, R. 2012).

(10) Altura de planta

Altura es el mejor indicador del estado de la cubierta vegetal, estado fenológico (edad), que el tiempo de descanso, debido a su estrecha relación con el índice de área foliar (IAF). El IAF influye sobre las características productivas de la pradera y está relacionado con la calidad y disponibilidad de forraje para el animal(Hidalgo, P. 2010).

(11) Siembra

Hidalgo, P. (2010), indica que son preferibles las siembras tempranas en el otoño aunque admite también las de fin de verano, nunca excediendo los 2 cm de profundidad. Requiere una buena preparación de suelo, demandando una buena cama de siembra, fina, firme y húmeda, además de una buena nutrición inicial en especial fosforada. La siembra por semilla es de, 20 kg de semilla por hectárea aproximadamente.

(12) Mezclas y densidades

Debido a sus altos requerimientos de nitrógeno es muy difícil de asociar con leguminosas, ya que la fertilización puede ocasionar ruptura de los nódulos nitrificantes de las leguminosas. La pastura clásica tipo neozelandesa se compone de 20 a 25 kg /ha de raygrass y 2 o 3 Kg /ha de trébol blanco, aunque también se puede incorporar *Dactylis glomerata* (5 Kg /ha) y reducir el raygrass a

8 a 12 Kg /ha para tener una pastura ideal para planteos mixtos o cambiar el pasto ovillo por festuca si el campo es más bien ganadero (Gallegos, R. 2012).

(13) Fertilización

El raygrass es exigente en nitrógeno y fósforo. Asociado con Trébol blanco requiere de fertilización fosforada. Alta respuesta a la fertilización nitrogenada, siempre que se asegure la provisión de fósforo. Se recomienda aplicar entre 30 - 50 kg de urea después de cada pastoreo o corte (Maza, W. 2015).

(14) Producción de forraje

La producción de forraje del raygrass oscila entre 65 y 75% durante otoño hasta primavera temprana, cayendo en primavera tardía hasta verano a valores que rondan el 50 - 60%. Su gran capacidad de ahijado y elevada producción la convierten en la gramínea más empleada para el establecimiento de praderas de larga duración en áreas templadas. Su producción no empieza hasta entrada la primavera que sigue al otoño de siembra. Las producciones al final del primer año son de 10-12 T/ha, 50% en primavera, 20% en otoño y 15% tanto en verano como en invierno. Las producciones de los años siguientes suelen ser inferiores, estabilizándose entorno a las 8-10 T/ha si las condiciones son favorables. Presenta buenas características para ensilar debido a su alto contenido en azúcares solubles (Hidalgo, P. 2010).

(15) Usos

Maza, W. (2015), señala que las principales maneras de utilización del raygrass son: corte, pastoreo, ensilaje, peletización, deshidratación y heno.

(16) Composición química

En el cuadro 2 se muestra la composición química del pasto raygrass.

Cuadro 2.COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO RAY GRASS.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	24
NDT	%	15,4
Energía digestible	Mcal/kg	0,68
Energía metabolizable	Mcal/kg	0,58
Proteína (TCO)	%	5,7
Calcio (TCO)	%	0,14
Fósforo total (TCO)	%	0,08
Grasa (TCO)	%	0,8
Ceniza (TCO)	%	3,4
Fibra (TCO)	%	4,6

Fuente: Gallegos, R. (2012).

2. Leguminosas

Las leguminosas son plantas pertenecientes al grupo de las dicotiledóneas, son frecuentemente utilizadas para aumentar la porción proteica de la ración de los animales.

a. *Trifolium repens*(trébol blanco)

(1) Generalidades

El trébol blanco es una planta prostrada, rastrera, perenne, de flores blancas con tallos que emiten raíces en los nudos. Es apta para el pastoreo, sobre todo en asociación con gramíneas, pero también es usada para henificar. Hay numerosos cultivares que pueden ser divididos en tres grupos: el tipo de hojas pequeñas, el tipo común o de hojas medianas y el grupo de hojas grandes o ladino que es alto, más ordinario y adecuado para heno(Hidalgo, P. 2010).

Es una planta que se difunde fácilmente, de 40-50 cm de alto y que se presenta como si fuera una especie diferente de los tipos pequeños de pastoreo. Es tan

resistente al invierno como el trébol rojo medio pero menos que los cultivares pequeños de la misma especie. Es muy cultivado en América del Norte pero raramente en poblaciones puras excepto para producción de semillas, ya que el trébol blanco puro produce follaje denso difícil de ventilar y secar mientras que la mezcla con gramíneas facilita estas operaciones (Rivera, M. 2015).

(2) Características botánicas

Planta perenne de 10-50 cm. Tallos rastreros y enraizantes. Hojas trifoliadas, folíolos obovados, denticulados, a menudo con una mancha blanca en el haz. Estípulas bruscamente estrechadas en el ápice. Flores con corola blanca o rosada, membranosa en la fructificación; presentan una pequeña bráctea en su base. Cáliz con 10 nervios. Flores agrupadas en cabezuelas globosas, pedunculadas (Maza, W. 2015).

(3) Fertilización

La nutrición de las plantas es uno de los temas de la fisiología vegetal ampliamente estudiado. El suelo, en primera instancia, provee de algunos nutrientes fundamentales que son absorbidos por las plantas y trasladados hacia los centros vitales (Hidalgo, P. 2010).

Es importante que los fertilizantes se distribuyan uniformemente en el suelo como sea posible con el fin de que cada planta tenga a su disposición la misma cantidad de nutrientes para su desarrollo. La fertilización puede incluir material orgánico como estiércol y compost y abonos inorgánicos de origen natural (Rivera, M. 2015).

(4) Utilización

Se utiliza básicamente para pastoreo en mezcla con gramíneas, a las cuales suministra, además, grandes cantidades de nitrógeno fijado en sus nódulos radicales, pues se trata de una de las leguminosas de mayor capacidad de fijación simbiótica de este elemento (Hidalgo, P. 2010).

(5) Manejo y mantenimiento

El trébol blanco no puede ser mantenido en mezclas que sean solo para corte ya que la gramínea lo perjudicará con sombra temprana, sobre todo cuando a estas se le aplican fertilizantes nitrogenados en cobertura. Las pasturas basadas en el trébol deben, por lo tanto, ser pastoreadas intensamente al inicio de la estación y cuando sea necesario aplicar fertilizantes fosfatados -y también posiblemente potasio- en cobertura para favorecer a la leguminosa. Los fertilizantes nitrogenados deben ser evitados. Los campos para heno deberían ser establecidos a fin de primavera o inicio del verano (Rivera, M. 2015).

(6) Adaptación

Según Maza, W. (2015), principalmente los suelos de siembra requiere suelos con alta fertilidad; crece en diversos tipos de suelos si cuenta con la humedad adecuada, pH entre 5,0 a 7,5; suelos superficiales, medios a pesados, fertilidad alta; no tolera salinidad y requiere buen drenaje, además de las siguientes condiciones:

- Toxicidad.- Nitratos.
- Luz.- Tolera condiciones de alta nubosidad.
- Altitud.- Entre 2 000 - 3 000 m.s.n.m.
- Temperatura.- 10 a 20°C.
- Precipitación.- 800 – 1 600 mm/año.
- Limitaciones.- Susceptible a heladas.

(7) Calidad nutricional

Su contenido de proteína cruda se encuentra en el rango de 14 – 18% y digestibilidad 65 – 75%. Maza, W (2015) señala que la calidad del trébol blanco 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.

(8) Potencial de producción

Rivera, M. (2015), señala que la producción de forraje bordea las 10 t de ms/ha/año. Dentro de la producción animal, las respuestas de esta leguminosa alcanzan la cantidad de leche entre 14 – 16 l/día.

b. *Medicago sativa* (alfalfa)

(1) Generalidades

Es ampliamente cultivada en todo el mundo como planta forrajera para el ganado, en América se cultivan algunas variedades desde la llegada de los europeos, tanto al nivel del mar como en los Andes hasta cerca de 3,700 m.s.n.m. (Del Pozo, M. 1999).

La alfalfa es indudablemente la "reina de las forrajeras" por su alta capacidad de producción y persistencia (superior a trébol blanco, rojo, lotus), ofreciendo además un forraje de excelente calidad, pero para que se manifiesten estas cualidades debe ser manejada correctamente, ya que es una planta muy exigente en este aspecto. La alfalfa es una forrajera con hábito de crecimiento tipo arbustivo, que está adaptada a esquemas de pastoreos rotativos, poco frecuentes, intensos y de poca duración es lo que manifiesta Formoso, F. (2012).

Según Hernández, D. (2013), es una leguminosa forrajera que se utiliza fundamentalmente para aportar proteína de gran calidad, macro minerales, micro minerales, vitaminas y fibra efectiva, muy necesaria para animales rumiantes.

(2) Características

La alfalfa es una forrajera con hábito de crecimiento tipo erecto, que está adaptada a esquemas de pastoreos rotativos, poco frecuentes, intensos y de poca

duración Formoso, F. (2012), indica que las leguminosas, son perennes, con una raíz pivotante principal muy desarrollada y muchas raíces secundarias. Posee un gran sistema radicular (hasta 5 m de longitud), resiste mucho la sequía pues las raíces tienen un gran campo de acción; muy adecuada para la siega al poseer tallo erecto y consistente. La abundancia de sus raíces hace posible la mejora de las características fisicoquímicas de suelos de zonas áridas y semiáridas.

Cangiano, C. (2009), menciona que la alfalfa, por su calidad como forrajera, su alta productividad y los aportes a la conservación del suelo, es una especie que el productor puede considerar en su planteo productivo. Los cultivares existentes en el mercado, ofrecen una amplia versatilidad en producción, longevidad, reposo invernal, resistencia a enfermedades y plagas. Fue considerada a principios del siglo pasado la mejor especie forrajera, por su alta calidad y elevada producción. La alfalfa es indudablemente la "reina de las forrajeras" por su alta capacidad de producción y persistencia, ofreciendo además un forraje de excelente calidad, pero para que se manifiesten estas cualidades debe ser manejada correctamente, ya que es una planta muy exigente en este aspecto.

(3) Descripción de la planta

Olguín, S. (2012), señala que la alfalfa, es una especie herbácea perteneciente a la familia de las Leguminosas (*Fabaceae*). La planta de alfalfa puede alcanzar hasta un metro de altura y se utiliza principalmente como planta forrajera. Las principales características de la planta de alfalfa son:

- Cada hoja de esta planta posee 3 folíolos con márgenes lisos.
- Las flores de la planta de alfalfa habitualmente son de color morado, aunque pueden encontrarse individuos que presentan pétalos de color violeta y amarillo.
- El fruto de la planta de alfalfa es una legumbre que contiene entre 2 y 6 semillas de unos 4 mm de tamaño.
- La alfalfa es una planta perenne, vivaz y de porte erecto, y está compuesta de la siguiente estructura:

- Su raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 m. de longitud), con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos.
- Sus tallos son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por tanto es una planta muy adecuada para la siega.
- Aunque sus primeras hojas verdaderas son unifoliadas, posteriormente son trifoliadas. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados.

(4) Rendimiento

Tiene un rendimiento de 40 a 80 toneladas de forraje verde / hectárea / año, en 4 a 8 cortes. Se debe señalar que el número de cortes en la región interandina, está afectada entre otros factores por la altitud.

Japón, L. (2012), reporta producciones promedio de biomasa de alfalfa al aplicar fertilizaciones química, orgánica y química – orgánica, en el primer corte de evaluación de 2,82 kg/m², de 3,13 kg/m² al segundo corte y de 2,91 kg/m² al tercer corte de evaluación.

(5) Requerimientos del cultivo

Del Pozo, M. (1999), indica que resistente a la sequía aunque necesita grandes cantidades de agua para formar la materia seca (800 litros de agua para 1 kg de materia seca). En el invierno, tolera los encharcamientos de agua durante 2 ó 3 días, no así en el período de crecimiento vegetativo. Si el encharcamiento se prolongase las raíces morirían por asfixia radicular. Dependiendo la magnitud del daño producido, del estado de desarrollo de la planta, temperatura y duración del período de anegamiento.

Los requerimientos hídricos, como en todos los vegetales, dependen de la pérdida evaporativa, que está regulada por factores ambientales y morfológicos. Está morfológica y fisiológicamente adaptada para resistir deficiencias hídricas

prolongadas y además está dotada de una raíz que le permite penetrar en profundidad en el perfil del suelo y continuar produciendo hasta un 35% del agua útil del mismo y por ello que tolera las sequías (Cangiano, C. 2009).

El cultivo de esta especie de acuerdo a Cangiano, C. (2009), requiere de suelos bien aireados y profundos, pero paralelamente es muy sensible a la falta de oxigenación que ocurre con el anegamiento del suelo. A pesar que requiere suelos profundos y bien drenados, se cultiva en una amplia variabilidad de suelos, no obstante suelos con menos de 60 cm de profundidad no son aconsejables para esta planta.

Escalante, M. (2005), señala que la alfalfa, para desarrollarse de una manera adecuada exige que la siembra se realice al voleo o con una sembradora de granos pequeños, a una profundidad de 1,5 a 2,0 cm., con una densidad de siembra de 35 – 40 kg/ha.

La cantidad de agua aplicada depende de la capacidad de retención de agua por el suelo, de la eficiencia del sistema de riego y de la profundidad de las raíces. Las pérdidas de agua son sólo excesivas durante los periodos en que las tasas de evaporación son altas y las tasas de crecimiento bajas. La alfalfa requiere la administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo (Japón, L. 2012).

La alfalfa requiere altas cantidades de Nitrógeno, que es aportado mayoritariamente por la acción de los Rizobium, que lo fijan a partir del existente en el medio ambiente. Cangiano, C. (2009), lo considera un elemento esencial para las gramíneas que suelen acompañar a la alfalfa.

Bollo, E. (2006), reporta que es conveniente antes de la implantación del cultivo una aplicación moderada de este elemento, a razón de 25-30 kg por ha.

El elemento más importante para el cultivo es el Fósforo, determinante para un establecimiento exitoso y buen desarrollo radicular. En zonas con marcado déficit de nutrientes, presente en cantidades inferiores a 18 ppm., torna necesario la

práctica de la fertilización, recomienda que antes de la implantación del cultivo se realice una aplicación de 100 kg de P₂O₅ por ha (Cangiano, C. 2009).

Cangiano, C. (2009), considera que el Potasio para la alfalfa es esencial, ya que ayuda a mantener altos rendimientos, interviene aumentando la tolerancia al frío y logrando brindarle a la planta una mayor resistencia a ciertas enfermedades e incrementa su persistencia en la pradera.

Es necesario para ésta y otras leguminosas forrajeras cuando no existen restricciones hídricas ni de otros nutrientes, ésta requiere aproximadamente 3,8 kg de S por T de MS producida, y al igual que el N, el S es requerido para formar parte de la composición de las proteínas (Días, M. y Gambaudo, S. 2007).

(6) Formas de utilización

Hernández, D. (2013), señala que la alfalfa puede procesarse de diversas maneras para mejorar su almacenamiento y utilización posterior por el ganado. Las formas más frecuentes de suministrar alfalfa al ganado son:

- En verde: pastoreada en la propia parcela o segada y administrada directamente al ganado. Suele ser frecuente este aprovechamiento en ganado ovino, coincidiendo con el último corte de la campaña, que no puede ser aprovechado de otra forma.
- Ensilada: previamente se deja secar algo en el campo hasta dejarla en 30 – 40% de humedad, posteriormente es picada y recogida. Suele ser un sistema poco utilizado porque es un forraje difícil de ensilar. Aunque la utilización de micro silos de plástico en forma de bolo, es un sistema que se utiliza desde hace tiempo sobre todo en zonas de montaña y es práctico en general en zonas donde las condiciones de secado en campo no son favorables.
- Henificada: es el sistema tradicional, recogiéndola en fardos o pacas después de haberla dejado secar en el campo, aprovechando condiciones climáticas favorables. Es un proceso delicado el momento de la recogida, que requiere de la experiencia del agricultor. Ya que se ha de recoger en el momento adecuado de humedad, tal que no haya pérdida de hojas por excesiva

sequedad, ni se recoja con excesiva humedad. En este último caso esto podría causar problemas en la conservación y almacenamiento de las pacas. Un exceso de humedad (>15%), puede hacer que se produzca un crecimiento de hongos y bacterias en el interior de la paca y por efecto de la fermentación que producen, un calentamiento y echado a perder de la pacas.

- **Deshidratada:** en este sistema la alfalfa se somete a un pre secado en el campo hasta que la humedad baja a un 30% aprox., luego se recoge y se lleva a una planta deshidratadora en donde se seca por acción de aire caliente hasta unos valores de alrededor del 12% de humedad.
- **Granulada:** para granularla, la alfalfa deshidratada se pasa por un molino para convertirla en harina y posteriormente se granula. El tamaño del granulo más habitual es de 5mm de diámetro, aunque también los hay de 8 o 10mm. Este último no es recomendable para pequeños rumiantes, ya que puede ser causa de ahogos en su consumo. En forma de gránulo, la alfalfa conserva sus propiedades nutritivas, en un formato útil para su manejo y almacenamiento. Por el contrario, pierde su efecto de fibra efectiva para estimular la rumia, aspecto que tiene que ser tenido en cuenta al elaborar las raciones.

B. FERTILIZACIÓN A BASE DE PRODUCTOS INORGÁNICOS

La nutrición de las plantas es uno de los temas de la fisiología vegetal ampliamente estudiado. El suelo, en primera instancia, provee de algunos nutrientes fundamentales que son absorbidos por las plantas y trasladados hacia los centros vitales.

1. Función de los elementos en la nutrición vegetal.

Estos elementos mayores deben ser considerados independientemente de los demás. Penetran en la planta en formas no iónicas principalmente, como por ejemplo el dióxido de carbono, el agua y el oxígeno. La absorción de estos elementos por la planta es automática con tal de que la planta se cultive normalmente con el adecuado aporte de los demás nutrientes indispensables y con la suficiente luz (Vélez, D. 2015).

a. Nitrógeno

El nitrógeno está contenido en todas las proteínas y en todos los ácidos nucleídos y también en el protoplasma. Las plantas lo absorben, principalmente a través de las raíces, como iones amonio (NH_4) o como iones nitrato (NO_3). En la planta, el nitrato es convertido rápidamente en amonio el cual se combina con los hidratos de carbono formados en la fotosíntesis para dar lugar a aminoácidos y; finalmente, a proteínas. La formación de proteínas origina el crecimiento de hojas y el aumento de la extensión de su superficie verde, incrementándose de este modo la fotosíntesis y estimulándose el crecimiento (Elizondo, J. 2007).

Esta proporcionalidad deja de existir solo en el caso de que el nitrógeno sea absorbido en cantidades tan grandes que no pueden ser utilizadas en la síntesis de proteínas que realiza la planta. Este exceso de nitrógeno no desempeña ninguna función útil, permaneciendo en la planta en forma de nitrógeno no proteico, parte del cual es nitrato (Vélez, D. 2015).

b. Fósforo

Las raíces de la planta absorben el fósforo en forma de iones ortofosfato (H_2PO_4). Tienen un papel absolutamente indispensable para la planta, para formar parte del núcleo de las células, es imprescindible en la división celular y de aquí que sea sobre todo importante a nivel de los puntos de crecimiento de la planta, es decir en el tejido de los meristemos la técnica auto radiográfica utilizada en las plantas tratadas con fosfatos radioactivos, proporciona imágenes de una extraordinaria concentración de fósforo a nivel de los puntos de crecimiento, tanto en las hojas como de las raíces (Elizondo, J. 2007).

La concentración de fósforo en las células que se hallan en división puede ser hasta mil veces superior a la existente en las células maduras. El fósforo es asimismo indispensable para la planta por su intervención en diversas reacciones enzimáticas, como por ejemplo en la fascinante y compleja reacción de conversión del agua y del dióxido de carbono en azúcares y almidones en el proceso conocido con la denominación de fotosíntesis (Vélez, D. 2015).

c. Potasio

A diferencia de los demás elementos mayores, el potasio no forma parte ni de las proteínas, ni de los hidratos de carbono, ni de cualquier otro de los componentes principales de la planta. Es fácilmente absorbido por la raíces de las plantas en forma de ion potasio (K^+) y este es retenido principalmente en el jugo celular, interviniendo en la regulación de la presión osmótica y en el mantenimiento de la turgencia de la planta(Elizondo, J. 2007).

El potasio también interviene en los procesos indispensables de la fotosíntesis y de la respiración así como en el transporte de los hidratos de carbono desde una parte a otra dentro de la misma planta. Constituyen ejemplos de lo dicho, la transferencia de azúcares donde se almacenan en forma de sacarosa, o de los tubérculos de las patatas donde se convierten principalmente en almidón, o a los granos de los cereales donde se convierten en almidón y proteína. Aunque no forma parte de las proteínas, en la actualidad se sabe con certeza que el potasio es un catalizador de las reacciones enzimáticas fundamentales que intervienen en la síntesis de proteínas (Vélez, D. 2015).

El potasio tiene una gran movilidad para pasar del suelo a la planta y también para pasar de una parte a otra dentro de la misma planta. En consecuencia si en el suelo existe una gran cantidad de potasio asimilable, se puede producir una absorción excesiva de este elemento que puede impedir la absorción de otros iones, sobre todo del ion magnesio, determinando una carencia de magnesio en la planta(Vélez, D. 2015).

C. FERTILIZACIÓN A BASE DE PRODUCTOS INORGÁNICOS

1. Biol

a. Generalidades

El biol es un biofertilizante, fuente de Fito reguladores preparado a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza

puesto a fermentar por varios días, obteniendo un producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (Jiménez, E. 2011).

La producción de abono foliar biol es una técnica utilizada cuyo objetivo es incrementar y mejorar la calidad de las cosechas su uso en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: enraizamiento, acción sobre el follaje, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, ayudando al aumento de las cosechas, además en la producción del biol se puede añadir a la mezcla plantas biosidas o repelentes, para combatir insectos plagas (Jiménez, E. 2011).

El biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo en los últimos años, esta técnica está priorizando la producción del bioabono, especialmente del abono foliar denominado biol(Dávila, B. y Rojas, P. 2014).

b. Funciones del biol

La función del biol en el interior de las plantas es, activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa, a través de los ácidos orgánicos las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, coenzimas carbohidratos, azúcares complejas de relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establece entre las plantas y la vida del suelo (Jiménez, E. 2011).

c. Ventajas del uso del biol

Jiménez, E. (2011), señala que las ventajas del uso del biol son las siguientes:

- Acelerar el crecimiento y desarrollo de las plantas.

- Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades.
- Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
- En el trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
- Conserva mejor el NPK, Ca, debido al proceso de la descomposición anaeróbica lo cual permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- El N que contiene se encuentra en forma amoniacal lo cual es fácilmente asimilable.
- Es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua aire ni los productos obtenidos de las plantas.
- Aumenta la fertilidad natural del suelo.
- Es de bajo costo, se emplea recursos locales y se elabora en la parcela del uso del biol.

d. Desventajas del uso de biol

Jiménez, E. (2011), señala que las desventajas del uso del biol son las siguientes:

- El tiempo de preparación es largo.
- Cuando no se protege de los rayos solares directos tienden a malograrse.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de la Hacienda Pacaguan, ubicada en el Cantón Riobamba, Parroquia Quimiag. El tiempo de duración del proyecto fue de 90 días. Las condiciones meteorológicas se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PARROQUIA QUIMIAG.

Parámetros	Valores promedio
Altitud(m.s.n.m)	2732
Temperatura(°C)	12 a 16
Precipitación(mm/año)	1000 a 2000

Fuente: INAMHI. (2016).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Se implementó 15 unidades experimentales(parcelas), cuyas dimensiones fueron 20m² (5x4 m), con un área de ensayo total de 300m², además de 100m² destinada para caminos, siendo un total de 400m² de terreno para el ensayo experimental.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- Herramientas manuales (martillo, hoz).
- Piola.
- Rótulos de identificación.
- Estacas.
- Flexómetro.
- Fundas de papel.

- Libreta de apuntes.
- Esferográficos.
- Cámara fotográfica.
- Registros.
- Cuadrantes.

2. Equipos

- Balanza analítica.
- Equipo de computación.

3. Insumos

- Nitrógeno.
- Fosforo.
- Potasio.
- Biol.

D. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

En la presente investigación se utilizaron dos tratamientos, T1 (40N; 80P; 30K) y T2 (80N; 160P; 60K), frente a un tratamiento testigo, T0 Biol (7,5 litros). Dentro del esquema del experimento se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, para el análisis de la información se empleó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = u + a_i + b_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = Valor del parámetro en determinación.

u = Valor de la media general.

a_i = Efecto de los tratamientos.

b_j = Efecto de los bloques.

e_{ijk} = Efecto del error experimental.

1. Esquema del experimento

El esquema del experimento se planteó de la siguiente manera, como se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Repeticiones	T.U.E.	Total
Testigo Biol(7,5 L)	T0	5	20 m ²	100 m ²
Tratamiento1 (40N;80P;30K)	T1	5	20 m ²	100 m ²
Tratamiento 2 (80N;160P;60K)	T2	5	20 m ²	100 m ²
Total				300 m ²

T.U.E.* Tamaño de la unidad experimental.

2. Esquema del ADEVA

El esquema del análisis de varianza que fue aplicado en la presente investigación se detalla en el cuadro 5.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	2
Bloques	4
Error	8

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Para el desarrollo de la presente investigación se evaluaron las siguientes variables:

- Análisis de suelos al iniciar y finalizar el experimento.
- Altura de la planta cada 15 días.
- Días a la prefloración.
- Producción de forraje verde,t/ha/1ºcorte y 2º corte.
- Producción de materia seca,t/ha/1ºcorte y 2º corte.
- Composición bromatológica de la mezcla forrajera.
- Beneficio/Costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes técnicas estadísticas:

- Análisis de Varianza (ADEVA), utilizando el programa estadístico SPSS v21.
- Se utilizó el estadístico Tukey, a un nivel de significancia ($P < 0,05$), ($P < 0,01$) para la separación de medias.
- Análisis de regresión y correlación para todas aquellas variables que tengan significancia.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

Para la ejecución de la presente investigación se planificaron los siguientes pasos: primero se identificó el área de estudio, después se delimitó las unidades experimentales y el área total.

Se realizó un muestreo para el análisis de suelo previo al inicio del experimento, para lo cual se tomó una muestra representativa de suelo con el fin de analizar el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, cuyos resultados sirvieron para identificar las posibles deficiencias y los niveles de nutrientes, además sirvió para implementar un programa de fertilización.

A continuación se realizó un corte de igualación, con el objetivo de eliminar el pasto que no ha sido consumido por animales durante el pastoreo. El corte de igualación se realizó a una altura de 5 centímetros, con el propósito de no afectar el rebrote, al realizar el corte de las malezas se evitó que estas completen su ciclo vegetativo para que no produzcan semillas y compitan por nutrientes con la mezcla establecida.

Posteriormente se aplicaron los niveles establecidos de fertilizante inorgánico, de acuerdo a los diferentes niveles de fertilización, es decir para el tratamiento T1 (N: 40 kg/ha, P: 80 kg/ha, K: 30 kg/ha), T2 (N: 80 kg/ha, P: 160 Kg/ha, K: 60 kg/ha) y el T0Biol (7,5 litros). Estos valores fueron establecidos gracias a los resultados emitidos por el laboratorio de suelos, por lo que se recurrió a la guía de fertilización del INIAP, quedando establecidos dichos niveles de fertilizante.

Ya establecido el experimento se realizó la toma de las mediciones experimentales, y finalmente el análisis bromatológico de la pradera establecida.

H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

1. Análisis de suelo inicial y final

Esta variable se analizó tomando muestras del suelo, con ayuda de un barreno, primero se tomaron submuestras, limpiando la superficie del terreno y depositándola en un balde. Las submuestras fueron tomadas entre 20 y 30 cm de profundidad. Luego de tener todas las submuestras en el balde se mezclan homogéneamente y se tomó 1 kg aproximadamente. Esta es la muestra requerida para el análisis de laboratorio.

2. Altura de la planta cada 15 días (cm)

Utilizando un flexómetro en centímetros se registraron la altura de las plantas, desde la superficie basal de las plantas, hasta la media terminal de la hoja más alta. Se evaluaron la altura de 10 plantas al azar de los surcos intermedios para obtener un promedio general del tratamiento y eliminar el efecto borde.

3. Prefloración (días)

Esta medición se la cuantificó en días, considerando el estado de prefloración, el cual se la determinó cuando el cultivo alcanzó el 10% de floración total.

4. Producción de forraje verde t/ha/1º y 2º corte

El rendimiento de forraje verde se evaluó en función al peso, cortando una muestra representativa de cada parcela, utilizando el método del cuadrante, para ayudar al rebrote se cortó el pasto a 5 cm de altura.

5. Producción de materia seca t/ha/1º y 2º corte

Para la producción de materia seca se tomó una muestra de forraje verde, la cual se pesó y se llevó a la estufa y por diferencias de peso se calculó el % de materia seca y se expresó en t/ha/corte.

6. Análisis bromatológico.

Se determinará el porcentaje de humedad, cenizas, fibra, proteína bruta se lo efectuó a los 90 días de edad de la mezcla forrajera.

7. Beneficio/costo (\$)

Se determinara mediante el indicador económico Beneficio/Costo por la siguiente expresión: $\text{Beneficio/costo} = \text{Ingreso Totales } (\$) / \text{Egresos totales } (\$)$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, AL PRIMER CORTE

1. Altura del ray grass a los 15 días(cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P>0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), obteniendo una altura del tratamiento T0 (7,5 L) de 23,73 cm, para el T1 24,06 cm, y para el T2 25,54 cm, siendo este tratamiento el que presentó una mayor altura, como se puede observar en el gráfico 1.

Maza, W. (2015), al evaluar tres especies forrajeras: raygrass inglés (*lolium perenne*), pasto azul (*dactylisglomerata*) y trébol blanco (*trifoliumrepens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja, reportó una altura promedio del raygrass de 16 cm, esta altura es inferior a la reportada en la presente investigación, al igual que Sánchez, D. (2013), quien estudió tres variedades de pastos raygrass, *brachiariabrizantha* y trébol blanco, reportando una altura promedio del raygrass de 20 cm, a pesar que se evaluó la altura de la planta a la misma edad, se encuentran diferencias posiblemente a la variedad de raygrass utilizada y a la presencia constante de precipitaciones, las cuales afectaron de manera positiva al desarrollo del raygrass.

2. Altura del ray grass a los 30 días(cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P>0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), obteniendo una altura del T0 de 33,68 cm, del T1 34,30 cm, y del T2 35,26 cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó.

Valores inferiores a estos fueron reportados por Maza, W. (2015), al evaluar tres especies forrajeras: raygrass inglés (*lolium perenne*), pasto azul (*dactylisglomerata*) y trébol blanco (*trifoliumrepens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja, el cual reportó una altura promedio del raygrass de 24 cm.

Cuadro 6. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, EN EL PRIMER CORTE.

Variables	Tratamientos			E.E.	Probabilidad
	T0	T1	T2		
Altura del raygrass (15 días), cm	23,73 a	24,06 a	25,54 a	0,63	0,492
Altura del raygrass (30 días), cm	33,68 a	34,3 a	35,26 a	0,66	0,63
Altura del trébol blanco (15 días), cm	11,66 a	12,7 a	14,53 a	0,53	0,142
Altura del trébol blanco (30 días), cm	19,3 a	21,06 a	20,73 a	0,66	0,536
Altura de la alfalfa (15 días), cm	17,9 a	19,46 a	17,93 a	1,15	0,824
Altura de la alfalfa (30 días), cm	30,24 a	32,48 a	34,62 a	1,22	0,387
Días a la prefloración, días	34 a	30 b	33 a	0,21	0,001
Producción de forraje Verde, t/ha	10,49 b	15,92 a	16,69 a	0,72	0,016
Producción de Materia seca, t/ha	1,58 b	2,19 ab	2,67 a	0,11	0,001

E.E.: Error Estándar.

Probabilidad > 0,05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Probabilidad < 0,05: Existen diferencias significativas (*).

Probabilidad < 0,01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

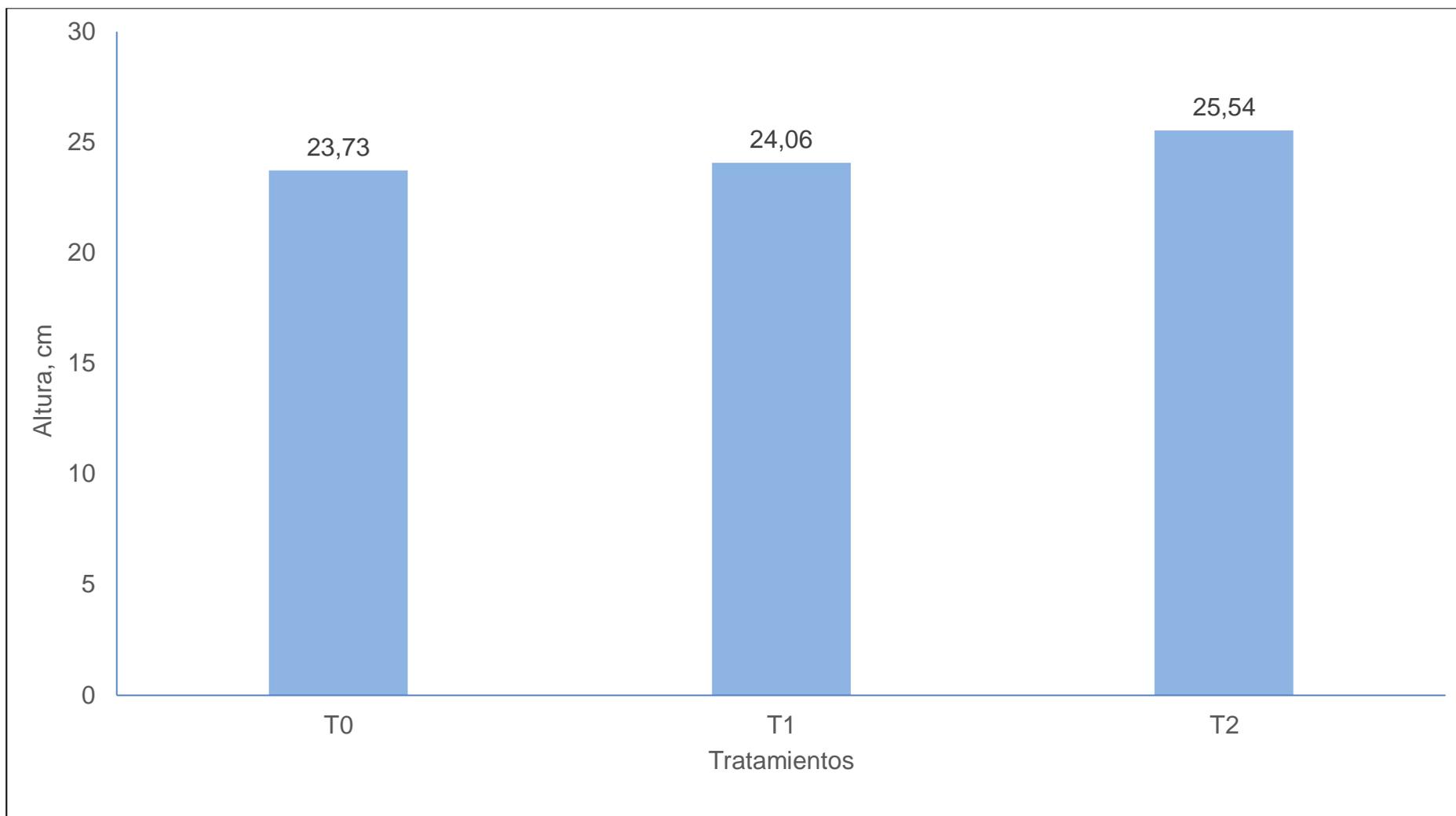


Gráfico 1. Altura del raygrass a los 15 días.

Al igual que Sánchez, D. (2013), quien estudió tres variedades de pastos raygrass, brachiariabrizantha y trébol blanco, reportando una altura promedio del raygrass de 30 cm, todos estos autores reportan valores inferiores, debido posiblemente a la variedad de raygrass utilizada y a la presencia de lluvias durante la fase de experimentación.

En cambio Chugñay, D. (2014), reportó alturas superiores al evaluar la mezcla forrajera de alfalfa y raygrass con diferentes abonos orgánicos, obteniendo una altura del raygrass de 77,50 cm a los 35 días de evaluación, esta altura es superior a la presente investigación debido a que se utilizó un abono orgánico y según Álvarez, J. (2014), los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples, principalmente en los aspectos físico, químico y microbiológico, ya que aportan materia orgánica y bacterias beneficiosas lo que redundará en el aumento de su fertilidad.

3. Altura del trébol blanco a los 15 días(cm)

La altura del trébol blanco no presentó diferencias ($P>0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), obteniendo una altura del T0 de 11,66 cm, para el T1 12,70 cm, y para el T2 14,53 cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó, como se puede observar en el gráfico 2.

Maza, W. (2015), al evaluar tres especies forrajeras: raygrass inglés (*lolium perenne*), pasto azul (*dactylisglomerata*) y trébol blanco (*trifoliumrepens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja, reportó una altura del trébol blanco de 12 cm, este valor es inferior al T1 y T2, y superior al T0; por otro lado Sánchez, D. (2013), al estudiar tres variedades de pastos raygrass, brachiariabrizantha y trébol blanco, obtuvo una altura de 16 cm del trébol, siendo este valor superior a la altura reportada en esta investigación, debido posiblemente a la utilización de abono orgánico a una razón de 100 g/m², además las condiciones ambientales fueron diferentes en estas investigaciones, la misma que se vio beneficiada por la presencia de lluvias.

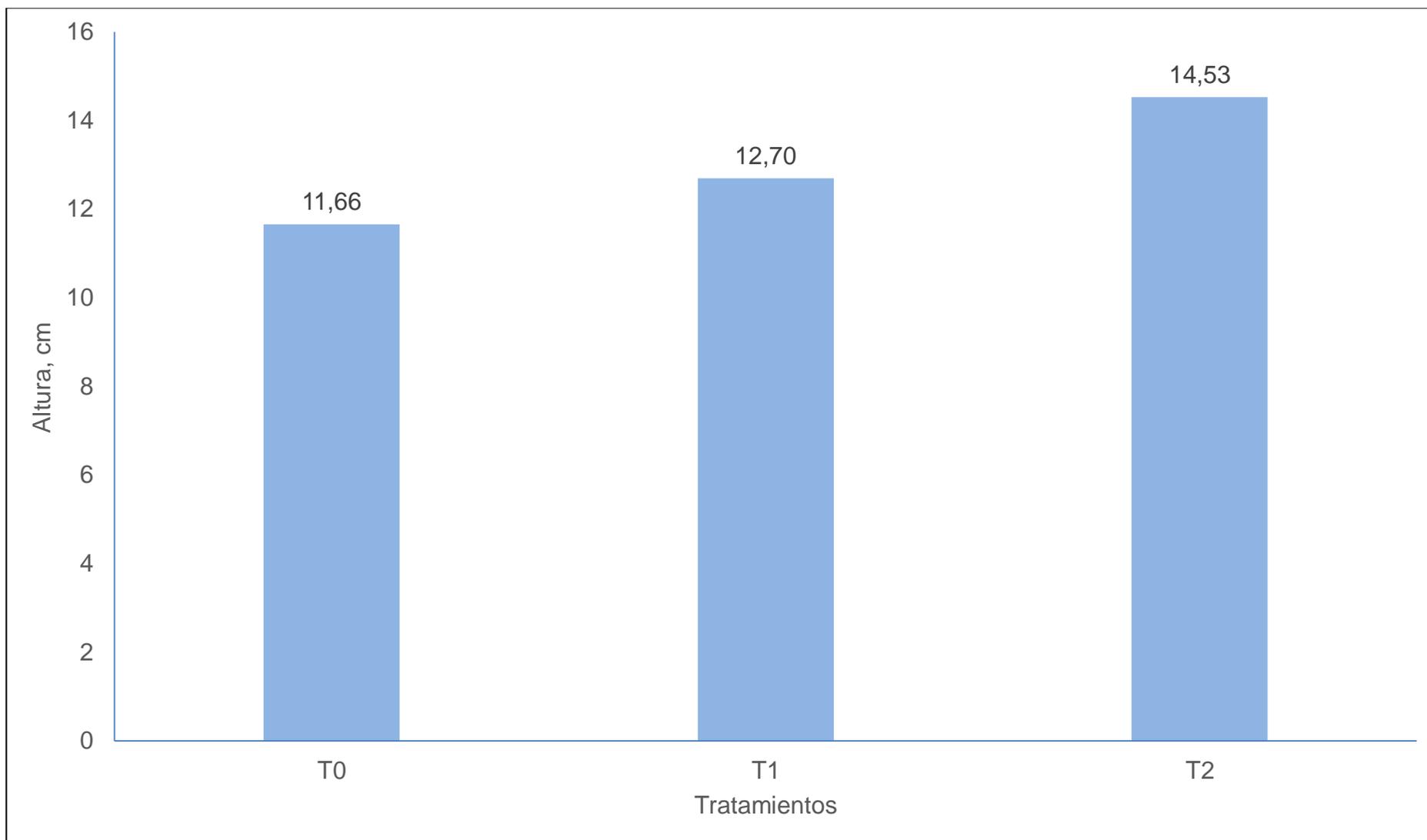


Gráfico 2. Altura del trébol blanco a los 15 días.

4. Altura deltrébol blanco a los 30 días(cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), obteniendo una altura del T0 de 20,32 cm, para el T1 21,87 cm, y para el T2 23,53 cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó.

Maza, W. (2015), al evaluar tres especies forrajeras: raygrass inglés (*lolium perenne*), pasto azul (*dactylis glomerata*) y trébol blanco (*trifolium repens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja, reportó una altura promedio del trébol blanco de 17 cm, en esta investigación no se realizó una fertilización, por lo tanto, este valor es inferior al reportado en la presente investigación. En cambio Sánchez, D. (2013), al estudiar tres variedades de pastos raygrass, brachiaria brizantha y trébol blanco, reportó una altura promedio del trébol blanco de 20 cm, este valor es inferior a las alturas medias aquí reportadas debido probablemente a la utilización de fertilizantes inorgánicos y a la presencia de lluvias constantes.

5. Altura de la alfalfa a los 15 días(cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), obteniendo una altura del T0 de 19,30 cm, para el T1 21,06 cm, y para el T2 20,73 cm, siendo el T2 el que mejor altura presentó.

Japón, L. (2012), estudió la respuesta de la alfalfa a una fertilización química (10 – 30-10, muriato de potasio y urea), obteniendo una altura de 17,33 cm, este valor es inferior al reportado en la presente investigación, esto se puede deber a la variedad de alfalfa utilizada y a las condiciones climáticas y edáficas donde se realizaron los experimentos.

6. Altura de la alfalfa a los 30 días (cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), obteniendo una altura del T0 de 30,24 cm, para el T1 32,48 cm, y para el T2 34,62 cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó, como se puede observar en el gráfico 3.

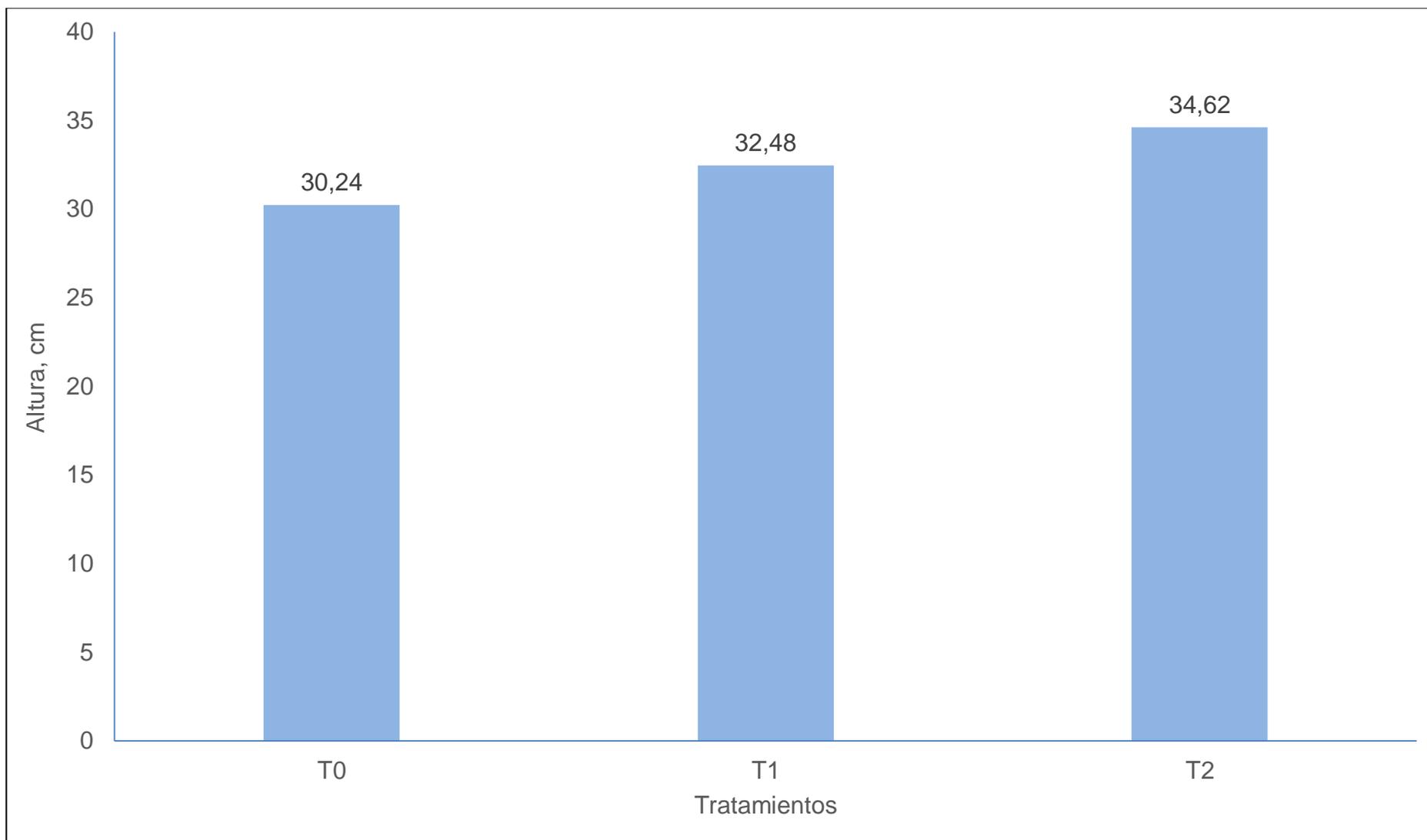


Gráfico 3. Altura de la alfalfa a los 30 días.

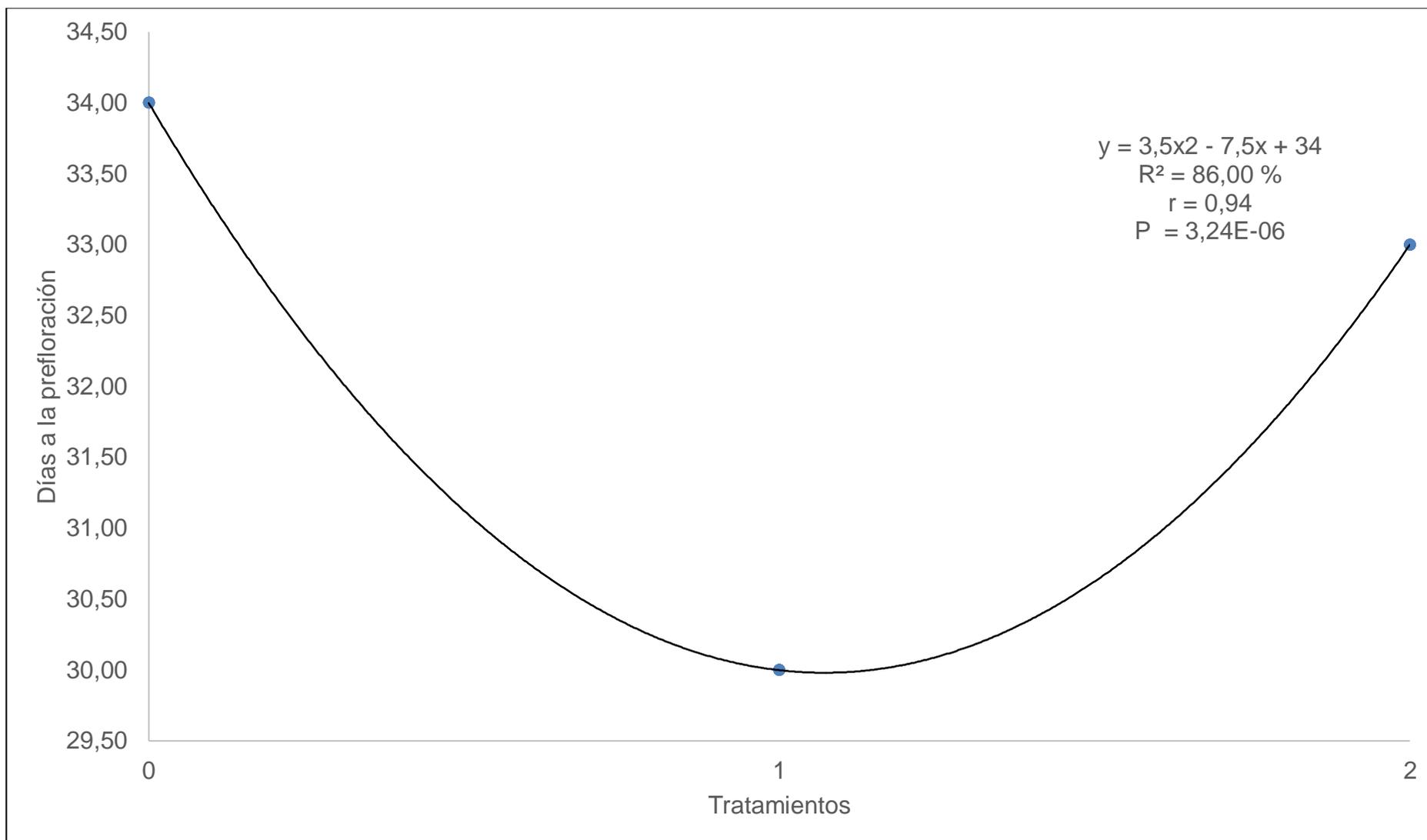
Japón, L. (2012), estudió la respuesta de la alfalfa a una fertilización química (10-30-10, muriato de potasio y urea), obteniendo una altura de 41,00 cm, siendo superior al reportado en la presente investigación, esto se puede deber a la variedad de alfalfa utilizada y a las condiciones climáticas y edáficas donde se realizaron los experimentos. Así mismo Chugñay, D. (2014), al evaluar una mezcla forrajera de alfalfa y raygrass con diferentes abonos orgánicos, reportó una altura de la alfalfa de 62,00 cm, esta altura es superior a la presente investigación debido a que se utilizó un abono orgánico y este aumenta la fertilidad del suelo así como los aspectos físico, químico y microbiológico, ya que aportan materia orgánica y bacterias beneficiosas lo que redundará en el aumento de su fertilidad.

7. Prefloración (días)

La variable prefloración presentó diferencias ($P < 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), logrando la prefloración del T0 a los 34 días, el T1 a los 30 días, y el T2 33 días.

Hidalgo, P. (2010), evaluó el comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass, pasto azul y trébol blanco, al utilizar 6 t/ha de vermicompost, la prefloración se presentó a los 42 días, este tiempo es mayor al reportado en la presente investigación debido a las condiciones ambientales en las que se llevó a cabo esta experimentación, la cual fue favorecida con lluvias.

El análisis de regresión de los días a la prefloración, presentó diferencias ($P < 0,05$), como se puede observar en el gráfico 4, a medida que aumentan los niveles de fertilizante, los días a la prefloración disminuyen del T0 al T1, en cambio desde el T1 al T2 mientras los niveles de fertilizantes aumentan los días a la prefloración también aumenta. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 86,00 % de la varianza de los días a la prefloración está explicada por los tratamientos, mientras que el 14,00 % restante, está en dependencia de factores externos. El coeficiente de correlación múltiple $r = 0,94$ nos indica que existe un alto grado de correlación positiva.



Gráfico

4.

Regresión

de

los

días

a

la

prefloración.

3

8. Producción de forraje verde, t/ha/corte.

La producción de forraje verde presentó diferencias ($P < 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), obteniendo una producción de forraje verde de 10,49 t/ha/corte para el T0, para el T1 15,92 t/ha/corte, para el T2 16,69 t/ha/corte, siendo el tratamiento 2 el que mayor producción de forraje verde presentó.

Lara, E. (2016), al evaluar el manejo agroecológico de una asociación de raygrass, alfalfa y trébol rojo, mediante la utilización de distintas fuentes de materia orgánica, reportó 11,17 t/ha/corte, al aplicar bocashi. Los valores reportados en la presente investigación son superiores a este autor, debido posiblemente a que las constantes precipitaciones ayudaron a la producción de forraje. Estos datos los podemos corroborar con Hidalgo, P. (2010), quien evaluó el comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass, pasto azul y trébol blanco, al utilizar 6 t/ha de vermicompost, obtuvo una producción de forraje verde de 9,87 t/ha/corte.

El análisis de regresión de la producción de forraje verde, presentó diferencias ($P < 0,05$), a medida que aumentan los niveles de fertilizante, la producción de forraje verde también aumenta. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 38,50 % de la varianza de la producción de forraje verde está explicada por los tratamientos, mientras que el 61,50 % restante, está en dependencia de factores externos. El coeficiente de correlación múltiple $r = 0,66$ nos indica que existe un grado moderado de correlación positiva; como se puede observar en el gráfico 5.

9. Producción de materia seca t/ha/corte.

La producción de materia seca presentó diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 6), el T0 alcanzó una producción de 1,58 t/ha/corte, el T1 2,19 t/ha/corte, y el T2 2,67 t/ha/corte, siendo este tratamiento el que mayor producción de materia seca presentó.

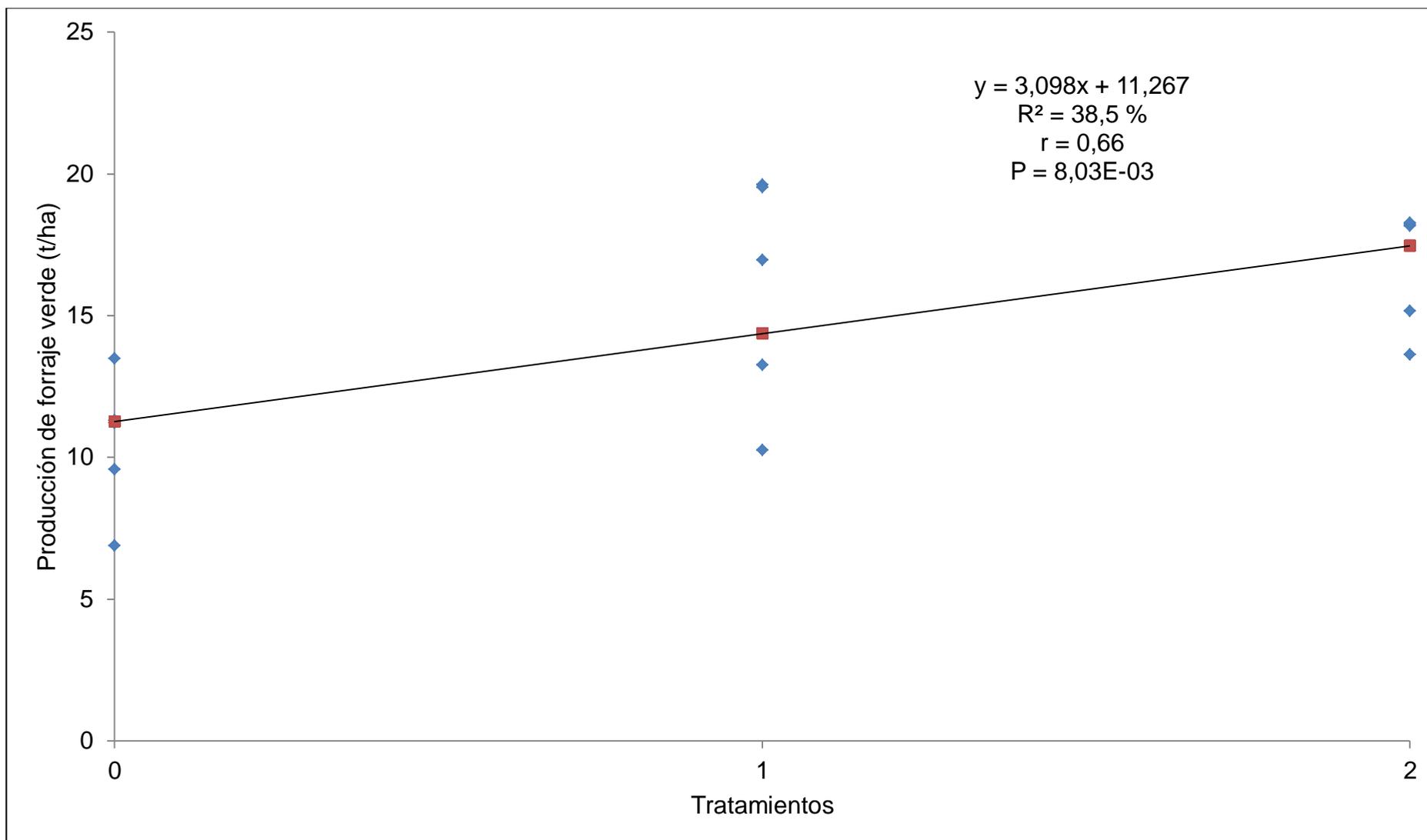


Gráfico 5. Regresión de la producción de forraje verde en el primer corte.

Lara, E. (2016), al evaluar el manejo agroecológico de una asociación de raygrass, alfalfa y trébol rojo, mediante la utilización de distintas fuentes de materia orgánica, reportó una producción de 1,86 t/ha/corte, al aplicar bocashi. Los valores reportados en la presente investigación son superiores a este autor debido posiblemente a que las fuertes lluvias que se presentaron durante la experimentación ayudaron a la disponibilidad de los nutrientes presentes en el suelo.

Al contrario Hidalgo, P. (2010), al evaluar el comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass, pasto azul y trébol blanco, al utilizar 6 t/ha de vermicompost, reportó una producción de forraje verde de 3,06 t/ha/corte, este valor es superior al de la presente investigación al igual que los valores reportados por Chugñay, D. (2014), quien evaluó una mezcla forrajera de alfalfa y raygrass con diferentes abonos orgánicos, alcanzando una producción de materia seca de 3,82 t/ha, esta altura es superior a la presente investigación debido a que se utilizó un abono orgánico el cual aumenta la fertilidad del suelo (Álvarez, J. 2014).

El análisis de regresión de la producción de materia seca, presentó diferencias ($P < 0,05$), a medida que aumentan los niveles de fertilizante, la producción de materia seca también aumenta. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 53,20 % de la varianza de la producción de materia seca esta explicada por los tratamientos, mientras que el 46,80 % restante, está en dependencia de factores externos. El coeficiente de correlación múltiple r 0,75 nos indica que existe un grado moderado de correlación positiva; como se puede observar en el gráfico 6.

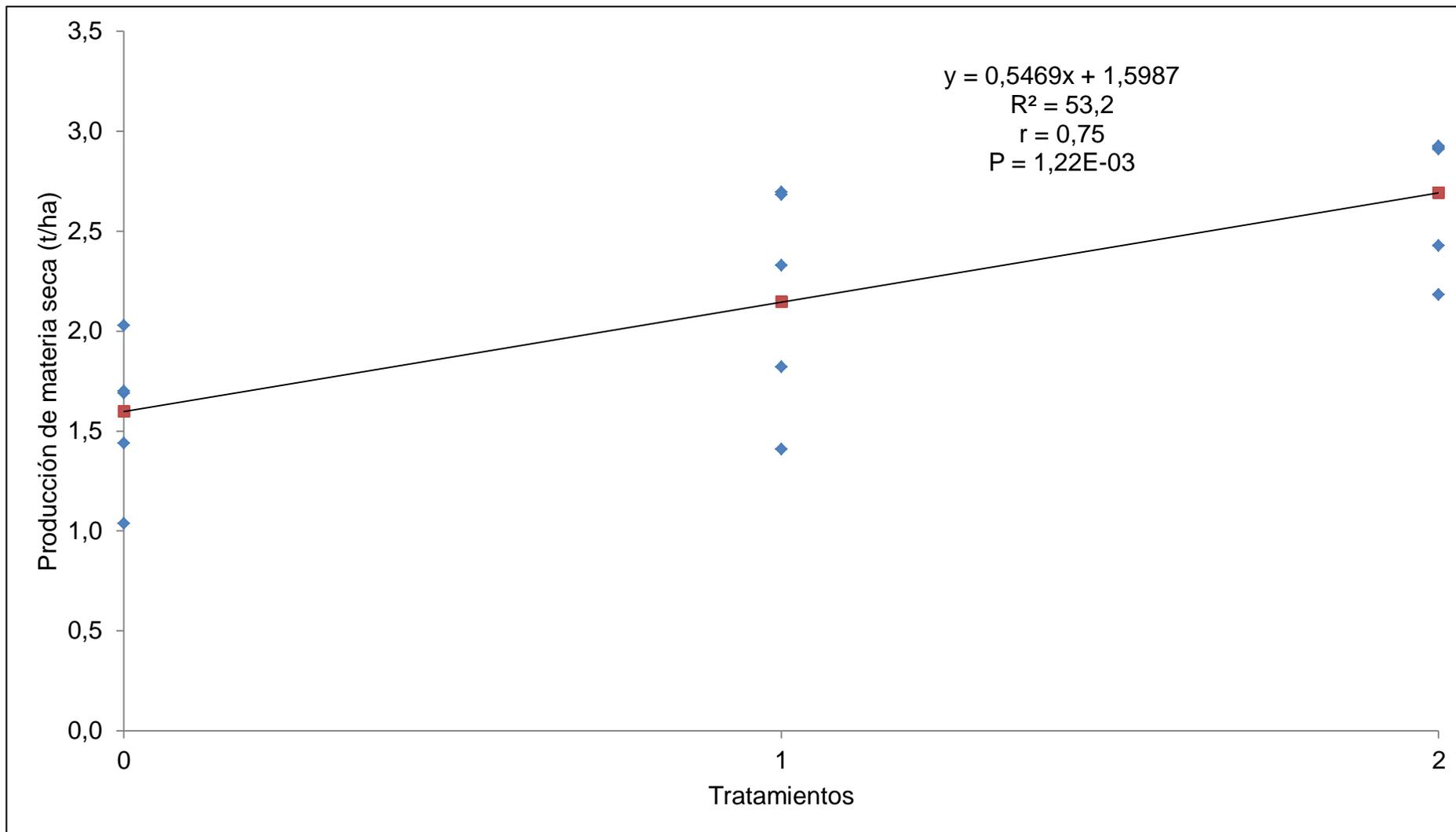


Gráfico 6. Regresión de la producción de materia seca en el primer corte.

B. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, EN EL SEGUNDO CORTE

1. Altura del ray grass a los 15 días (cm)

La altura de la planta presentó diferencias ($P < 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), obteniendo una altura de 18,70 cm para el T0; 19,77 cm para el T1, y 23,33cm para el T2 respectivamente, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó.

La altura del raygrass a los 15 días, en el segundo corte, es ligeramente inferior a la altura en el primer corte, sin embargo estos datos son superiores a los reportados por Sánchez, D. (2013), al estudiar tres variedades de pastos raygrass, brachiariabrizantha y trébol blanco, quien reportó una altura de 20 cm del raygrass, probablemente atribuido a la variedad de raygrass utilizada.

El análisis de regresión de la altura del raygrass a los 15 días, presentó diferencias ($P < 0,05$), a medida que aumentan los niveles de fertilizante, la altura del raygrass también aumenta. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 44,60 % de la varianza de la altura del raygrass está explicada por los tratamientos, mientras que el 55,40 % restante, está en dependencia de factores externos. El coeficiente de correlación múltiple r 0,70 nos indica que existe un grado moderado de correlación positiva; como se puede observar en el gráfico 7.

2. Altura del ray grass a los 30 días (cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), obteniendo una altura del T0 de 34,36 cm, del T1 34,42 cm, y del T235,12cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó.

La altura del raygrass a los 30 días, en el segundo corte, guarda similitud a la altura reportada en el primer corte, sin embargo estos datos siguen siendo superiores a los reportados por Sánchez, D. (2013) .

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO, EN EL SEGUNDO CORTE.

Variables	Tratamientos			E.E.	Probabilidad
	T0	T1	T2		
Altura del raygrass (15 días), cm	18,7 b	19,77 ab	23,33 a	0,54	0,01
Altura del raygrass (30 días), cm	34,36 a	34,42 a	35,12 a	0,59	0,85
Altura del trébol blanco (15 días), cm	8,38 a	8,39 a	9,36 a	0,27	0,28
Altura del trébol blanco (30 días), cm	20,32 a	20,67 a	23,54 a	0,83	0,26
Altura de la alfalfa (15 días), cm	3,30 a	3,66 a	3,90 a	0,13	0,20
Altura de la alfalfa (30 días), cm	30,93 a	34,54 a	36,06 a	0,93	0,11
Días a la prefloración, días	36 c	33 b	31 a	0,22	0,00
Producción de forraje Verde, t/ha	11,32 b	19,54 a	23,07 a	0,82	0,00
Producción de Materia seca, t/ha	1,28 b	2,59 a	3,18 a	0,11	0,00

E.E.: Error Estándar.

Probabilidad > 0,05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Probabilidad < 0,05: Existen diferencias significativas (*).

Probabilidad < 0,01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey (P < 0,05).

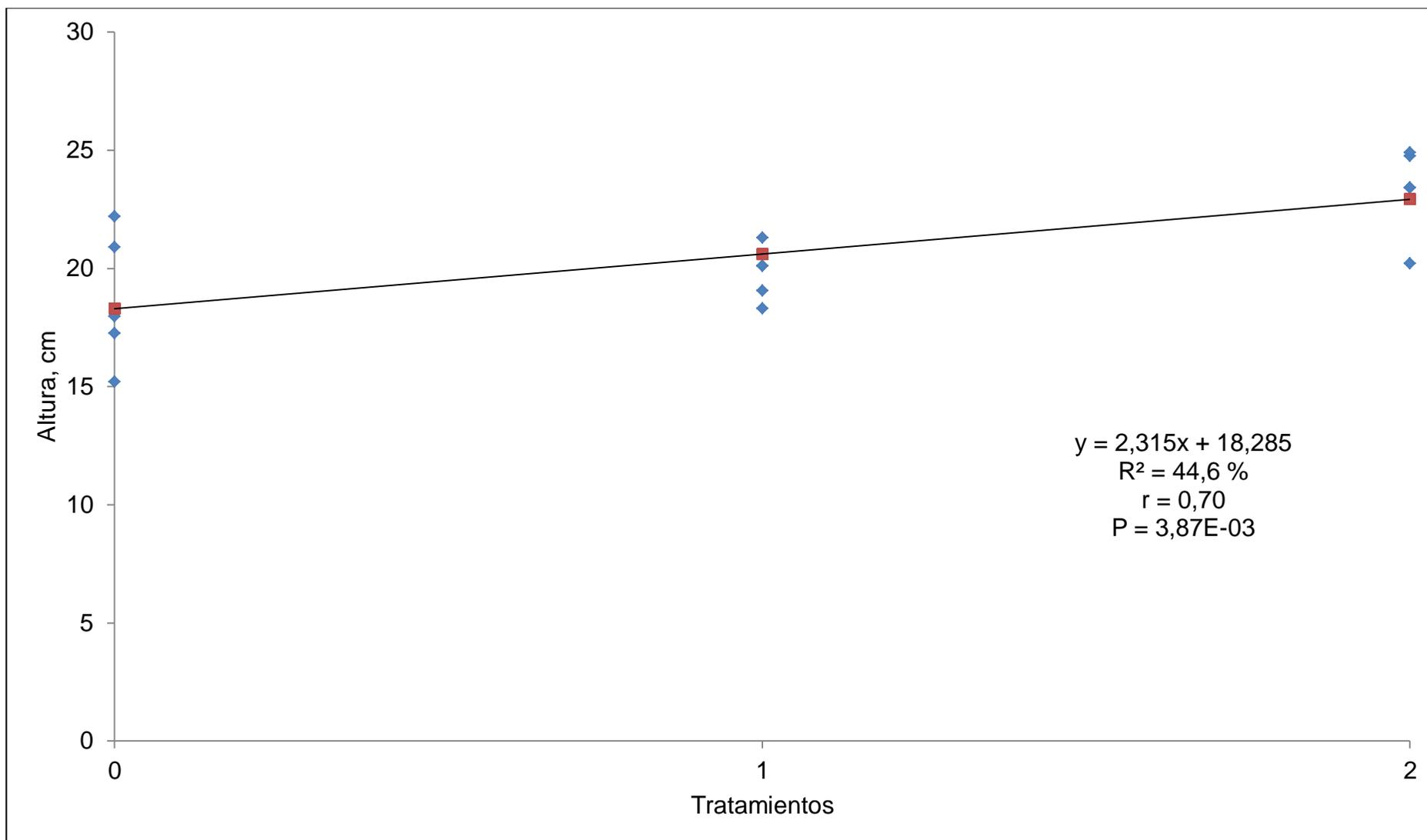


Gráfico 7. Regresión de la altura del raygrass a los 15 días.

Este autor estudió tres variedades de pastos raygrass, brachiariabrizantha y trébol blanco, obteniendo una altura del raygrass de 25 cm, debido principalmente a la variedad de raygrass utilizada en esta experimentación. Sin embargo estos datos siguen siendo inferiores a los reportados por Chugñay, D. (2014), al evaluar una mezcla forrajera de alfalfa y raygrass con diferentes abonos orgánicos, obteniendo una altura del raygrass de 62,00 cm en el segundo corte, debido a que se utilizó un abono orgánico y como se citó anteriormente esto aumenta la fertilidad y las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Hernández, O., *et al.* 2010).

3. Altura del trébol blanco a los 15 días(cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P>0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), alcanzando una altura de 8,38 cm para el T0, para el T1 8,39 cm, y para el T2 9,36cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó.

La altura del trébol blanco a los 15 días, en el segundo corte, es inferior a la altura en el primer corte, también es inferior a las alturas reportadas por Maza, W. (2015), quien al evaluar tres especies forrajeras: raygrass inglés (*lolium perenne*), pasto azul (*dactylisglomerata*) y trébol blanco (*trifoliumrepens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja, reportó una altura de 12 cm. Al igual que Sánchez, D. (2013), quien estudió tres variedades de pastos raygrass, brachiariabrizantha y trébol blanco, reportando una altura de 15 cm, esta superioridad se debe a que el trébol no se pudo recuperar del primer corte, debido a las condiciones climáticas presentes y al factor humano, ya que estos afectan a la recuperación forrajera (Solarte, H. 2013).

4. Altura del trébol blanco a los 30 días (cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P>0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), obteniendo una altura del T0 de 20,67 cm, para el T1 20,32 cm, y para el T2 23,54cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó, como se puede observar en el gráfico 8.

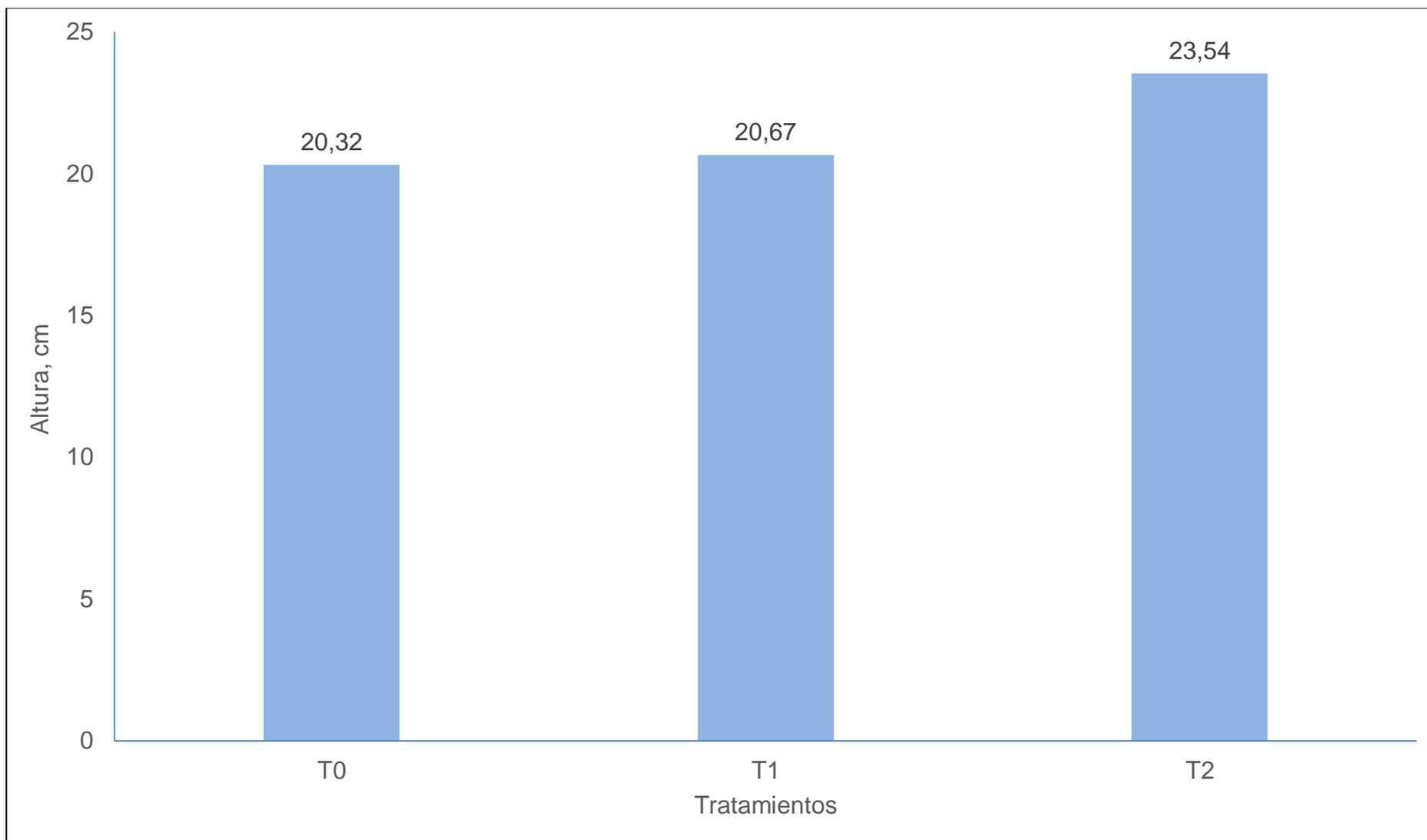


Gráfico 8. Altura deltrébol blanco a los 30 días.

La altura del trébol blanco a los 30 días, en el segundo corte, es similar a la altura en el primer corte, por lo que estos datos siguen siendo superiores a los reportados por Maza, W. (2015), al evaluar de tres especies forrajeras: raygrass inglés (*lolium perenne*), pasto azul (*dactylisglomerata*) y trébol blanco (*trifoliumrepens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja, quien reportó una altura promedio del raygrass de 17 cm. Al igual que Sánchez, D. (2013), quien estudió tres variedades de pastos raygrass, brachiariabrizantha y trébol blanco, reportando una altura promedio del trébol blanco de 18 cm, esto se debe posiblemente a la variedad de las especies forrajeras y a la presencia de lluvias constantes que ayudaron a un mejor desarrollo de las plantas.

5. Altura de la alfalfa a los 15 días (cm)

La altura de la planta no presentó diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), obteniendo una altura del T0 de 3,30 cm, para el T1 3,66 cm, y para el T2 3,90 cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó.

Japón, L. (2012), estudió la respuesta de la alfalfa a una fertilización química (10-30-10, muriato de potasio y urea), obteniendo una altura de 20,33 cm, este valor es superior al reportado en la presente investigación, esta superioridad se puede deber a que la alfalfa no se pudo recuperar del primer corte, debido a las condiciones climáticas presentes y al factor humano, ya que todos estos factores afectan a la recuperación forrajera (Solarte, H. 2013).

6. Altura de la alfalfa a los 30 días, cm

La altura de la planta no presentó diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), reportando una altura del T0 de 30,93 cm, para el T1 34,54 cm, y para el T2 36,06 cm, siendo este tratamiento el que mejor altura presentó, como se puede observar en el gráfico 9.

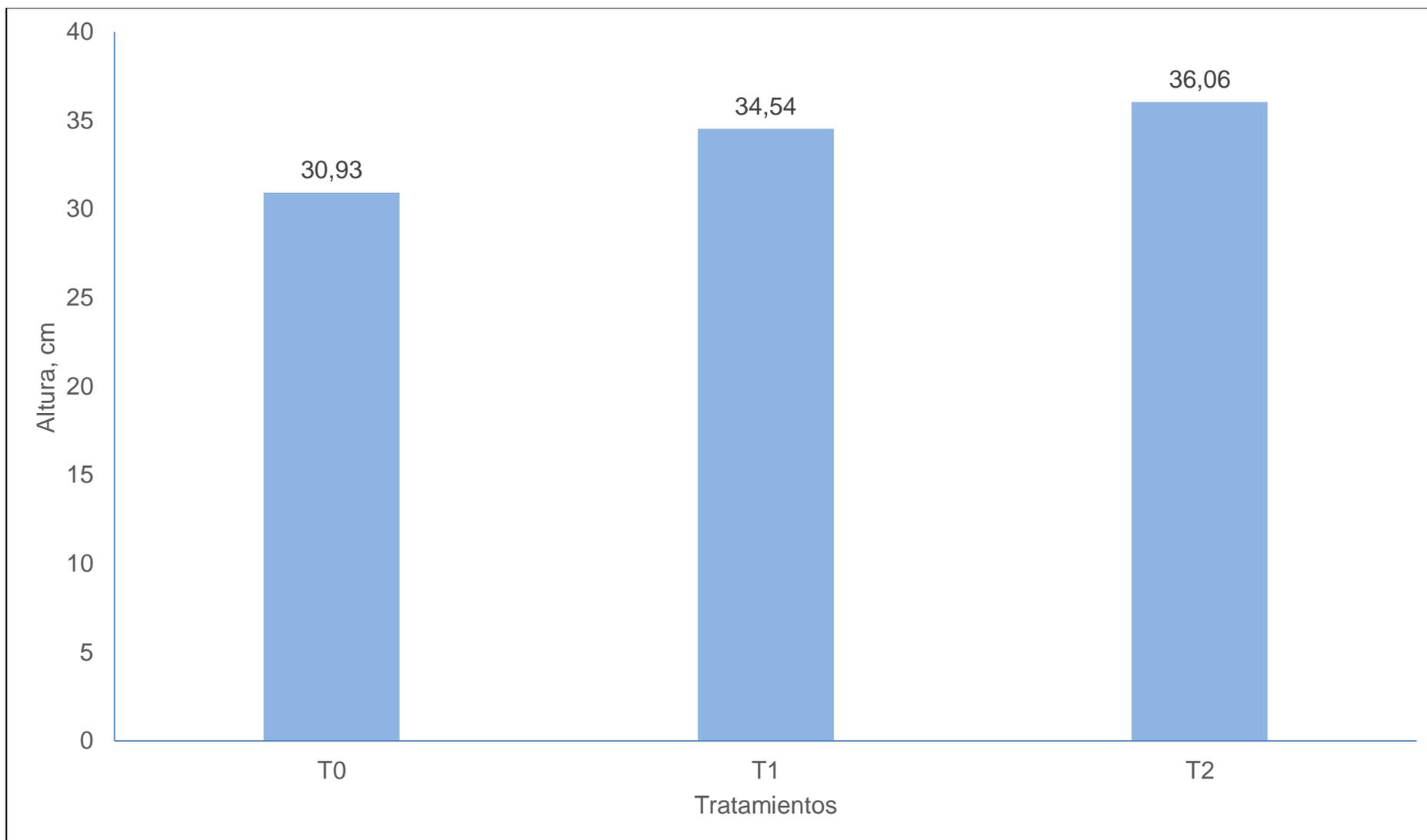


Gráfico 9. Altura de la alfalfa a los 30 días.

La altura de la alfalfa en el segundo corte es igual al primer corte, sin embargo esta altura es inferior a la reportada por Chugñay, D. (2014), quien evaluó una mezcla forrajera de alfalfa y raygrass con diferentes abonos orgánicos, obteniendo una altura de 51,75 cm en la alfalfa, esta altura es superior a la presente investigación posiblemente debido a la utilización de abono orgánico, el cual ayudó a una mejor fertilidad del suelo. Incluso Japón, L. (2012), al estudiar la respuesta de la alfalfa a una fertilización química (10 – 30-10, muriato de potasio y urea), obtuvo una altura de 42,00 cm, esta altura está también superior a la reportada en la presente investigación, esto se puede deber a la variedad de alfalfa utilizada y su siembra en asociación con otras plantas.

7. Prefloración (días)

La prefloración presentó diferencias ($P < 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), presenciándose la prefloración del T0 a los 36 días, para el T1 a los 33 días, y para el T2 a los 31 días, siendo este tratamiento el que menos tiempo tardó en presentar este estado fenológico.

Hidalgo, P. (2010), evaluó el comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass, pasto azul y trébol blanco, al utilizar 6 t/ha de vermicompost, reportó 39 días de tiempo a la prefloración, este tiempo es mayor al reportado en la presente investigación posiblemente por la utilización de una fertilización inorgánica la cual ayuda que se recorte el tiempo de la floración.

El análisis de regresión de los días a la prefloración, presentó diferencias ($P < 0,05$), a medida que aumentan los niveles de fertilizante, los días a la prefloración disminuyen. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 99,00 % de la varianza de los días a la prefloración está explicada por los tratamientos, mientras que el 1,00 % restante está en dependencia de factores externos. El coeficiente de correlación múltiple r 0,99 nos indica que existe un grado alto de correlación positiva; como se puede observar en el gráfico 10.

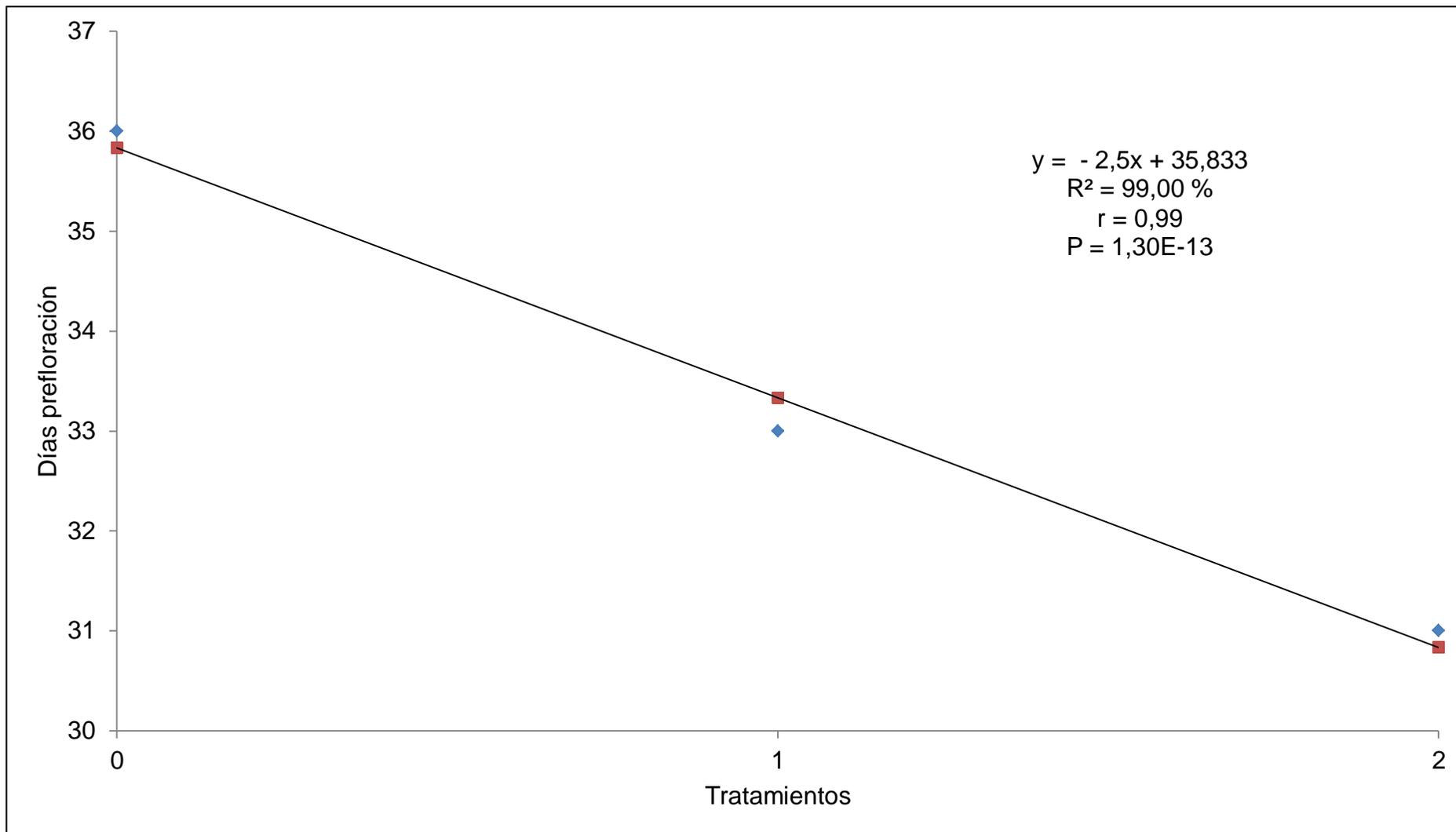


Gráfico 10. Regresión de los días a la prefloración, durante el segundo corte.

8. Producción de forraje verde t/ha/corte

La producción de forraje verde en el segundo corte es superior a la reportada en el primer corte, estos datos son superiores a los reportados por Lara, E. (2016), quien evaluó el manejo agroecológico de una asociación de raygrass, alfalfa y trébol rojo, mediante la utilización de distintas fuentes de materia orgánica, obteniendo producciones de 9,50 t/ha/corte en el segundo corte, al aplicar bocashi. Al igual que Hidalgo, P. (2010), quien evaluó el comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass, pasto azul y trébol blanco, al utilizar 6 t/ha de vermicompost, reportó una producción de forraje verde de 15,97 t/ha; la mayor producción de forraje verde podría explicarse a la presencia de lluvias constantes durante la experimentación, lo que ayudó a la producción forrajera.

El análisis de regresión de la producción de forraje verde, presentó diferencias ($P > 0,05$), a medida que aumentan los niveles de fertilizante, la producción de forraje verde también aumentan. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 69,20 % de la varianza de la producción de forraje verde está explicada por los tratamientos, mientras que el 30,80 % restante, está en dependencia de factores externos. El coeficiente de correlación múltiple r 0,84 nos indica que existe un grado moderado de correlación positiva; como se puede observar en el gráfico 11.

9. Producción de materia seca t/ha/corte

La producción de materia seca presentó diferencias ($P < 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 7), obteniendo una producción de 1,49 t/ha/corte para el T0, de 2,64 t/ha/corte para el T1, y para el T2 3,04 t/ha/corte, siendo este tratamiento el que mayor producción de materia seca presentó.

La producción de materia seca en el segundo corte es superior a la reportada en el primer corte, por lo tanto estos datos siguen siendo superiores a los reportados por Lara, E. (2016), quien al evaluar el manejo agroecológico de una asociación de raygrass, alfalfa y trébol rojo, mediante la utilización de distintas fuentes de materia orgánica, reportó una producción de materia seca de 1,58 t/ha/corte en el

segundo corte, al aplicar bocashi, esto se debe posiblemente a los factores antes mencionados como son la variedad de especie forrajera utilizada y a las condiciones climáticas que en este caso se vieron favorecidas por la presencia de lluvias constantes.

El análisis de regresión de la producción de materia seca, presentó diferencias ($P > 0,05$), a medida que aumentan los niveles de fertilizante, la producción de materia seca también aumentó. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 75,60 % de la varianza de la producción de materia seca está explicada por los tratamientos, mientras que el 24,40 % restante, está en dependencia de factores externos, además presenta un coeficiente de asociación de 0,88; como se puede observar en el gráfico 12.

C. ANÁLISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL

Al realizar el análisis del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes niveles de fertilizante inorgánico, se obtuvieron los siguientes resultados como se puede observar en el cuadro 8.

Al analizar el pH antes (6,9) y después de la fertilización inorgánica (6,87) se puede observar que este valor no se modificó y continúa siendo prácticamente el mismo (neutro), lo que nos indica que la incorporación de fertilizantes inorgánicos mantiene el nivel de pH del suelo.

En cuanto al porcentaje de materia orgánica antes y después de la fertilización, se puede observar que este aumentó de 4,1 % a 5,73 %, sin embargo este nivel se mantiene en la escala de medio, lo que nos quiere decir que los niveles de fertilizante adicionados no influyeron en la cantidad de materia orgánica presente.

Los niveles de nitrógeno evaluados antes y después de la fertilización inorgánica aumentan mínimamente, de 70 ppm al inicio de la experimentación subió a 79 ppm al final del mismo, por lo tanto este nivel continúa siendo alto .

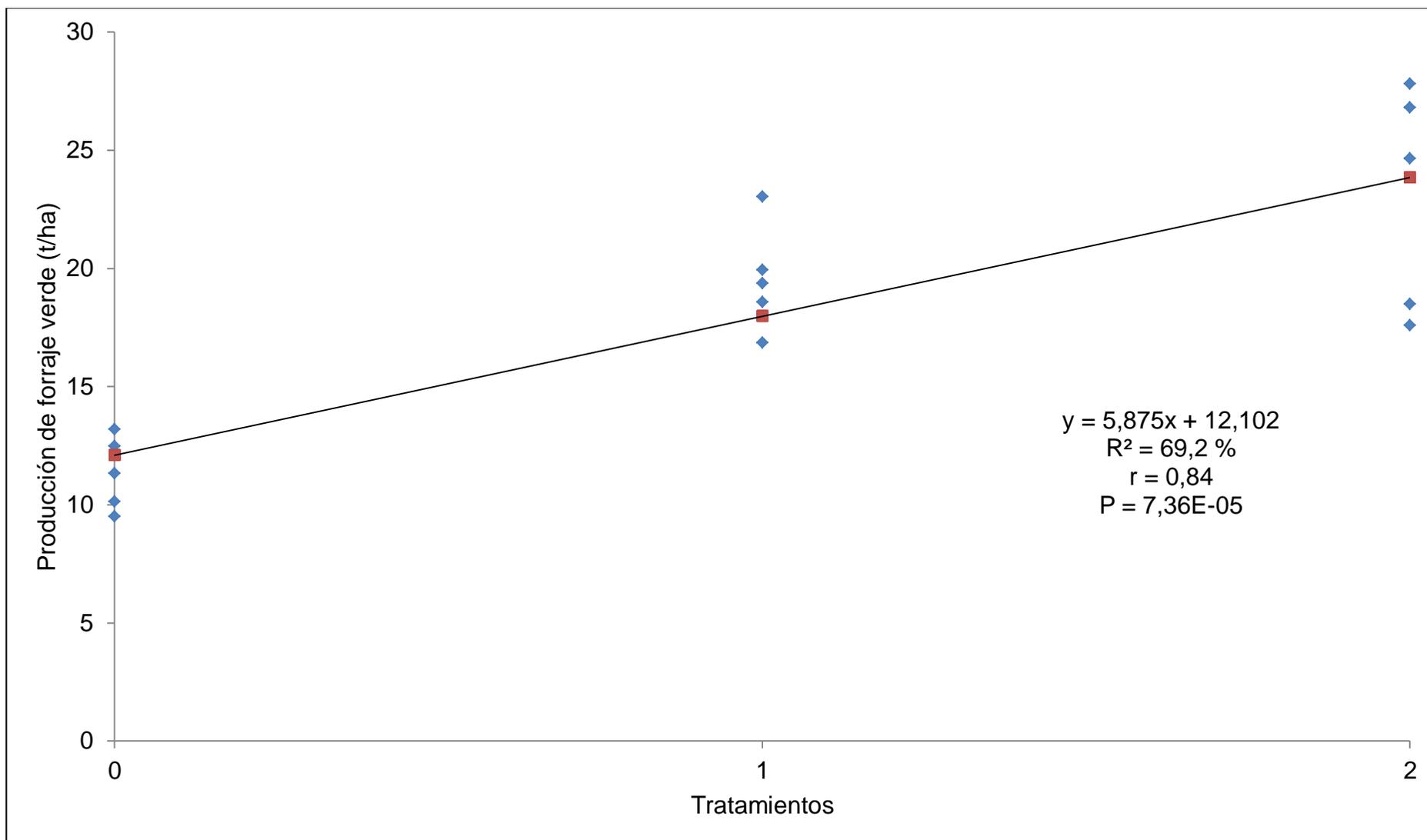


Gráfico 11. Regresión de la producción de forraje verde, en el segundo corte.

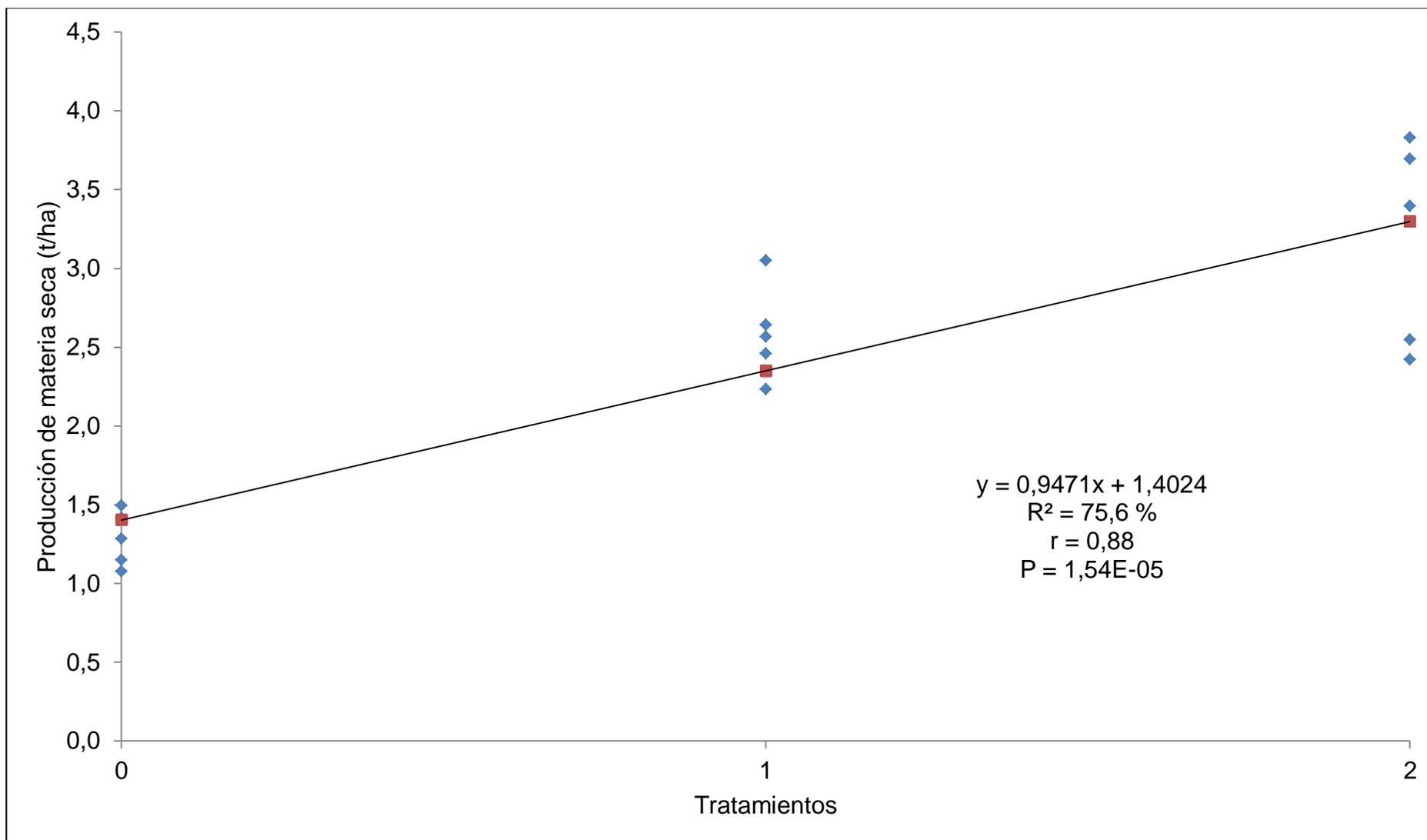


Gráfico 12. Regresión de la producción de materia seca, en el segundo corte.

Esto quiere decir que el nitrógeno proporcionado inicialmente fue aprovechado principalmente por las plantas para la formación de proteínas y clorofila, una parte residual permaneció en el suelo.

Cuadro 8. ANÁLISIS DEL SUELO INICIAL Y FINAL.

Parámetro	Valor inicial	Interpretación	Valor final	Interpretación
pH	6,9	Neutro	6,87	Neutro
Materia orgánica (%)	4,1	Medio	5,73	Medio
Nitrógeno (ppm)	70	Alto	79	Alto
Fósforo (ppm)	7,8	Bajo	15	Medio
Potasio (meq/100ml)	0,58	Alto	0,6	Alto

Los niveles de fósforo aumentaron de 7,8 ppm al inicio de la experimentación a 15 ppm al finalizar la experimentación por lo que podemos decir que las plantas absorbieron el fósforo que necesitaron para formar raíces fuertes y abundantes, mientras que los excedentes permanecieron en el suelo.

Por último los niveles de potasio se mantuvieron en un nivel alto de 0,58 meq/100ml al inicio de la experimentación y de 0,6 meq/ml al finalizar la misma. Esto quiere decir que se incluyó la cantidad correcta que necesitaron las plantas para resistir a enfermedades y producir tallos fuertes.

D. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA MEZCLA FORRAJERA

La composición bromatológica no obtuvo diferencias ($P > 0,05$), por efecto de los tratamientos (cuadro 9), obteniendouna humedad promedio de 86,81 %, materia seca 14,89 %, proteína 21,52 %, grasa 3,96 %, cenizas 11,82 %, fibra 21,93 %del T2.

Hidalgo, P. (2010), evaluó el comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass, pasto azul y trébol blanco, al utilizar 6 t/ha de vermicompost, reportó una humedad de 68,97 %, materia seca 31,03 %, proteína 18,07, extracto etéreo 1,93 % fibra 29,17 % cenizas 10,03 %. El porcentaje de materia seca y fibra de

este autor es superior al reportado en la presente investigación debido a que este autor recolectó el pasto a los 40 días, es decir el pasto era maduro.

Cuadro 9. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA MEZCLA FORRAJERA.

Variables	Tratamientos			E.E.	Prob.
	T0	T1	T2		
Humedad (%)	86,81 a	86,5 a	86,81 a	0,73	0,64
Materia seca (%)	13,19 a	13,49 a	14,89 a	0,73	0,64
Proteína (%)	25,09 a	22,32 a	21,52 a	0,61	0,18
Grasa (%)	3,73 a	3,38 a	3,96 a	0,22	0,60
Cenizas (%)	12,71 a	11,44 a	11,82 a	0,34	0,40
Fibra (%)	22,67 a	25,41 a	21,93 a	1,06	0,46
ENN (%)	35,79 a	37,45 a	40,76 a	0,58	0,08

E.E.: Error Estándar.

Probabilidad > 0,05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Probabilidad < 0,05: Existen diferencias significativas (*).

Probabilidad < 0,01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Maza, W. (2015), al evaluar de tres especies forrajeras: raygrass inglés (*lolium perenne*), pasto azul (*dactylisglomerata*) y trébol blanco (*trifoliumrepens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja, reportó un promedio de proteína de 15 %, fibra 16 %, el valor de la proteína y fibra reportado por este autor es menor a la presente investigación, debido a que no utilizaron alfalfa y esta leguminosa aporta con altos niveles de proteína.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO

Al realizar el análisis económico de la producción de forraje verde de la pastura de alfalfa, raygrass y trébol blanco, utilizando diferentes de niveles de fertilizantes inorgánicos frente a un tratamiento control, se determinó los siguientes resultados que se pueden observar detalladamente en el cuadro 10.

Cuadro 10. ANÁLISIS ECONÓMICO, DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE UNA PRADERA ESTABLECIDA AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE INORGÁNICO.

Variables	Tratamientos		
	T0	T1	T2
Egresos(\$)			
Corte de igualación ¹ (\$)	80,00	80,00	80,00
Mano de obra aplicaciones ² (\$)	80,00	80,00	80,00
Insumos ³ (\$)	252,60	536,56	1040,60
Riegos ⁴ (\$)	20,00	20,00	20,00
Otras labores de manejo ⁵ (\$)	40,00	40,00	40,00
Total Egresos (\$)	472,60	756,56	1260,60
Ingresos(\$)			
Producción de forraje verde (kg/ha/año)(\$)	466,56	878,56	762,32
Ingreso por venta forraje ⁶ (\$)	46,64	87,84	76,24
Total Ingresos⁷(\$)	473,04	971,76	897,56
Beneficio/costo	1,00	1,28	0,71

1: Costo corte igualación total \$ 60,00

2: Mano de obra, jornal \$ 10,00

3: Costo fertilizantes

4: Costo total riego \$ 5,00

5: Labores de manejo, jornal \$ 10,00

6: Venta forraje, kg \$ 0,10

7: Ingresos de acuerdo a los cortes al año

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados alcanzados en la presente investigación podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- En el primer corte de evaluación de una pradera, los diferentes niveles de fertilizante inorgánico, no presentaron diferencias en los parámetros altura del raygrass, altura del trébol blanco, altura de la alfalfa y producción de materia seca. Sin embargo, si hubieron diferencias en los parámetros días a la prefloración, siendo mejor el T1, el cual presentó la prefloración a los 30 días.
- Al evaluar la producción de forraje verde, el T1 (15,92 t/ha/corte) y T2 (16,69 t/ha/corte) tuvieron mejores respuestas en comparación con el T0 (10,49 t/ha/corte).
- En el segundo corte de evaluación las variables altura del trébol blanco, altura de la alfalfa y altura del raygrass, no presentaron diferencias entre tratamientos, mientras que la variable días a la prefloración presentaron diferencias, siendo el T2 con 31 días el mejor tratamiento.
- En cuanto a la producción de forraje verde en el segundo corte de evaluación el T1 (19,54 t/ha/corte) y T2 (23,07 t/ha/corte), presentaron mejores respuestas, al igual que en la variable producción de materia seca con 2,59 y 3,18 t/ha/corte respectivamente.
- Al realizar el análisis bromatológico del pasto de los diferentes tratamientos, no se encontraron diferencias en ninguno de los parámetros teniendo así un promedio de humedad de 86,81 %, materia seca 13,19 %, proteína 25,09 %, grasa 3,73 %, cenizas 12,71 %, fibra 22,67 % y E.N.N. 35,79 %.
- El análisis económico determinó que con el empleo del tratamiento 1 (40N; 80P; 30K), obtiene una rentabilidad anual del 28 % (B/C de 1,28), no así en el tratamiento control donde la rentabilidad baja a 0 % (B/C de 1,0), y en T2 se reportan pérdidas.

VI. RECOMENDACIONES

- Establecer una pradera de alfalfa más raygrass y trébol blanco en la hacienda Pacaguan, ubicada en el Cantón Riobamba, Parroquia Quimiag, con la aplicación del T1, ya que se consiguió mayores producciones de forraje en materia verde y el beneficio-costo es el más alto.
- Se recomienda que en función de la utilización de las praderas se puede utilizar el T1 más resiembras.
- Impulsar la aplicación de este fertilizante en praderas semejantes, en las zonas aledañas a Pacaguan, ya que aumenta la producción forrajera a un bajo costo.

VII. LITERATURA CITADA

1. ÁLVAREZ, J. (2014). Manual de compostaje para la agricultura ecológica. Servicio de Asesoramiento a los Agricultores y Ganaderos. Dirección General de la Producción Ecológica. España.
2. BOLLO, E. 2006. Principales forrajes para la alimentación Ganadera en Colombia. 1ra edición. Nariño, Colombia. Edit. Méndez. pp. 322 - 351.
3. CANGIANO, C. 2009. Alfalfa la "reina" de las forrajeras. Monografía, INTA – EEA. Balcarce, Argentina. pp 1 – 2. Disponible en SITIO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. Repositorio Digital de Acceso Abierto.
4. CHUGÑAY, D. 2014. Evaluación productiva de una mezcla forrajera de medicago sativa (alfalfa) y lolium perenne (ray-grass) con diferentes abonos orgánicos (humus, compost, vermicompost y té de estiércol) en la comunidad de Lluclud del cantón Chambo. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
5. DÁVILA, B. Y ROJAS, P. 2014. Optimización del proceso de elaboración y el uso de los abonos biofermentados (biol). (Tesis de Grado). Universidad de Cuenca. Cuenca - Ecuador.
6. DEL POZO, M. 1999. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento. (3ra ed). Madrid – España: Mundi – Prensa. pp. 45-50.
7. DÍAS, M. y GAMBAUDO, S. 2007. Fertilización y encalado en alfalfa. El cultivo de la alfalfa en la Argentina. Buenos Aires: INTA. Cap. 11. pp 227-246.

8. ELIZONDO, J. 2007. Producción y calidad de la biomasa de morera (*morus alba*) fertilizada con diferentes abonos¹. *Agronomía Mesoamericana*. pp 255-261.
9. ESCALANTE, M. 2005. Acumulación de biomasa aérea en rebrotes de alfalfa en Balcarce. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Balcarce. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional El Rosario. Buenos Aires - Argentina. pp 42 - 50.
10. FORMOSO, F. 2012. Manejo de alfalfa para producción de forraje. INIA La Estanzuela. *TECNOLOGÍA EN ALFALFA* (Boletín de Divulgación Número 69). Montevideo - Uruguay. pp 53 – 60.
11. GALLEGOS, R. 2012. Evaluación de la producción forrajera del raygrass (*Lolium perenne*) con la aplicación de dos niveles de fertilización foliar en las cuatro fases lunar. (Tesis de Grado). Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. Bolívar.
12. GUALLI, M. 2012. (Abonagro-Polvo) en la Producción de Forraje y Semilla de *Dactylis Glomerata* en la Hacienda Sillaguan. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
13. HERNÁNDEZ, D. 2013. La alfalfa en la alimentación del ganado. Disponible en <http://alimentacionderumiantes.blogspot.com/2013/03/la-alfalfa-en-la-alimentacion-del-ganado.html>
14. HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O. A., OJEDA-BARRIOS, D. L., LÓPEZ-DÍAZ, J. C., & ARRAS-VOTA, A. M. 2010. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Tecnociencia*. Chihuahua-México. pp 1-6.
15. 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). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba - Ecuador.

16. JAPÓN, L. 2012. Respuesta a la fertilización química, orgánica y química-orgánica en praderas de alfalfa (*medicago sativa l.*), en la comunidad de Cochapamba de la parroquia Tenta del cantón Saraguro de la provincia de Loja. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Loja. Loja - Ecuador.
17. JIMÉNEZ, E. 2011. Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas. (Tesis de Grado)Escuela Superior Politécnica del Ejército. Sangolqui-Ecuador.
18. LARA, E. 2016. Manejo agroecológico de una asociación de *Loliummultiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*; mediante la utilización de distintas fuentes de materia orgánica. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
19. MAZA, W. 2015. Evaluación de tres especies forrajeras: raygrass inglés (*Lolium perenne l.*), pasto azul (*Dactylisglomerata l.*) y trébol blanco (*Trifoliumrepens l.*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
20. OLGUÍN, S. 2012. La planta de alfalfa. Disponible en <http://www.plantasparacurar.com/la-planta-de-alfalfa/>
21. PAUCAR, P. 2012. Evaluación y Caracterización Morfoagronómica del *Plantagolanceolata*. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
22. RIVERA, M. 2015. Regeneración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas-

naturalizadas e introducidas. (Tesis de Grado).Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.

23. ROSERO. R. 2016. Manejo agroecológico del *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más unabases de fertilizante enraizador en suelos volcánicos. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.
24. RUIZ, T., CASTILLO, E., ALONSO, J., Y FEBLES, G. 2006. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa con leguminosas en el trópico. Avances en Investigación Agropecuaria. pp. 3-20.
25. SAGARPA. 2015. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. cultive pasto raygrass para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte y centro de Tamaulipas. Boletín de información. Tamaulipas - México.
26. SÁNCHEZ, D. 2013. Análisis de la adaptabilidad y el rendimiento de tres variedades de pastos: ray-grass inglés (*Lolium perenne*), brachiariabrizantha (*Brachiariabrizantha*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) en el distrito de Ayabaca Perú. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Loja. Loja - Ecuador.
27. SOLARTE, H. (2013). Guía para realizar una planeación forrajera en predios ganaderos. Bogotá: Fedegán-FNG, SENA.
28. TERCERO, H. 2015. Evaluación de los métodos manual y químico para el control de maleza en el crecimiento inicial de Melina (*Gmelina arborea Roxb*) en la hacienda Pitzará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha. (Tesis de Grado).Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.

29. VALQUI, L. 2013. Variedades de raygrass. Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/158334252/rye-grass#scribd>.
30. VARGAS, C. 2011. Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del lolium perenne (ryegrass). (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
31. VÉLEZ, D. 2015. Evaluación de seis alternativas de fertilización en dos épocas de aplicación en la producción de pastos en la parroquia San Juan, provincia de Chimborazo. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la varianza del primer corte de evaluación.

Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
tratamientos	Ryegrass15	9,28	2,00	4,64	0,77	0,492
	trébol15	21,14	2,00	10,57	2,51	0,142
	alfalfa15	7,96	2,00	3,98	0,20	0,824
	Días prefloración	43,33	2,00	21,67	32,50	0,000
	Ryegrass30	6,34	2,00	3,17	0,49	0,630
	trébol30	8,75	2,00	4,38	0,67	0,536
	alfalfa30	47,97	2,00	23,98	1,07	0,387
	FV	114,01	2,00	57,01	7,25	0,016
	MS	3,00	2,00	1,50	9,05	0,009
	bloques	Ryegrass15	8,36	4,00	2,09	0,35
trébol15		1,81	4,00	0,45	0,11	0,977
alfalfa15		127,87	4,00	31,97	1,60	0,265
Días prefloración		0,67	4,00	0,17	0,25	0,902
Ryegrass30		1,65	4,00	0,41	0,06	0,991
trébol30		12,23	4,00	3,06	0,47	0,756
alfalfa30		37,81	4,00	9,45	0,42	0,789
FV		46,72	4,00	11,68	1,48	0,293
MS		0,96	4,00	0,24	1,45	0,304
Error		Ryegrass15	47,89	8,00	5,99	
	trébol15	33,67	8,00	4,21		
	alfalfa15	160,00	8,00	20,00		
	Días prefloración	5,33	8,00	0,67		
	Ryegrass30	51,67	8,00	6,46		
	trébol30	51,94	8,00	6,49		
	alfalfa30	179,00	8,00	22,37		
	FV	62,93	8,00	7,87		
	MS	1,33	8,00	0,17		
	Total	Ryegrass15	9028,65	15,00		
trébol15		2577,60	15,00			
alfalfa15		5390,80	15,00			
Días prefloración		15731,00	15,00			
Ryegrass30		17823,82	15,00			
trébol30		6292,90	15,00			
alfalfa30		16056,57	15,00			
FV		3319,10	15,00			
MS		74,34	15,00			

Anexo 2. Medias calculadas de cada variable, en el primer corte.

Variable dependiente		Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Ryegrass15	TO	23,73	1,09	21,21	26,25
	T1	24,06	1,09	21,54	26,59
	T2	25,54	1,09	23,02	28,06
trébol15	TO	11,66	0,92	9,54	13,78
	T1	12,70	0,92	10,58	14,82
	T2	14,53	0,92	12,42	16,65
alfalfa15	TO	17,90	2,00	13,29	22,51
	T1	19,46	2,00	14,85	24,07
	T2	17,93	2,00	13,32	22,54
Días prefloración	TO	34,00	0,37	33,16	34,84
	T1	30,00	0,37	29,16	30,84
	T2	33,00	0,37	32,16	33,84
Ryegrass30	TO	33,68	1,14	31,06	36,30
	T1	34,30	1,14	31,68	36,92
	T2	35,26	1,14	32,64	37,88
trébol30	TO	19,30	1,14	16,67	21,93
	T1	21,06	1,14	18,43	23,69
	T2	20,73	1,14	18,10	23,36
alfalfa30	TO	30,24	2,12	25,36	35,12
	T1	32,48	2,12	27,60	37,36
	T2	34,62	2,12	29,74	39,50
FV	TO	10,49	1,25	7,60	13,38
	T1	15,92	1,25	13,02	18,81
	T2	16,69	1,25	13,80	19,58
MS	TO	1,58	0,18	1,16	2,00
	T1	2,19	0,18	1,77	2,61
	T2	2,67	0,18	2,25	3,09

Variable	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Ryegrass 15	24,44	0,63	22,99	25,90
Trébol15	12,96	0,53	11,74	14,19
Alfalfa15	18,43	1,15	15,77	21,09
Días prefloración	32,33	0,21	31,85	32,82
Ryegrass 30	34,41	0,66	32,90	35,93
Trébol30	20,36	0,66	18,85	21,88
Alfalfa30	32,45	1,22	29,63	35,26
Forraje verde	14,37	0,72	12,70	16,04
Materia seca	2,15	0,11	1,90	2,39

Anexo 3. Comparaciones múltiples Tukey, del primer corte de evaluación.

Variable dependiente			Error típ.	Sig.
Ryegrass15	T0	T1	1,55	0,97
		T2	1,55	0,50
	T1	T0	1,55	0,97
		T2	1,55	0,62
	T2	T0	1,55	0,50
		T1	1,55	0,62
trébol15	T0	T1	1,30	0,71
		T2	1,30	0,13
	T1	T0	1,30	0,71
		T2	1,30	0,38
	T2	T0	1,30	0,13
		T1	1,30	0,38
alfalfa15	T0	T1	2,83	0,85
		T2	2,83	1,00
	T1	T0	2,83	0,85
		T2	2,83	0,85
	T2	T0	2,83	1,00
		T1	2,83	0,85
Días prefloración	T0	T1	0,52	0,00
		T2	0,52	0,19
	T1	T0	0,52	0,00
		T2	0,52	0,00
	T2	T0	0,52	0,19
		T1	0,52	0,00
Ryegrass30	T0	T1	1,61	0,92
		T2	1,61	0,61
	T1	T0	1,61	0,92
		T2	1,61	0,83
	T2	T0	1,61	0,61
		T1	1,61	0,83
trébol30	T0	T1	1,61	0,54
		T2	1,61	0,66
	T1	T0	1,61	0,54
		T2	1,61	0,98
	T2	T0	1,61	0,66
		T1	1,61	0,98
alfalfa30	T0	T1	2,99	0,74
		T2	2,99	0,36
	T1	T0	2,99	0,74
		T2	2,99	0,76
	T2	T0	2,99	0,36
		T1	2,99	0,76
FV	T0	T1	1,77	0,04

		T2	1,77	0,02
	T1	T0	1,77	0,04
		T2	1,77	0,90
	T2	T0	1,77	0,02
		T1	1,77	0,90
MS	T0	T1	0,26	0,10
		T2	0,26	0,01
	T1	T0	0,26	0,10
		T2	0,26	0,21
	T2	T0	0,26	0,01
		T1	0,26	0,21

Anexo 4. Análisis de la varianza del segundo corte de evaluación.

Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
tratamientos	Ryegrass15	58,76	2,00	29,38	5,17	0,036
	trébol15	3,17	2,00	1,58	1,58	0,264
	alfalfa15	0,91	2,00	0,45	2,22	0,171
	Días prefloración	63,33	2,00	31,67	95,00	0,000
	Ryegrass30	1,79	2,00	0,89	0,12	0,892
	trébol30	31,21	2,00	15,61	1,96	0,203
	alfalfa30	69,43	2,00	34,72	2,13	0,182
	FV	363,49	2,00	181,74	16,84	0,001
	MS	9,40	2,00	4,70	24,41	0,000
	Bloques	Ryegrass15	6,09	4,00	1,52	0,27
trébol15		5,46	4,00	1,36	1,36	0,328
alfalfa15		1,30	4,00	0,33	1,60	0,265
Días prefloración		3,33	4,00	0,83	2,50	0,126
Ryegrass30		2,01	4,00	0,50	0,07	0,991
trébol30		60,40	4,00	15,10	1,89	0,205
alfalfa30		23,59	4,00	5,90	0,36	0,830
FV		33,73	4,00	8,43	0,78	0,568
MS		0,65	4,00	0,16	0,84	0,536
Error		Ryegrass15	45,44	8,00	5,68	
	trébol15	8,02	8,00	1,00		
	alfalfa15	1,63	8,00	0,20		
	Días prefloración	2,67	8,00	0,33		
	Ryegrass30	61,32	8,00	7,67		
	trébol30	63,77	8,00	7,97		
	alfalfa30	130,54	8,00	16,32		
	FV	86,33	8,00	10,79		
	MS	1,54	8,00	0,19		
	Total	Ryegrass15	110,29	14,00		
trébol15		16,64	14,00			
alfalfa15		3,84	14,00			
Días prefloración		69,33	14,00			
Ryegrass30		65,11	14,00			
trébol30		155,38	14,00			
alfalfa30		223,56	14,00			
FV		483,54	14,00			
MS		11,59	14,00			

Anexo 5. Medias calculadas de cada variable, en el segundo corte.

Variables		Media	Error típ.	Intervalo de confianza 99%	
				Límite inferior	Límite superior
Ryegrass15	T0	18,70	1,07	15,12	22,28
	T1	19,77	1,07	16,19	23,35
	T2	23,33	1,07	19,75	26,91
trébol15	T0	8,38	0,45	6,88	9,88
	T1	8,39	0,45	6,89	9,89
	T2	9,36	0,45	7,86	10,86
alfalfa15	T0	3,30	0,20	2,62	3,98
	T1	3,66	0,20	2,98	4,34
	T2	3,90	0,20	3,22	4,58
Días prefloración	T0	36,00	0,26	35,13	36,87
	T1	33,00	0,26	32,13	33,87
	T2	31,00	0,26	30,13	31,87
Ryegrass30	T0	34,36	1,24	30,21	38,51
	T1	34,42	1,24	30,27	38,57
	T2	35,12	1,24	30,97	39,27
trébol30	T0	20,32	1,26	16,08	24,56
	T1	20,67	1,26	16,43	24,91
	T2	23,54	1,26	19,30	27,78
alfalfa30	T0	30,93	1,81	24,87	36,99
	T1	34,54	1,81	28,48	40,60
	T2	36,06	1,81	30,00	42,12
FV	T0	11,32	1,47	6,39	16,25
	T1	19,54	1,47	14,61	24,47
	T2	23,07	1,47	18,14	28,00
MS	T0	1,28	0,20	0,62	1,94
	T1	2,59	0,20	1,93	3,25
	T2	3,18	0,20	2,52	3,84

Variables	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Ryegrass 15	20,60	0,54	19,43	21,77
Trébol15	8,71	0,27	8,11	9,31
Alfalfa15	3,62	0,13	3,34	3,90
Días prefloración	33,33	0,22	33,33	33,33
Ryegrass 30	34,63	0,59	33,34	35,93
Trébol30	21,51	0,83	19,70	23,32
Alfalfa30	33,84	0,93	31,83	35,86
Forraje verde	17,98	0,82	16,20	19,76
Materia seca	2,35	0,11	2,11	2,59

Anexo 6. Comparaciones múltiples Tukey, del segundo corte de evaluación.

Variables			Error típ.	Sig.
Ryegrass15	T0	T1	1,51	0,765
		T2	1,51	0,037
	T1	T0	1,51	0,765
		T2	1,51	0,104
	T2	T0	1,51	0,037
		T1	1,51	0,104
trébol15	T0	T1	0,63	1,000
		T2	0,63	0,321
	T1	T0	0,63	1,000
		T2	0,63	0,327
	T2	T0	0,63	0,321
		T1	0,63	0,327
alfalfa15	T0	T1	0,29	0,454
		T2	0,29	0,153
	T1	T0	0,29	0,454
		T2	0,29	0,694
	T2	T0	0,29	0,153
		T1	0,29	0,694
Días prefloración	T0	T1	0,37	0,000
		T2	0,37	0,000
	T1	T0	0,37	0,000
		T2	0,37	0,002
	T2	T0	0,37	0,000
		T1	0,37	0,002
Ryegrass30	T0	T1	1,75	0,999
		T2	1,75	0,903
	T1	T0	1,75	0,999
		T2	1,75	0,917
	T2	T0	1,75	0,903
		T1	1,75	0,917
trébol30	T0	T1	1,79	0,979
		T2	1,79	0,229
	T1	T0	1,79	0,979
		T2	1,79	0,297
	T2	T0	1,79	0,229
		T1	1,79	0,297
alfalfa30	T0	T1	2,55	0,379
		T2	2,55	0,172
	T1	T0	2,55	0,379
		T2	2,55	0,827

	T2	T0	2,55	0,172
		T1	2,55	0,827
FV	T0	T1	2,08	0,010
		T2	2,08	0,001
	T1	T0	2,08	0,010
		T2	2,08	0,263
	T2	T0	2,08	0,001
		T1	2,08	0,263
MS	T0	T1	0,28	0,004
		T2	0,28	0,000
	T1	T0	0,28	0,004
		T2	0,28	0,147
	T2	T0	0,28	0,000
		T1	0,28	0,147

Anexo 7. Análisis de la regresión para los días a la prefloración.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	43,33	2,00	21,67	43,33	0,000
Residual	6,00	12,00	0,50		
Total	49,33	14,00			

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,94	0,88	0,86	0,71

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error típico	Beta			
tratamientos	-7,50	0,81	-3,38		-9,30	0,000
tratamientos ** 2	3,50	0,39	3,28		9,04	0,000
(Constante)	34,00	0,32			107,52	0,000

Anexo 8. Análisis de la regresión de la producción de forraje verde.

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,66	0,43	0,39	3,13

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	95,98	1,00	95,98	9,77	0,008
Residual	127,68	13,00	9,82		
Total	223,65	14,00			

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
tratamientos	3,098	,991	,655	3,126	,008
(Constante)	11,267	1,279		8,807	,000

Anexo 9. Producción de materia seca, en el primer corte.

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,75	0,57	0,53	0,42

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	2,99	1,00	2,99	16,91	0,001
Residual	2,30	13,00	0,18		
Total	5,29	14,00			

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
tratamientos	0,55	0,13	0,75	4,11	0,001
(Constante)	1,60	0,17		9,31	0,000

Anexo 10. Análisis de la regresión para la altura del raygrass, a los 15 días en el primer corte.

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,70	0,49	0,45	2,09

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	53,59	1,00	53,59	12,29	0,004
Residual	56,70	13,00	4,36		
Total	110,29	14,00			

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
tratamientos	2,32	0,66	0,70	3,51	0,004
(Constante)	18,29	0,85		21,45	0,000

Anexo 11. Análisis de la regresión de los días a la prefloración, en el segundo corte.

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,94	0,88	0,86	0,71

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	43,33	2,00	21,67	43,33	0,000
Residual	6,00	12,00	0,50		
Total	49,33	14,00			

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
tratamientos	-7,50	0,81	-3,38	-9,30	0,000
tratamientos ** 2	3,50	0,39	3,28	9,04	0,000
(Constante)	34,00	0,32		107,52	0,000

Anexo 12. Análisis de la regresión de la producción de forraje verde, en el segundo corte.

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,84	0,71	0,69	3,26

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	345,16	1,00	345,16	32,42	0,000
Residual	138,38	13,00	10,64		
Total	483,54	14,00			

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
tratamientos	5,88	1,03	0,84	5,69	0,000
(Constante)	12,10	1,33		9,09	0,000

Anexo 13. Análisis de la regresión de la producción de materia seca, en el segundo corte.

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,88	0,77	0,76	0,45

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	8,97	1,00	8,97	44,51	0,00
Residual	2,62	13,00	0,20		
Total	11,59	14,00			

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
tratamientos	0,95	0,14	0,88	6,67	0,000
(Constante)	1,40	0,18		7,65	0,000

Anexo 14. Análisis de la varianza de la composición bromatológica de la mezcla forrajera.

Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	HUMEDAD	3,299	2	1,650	,520	,640
	MATERIASECA	3,299	2	1,650	,520	,640
	PROTEINA	14,052	2	7,026	3,145	,183
	GRASA	,347	2	,174	,612	,598
	CENIZAS	1,711	2	,855	1,253	,402
	FIBRA	13,416	2	6,708	1,001	,464
	ENN	25,542	2	12,771	6,281	,085
Error	HUMEDAD	9,511	3	3,170		
	MATERIASECA	9,511	3	3,170		
	PROTEINA	6,701	3	2,234		
	GRASA	,851	3	,284		
	CENIZAS	2,048	3	,683		
	FIBRA	20,095	3	6,698		
	ENN	6,100	3	2,033		
Total	HUMEDAD	44536,854	6			
	MATERIASECA	1164,854	6			
	PROTEINA	3189,235	6			
	GRASA	83,043	6			
	CENIZAS	866,079	6			
	FIBRA	3301,577	6			
	ENN	8695,642	6			

Anexo 15. Medias calculadas de la composición bromatológica, de la mezcla forrajera.

Variable dependiente		Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
HUMEDAD	T0	86,815	1,259	82,808	90,822
	T1	86,505	1,259	82,498	90,512
	T2	85,110	1,259	81,103	89,117
MATERIA SECA	T0	13,185	1,259	9,178	17,192
	T1	13,495	1,259	9,488	17,502
	T2	14,890	1,259	10,883	18,897
PROTEINA	T0	25,095	1,057	21,732	28,458
	T1	22,320	1,057	18,957	25,683
	T2	21,525	1,057	18,162	24,888
GRASA	T0	3,735	,377	2,536	4,934
	T1	3,380	,377	2,181	4,579
	T2	3,965	,377	2,766	5,164
CENIZAS	T0	12,710	,584	10,851	14,569
	T1	11,435	,584	9,576	13,294
	T2	11,820	,584	9,961	13,679
FIBRA	T0	22,670	1,830	16,846	28,494
	T1	25,410	1,830	19,586	31,234
	T2	21,935	1,830	16,111	27,759
ENN	T0	35,790	1,008	32,581	38,999
	T1	37,455	1,008	34,246	40,664
	T2	40,755	1,008	37,546	43,964

Variable dependiente	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Humedad	86,143	,727	83,830	88,457
Materia seca	13,857	,727	11,543	16,170
Proteína	22,980	,610	21,038	24,922
Grasa	3,693	,217	3,001	4,385
Cenizas	11,988	,337	10,915	13,062
Fibra	23,338	1,057	19,976	26,701
ENN	38,000	,582	36,147	39,853

Anexo 16. Comparaciones múltiples de Tukey, de la composición bromatológica, de la mezcla forrajera.

Variable dependiente			Error típ.	Sig.
Humedad	T0	T1	1,78	0,98
		T2	1,78	0,65
	T1	T0	1,78	0,98
		T2	1,78	0,74
	T2	T0	1,78	0,65
		T1	1,78	0,74
Materia seca	T0	T1	1,78	0,98
		T2	1,78	0,65
	T1	T0	1,78	0,98
		T2	1,78	0,74
	T2	T0	1,78	0,65
		T1	1,78	0,74
Proteína	T0	T1	1,49	0,29
		T2	1,49	0,18
	T1	T0	1,49	0,29
		T2	1,49	0,86
	T2	T0	1,49	0,18
		T1	1,49	0,86
Grasa	T0	T1	0,53	0,80
		T2	0,53	0,91
	T1	T0	0,53	0,80
		T2	0,53	0,58
	T2	T0	0,53	0,91
		T1	0,53	0,58
Cenizas	T0	T1	0,83	0,39
		T2	0,83	0,59
	T1	T0	0,83	0,39
		T2	0,83	0,89
	T2	T0	0,83	0,59

		T1	0,83	0,89
Fibra	T0	T1	2,59	0,60
		T2	2,59	0,96
	T1	T0	2,59	0,60
		T2	2,59	0,47
	T2	T0	2,59	0,96
		T1	2,59	0,47
ENN	T0	T1	1,43	0,54
		T2	1,43	0,08
	T1	T0	1,43	0,54
		T2	1,43	0,20
	T2	T0	1,43	0,08
		T1	1,43	0,20
