



Theses and Dissertations

2001

Efficiency of the Inorganic Fertilization in the Cultivation of Alfalfa (Medicated Sativa L) and Whitewashing for the Correction of the pH of the Soil

Alex Gonzalo Bravo Morocho
Brigham Young University - Provo

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Agriculture Commons](#), and the [Soil Science Commons](#)

BYU ScholarsArchive Citation

Bravo Morocho, Alex Gonzalo, "Efficiency of the Inorganic Fertilization in the Cultivation of Alfalfa (Medicated Sativa L) and Whitewashing for the Correction of the pH of the Soil" (2001). *Theses and Dissertations*. 5334.

<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5334>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact ellen_amatangelo@byu.edu.

**EFICIENCIA DE LA FERTILIZACION INORGANICA EN EL
CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L) Y ENCALAMIENTO
PARA LA CORRECCION DEL pH DEL SUELO.**

ALEX GONZALO BRAVO MOROCHO.

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO.**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES.
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA.**

RIOBAMBA - ECUADOR.

2001.

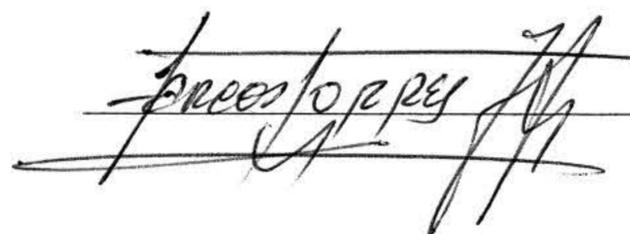
HOJA DE CERTIFICACION

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: el trabajo de investigación titulado “EFICIENCIA DE LA FERTILIZACION INORGÁNICA EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L) Y ENCALAMIENTO PARA LA CORRECCION DEL pH DEL SUELO” de responsabilidad del señor egresado Alex Gonzalo Bravo Morocho; ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

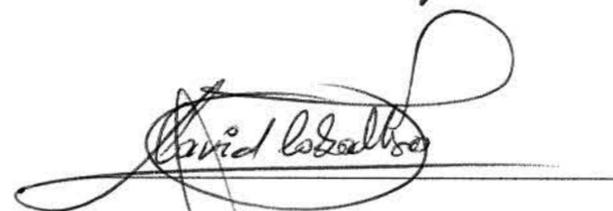
Ing. Franklin Arcos.

DIRECTOR



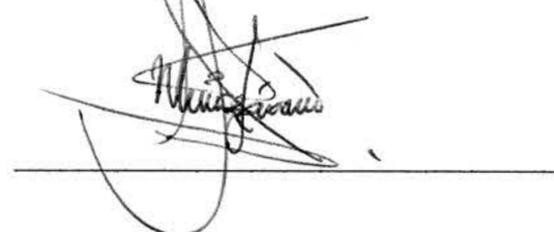
Ing. David Caballero.

MIEMBRO



Ing. Eduardo Muñoz.

MIEMBRO



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES.

ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA.

Riobamba, Abril del 2001.

DEDICATORIA

A Dios: por haberme llenado de fe y esperanza para culminar con mi carrera.

A mis padres: Gonzalo y Aida por su apoyo y comprensión durante toda esta etapa de mi vida.

A mis hermanos: Bertha y Franklin por su ayuda para la realización de este trabajo.

A mi pareja: Pauly por su apoyo en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi imperecedera gratitud y reconocimiento al BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE de la BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY por el apoyo y financiamiento brindado para esta investigación.

De la misma manera mi reconocimiento a los Ingenieros Franklin Arcos, David Caballero, Eduardo Muñoz y Fernando Romero ya que a más de su apoyo brindado para la realización de este trabajo, supieron brindarme su sincera amistad.

Mi reconocimiento también al Departamento de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, en las personas de los Ingenieros Mario Oñate y Sonia Rosero por su ayuda en la etapa de laboratorio de la tesis.

A mis amigos y amigas (Sandra Guijarro) por brindarme su amistad incondicional y por haber compartido conmigo momentos que perdurarán por siempre.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	DESCRIPCION	PAGINA
I	TITULO	1
II	INTRODUCCION	1
III	REVISION DE LITERATURA	3
IV	MATERIALES Y METODOS	25
V	RESULTADOS Y DISCUSION	35
VI	CONCLUSIONES	85
VII	RECOMENDACIONES	87
VIII	RESUMEN	88
IX	SUMMARY	93
X	BIBLIOGRAFIA	98
XI	ANEXOS	101

LISTA DE CUADROS

No.	DESCRIPCIÓN	PAG.
1	Composición química de la alfalfa seca.	5
2	Recomendaciones de fertilización para el establecimiento de un alfalfar.	16
3	Tratamientos en estudio.	30
4	Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 30 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.	35
5	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 30 días (segunda evaluación).	36
6	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 30 días (tercera evaluación).	37
7	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 30 días (promedio 3 cortes).	38
8	Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 60 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.	41
9	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 60 días (tercera evaluación).	42
10	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 60 días (promedio 3 cortes).	43
11	Análisis de varianza para número de brotes a los 30 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.	47
12	Prueba de Tukey al 5% para número de brotes a los 30 días (segunda evaluación).	48
13	Prueba de Tukey al 5% para número de brotes a los 30 días (tercera evaluación).	49
14	Prueba de Tukey al 5% para número de brotes a los 30 días (promedio 3 cortes).	50
15	Análisis de varianza para número de brotes a los 60 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.	51
16	Prueba de Tukey al 5% para número de brotes a los 60 días (tercera evaluación).	53
17	Prueba de Tukey al 5% para número de brotes a los 60 días (promedio 3 cortes).	54
18	Resumen del análisis de suelo para cada uno de los 3 cortes.	58

19	Análisis foliar (%) de N-P-K para cada uno de los tratamientos en estudio.	65
20	Análisis de varianza para producción de materia verde en Kg/3.6 m ² luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.	68
21	Prueba de Tukey al 5% para producción de materia verde en Kg/3.6 m ² (segunda evaluación).	69
22	Prueba de Tukey al 5% para producción de materia verde en Kg/3.6 m ² (promedio 3 cortes).	70
23	Análisis de varianza para producción de materia seca en Kg/3.6 m ² luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.	71
24	Prueba de Tukey al 5% para producción de materia seca en Kg/3.6 m ² (promedio 3 cortes).	73
25	Análisis de varianza para rendimiento total (Kg/ha) luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.	74
26	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento total (Kg/ha) (segunda evaluación).	77
27	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento total (Kg/ha) (promedio 3 cortes).	78
28	Análisis del presupuesto parcial (\$/ha) para el cultivo de alfalfa considerando 3 cortes.	82
29	Análisis de dominancia para los tratamientos estudiados.	83
30	Análisis marginal (TRM) para los tratamientos No dominados.	84

LISTA DE GRAFICOS

No.	DESCRIPCIÓN	PAG.
1	Altura de planta (cm) a los 30 días para las tres evaluaciones.	40
2	Altura de planta (cm) a los 60 días para las tres evaluaciones.	45
3	Altura (cm) promedio de tres cortes a los 30 y 60 días.	46
4	Número de brotes a los 30 días para las tres evaluaciones.	52
5	Número de brotes a los 60 días para las tres evaluaciones.	56
6	Número de brotes promedio de cortes a los 30 y 60 días.	57
7	Curva decreciente del pH del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.	61
8	Curva decreciente del nitrógeno del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.	62
9	Curva decreciente del fósforo del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.	63
10	Curva decreciente del potasio del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.	64
11	Relación pH-Rendimiento (Kg/ha) para el corte de igualación y las tres evaluaciones.	67
12	Materia verde (Kg/parcela neta) para las tres evaluaciones.	72
13	Materia seca (Kg/parcela neta) para las tres evaluaciones.	75
14	Relación de materia verde y seca (Kg/parcela neta) promedio de tres cortes.	76
15	Rendimiento total (Kg/ha) para las tres evaluaciones.	80
16	Rendimiento total (Kg/ha) promedio de tres cortes.	81

LISTA DE ANEXOS

No.	DESCRIPCION
1	Esquema del ensayo en campo.
2	Altura de planta (cm) a los 30 días luego del primer corte.
3	Altura de planta (cm) a los 60 días luego del primer corte.
4	Altura de planta (cm) a los 30 días luego del segundo corte.
5	Altura de planta (cm) a los 60 días luego del segundo corte.
6	Altura de planta (cm) a los 30 días luego del tercer corte.
7	Altura de planta (cm) a los 60 días luego del tercer corte.
8	Altura de planta (cm) a los 30 días promedio de 3 cortes.
9	Altura de planta (cm) a los 60 días promedio de 3 cortes.
10	Número de brotes a los 30 días luego del primer corte.
11	Número de brotes a los 60 días luego del primer corte.
12	Número de brotes a los 30 días luego del segundo corte.
13	Número de brotes a los 60 días luego del segundo corte.
14	Número de brotes a los 30 días luego del tercer corte.
15	Número de brotes a los 60 días luego del tercer corte.
16	Número de brotes a los 30 días promedio de 3 cortes.
17	Número de brotes a los 60 días promedio de 3 cortes.
18	Materia verde del primer corte (Kg/parcela neta).
19	Materia seca del primer corte (Kg/parcela neta).
20	Materia verde del segundo corte (Kg/parcela neta).
21	Materia seca del segundo corte (Kg/parcela neta).

- 22 Materia verde del tercer corte (Kg/parcela neta).
- 23 Materia seca del tercer corte (Kg/parcela neta).
- 24 Materia verde promedio 3 cortes (Kg/parcela neta).
- 25 Materia seca promedio 3 cortes (Kg/parcela neta).
- 26 Rendimiento total (Kg/ha) primer corte.
- 27 Rendimiento total (Kg/ha) segundo corte.
- 28 Rendimiento total (Kg/ha) tercer corte.
- 29 Rendimiento total (Kg/ha) promedio 3 cortes.

I. EFICIENCIA DE LA FERTILIZACION INORGANICA EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L) Y ENCALAMIENTO PARA LA CORRECCION DEL pH DEL SUELO.

II. INTRODUCCION.

La alfalfa (*Medicago sativa* L) conocida como Reina de las leguminosas forrajeras, debido a su uso tanto para alimentación animal directa o mediante proceso industrial y como en la alimentación humana, va tomando cada vez mayor importancia dentro del campo agrícola por permitir incrementar la reserva de nitrógeno en el suelo debido a la asociación con *Rhizobium meliloti*.

La superficie cultivada en el país y especialmente en la provincia de Chimborazo es importante, por lo que es de interés establecer la respuesta del cultivo a la fertilización inorgánica, con regulaciones del pH del suelo mediante encalamientos; basado en que la literatura manifiesta que la respuesta del cultivo en suelos alcalinos es mejor que en otro tipo de suelo y por ende su rendimiento mejora, lo cual redundará en un mayor rédito económico para el agricultor.

En la actualidad se considera que el cultivo de alfalfa es una buena alternativa para el sector campesino, ya sea por la demanda particular de los ganaderos como por los requerimientos para la industria de la alfarina, constituyéndose de esta manera en una fuente de ingresos económicos para los cultivadores, motivo por el cual es necesario generar información local con la finalidad de establecer los principios del manejo de la fertilidad del suelo que nos permita lograr adecuados niveles de productividad que satisfagan las aspiraciones de los agricultores que se dedican a esta explotación.

Considerando lo anteriormente mencionado, se realizó este trabajo de investigación, que tuvo como finalidad establecer la respuesta del cultivo de alfalfa a la fertilización inorgánica y al encalamiento para la corrección del pH del suelo, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

1. Determinar la eficiencia de la fertilización inorgánica en el cultivo de alfalfa y encalamiento para la corrección del pH del suelo.
2. Evaluar la producción del cultivo de alfalfa.
3. Realizar un análisis económico.

III. REVISION DE LITERATURA.

A. LA ALFALFA (*Medicago sativa* L).

1. Origen.

Benitez (1986), manifiesta que la alfalfa es nativa de Asia Occidental y del Cáucaso, cuyo cultivo se conoce por más de 2500 años. Se introdujo a América a principios del siglo XVI, con los españoles.

La alfalfa es una planta proveniente del cercano Oriente de Asia, existe un consenso que la alfalfa *Medicago sativa* L, es originaria del Oriente Central, que según la clasificación de Vavilov, corresponde a Asia Menor, Transcaucasia, Irán y la región montañosa de Turkmenistán. Irán constituye el centro geográfico que más comúnmente se menciona como original (Hanson, 1972; citado por Novillo, 1997).

La alfalfa está hoy prácticamente extendida por todo el mundo. Sin embargo, dada la gran variedad de ecotipos existentes en el estado espontáneo en la región, se fija su área de origen en Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando esta zona geográfica Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistán, parte occidental de Pakistán y Cachemira (Del Pozo, 1983).

Las zonas adecuadas para el cultivo de la alfalfa están en los cantones Riobamba, Guano, Alausí, Chunchi, Colta, con todas sus respectivas parroquias. Esta leguminosa presenta considerables rendimientos (CENDES, 1973; citado por Novillo, 1997).

2. Composición Química.

La alfalfa contiene algunos minerales y vitaminas tales como: indicios de Zinc, Níquel, Estroncio, Paladio y Acido Nicotídico, Acido Pantoténico, Acido Fólico, Vitamina B6, Inositol, Biotina y Vitamina B12. Además posee los elementos que se especifican en el Cuadro 1. (Artigas, 1984; citado por Romero, 1992).

3. Clasificación Taxonómica.

A la alfalfa (*Medicago sativa* L.), de acuerdo a Engler's (1964), le corresponde la siguiente clasificación taxonómica:

Reino : Plantae.
División : Angiospermae.
Clase : Dicotyledoneae.
Subclase : Archiclamydeae.
Orden : Rosales.
Familia : Leguminoseae.
Subfamilia : Papilionoideas.
Tribu : Trifoliae.
Género : *Medicago*
Especie : *sativa*.

Cuadro 1. Composición química de la alfalfa seca.

Constituyente	cantidad	Constituyente	cantidad
Proteínas	18%	Magnesio	310mg/100g
Grasas	3%	Manganeso	5mg/100g
Hidratos de Carbono	40%	Cobre	2mg/100g
Humedad	7%	Boro	4.7mg/100g
Fibra	25%	Molibdeno	44mg/100g
Minerales	18%	Caroteno	76mg/100g
Calorías	240mg/100g	Acido Ascórbico	76mg/100g
Sodio	115mg/100g	Cloro	280mg/100g
Potasio	2000mg/100g	Vitamina D	1040 U.I.
Calcio	1750mg/100g	Tocoferol	50 U.I.
Hierro	35mg/100g	Vitamina K	15 U.I.
Cobalto	2.4mg/100g	Tiamina	0.8 U.I.
Fósforo	250mg/100g	Riboflavina	1.8 U.I.
Azúfre	290mg/100g		

U.I.= Unidades Internacionales

4. Características Botánicas.

La alfalfa (*Medicago sativa* L.), es una especie herbácea perenne, que alcanza entre 50 y 90 cm. de altura, tiene un ciclo de vida de 5 a 7 años, posee una raíz robusta y pivotante, que puede llegar a profundizar en el suelo de 2 a 5 m. (Benitez, 1986 y Sánchez, 1975; citados por Pino, 1990).

Del Pozo (1983) manifiesta que la raíz principal en la alfalfa es muy marcada y llega hasta la capa freática o roca madre a grandes profundidades, señala casos excepcionales de hasta 10 y 20 m, la raíz normalmente alcanza profundidades de 2 a 5 m.

Sus tallos son delgados, erectos y muy ramificados en un número de 5 a 25 tallos que nacen de una corona leñosa (Benitez, 1986 y Sánchez, 1975; citados por Novillo, 1997).

Las hojas son trifoliadas dispuestas en el tallo en forma alterna y opuesta, pecioladas, con folíolos peciolulados, particularmente el central.

Son hojas compuestas que tienen estípulas, pecíolo, raquis y folíolos. Las estípulas son una pareja de apéndices a modo de pequeñas hojas situadas en la base y a los lados del pecíolo. El pecíolo es un pequeño tallo que une el raquis al resto de la planta. Los folíolos son como pequeñas hojas que van a formar la hoja propiamente dicha. El haz o cara superior de los folíolos suele ser de un verde más intenso que el envés y generalmente más pubescente (Del Pozo, 1983).

Las flores tienen colores variados, la "variedad nacional", posee flores moradas (Benitez, 1986 y Sánchez, 1975; citados por Pino, 1990).

Van reunidas en racimos axilares de distinto tamaño y densidad, tiene color violeta con distintas tonalidades que van del azul pálido al morado oscuro (Del Pozo, 1983).

Los frutos son vainas espirales con semillas de forma ovalada de color marrón (Benitez, 1986 y Sánchez, 1975; citados por Pino, 1990).

5. Factores que influyen en la producción.

a. Clima.

La alfalfa es una planta que se adapta bien en climas fríos, templados, cálidos pero secos, la germinación es más rápida cuanto más alta la temperatura, siendo la óptima entre 20 y 30⁰ C. (Dermaly; citado por Novillo, 1997).

La alfalfa requiere de un clima adecuado, humedad abundante en el terreno (aunque no excesiva que macere y pudra las raíces por falta de aireación), ya sea por la propia índole del subsuelo, por la frecuente y adecuada pluviosidad o por el conveniente regadío y sequedad en la atmósfera. En las zonas tropicales bajas en donde el estado de la atmósfera resulta habitualmente húmedo y cálido, la alfalfa no tiene favorable ambiente (León, s.f.).

La alfalfa se adapta a un amplio margen de condiciones de clima templado, frío y cálido seco. En el país se desarrolla en las zonas seca y baja interandina, praderas interandinas, en altitudes comprendidas entre 1500 a 3000 m.s.n.m. Los mejores rendimientos (8 a 10 cortes al año) se obtienen entre 1500 a 2500 m.s.n.m. (Benitez, 1986).

Algunos estudios del efecto de la temperatura sobre la acumulación de materia seca en la alfalfa, indican un margen óptimo de 15 a 25⁰ C. durante el día y de 10 a 20⁰ C. durante la noche (Hanson, 1972).

Con temperaturas medias anuales de alrededor de 15⁰ C. la producción forrajera es ya importante, el óptimo se sitúa, según las variedades en el intervalo entre 18 y 28⁰ C. (Del Pozo, 1983).

b. Suelo.

Un suelo calizo o bien enmendado con cal sino lo fuera de una consistencia o de una contextura física que resulte impenetrable a las raíces(permeable), que profundizan mucho (suelos profundos), incluso a varios metros o sea tierras de fondo en las que al agua suficiente para esta planta se encuentra a poca profundidad. Cuando el terreno tenga un subsuelo constante y moderadamente húmedo, normalmente accesible a las raíces de la alfalfa ésta podrá soportar bien ocasionales períodos de sequía (León, s.f.).

La alfalfa se desarrolla bien cuando la reacción del suelo es neutra o ligeramente alcalina. Se estima que el pH más conveniente debe estar comprendido entre 7.5 a 8.5 o sea netamente alcalino. En cuanto a los requerimientos nutricionales la alfalfa se da muy bien en suelos muy ricos en fósforo, potasa, requiriendo también nitrógeno en las primeras fases de su desarrollo. Su porcentaje de materia orgánica debe estar comprendido entre 0.4 y 6% (Mela, 1973).

La alfalfa es una planta cuyo pH óptimo está situado dentro de la zona de neutralidad, pues si bien tolera mejor la alcalinidad que la acidez; sin embargo, cuando esta alcalinidad alcanza valores altos, la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el fósforo, hierro, manganeso, boro y zinc queda reducida, llegando en algunos casos hasta límites inadecuados para la planta. Además la alfalfa se desarrolla óptimamente en suelos profundos bien drenados, en estas

condiciones incluso en climas de escasa pluviometría, es capaz de rendir notables cosechas (Del Pozo, 1983).

La alfalfa precisa de suelos bien dotados de cal y con un pH óptimo de 7.5. En suelos escasos en cal o con pH menor de 6.2 es absolutamente necesario proceder a un encalado más o menos importante de acuerdo con las deficiencias en dicho elemento (Del Pozo, 1983).

El pH óptimo para el cultivo de alfalfa sería 7.2, siendo necesario recurrir a encalados siempre que se estuviera por debajo de 6.8 (Heuser; citado por Pino, 1990).

c. Riegos.

Aunque se considera que la alfalfa es una planta resistente a la sequía, sin embargo ello no quiere decir que no precise de importantes cantidades de agua para su desarrollo y producción. Su penetrante sistema radicular permite cultivar la alfalfa en secano con lluvias de 500 mm. al año, porque la sequía estimula el desarrollo de las raíces en busca de la humedad profunda. El regadío necesita riegos de 600 metros cúbicos/ ha. cada 8 o 10 días. En épocas de lluvia se los aplica en dosis de 30 mm cada 5 a 7 días (Krogman y Lutwich; citados por Vaca, 1987).

La alfalfa es tolerante a la sequía pero no resiste las inundaciones; en la fotosíntesis de la alfalfa influye menos la falta de humedad (Hanson, 1972).

Otros autores señalan que la alfalfa requiere de 800 litros de agua por cada kilogramo de materia seca. Al realizar un corte es necesario que el suelo tenga humedad suficiente para que los nuevos bulbillos se desarrollen sin dificultad, por lo que es de esperarse que luego de un corte se de un riego profundo (Krogman y Lutwich; citados por Vaca, 1987).

Las necesidades de riego dependen, como es bien sabido, de las condiciones de clima y suelo; concretamente, la profundidad y el poder retentivo del terreno condicionan no solo la cantidad de agua a suministrar a lo largo del año, sino también la frecuencia y dotación de los riegos. En resumen, suelos profundos y con poder retentivo requieren riegos importantes y algo distanciados, terrenos superficiales y drenosos precisan riegos repetidos y escasa dotación (Del Pozo, 1983).

6. Preparación del Suelo.

En lo concerniente a la preparación de las tierras, tanto si ha de criarse en secano como en regadío, convendrá hacer labores profundas y prolijas; es decir lo más concienzudas posibles, incorporando los abonos fosfo-potásicos y las enmiendas calizas si estas hicieran falta. Si se va a cultivar en regadío, se nivelará, pulverizará y afirmará bien el terreno con el rodillo; se empezará después a que con la lluvia o el riego germinen y broten las malas hierbas, entonces se extirparán éstas antes de que hayan semillado y el terreno quedará listo para la siembra. (León, s.f.).

Se debe buscar que el terreno quede libre de terrenos, mullido y firme en sus primeros 5 cm, la nivelación del terreno es importante para poder regar uniformemente (Benitez, 1986).

Antes de la siembra se deben realizar las prácticas de cultivo necesarias; arar, rastrillar y pulverizar bien el suelo; el drenaje es muy importante; los terrenos planos se les debe proveer de canales o zanjas que faciliten evacuar los excesos de agua lluvia evitando así la inundación o encharcamiento que afecta al cultivo (Salamanca, 1986)

7. Siembra y Trasplante.

Puede sembrarse al voleo o en surcos; en el primer caso se pueden emplear de 15 a 20 kg/ha de semilla y en el segundo de 10 a 15 kg/ha, la distancia entre surcos puede ser de 25 a 30 cm; la semilla por ser muy pequeña no puede quedar por debajo de tierra a profundidades mayores a 2 cm. porque puede afectar la germinación. La cantidad de plantas/ha va de 132.000 a 198.000, según las distancias de las plantas, pudiendo aumentar esta cantidad cuando se hace necesario replantar por muerte de planta (Salamanca, 1986).

El trasplante es ciertamente sencillo. La planta suele producir gran cantidad de tallitos a la altura de la corona que son fáciles de separar y lograr que prendan una vez trasplantados, especialmente si llevan unidas a su base una porción de raíz. (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

El método de siembra más generalizado, es utilizando plántulas en sistema de canteros que está formado por lomos de 30 cm. y surcos de 20cm de ancho. En los primeros las plantas van separadas de 20 a 30 cm. y en doble fila y por los surcos correrá el agua (Benitez, 1986).

8. Fertilización.

a. pH.

El pH (potencial hidrógeno), en una solución en un vaso, significa nada más que la cantidad de iones de hidrógeno (H^+), disociados y, por lo tanto, libres. Cuantos más iones libres de H^+ ; tanto más ácida se torna la solución; de ello se concluye que el suelo es ácido cuando posee muchos iones de H^+ y pocos iones de calcio, magnesio, potasio y sodio adsorbidos en su complejo coloidal, es decir, de cambio (Primavesi, 1984).

De ordinario, los suelos de las regiones húmedas son ácidos y aquellos de las regiones áridas son alcalinos. En los suelos ácidos, la solución de suelo contienen más iones de hidrógeno (H^+) que hidroxilos (OH^-), mientras que en suelos alcalinos la solución de suelo contiene más OH^- que H^+ (Foth, 1990).

El pH es la medida de la concentración de iones hidrógeno en la solución del suelo y no de los iones de hidrógeno que existen en el complejo de cambio (Dominguez, 1978).

El mismo autor manifiesta que del pH dependen principalmente las cantidades de elementos nutritivos que se encuentran en forma asimilable por las plantas, el desarrollo de microorganismos, la presencia de elementos tóxicos para las plantas.

b. Métodos de Regulación.

La alfalfa es reconocida como bastante tolerante de la salinidad; sin embargo esta tolerancia se refiere únicamente al período adulto de la planta; su tolerancia durante la germinación es incluso inferior a la de los cereales. Posiblemente la razón de ello no es otra que la intensa evapotranspiración en la superficie del suelo donde se concentran las sales más densamente, por lo que la situación de las plántulas resulta especialmente desfavorable. Cuando la planta desarrolla sus raíces en profundidad, alcanza niveles del suelo donde la salinidad no es ya tan extremada y resulta más tolerable (Del Pozo, 1983).

La Acidez es probablemente uno de los factores que resultan de mayor trascendencia en la limitación al área del cultivo de la alfalfa en todo el mundo; coincidiendo en el hecho de la acusada acidez de un terreno con la escasez de Ca en el mismo. Incluso cuando este elemento se encuentra presente, la marcada acidez es causa de una absorción limitada de dicho ion (Del Pozo, 1983).

Existe una cierta incompatibilidad, en relación a su absorción por las raíces de la alfalfa, entre los iones Ca, por un lado, y Al y Mn por otro, y que la acidez del suelo se encarga de acentuar en favor de estos últimos. De la misma manera que veíamos como a pH bajos el calcio era absorbido en menor proporción relativamente, el aluminio y el manganeso suelen serlo con mayor intensidad (Del Pozo, 1983).

Resumiendo en pocas palabras, el encalado tiene en terrenos ácidos los siguientes efectos positivos: eleva el pH, favoreciendo la nodulación de *Rhizobium*, aumenta la cantidad de ion Ca en el suelo a disposición de la planta, y frena la absorción por la planta del aluminio y manganeso, que le son tóxicos (Del Pozo, 1983).

1) **Encalado.**

Esta práctica consiste en sustituir los iones hidrógeno por los iones calcio, tanto en la solución del suelo como en el complejo de cambio; por tal razón el encalado debe realizarse siempre que el pH sea inferior a 6, aunque las cantidades de cal necesarias deben calcularse mediante el correspondiente análisis de suelos (Dominguez, 1978).

El encalado de "corrección" es, pues, un método de crear lo que se denomina "lastra de productividad". Eso indica que la cantidad de calcáreo aplicado debe estar en conformidad con las características del suelo. Debe ser mayor en arcillas y menor en suelos arenosos. Para determinar la cantidad de calcáreo necesario se desarrollaron muchos métodos, pero desgraciadamente los mejores son los más lentos (Primavesi, 1984).

La condición principal de cualquier método de aplicación de la cal es que debe distribuirse uniformemente y, excepto cuando se aplica a pastizales, debe mezclarse muy bien con el suelo. La cal, aunque se disuelve, no se mueve horizontalmente en forma apreciable y sólo en grado

limitado en sentido vertical. El movimiento no es suficiente para distribuir la cal de manera uniforme en todo el campo o mezclarla bien con el suelo. Como la acidez del suelo se debe en gran parte a los ácidos de las arcillas coloidales, es esencial que la cal quede en contacto, en cuanto sea posible, con todas las partículas del suelo. Para ello se necesita hacer una mezcla prolija y uniforme de la cal con la tierra (Foth, 1990).

La acidez del suelo es uno de los problemas más frecuentes en la implantación de alfalfares. Con pH por debajo de 6,5 la alfalfa encuentra graves dificultades para desarrollarse. Entonces se hace imprescindible recurrir al encalado. Las dosis serán más o menos interesantes de acuerdo con la mayor o menor acidez que se presente. Dosis de una a tres toneladas métricas/ha de cal apagada suelen ser bastante frecuentes; teniendo en cuenta que la alfalfa es rica en cal y necesita por lo tanto de este elemento para su vida y la formación de sus tejidos (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

El mismo autor manifiesta que la adición de cal debe hacerse como mínimo uno o dos meses antes de la siembra. Así, los gradeos repetidos mezclan la cal con la tierra y durante ese tiempo los gránulos de cal se disgregan y ésta se distribuye homogéneamente en el suelo. Un encalado muy encima de la siembra podría inmovilizar los elementos nutritivos que la semilla precisa para su germinación.

c. Fertilidad del Suelo.

Para su crecimiento y desarrolló, la planta necesita de varios elementos minerales y no minerales que absorben en distintas formas, normalmente la proporción en que estos elementos se ponen a disposición del vegetal es tan importante como las cantidades totales de los mismos, es fundamental que exista entre ellos un cierto equilibrio, a menudo están de tal forma interrelacionados, que el exceso o deficiencia de uno de ellos limita o condiciona la utilización por la planta de otros (Del Pozo, 1983).

La provisión equilibrada de minerales contribuye sustancialmente a obtener altos rendimientos en la alfalfa (Hanson, 1972).

La planta de alfalfa es calcícola, necesita suelos con 2 a 3% de Calcio; requiere también de fósforo y potasio. La decadencia en los alfalfares podría deberse en muchos casos de falta de Calcio y Fósforo por repeticiones del cultivo, a tal punto que puede decirse que son factores limitantes del cultivo (Benitez, 1986).

El mismo autor indica que cuanto más altos sean los rendimientos que se obtengan bajo condiciones climáticas y de cultivos favorables y mayor sea el tiempo que el suelo esté bajo explotación, tanto más importante resulta hacer una fertilización balanceada, lo cual bajo determinadas circunstancias, no sólo deberá contener 3 elementos necesarios, nitrógeno, fósforo y potasio, sino también de elementos secundarios y menores. Por tal razón todo incremento en el rendimiento originado por una fertilización unilateral, puede ser de carácter exclusivamente temporal, lo cual conduce además al empobrecimiento de los restantes elementos del suelo.

Del Pozo (1983), manifiesta que cuando es preciso fertilizar con materia orgánica un cultivo de alfalfa debe hacerse en dosis de 20 a 30 Tm/ha.

En el abonado de mantenimiento se pretende dosificar los elementos fertilizantes de tal manera que se compense al terreno de las extracciones que la planta va haciendo, así el crecimiento de la alfalfa no se sentirá frenado en ningún momento por la deficiencia en algunos de los principios nutritivos que necesita (Jacob y Bexkull; citados por Vaca, 1987).

Se recomienda aplicar para alfalfares de 3 a 5 años, 200 kg de Urea y de 18-46-00 y 100 de muriato de potasio cada tres cortes y en forma granulada (Vaca, 1987).

Las recomendaciones para el cultivo de alfalfa, se presentan en el Cuadro 2. considerando la interpretación de los análisis y en función de ello el requerimiento de los macronutrientes (Cáceres 1976; citado por Novillo, 1997).

Cuadro 2. Recomendaciones de fertilización para el establecimiento de un alfalfar.

Interpretación del Análisis de Suelos.	kg/ha.		
	Nitrógeno.	P2O5	K2O
Bajo	50	70	70
Medio	30	50	50
Alto	20	30	30

El fertilizante debe ser aplicado a la siembra.

De acuerdo al mismo autor, el nivel bajo indica que el suelo tiene poca cantidad aprovechable para la obtención de una buena cosecha; el nivel medio indica que la reserva aprovechable de este nutriente es mínima y que requiere de fertilización adicional y el nivel alto indica que el suelo tiene buenas cantidades de nutrientes aprovechables y que necesita poca cantidad de fertilizante como para mantener un nivel adecuado en las reservas del suelo.

1) Nitrógeno.

El 80% del aire es nitrógeno; hay aproximadamente 6400 kg. de nitrógeno sobre cada hectárea de tierra y agua (FAO,1985; citado por Romero,1992).

Es uno de los constituyentes fundamentales de los seres vivos, pues integra proteínas, ácidos nucleicos y otras sustancias esenciales; es tan importante que su carencia afecta el crecimiento normal de plantas y animales. La explotación agrícola perturba el equilibrio del nitrógeno en el suelo, las sucesivas cosechas determinan una disminución del contenido de nitrógeno, hasta provocar un agotamiento virtual de ésta. Esta pérdida puede compensarse mediante la fijación química y biológica; en ambos casos se produce la reducción de nitrógeno molecular a amoníaco, requiriendo de un reductor potente y de gran cantidad de energía (Martinez, 1984; citado por Romero, 1992).

El nitrógeno constituye el elemento de mayor repercusión económica en la agricultura moderna y más concretamente en la producción forrajera; forma parte de proteínas y próticos y de la molécula de clorofila determinante de la asimilación fotosintética del vegetal, de ahí que una planta bien suministrada en nitrógeno presenta un intenso color verde y a su vez un elevado contenido de clorofila, sea causa de la asimilación de grandes cantidades de materia orgánica y consecuentemente de la aceleración del crecimiento (Del POzo, 1983; citado por Vaca, 1987).

La deficiencia de nitrógeno es uno de los factores que más limita la producción y productividad de los cultivos (Romero, 1992).

La nutrición nitrogenada está directamente vinculada al desarrollo y crecimiento vegetativo de los alfalfares y por consiguiente a la producción de forraje. La alfalfa es capaz de asimilar el nitrógeno atmosférico, gracias a la simbiosis con ciertas bacterias radicícolas que la transforman poniéndola a su disposición (Del Pozo, 1983; citado por Vaca, 1987).

El nitrógeno atmosférico únicamente se incorpora en los sistemas biológicos cuando ha sido "fijado", es decir combinado con otros elementos como el oxígeno y el hidrógeno (Brill, 1977; citado por Romero, 1992).

De acuerdo al manual de fertilizantes del Centro Regional de Ayuda Técnica de la Agencia para el Desarrollo Internacional (1979), el nitrógeno imparte un color verde intenso a las plantas, fomenta el rápido crecimiento, aumenta la producción de hojas, incrementa el contenido proteínico en los cultivos de alimentos y forrajes; además alimenta a los microorganismos del suelo durante su descomposición de los materiales orgánicos con escaso nitrógeno; si se le suministra desbalanceado, con respecto a otros nutrimentos, puede retardar la floración.

2) Fósforo.

Las funciones fisiológicas del fósforo son múltiple, entre las más importantes están: La estimulación del crecimiento radicular de la planta, especialmente después de la germinación, el vegetal precisa para su definitivo establecimiento de un rápido y abundante desarrollo de la raíz. De ahí el interés que tiene el generoso abono fosfórico de fondo. Favorece y regula todos los procesos generativos de la planta, es decir la floración, fructificación, etc. una floración precoz de una cosecha suele lograrse en terrenos bien dotados de este elemento. Regula la asimilación y utilización nitrogenada por la planta, por lo mismo permite el transporte de azúcares en la síntesis protéica (Del Pozo, 1983; citado por Vaca, 1987).

En fertilizantes se le establece en forma de fosfato aprovechable (P_2O_5), estimula la pronta formación de raíces y su crecimiento les da rápido y vigoroso comienzo a las plantas y vigor contra adversidades del clima a los cultivos de heno (Centro Regional de Ayuda Técnica, 1979).

3) Potasio.

El papel del potasio no es en realidad muy bien comprendido, si bien tiene una actividad fundamental como catalizador y regulador de las funciones fisiológicas básicas del vegetal. Favorece la función clorofílica en forma decisiva, aumenta en su presencia la concentración de

hidratos de carbono fotosintetizado. Así mismo, regula y activa el transporte de estos azúcares a los puntos de crecimiento o reserva de la planta, también la utilización por la planta del nitrógeno y como consecuencia, la formación de proteínas (Del Pozo, 1983; citado por Vaca, 1987).

En fertilizantes se le establece en forma de potasa (K_2O), imparte a las plantas gran vigor y resistencia a las enfermedades, coadyuva en la producción de proteína en las plantas, endurece el pasto y los tallos, es esencial para la formación y desplazamiento de almidones, azúcares y aceites, interviene en la formación de la antocianina (Centro Regional de Ayuda Técnica, 1979).

4) Calcio.

El calcio tiene una doble misión en el suelo. Bien es verdad que constituye un elemento nutritivo fundamental para la planta, pero al mismo tiempo regula las características edáficas que condicionan la vida de la planta y la absorción por ella de los otros nutrientes. El calcio es pieza fundamental en la constitución de las paredes celulares y en este sentido se encuentra distribuido por todos los tejidos vegetales, tanto en los viejos como en los jóvenes de más reciente formación (Del Pozo, 1983).

En cuanto a su importancia como agente edáfico, determinante de las condiciones del suelo, el calcio regula la estructura del suelo; así en terrenos pesados que tan poco se prestan al cultivo de la alfalfa, favorece su permeabilidad permitiendo la respiración de las raíces y la vida de *Rhizobium*, tan decisivo para la vida de esta leguminosa. El calcio libera a los otros iones del complejo arcilloso-húmico (potasio y fósforo), haciéndolos así aprovechables por el vegetal. Finalmente, favorece la alcalinidad de los suelos, factor este que frecuentemente actúa como limitante del cultivo de la alfalfa (Del Pozo, 1983).

La sintomatología por deficiencia se manifiesta por una cierta falta de resistencia del vegetal a la sequía y a las heladas y a veces las puntas de las hojas se encorvan y las hojas jóvenes se mustian y secan en los ápices (Dominguez, 1978).

La adición de calcio tiene un doble sentido: como corrector o enmienda de las características físicas del suelo (pH y estructura, básicamente) y como abono propiamente dicho, en el sentido de principio nutritivo para la planta (Del Pozo, 1983).

5) Magnesio.

La molécula de clorofila incluye al magnesio que, como consecuencia, está relacionado con todo el proceso fotosintético. En suelos deficientes en este elemento, las hojas de la alfalfa presentan síntomas cloróticos, al mismo tiempo que los márgenes permanecen verdes. En estos casos cabe añadir sulfato magnésico. Como frecuentemente estos casos suelen presentarse en suelos ácidos, donde es preciso encalar antes de sembrar la alfalfa, cabe entonces hacerlo con dolomita (carbonato cálcico y magnésico), con lo que se satisfacen sobradamente las necesidades en este elemento (Del Pozo, 1983).

9. Cortes.

La alfalfa sembrada para pastoreo debe regarse el primer año cada vez que empieza a florecer, con lo que la plantación se robustece, pero no debe introducirse los animales en el campo hasta el segundo año. Según sus emplazamientos (clima, terreno y cuidados culturales), se puede dar de 3 a 10 cortes anuales, al regarle debe hacerse muy próximo a la tierra pero teniendo cuidado, en esta como en todas las plantas principalmente leguminosas, de no dañar el cuello de la raíz o "corona" de donde surgen los nuevos brotes (Mela, 1973).

Para obtener semilla de un alfalfar se debe realizar por lo menos de 3 a 4 cortes o más según la zona, aprovechándose la hierba o la alfalfa para semilla nunca debe ser pastoreada, sino utilizada para cortes (León, s.f.).

10. Control de Malezas.

Se debe tener en cuenta que la presencia de malezas reduce el rendimiento y calidad de las cosechas, albergan insectos o enfermedades, causan toxicidad al ganado. Por estas y otras razones se debe tratar de controlar la presencia de estas plantas indeseables. Hay varios métodos utilizados para este propósito, manual (a mano o con azadón), mecánico o químico aplicando Dalapon en dosis de 5 kg/ha de ingrediente activo como tratamiento preemergente (Salamanca, 1986).

Una de las causas frecuentes de la falta de productividad de los alfalfares es la invasión de los mismos por malas hierbas, esta vegetación espontánea compite con la alfalfa para conseguir la luz, humedad y elementos fertilizantes, ello necesariamente trae consigo un debilitamiento de la alfalfa. Al mismo tiempo, el heno que resulta de alfalfares sucios es de baja calidad y en ocasiones cuando se encuentran presentes ciertas especies, es incluso rechazado por el ganado (Del Pozo, 1983).

11. Plagas.

Las principales plagas son los Pulgones (*Aphis medicagines* Koch), que son insectos de cuerpo globoso, provistos de un largo pico, lo introduce en el parénquima de las plantas de donde extraen sus jugos (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

El Nemátodo del Tallo (*Ditylenchus dipsaci* Kuhn), es un parásito interno que penetra por los estomas, su desarrollo y multiplicación tiene lugar en los espacios intercelulares de los parénquimas. Los tratamientos químicos del suelo están muy limitados al alto costo de productos nematicidas, la lucha debe encaminarse hacia otro sistema como la desinfección de semillas (fumigación con bromuro de metilo), la rotación de cultivos y la utilización de variedades diferentes (Romero, 1992).

Los Gusanos Grises (*Agrotis segetus*), con este nombre se conocen varias especies de noctuidos, siendo la más importante la mencionada; constituyen plagas voraces que se alimentan de distintas plantas, tienen en común que las orugas son de una longitud aproximada de 3 cm y de color gris, más o menos oscuro, cuando caen al suelo se enroscan sobre sí mismas, razón por la que reciben el nombre de "rosquilla"; durante el día se dejan caer al suelo, y solamente se alimentan durante las horas frescas de la noche (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

12. Enfermedades.

Entre las principales están la Antracnosis (*Colletotrichum trifolii* Bain), en los tallos se forman unas manchas fusiformes de color pardo, sensibles, más pálidos en su centro, donde aparecen los cuerpos fructíferos del hongo que se propaga a través de la semilla (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

La Roya (*Uromyces striatus* Schoet), afecta fundamentalmente hojas, aparece como unas pústulas de color marrón o pardo de forma redonda de hasta 0.5 mm de diámetro; en el interior de dichas pústulas se encuentran las esporas, las hojas se ponen amarillas y paralelamente se van marchitando (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

Otra enfermedad de importancia es la Viruela de la Hoja (*Pseudopeziza medicaginis* Sacc), no llega a producir la desaparición de la planta, pero hace que el follaje sea de mala calidad, por su bajo contenido proteico y de caroteno; las manchas de color pardo se encuentran más o menos densamente distribuido en la hoja (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

El Mildiú (*Peronospora trifoligrum* De Bary), su ataque es peligroso en el momento del establecimiento, haciendo desaparecer gran producción de plántulas. El ataque se localiza en los tallos y hojas, se acortan los entrenudos produciendo un enanismo en la planta (Del Pozo, 1983; citado por pino, 1990).

La Marchitez del Tallo (*Pseudomonas medicagiensis* Sacktt), aparecen unas manchas en el tallo y hojas, al comienzo son de un verde oscuro que pasa a marrón y finalmente negro, no hay remedio contra esta enfermedad, cuando aparece es necesario levantar el campo y destruir la vegetación por el fuego (Del Pozo, 1983; citado por Pino, 1990).

13. Rendimiento por hectárea.

Benitez (1986), reporta un rendimiento de 40 a 80 toneladas de forraje verde/año en 4 a 8 cortes, e indica además que en la región interandina del Ecuador, donde se cultiva alfalfa, la altitud es influyente en el rendimiento.

De acuerdo al manual de fertilizantes del Centro Regional de Ayuda Técnica de la Agencia para el Desarrollo Internacional (1979), para la alfalfa se establece categorías de rendimiento que expresadas en Tm/ha determina que valores de 5.6 son comunes; 7.8 corresponde a un buen rendimiento y los superiores a 10.1 son excelentes.

Vaca (1987), obtuvo rendimientos de 10.4 a 11.2 Tm de materia verde/ha utilizando 220 kg/ha de 18-46-00 y 100 kg/ha de cloruro de potasio con un promedio de 8.9 a 9.8 Tm/ha y por corte, indica además que el tratamiento que presentó mayor rentabilidad fue aquel que se obtuvo al aplicar 120 kg/ha de Urea, 200 kg/ha de 18-46-00 y 100 kg/ha de cloruro de potasio.

Por su parte Borja (1974), al estudiar el control químico de malezas en alfalfares establecidos, determinó que la competencia de las malas hierbas no fue significativa y en el primer corte el rendimiento más alto fue de 6.61 Tm/ha.

Márquez (1982), al estudiar el efecto de la fertilización en alfalfa (*Medicago sativa* L.) y extracción de nutrientes, obtuvo rendimientos promedios de materia verde de 13.5 a 16.8 Tm/ha.

IV. MATERIALES Y METODOS.

A. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

1. Localización.

El presente trabajo experimental se realizó en la parroquia San Andrés, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

2. Ubicación Geográfica. *

Altitud: 2838 m.s.n.m.

Latitud: 01° 38' 25" Sur.

Longitud: 78° 40' 47" Oeste.

3. Características Climatológicas. *

Temperatura media: 12.8° C.

Precipitación: 723.6 mm.

Humedad Relativa media: 66%.

* Información tomada de la Estación Meteorológica de la ESPOCH

4. Clasificación Ecológica.

Según HOLDRIDGE, el lugar del ensayo corresponde a la formación ecológica estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

5. Características Físicas del suelo.

Textura: Franco arenosa.

Estructura: Suelta.

Drenaje: Bueno.

Pendiente: Menor al 2% (casi plana).

6. Características Químicas del suelo .

El análisis físico y químico del suelo se realizó en el Departamento de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, el mismo que arrojó los siguientes resultados:

Elemento.	Valor.	Interpretación.
pH	6.5	Prácticamente neutro
Nitrógeno	13.0 ppm	Bajo
Fósforo	104.0 ppm	Alto
Potasio	0.18 ppm	Bajo
Calcio	966.0 ppm	Alto
Carbonatos de Ca	1%	Bajo
Materia orgánica	1.5%	Bajo

B. MATERIALES.**1. Material Experimental.**

Lo constituyó la variedad de alfalfa Morada Nacional.

2. Equipos e Insumos.**a. Equipo de Campo.**

Estacas, balanzas, palas, azadones, flexómetro, tanques, baldes, bomba de mochila, azadas.

b. Equipo de Oficina.

Cámara fotográfica, rollo de slides, rollo fotográfico, libreta de campo, computadora.

c. Insumos.

Cal , Nitrato de amonio, 18-46-0 y Muriato de potasio.

C. METODOS.

1. Factor en estudio.

Constituido por la fertilización inorgánica y su influencia en la producción de alfalfa.

2. Tratamientos en Estudio.

Los tratamientos resultaron de la combinación de 4 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fósforo y uno de potasio, niveles que se establecieron en base a las recomendaciones de fertilización del análisis de suelo (50-30-70 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O) y la extracción de nutrientes por parte del cultivo (450-100-350 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O), los mismos que están especificados en el Cuadro 3.

3. Especificaciones del Campo Experimental.

a. Número de Tratamientos: 14

b. Número de Repeticiones: 3

c. Parcela:

-Forma:	Rectangular
-Distancia de siembra entre hileras:	0.40 m
-Distancia de siembra entre plantas:	0.25 m
-Distancia entre bloques:	1.50 m

-Area total del ensayo:	616 m ²
-Area neta del ensayo:	448 m ²
-Parcela neta:	3.6 m ²
-Parcela total:	9.0 m ²
-Número de plantas evaluadas por tratamiento:	10
-Número total de plantas evaluadas en el ensayo:	420

4. Diseño Experimental.

a. **Diseño Utilizado.**

Para el presente ensayo se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 14 tratamientos y 3 repeticiones.

b. **Esquema del Análisis de Varianza.**

Fuente de Variación.	Grados de Libertad.
Repeticiones (n-1)	2
Tratamientos (a-1)	13
Error (n-1)(a-1)	26
Total (a x n)-1	41

Cuadro 3. Tratamientos en Estudio.

CODIGO.	DOSIFICACION (kg/ha).		
	N	P2O5	K2O + CAL*
T1	100	30	300
T2	100	50	300
T3	100	70	300
T4	200	30	300
T5	200	50	300
T6	200	70	300
T7	300	30	300
T8	300	50	300
T9	300	70	300
T10	400	30	300
T11	400	50	300
T12	400	70	300
T13	TESTIGO + CAL		
T14	TESTIGO ABSOLUTO		

*Los 664.2 Kg de cal se distribuyeron uniformemente para toda el área del ensayo para todos los tratamientos a excepción del testigo absoluto..

5. Análisis Funcional.

- a. Se calculó el Coeficiente de Variación.
- b. Se realizó la Prueba de Tukey al 5%, para comparar medias.

D. METODOS DE EVALUACION Y DATOS A REGISTRARSE.

1. Altura de Planta.

Se midió la altura de 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela neta a los 30 y 60 días después de cada corte.

2. Número de Brotes.

Se realizó un conteo de brotes en 10 plantas tomadas al azar los 30 y 60 días luego de cada corte; evaluación que se realizó para cada período de corte.

3. Días al Corte.

Se contabilizaron los días que transcurrieron entre un corte y otro.

4. Análisis de Muestras de Suelo.

Con la finalidad de determinar en cada corte la degradación de los nutrientes se tomaron muestras de las parcelas y se realizó el respectivo análisis químico.

5. Producción de Materia Verde y Seca.

Al momento del corte se pesó la producción de cada parcela neta y este valor se expresó en kg/parcela.

Posteriormente se tomó muestras de la producción de cada unidad experimental con la finalidad de llevarlas a laboratorio para colocarlas en una estufa por 48 horas a una temperatura de 110°C con el objetivo de obtener el porcentaje de materia seca valores que serán transformados a kg/parcela.

6. Rendimiento Total.

La producción de alfalfa en kg/parcela de materia verde y seca se transformó a kg/ha.

7. Análisis Económico.

Se utilizó el método de presupuesto parcial propuesto por Perrín, que tiene su fundamento en los costos variables de cada tratamiento.

E. MANEJO DEL ENSAYO.

1. Preparación del suelo.

Se realizó un pase de rastra con tractor con la finalidad de remover el suelo y eliminar las malezas existentes en el terreno.

2. Encalamiento.

Se realizó la aplicación de cal en una cantidad de 664.2 Kg/616 m² con la finalidad de subir el pH del suelo de 6.5 a 8.0. La cal se regó uniformemente en el terreno y luego con un pase de arado y de rastra se procedió a incorporarla hasta una profundidad de 0.3 m.

3. Fertilización.

Luego de haber transcurrido un mes del encalamiento se procedió a la fertilización inorgánica, aplicándose 4.6 Kg de 18-46-0; 26.8 Kg de Nitrato de Amonio y 21.6 Kg de Muriato de Potasio en función de los tratamientos, el fertilizante se incorporó al suelo realizando pequeñas líneas laterales profundas en el lugar donde se ubicaron las plantas de alfalfa.

4. Trasplante.

Se seleccionó las plántulas de alfalfa, luego se procedió a eliminar el 1/3 de la raíz y los 2/3 de la parte aérea con la finalidad de estimular la emisión de nuevas raíces y nuevos brotes luego de realizarse el trasplante.

5. Riego.

Se suministró una vez por semana durante 10 meses, incluidos los riegos dotados en el corte de igualación.

6. Control de malezas.

Luego de cada corte se realizó un rascadillo, con la finalidad de eliminar las malezas y remover un poco el suelo para su aireación.

7. Controles fitosanitarios.

Se efectuaron para las enfermedades que tuvieron mayor incidencia sobre el cultivo, no así para las plagas ya que no se presentó ninguna durante el ensayo. Se presentó la Viruela (peca) de la hoja (*Pseudopeziza medicaginis*) que se controló con la aplicación de Mancozeb (nombre comercial Dithane M-45) en una dosis de 0.5 Kg/200 litros a las 2 semanas luego del corte; además se presentó Mildiú (*Peronospora trifoligrum*) que se controló con la aplicación de Oxadixyl + Mancozeb (nombre comercial Sandofán M8) en una dosis de 2.5 Kg/ha a las 5 semanas luego del corte; realizándose esto para los 3 cortes evaluados.

8. Cosecha.

Los cortes se realizaron manualmente con hoz teniendo como indicativo que el 10% de plantas de la parcela se encontraron en floración. Además se realizó un corte de igualación previo a las 3 evaluaciones, el mismo que se efectuó a los 120 días luego del trasplante.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DIAS LUEGO DE CADA CORTE.

CUADRO 4. Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 30 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			Promedio 3 Cortes
		Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	
Repeticiones	2	1045.25 **	85.25 **	211.72 **	254.74 **
Tratamientos	13	35.92 ns	13.98 **	26.91 **	15.92 **
Error	26	63.57	3.05	5.87	3.98
Total	41				
CV (%)		15.42	3.62	5.62	4.19
\bar{X}		51.6	48.3	43.1	47.6

El análisis de varianza para esta variable presenta diferencias altamente significativas para las repeticiones en las tres evaluaciones y el promedio de los 3 cortes; mientras que para los tratamientos en la primera evaluación no existe diferencias significativas; en cambio para la segunda, tercera evaluación y para el promedio de los 3 cortes presentan diferencias altamente significativas. Los promedios de altura de planta fueron de 51.6, 48.3 y 43.1 cm para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente, con coeficientes de variación del 15.42, 3.62 y 5.62% para las 3 evaluaciones señaladas. En cambio la altura promedio de los 3 cortes fue de 47.6 cm con un coeficiente de variación de 4.19%. (Cuadro 4).

CUADRO 5. Prueba de Tukey al 5 % para altura de planta (cm) a los 30 días (segunda evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	52.33	a
T6	(200-70-300) + cal	50.53	a b
T2	(100-50-300) + cal	50.23	a b
T3	(100-70-300) + cal	50.17	a b
T9	(300-70-300) + cal	49.63	a b c
T1	(100-30-300) + cal	49.00	a b c
T14	(testigo absoluto)	48.13	a b c
T10	(400-30-300) + cal	48.07	a b c
T13	(testigo) + cal	47.47	a b c
T8	(300-50-300) + cal	47.13	a b c
T7	(300-30-300) + cal	47.00	b c
T4	(200-30-300) + cal	46.20	b c
T5	(200-50-300) + cal	45.40	b c
T12	(400-70-300) + cal	44.67	c

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 5) para la segunda evaluación presenta 3 rangos, siendo el T11 el tratamiento que ocupa el nivel "a" con 52.33 cm de altura, en cambio el T12 ocupa el último lugar con 44.67 cm de altura (nivel "c"); los demás tratamientos incluidos los testigos T13 y T14 comparten niveles intermedios.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 6) para la tercera evaluación presentó 3 rangos; en el nivel "a" se ubicó el tratamiento T11 con una media de 45.53 cm, en cambio el T13 ocupó el nivel "c" con

una media de 37.30 cm siendo el último tratamiento inclusive por debajo del testigo absoluto (T14) y los demás tratamientos que comparten niveles intermedios.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 7) para el promedio de los 3 cortes presentó 3 rangos; ocupando el nivel "a" el T11 con una media de 52.43 cm y el nivel "c" ocupado por el T13 con una media de 43.17 cm; los demás tratamientos se encuentran en niveles intermedios.

CUADRO 6. Prueba de Tukey al 5 % para altura de planta (cm) a los 30 días (tercera evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	47.53	a
T6	(200-70-300) + cal	46.40	a b
T9	(300-70-300) + cal	46.07	a b
T12	(400-70-300) + cal	45.93	a b
T7	(300-30-300) + cal	44.83	a b
T10	(400-30-300) + cal	44.53	a b c
T5	(200-50-300) + cal	43.87	a b c
T8	(300-50-300) + cal	42.60	a b c
T3	(100-70-300) + cal	42.53	a b c
T4	(200-30-300) + cal	41.93	a b c
T14	(testigo absoluto)	40.47	a b c
T2	(100-50-300) + cal	40.33	a b c
T1	(100-30-300) + cal	39.43	b c
T13	(testigo) + cal	37.30	c

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

CUADRO 7. Prueba de Tukey al 5 % para altura de planta (cm) a los 30 días (promedio 3 cortes).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	52.43	a
T6	(200-70-300) + cal	51.07	a b
T9	(300-70-300) + cal	49.63	a b
T3	(100-70-300) + cal	48.27	a b c
T10	(400-30-300) + cal	48.03	a b c
T12	(400-70-300) + cal	47.83	a b c
T5	(200-50-300) + cal	47.17	a b c
T8	(300-50-300) + cal	47.13	a b c
T7	(300-30-300) + cal	47.03	a b c
T14	(testigo absoluto)	46.97	a b c
T2	(100-50-300) + cal	46.73	a b c
T1	(100-30-300) + cal	45.87	b c
T4	(200-30-300) + cal	45.53	b c
T13	(testigo) + cal	43.17	c

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

El tratamiento T11 (400-50-300 Kg/ha de N-P-K) se ubicó en el primer lugar superando a los demás tratamientos, en cambio el tratamiento T12 (400-70-300 Kg/ha de N-P-K) similar al T11 ocupó el último lugar inclusive por debajo de los testigos. Como se puede apreciar, los resultados obtenidos para esta variable no presentan una correspondencia lógica con las dosis de fertilizantes aplicados, lo que hace suponer que en los mismos habrían influido factores extraños. En efecto, al momento de establecer el experimento el suelo se presentaba aparentemente uniforme pero a medida que el cultivo fue creciendo se pudo notar un escaso desarrollo en la parte superior del experimento, sucediendo lo contrario en el otro extremo del campo

experimental donde el desarrollo fue normal. De la misma forma vale indicar que la humedad se mantenía en mejor forma en la parte inferior del experimento, no así en el lado de arriba donde se pudo notar que el terreno se secaba más rápidamente pese a que se trató de dotar de agua lo más uniformemente posible. Lo indicado nos permite deducir que el terreno no fue homogéneo formándose una gradiente tanto de fertilidad como de retención de humedad desde la parte superior del experimento, incremento que se hizo más evidente desde la mitad del campo experimental hacia abajo. Con estos antecedentes, es preciso aclarar que el tratamiento T11 por efecto del azar se ubicó desde la mitad hacia abajo del campo experimental en las tres repeticiones, conforme se aprecia en el Anexo 1. Por otra parte, el encalamiento se lo realizó uniformemente en todo el lote experimental motivo por el cual el tratamiento T14 (testigo absoluto) se lo ubicó fuera del efecto del encalado, decidiéndose hacerlo en la parte inferior (Anexo 1) lo cual le habría permitido disponer de buenas condiciones tanto de suelo como de humedad.

En efecto, el tratamiento T11 superó a los demás tratamientos en el promedio de altura de planta en la segunda y tercera evaluación así como también en el promedio de las tres evaluaciones, pues a más de la dosis de fertilizante recibido le favorecieron los factores anteriormente explicados. Al respecto Benitez (1986) menciona que para su crecimiento y desarrollo la planta de alfalfa necesita de varios elementos minerales y no minerales en forma balanceada, además no sólo deberá contener N-P-K sino también elementos secundarios y menores. El T13 (testigo + cal) se ubicó en el último lugar coincidiendo con Dominguez (1978) quien indica que el encalado debe ir acorde con una buena fertilización de N-P-K caso contrario su efecto es perjudicial para la planta a nivel de asimilación de nutrientes. El T14 (testigo absoluto) superó a tratamientos con fertilización al verse favorecido por los factores gradiente de fertilidad y retención de humedad. La altura promedio de los 3 cortes a los 30 días fue de 47.6 cm superando a Novillo (1997) quien obtuvo 30.89 cm.

En el Gráfico 1, se representan las alturas de planta por tratamiento a los 30 días para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente.

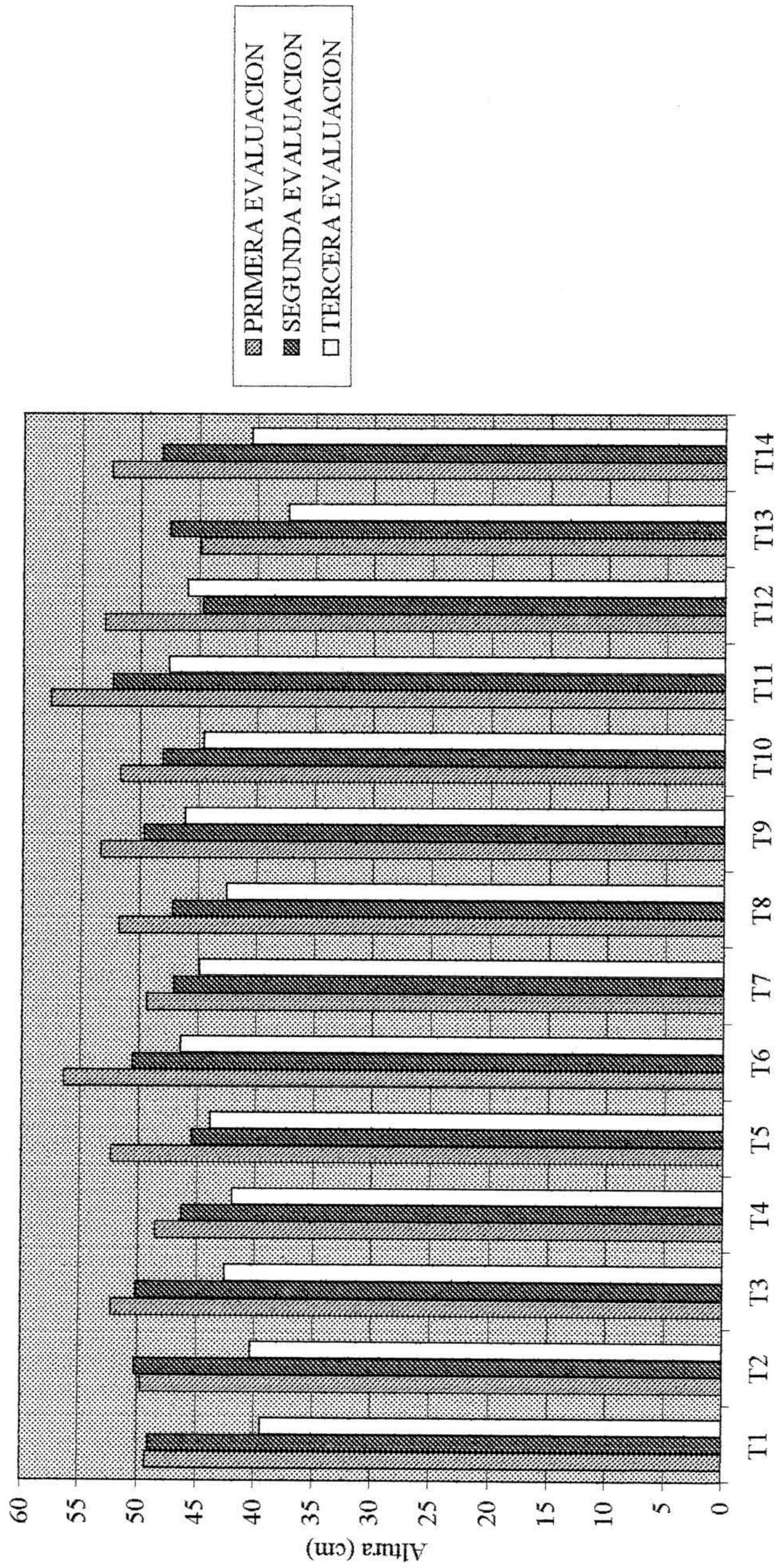


Gráfico 1. Altura de planta (cm) a los 30 días, para las tres evaluaciones

B. ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DIAS LUEGO DE CADA CORTE.

CUADRO 8. Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 60 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			Promedio 3 Cortes
		Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	
Repeticiones	2	3967.24 **	368.35 **	628.39 **	864.86 **
Tratamientos	13	107.74 ns	26.65 ns	77.61 **	56.15 **
Error	26	256.18	277.51	8.42	7.17
Total	41				
CV (%)		16.14	3.55	3.48	2.92
\bar{X}		99.2	92.1	83.5	91.6

El análisis de varianza para altura de planta a los 60 días presenta diferencias significativas para las repeticiones en las 3 evaluaciones y el promedio de los 3 cortes. Se presentan diferencias significativas para los tratamientos en la tercera evaluación y el promedio de los 3 cortes. Los promedios de altura son de 99.2, 92.1 y 83.5 cm para las 3 evaluaciones, con valores de 16.14, 3.55 y 3.48% de coeficiente de variación para las 3 evaluaciones respectivamente. La altura promedio de los 3 cortes es de 91.6 cm con un 2.92% de coeficiente de variación. (Cuadro 8).

Al separar las medias con la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 9) para la tercera evaluación se presentaron 4 rangos; siendo los tratamientos T11 y T6 los que ocuparon el nivel "a" con valores de 90.30 cm para ambos casos, superando a los demás tratamientos que se encuentran en niveles

intermedios; no así el T13 (testigo + cal) que ocupó el nivel "d" con una altura de 71.17 cm siendo el tratamiento de menor crecimiento aún por debajo del T14 (testigo absoluto).

CUADRO 9. Prueba de Tukey al 5 % para altura de planta (cm) a los 60 días (tercera evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	90.30	a
T6	(200-70-300) + cal	90.30	a
T7	(300-30-300) + cal	88.30	a b
T12	(400-70-300) + cal	86.60	a b c
T9	(300-70-300) + cal	86.40	a b c
T3	(100-70-300) + cal	85.40	a b c
T8	(300-50-300) + cal	83.47	a b c
T2	(100-50-300) + cal	82.53	a b c
T4	(200-30-300) + cal	82.30	a b c
T5	(200-50-300) + cal	82.17	a b c
T10	(400-30-300) + cal	80.97	b c
T1	(100-30-300) + cal	80.60	b c
T14	(testigo absoluto)	78.20	c d
T13	(testigo) + cal	71.17	d

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 10) para el promedio de los 3 cortes nos presenta 3 rangos; el nivel "a" lo ocupan los tratamientos T11 y T6 con 98.20 y 98.17 cm de altura respectivamente, superan a los demás tratamientos que comparten niveles intermedios a excepción del T13 que ocupa el nivel "c" con 81.37 cm de altura, siendo el tratamiento de menor crecimiento aún por debajo del T14 (testigo absoluto).

CUADRO 10. Prueba de Tukey al 5 % para altura de planta (cm) a los 60 días (promedio 3 cortes).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	98.20	a
T6	(200-70-300) + cal	98.17	a
T3	(100-70-300) + cal	93.97	a b
T9	(300-70-300) + cal	93.60	a b
T5	(200-50-300) + cal	93.53	a b
T10	(400-30-300) + cal	92.57	a b
T12	(400-70-300) + cal	92.50	a b
T8	(300-50-300) + cal	92.00	a b
T7	(300-30-300) + cal	91.43	a b
T2	(100-50-300) + cal	90.27	a b
T4	(200-30-300) + cal	89.70	b
T1	(100-30-300) + cal	88.47	b c
T14	(testigo absoluto)	86.97	b c
T13	(testigo) + cal	81.37	c

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

Para ambos casos el tratamiento T13 (testigo + cal) fue el de menor crecimiento en comparación con los tratamientos con fertilización, existiendo diferencias de 19.13 cm en la tercera evaluación y de 16.83 cm en el promedio de los 3 cortes con el T11 que fue el tratamiento que se ubicó en primer lugar.

Al analizar el Cuadro 10 se aprecia que los tratamientos no presentan una tendencia sobre la base de las dosis de fertilización por lo que se asume que el tratamiento T11 obtuvo su mayor altura

en base a la gradiente de fertilidad del suelo y de retención de humedad superando a los demás tratamientos con similares dosis de fertilización como es el caso del tratamiento T9, T10 y T12. Además se observó mayor crecimiento de la planta durante los 30 primeros días. Todos los tratamientos con fertilización superan a los testigos, en especial al T13 (testigo + cal) poniéndose en evidencia que el efecto del encalado sin fertilización limita la absorción de elementos, coincidiendo con lo manifestado por Dominguez (1978) quien indica que el encalado debe ir acorde con una buena fertilización de N-P-K. La altura promedio de los 3 cortes a los 60 días fue de 91.6 cm superando a la registrado por Novillo (1997) que fue de 57.7 cm.

En el Gráfico 2, se observan las alturas de planta por tratamiento a los 60 días para la primera, segunda y tercera evaluación. En el Gráfico 3 se representa la altura promedio de planta de los 3 cortes a los 30 y 60 días para cada uno de los tratamientos.

C. NUMERO DE BROTES A LOS 30 DIAS LUEGO DE CADA CORTE.

El análisis de varianza para número de brotes a los 30 días establece diferencias significativas para las repeticiones en la segunda y tercera evaluación y además para el promedio de los 3 cortes. Para los tratamientos se presentan diferencias significativas para la segunda y tercera evaluación así como también para el promedio de los 3 cortes. Los promedios de número de brotes son de 27.0, 26,8 y 19.1 brotes para la primera, segunda y tercera evaluación, con coeficientes de variación del 16.90, 9.64 y 6.53% respectivamente. El promedio de los 3 cortes es de 24.3 brotes y un coeficiente de variación del 6.29%. (Cuadro 11).

La separación de medias por Tukey al 5% (Cuadro 12) para la segunda evaluación nos dio 2 rangos; el nivel "a" lo ocuparon el T11, T6, T2, T9 y T3 siendo estos los mejores tratamientos; en cambio el T12 ocupó el último lugar, correspondiendo al nivel "b" por debajo del T13 (testigo+cal), existiendo una diferencia de 10 brotes entre ambos niveles; los demás tratamientos comparten niveles intermedios incluido el T14 (testigo absoluto).

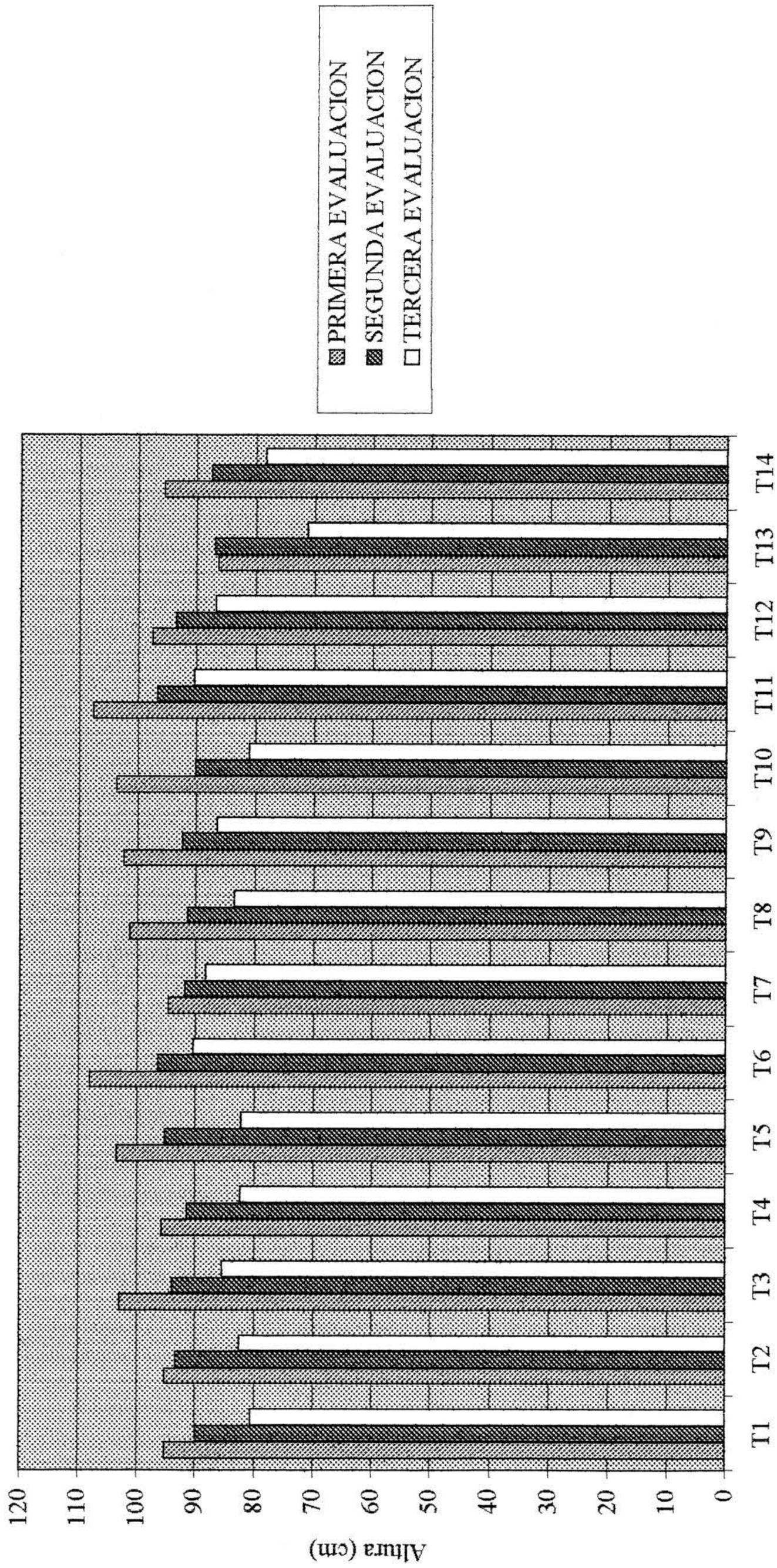


Gráfico 2. Altura de planta (cm) a los 60 días, para las tres evaluaciones

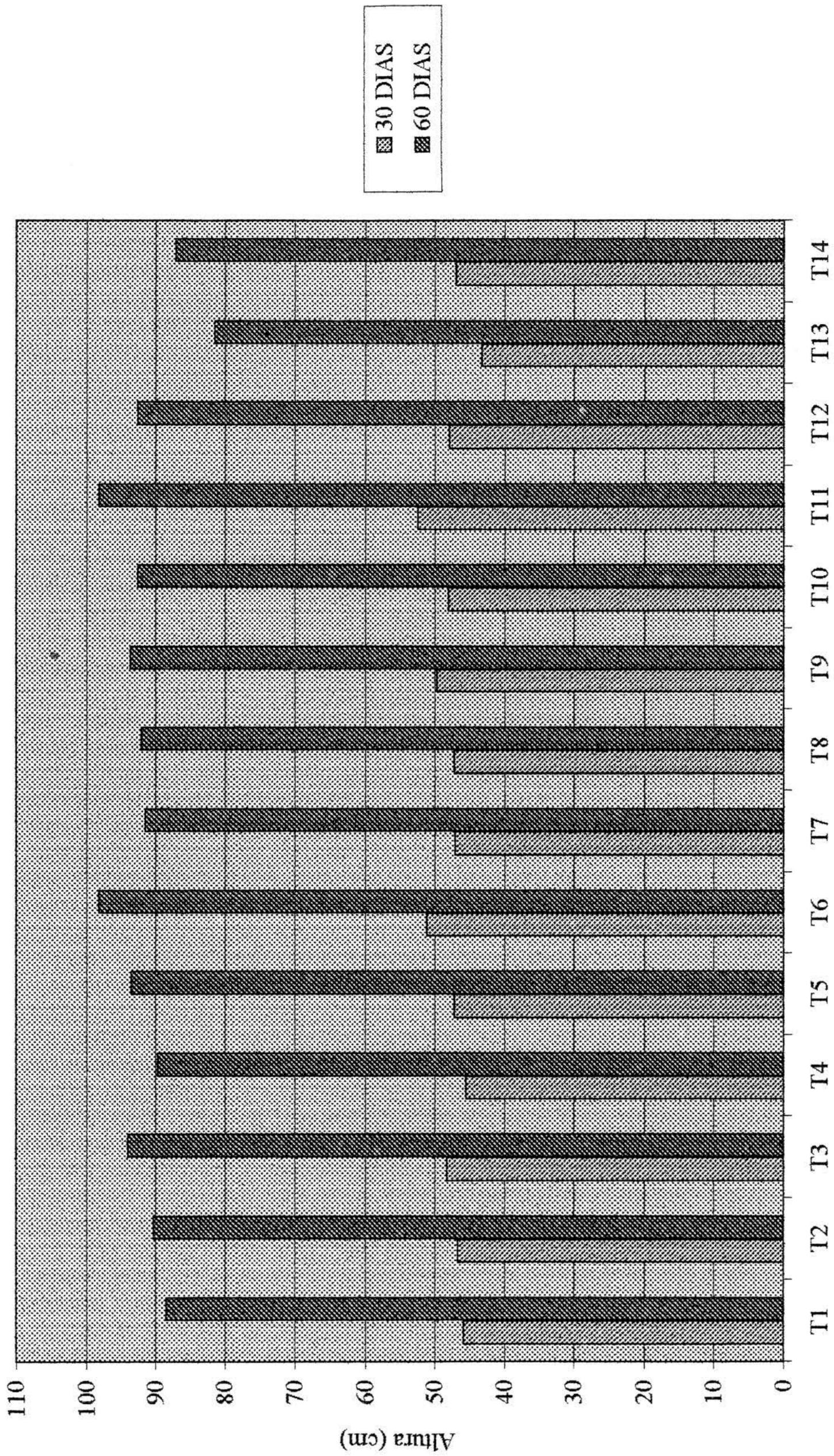


Gráfico 3. Altura (cm) promedio de tres cortes a los 30 y 60 días

CUADRO 11. Análisis de varianza para número de brotes a los 30 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			Promedio 3 Cortes
		Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	
Repeticiones	2	52.08 ns	24.89 *	34.68 **	284.69 **
Tratamientos	13	10.73 ns	24.41 **	8.97 **	9.95 **
Error	26	20.86	6.64	1.55	2.32
Total	41				
CV (%)		16.90	9.64	6.53	6.29
\bar{X}		27.0	26.8	19.1	24.3

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 13) para la tercera evaluación presenta 4 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 y T6 con valores de 21.87 y 21.30 brotes, en cambio que el T13 con 15.90 brotes ocupa el nivel "d", siendo superado por los demás tratamientos incluido el testigo absoluto (T14) que ocupan niveles intermedios.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 14) para el promedio de los 3 cortes, presenta 4 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 con 27.33 brotes y el nivel "d" lo ocupa el T13 con 21.07 brotes; los demás tratamientos incluido el T14 comparten niveles intermedios.

CUADRO 12. Prueba de Tukey al 5 % para número de brotes a los 30 días (segunda evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	30.37	a
T6	(200-70-300) + cal	30.20	a
T2	(100-50-300) + cal	29.33	a
T9	(300-70-300) + cal	29.33	a
T3	(100-70-300) + cal	29.03	a
T1	(100-30-300) + cal	27.53	a b
T14	(testigo absoluto)	27.43	a b
T10	(400-30-300) + cal	27.00	a b
T7	(300-30-300) + cal	26.00	a b
T5	(200-50-300) + cal	25.13	a b
T8	(300-50-300) + cal	24.57	a b
T4	(200-30-300) + cal	24.57	a b
T13	(testigo) + cal	23.57	a b
T12	(400-70-300) + cal	20.60	b

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

Los resultados obtenidos no tienen una respuesta lógica respecto a las dosis de fertilizante aplicado puesto que el T11 donde se aplicó 400-50-300 Kg/ha de N-P-K que ocupó el primer lugar, mientras que el T12 con 400-70-300 Kg/ha de N-P-K ocupó el último lugar, siendo superado por el T13 (testigo + cal) y el T14 (testigo absoluto) que además superaron a otros tratamientos con fertilización. Este comportamiento se debe a que el T11 con sus 3 repeticiones se ubicaron en la distribución en el área de mayor fertilidad y de retención de humedad del suelo; al igual que el T14, quien se encontró a nivel intermedio de los tratamientos en estudio. Esto no sucede con el T12 al no ser favorecido por los factores antes mencionados influenciando

estos aspectos en la disminución de nuevos brotes por corona. El T13 (testigo + cal) ocupó los últimos lugares, debido a que cuando el encalado o la alcalinidad alcanza valores altos, la disponibilidad de ciertos elementos tales como el Fósforo, hierro, boro y zinc queda reducida llegando en algunos casos hasta límites inadecuados para la planta; por lo que en suelos calizos el fósforo pasa a formas insolubles lo que provoca que la fertilización fosfo - potásica en estos suelos debe ser mayor (Del Pozo, 1983). Además el T13 fue el más susceptible a enfermedades, específicamente al Mildiú (*Peronospora trifoligrum*) que causó la mortalidad de los nuevos brotes y por ende su menor rendimiento.

CUADRO 13. Prueba de Tukey al 5 % para número de brotes a los 30 días (tercera evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	21.87	a
T6	(200-70-300) + cal	21.30	a
T9	(300-70-300) + cal	20.87	a b
T12	(400-70-300) + cal	20.17	a b c
T7	(300-30-300) + cal	19.70	a b c
T10	(400-30-300) + cal	19.43	a b c d
T8	(300-50-300) + cal	19.30	a b c d
T5	(200-50-300) + cal	19.13	a b c d
T14	(testigo absoluto)	18.97	a b c d
T4	(200-30-300) + cal	18.40	a b c d
T2	(100-50-300) + cal	18.13	a b c d
T3	(100-70-300) + cal	17.37	b c d
T1	(100-30-300) + cal	16.47	c d
T13	(testigo) + cal	15.90	d

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

CUADRO 14. Prueba de Tukey al 5 % para número de brotes a los 30 días (promedio 3 cortes).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	27.33	a
T6	(200-70-300) + cal	27.17	a b
T9	(300-70-300) + cal	26.20	a b c
T10	(400-30-300) + cal	25.07	a b c d
T2	(100-50-300) + cal	24.67	a b c d
T7	(300-30-300) + cal	24.53	a b c d
T14	(testigo absoluto)	24.33	a b c d
T3	(100-70-300) + cal	24.27	a b c d
T5	(200-50-300) + cal	23.90	a b c d
T8	(300-50-300) + cal	23.43	a b c d
T1	(100-30-300) + cal	23.07	a b c d
T4	(200-30-300) + cal	22.60	b c d
T12	(400-70-300) + cal	21.93	c d
T13	(testigo) + cal	21.07	d

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

En el Gráfico 4, se representa el número de brotes por tratamiento a los 30 días para la primera, segunda y tercera evaluación.

D. NUMERO DE BROTES A LOS 60 DIAS LUEGO DE CADA CORTE.

El análisis de varianza para número de brotes a los 60 días presenta diferencias significativas para las repeticiones en la tercera evaluación y para el promedio de los 3 cortes; para los tratamientos

las diferencias son significativas para la tercera evaluación y para el promedio de los 3 cortes. Los promedios de número de brotes son de 25.7, 25.7 y 21.7 brotes para las tres evaluaciones con valores de 21.01, 10.73 y 7.41% de coeficiente de variación para las 3 evaluaciones respectivamente. El promedio de los 3 cortes es de 24.3 brotes con un 4.19% de coeficiente de variación.(Cuadro 15).

CUADRO 15. Análisis de varianza para número de brotes a los 60 días luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			Promedio 3 Cortes
		Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	
Repeticiones	2	16.62 ns	16.83 ns	10.34 *	74.80 **
Tratamientos	13	11.32 ns	7.36 ns	11.17 **	7.79 **
Error	26	29.17	7.58	2.57	1.04
Total	41				
CV (%)		21.01	10.73	7.41	4.19
\bar{X}		25.7	25.7	21.7	24.3

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 16) para la tercera evaluación presenta 3 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 con una media de 25.97 brotes; en cambio que el T13 ocupa el nivel "c" con una media de 18.20 brotes, siendo superado por los demás tratamientos inclusive por el testigo absoluto (T14).

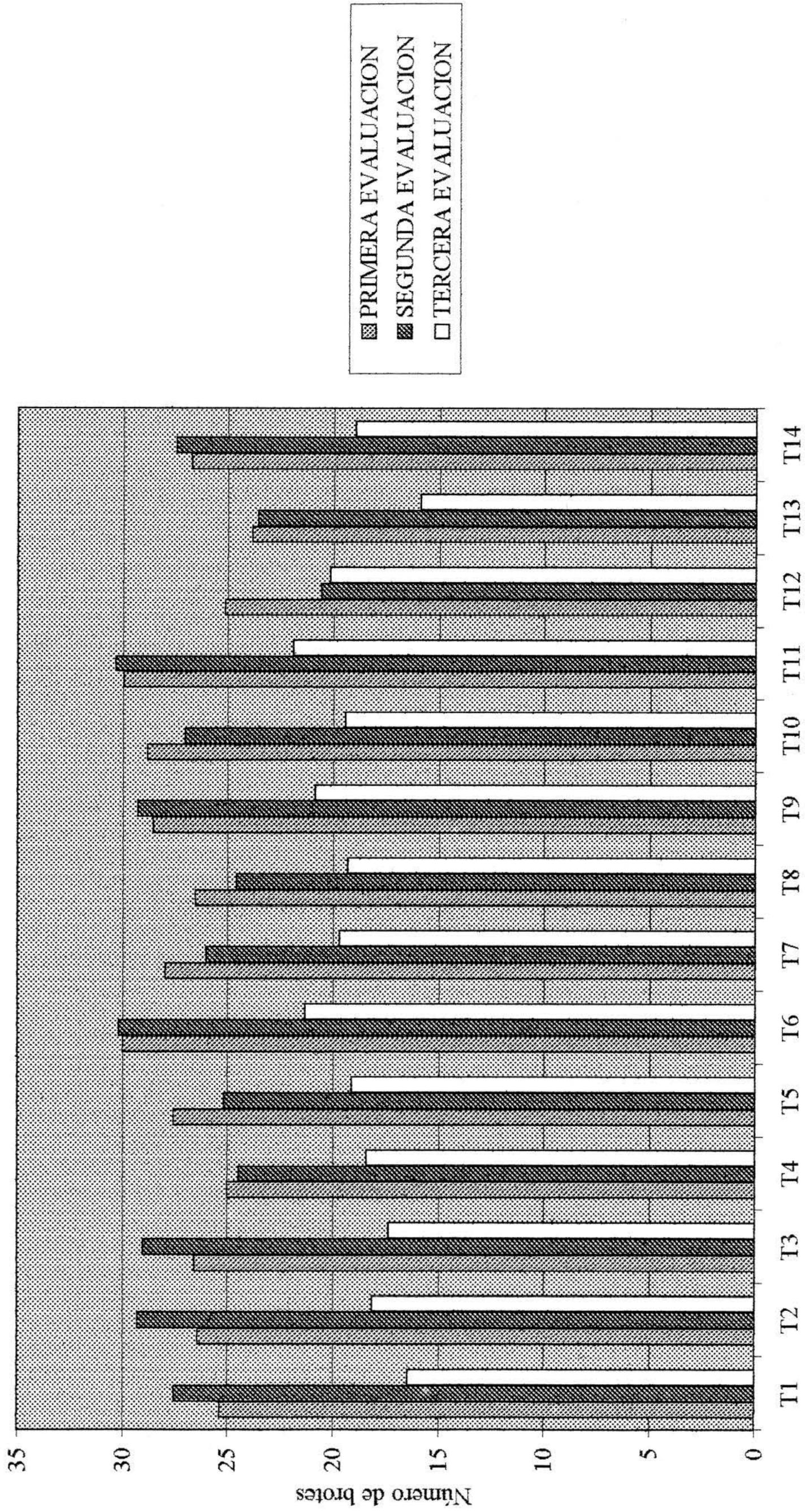


Gráfico 4. Número de brotes a los 30 días, para las tres evaluaciones

CUADRO 16. Prueba de Tukey al 5 % para número de brotes a los 60 días (tercera evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	25.97	a
T6	(200-70-300) + cal	24.67	a b
T12	(400-70-300) + cal	22.43	a b c
T4	(200-30-300) + cal	22.30	a b c
T9	(300-70-300) + cal	21.77	a b c
T10	(400-30-300) + cal	21.70	a b c
T8	(300-50-300) + cal	21.67	a b c
T14	(testigo absoluto)	21.57	a b c
T3	(100-70-300) + cal	21.40	a b c
T5	(200-50-300) + cal	21.30	a b c
T7	(300-30-300) + cal	20.87	b c
T2	(100-50-300) + cal	20.33	b c
T1	(100-30-300) + cal	19.37	c
T13	(testigo) + cal	18.20	c

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

El efecto del encalado aumenta la cantidad del ión Calcio en el suelo a disposición de la planta y frena la absorción por parte de la planta de Al y Mn que le son tóxicos. Es por esto que el Ca constituyente fundamental de los tejidos vegetales tanto viejos como jóvenes, regulador de la estructura del suelo y de la vida de *Rhizobium*; es fundamental ya que libera iones del complejo arcilloso-húmico (potasio-fósforo) lo que se traduce en evitar la fijación del elemento fósforo y volviéndolo aprovechable para la planta (Del Pozo, 1983).

CUADRO 17. Prueba de Tukey al 5 % para número de brotes a los 60 días (promedio 3 cortes).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	27.60	a
T6	(200-70-300) + cal	26.70	a b
T10	(400-30-300) + cal	25.70	a b c
T9	(300-70-300) + cal	24.73	a b c d
T5	(200-50-300) + cal	24.73	a b c d
T14	(testigo absoluto)	24.67	a b c d
T3	(100-70-300) + cal	24.47	b c d
T12	(400-70-300) + cal	24.23	b c d
T8	(300-50-300) + cal	23.90	b c d
T4	(200-30-300) + cal	23.67	b c d
T7	(300-30-300) + cal	23.23	c d
T2	(100-50-300) + cal	22.50	d
T1	(100-30-300) + cal	22.40	d
T13	(testigo) + cal	21.83	d

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

La separación de medias por Tukey al 5% (Cuadro 17) para el promedio de los 3 cortes presenta 4 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 con 27.60 brotes, en cambio que el nivel "d" lo ocupa el T13 con 21.83 brotes; los demás tratamientos inclusive el T14 (testigo absoluto) comparten niveles intermedios.

Al ser influenciado por la gradiente de fertilidad y por la retención de humedad del suelo, se observó que el T11 fue el mejor tratamiento; no así el T13 (testigo+cal) que más bien manifiesta

un número menor de brotes ocurriendo esto ya que el encalado debe ir acorde con una buena fertilización de N-P-K en especial de P-K o su efecto es perjudicial para la planta. Además el T13 fue el tratamiento que más susceptible fue al Mildiú lo que influye en un número menor de brotes, menor producción; esto debido a la mortalidad de los brotes producida por esta enfermedad.

El T14 (testigo absoluto) supera a tratamientos con fertilización debido a que sus 3 repeticiones a nivel de campo se ubicaron en el área de mayor fertilidad y de retención de humedad del suelo; no así el T12 (400-70-300 Kg/ha de N-P-K) cuyas repeticiones se ubicaron en el área de menor fertilidad y de retención de humedad por lo que se vio superado por el T14 en algunas variables en estudio.

En el Gráfico 5, se representa el número de brotes a los 60 días para la primera, segunda y tercera evaluación. En el Gráfico 6 se observa el número de brotes promedio de los 3 cortes a los 30 y 60 días para cada uno de los tratamientos.

E. DIAS AL CORTE.

Basados en que el cultivo se estableció mediante trasplante de plántulas, se realizó un corte de igualación a los 120 días, puesto que en este período de tiempo la alfalfa presentó características de madurez fisiológica que nos indicaron su tiempo de corte. Mencionaremos que el evento fenológico que nos determinó los días al corte fue la floración, puesto que cuando el cultivo presentó un 10 % de floración fue el indicativo para entrar a corte, coincidiendo en que para cada uno de los cortes realizados transcurrieron 60 días. Además indicaremos que algunas de las variables evaluadas coinciden con el tiempo de corte del cultivo.

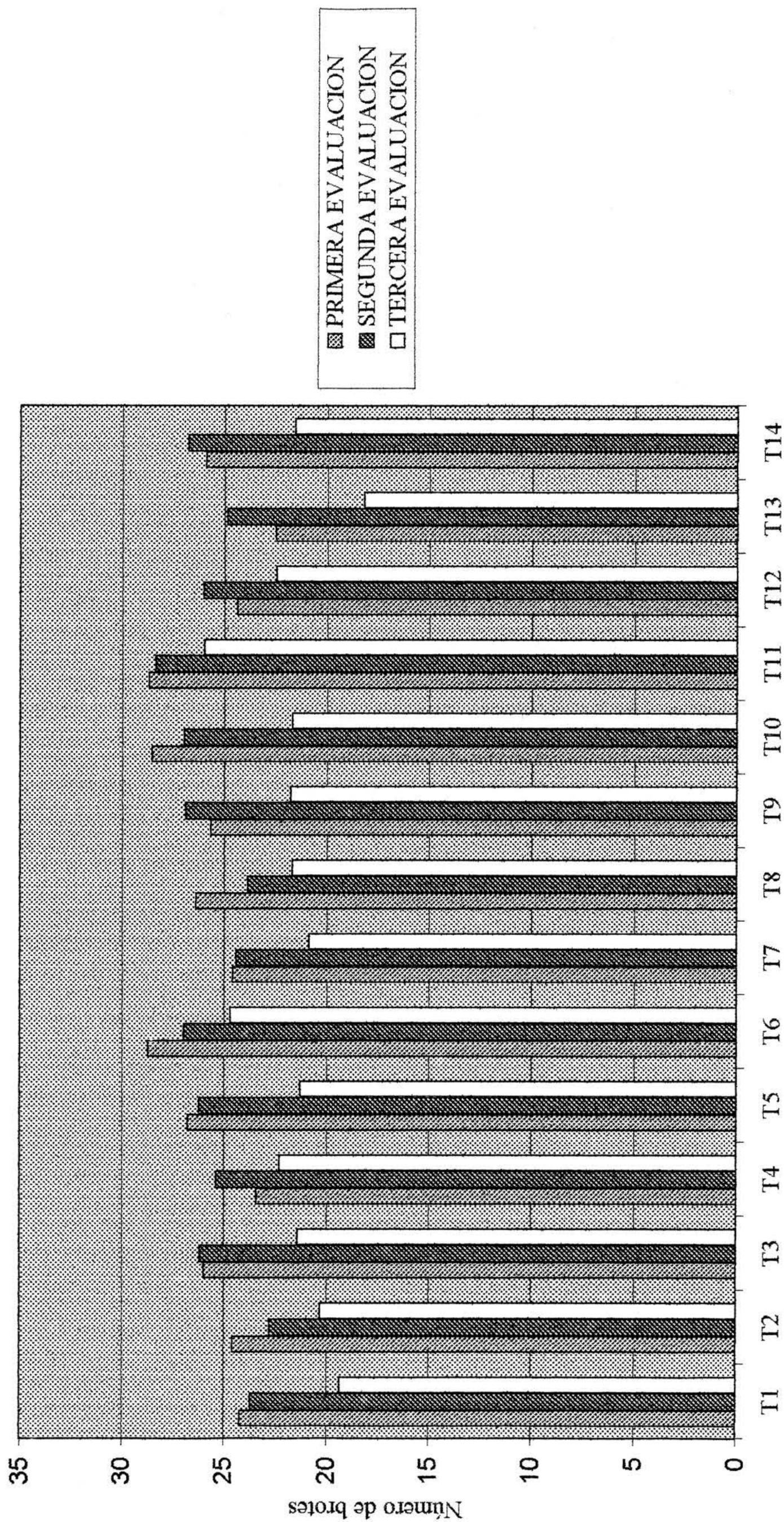


Gráfico 5. Número de brotes a los 60 días para las tres evaluaciones

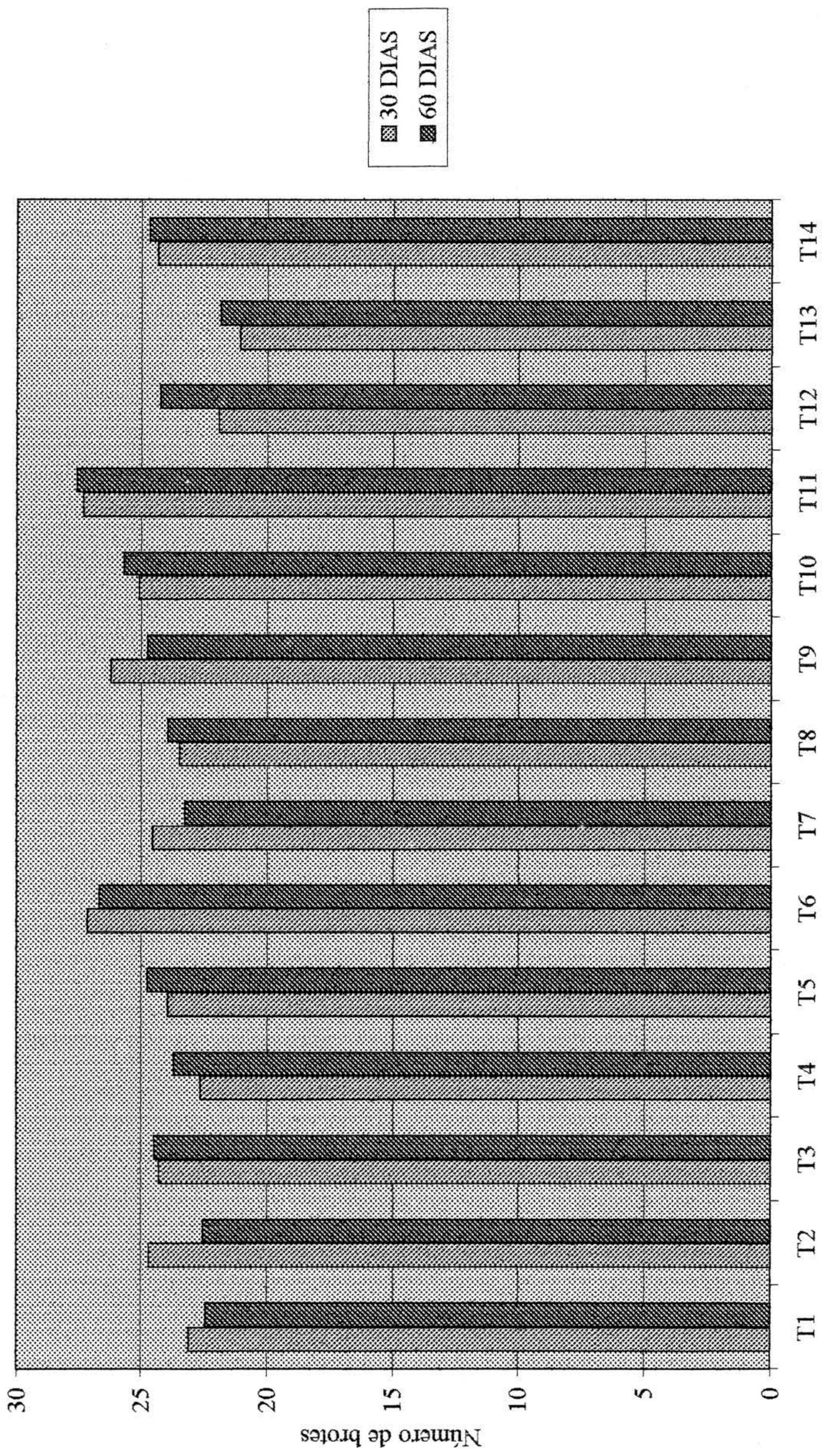


Gráfico 6. Número de brotes promedio de tres cortes a los 30 y 60 días

F. ANALISIS DE SUELO.

Los resultados del análisis de suelo (Cuadro 18) para pH, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Carbonatos de Calcio y Materia Orgánica nos demuestra la variación de los mismos a lo largo de toda la investigación en campo.

CUADRO 18. Resumen del análisis de suelo para cada uno de los 3 cortes.

Elemento	Lectura - Interpretación				
	Inicio	Cortes			
		Igualación	Primero	Segundo	Tercero
pH inicial	6.5 (PN)				
pH corregido	7.98 (Alc)	7.62 (PN)	7.41 (PN)	7.24 (PN)	7.14 (PN)
Nitrógeno (ppm)	13.0 (B)	22.0 (B)	13.4 (B)	2.8 (B)	0.4 (B)
Fósforo (ppm)	104.0 (A)	99.8 (A)	62.4 (A)	20.6 (M)	7.4 (B)
Potasio (ppm)	0.18 (B)	461.3 (A)	344.0 (A)	218.0 (A)	168.0 (A)
Calcio (ppm)	966.0 (A)	-----	-----	-----	17.3 (B)
Carbonatos de Calcio (%)	1 (B)	-----	-----	-----	16.8 (A)
Materia Orgánica (%)	1.5 (B)	19.6 (A)	12.4 (A)	4.0 (M)	3.4 (M)

*Identificación: PN (Prácticamente Neutro), Alc (Alcalino); A (Alto); M (Medio); B (Bajo).

Luego del encalado el pH subió de 6.5 (PN) hasta 7.98 (Alcalino) el mismo que nos permitió dar inicio y establecer el cultivo en campo, luego el valor del pH desde el corte de igualación hasta la tercera evaluación va en forma descendente, manteniéndose en valores de 7.62, 7.41, 7.24 y 7.14 (Prácticamente Neutros) respectivamente, esto significa que el pH se encuentra en valores requeridos por el cultivo, como lo manifiesta Pino (1990) el pH óptimo para el cultivo de alfalfa es de 7.2; siendo necesario encalar si el pH está por debajo de 6.8; además que Del Pozo (1983) manifiesta que la alfalfa precisa de suelos bien dotados de cal y con un pH óptimo de 7.5.

El Nitrógeno, al inicio su valor es bajo (13.0 ppm) el mismo que al realizarse la fertilización para cada uno de los tratamientos subió; pero al efectuarse el corte de igualación a los 120 días su valor volvió a ser bajo (22.0 ppm) pero superior al valor inicial, lo que significa que la asimilación por parte de la planta se efectúa de una manera normal; para el primero, segundo y tercer corte los valores también son bajos (13.4, 2.8 y 0.4 ppm respectivamente) concordando con lo anteriormente dicho; pero a la vez su deficiencia es la causante del descenso en la producción de corte a corte, lo que se justifica en lo manifestado por Vaca (1987) que la nutrición nitrogenada está directamente vinculada al desarrollo y crecimiento vegetativo de los alfalfares y por consiguiente a la producción de forraje; además Romero (1992) dice que la deficiencia de nitrógeno es uno de los factores que más limita la producción y productividad de los cultivos.

En lo concerniente al Fósforo su valor al inicio fue de 104.0 ppm (Alto) el mismo que al corte de igualación fue alto (99.8 ppm), al igual que al primer corte (62.4 ppm), en cambio que al segundo corte su nivel fue medio (20.6 ppm) y al tercer corte fue bajo (7.4 ppm), lo que significa que al haber una gran diferencia entre el valor del inicio y la última evaluación su asimilación se dio de una forma muy buena puesto que se evitó su fijación al suelo y se facilitó su asimilación por parte de la planta, todo esto debido al encalado, coincidiendo con lo manifestado por Del Pozo (1983) al decir que uno de los efectos del encalado (Carbonatos de calcio) básicamente del Ca, cumple un papel fundamental puesto que libera iones del complejo arcilloso-húmico (potasio-fósforo) lo que evita la fijación del Fósforo y volviéndolo asimilable para la planta.

Con respecto al Potasio su contenido inicial fue de 0.18 ppm (Bajo) en cambio que para el corte de igualación hasta el último corte su valor fue alto (461.3, 344.0, 218.0 y 168.0 ppm) respectivamente como consecuencia de su aplicación, lo que significa que el elemento fue asimilado por la planta, demostrándose entonces que la fertilización surtió efecto puesto que el nivel obtenido fue decreciendo. También se observó, que los tratamientos con fertilización y el testigo absoluto fueron más resistentes a enfermedades que el Testigo + cal (T13) que fue el más susceptible a enfermedades; lo que se basa en lo manifestado por Del Pozo (1983) quien indica que el Potasio le imparte a las plantas gran vigor y resistencia a enfermedades; además que al efectuarse el encalado se provoca un bloqueo en la asimilación de nutrientes para la planta por

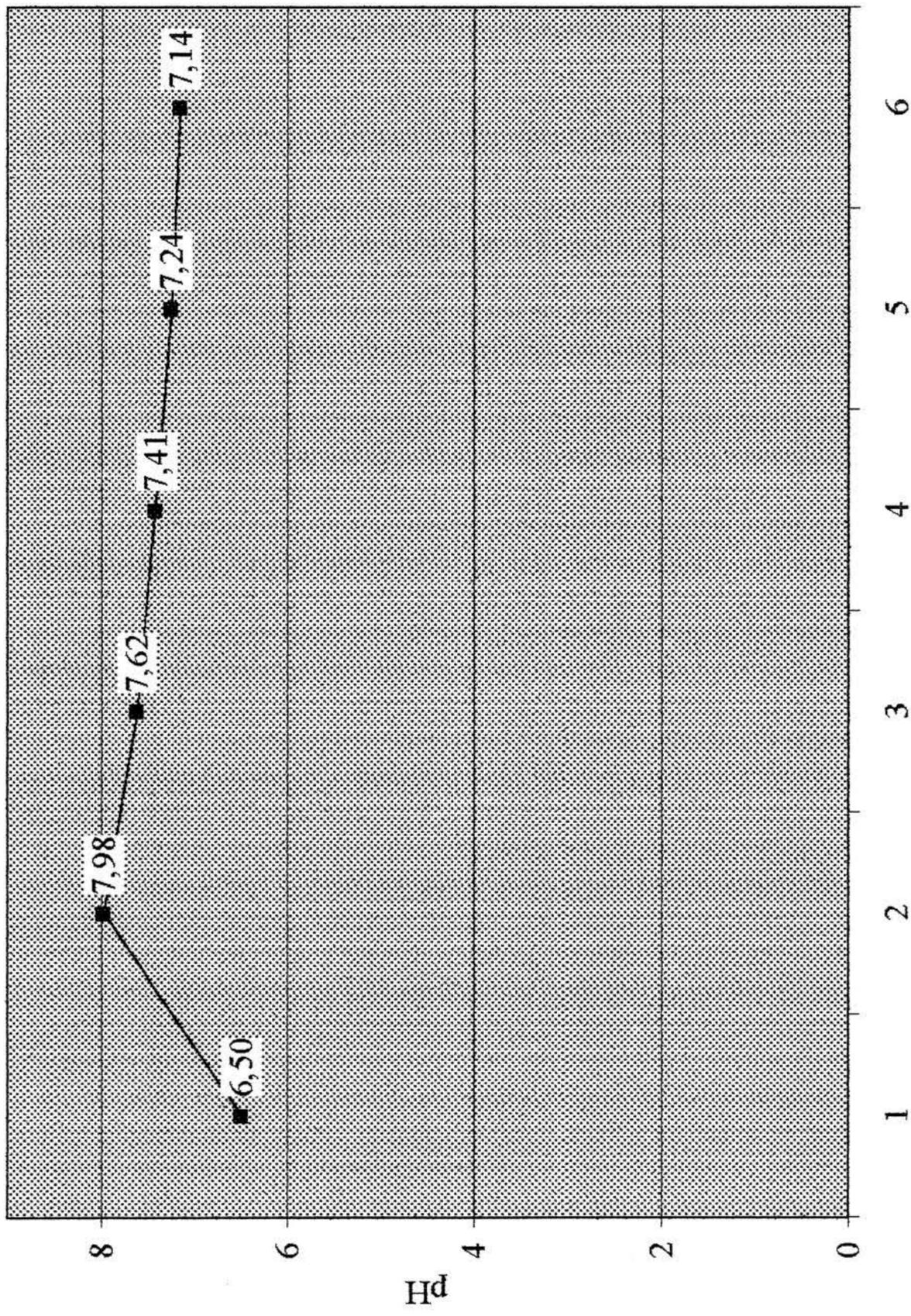
lo que el mismo tiene que ir acorde con una buena fertilización de N-P-K, en especial de fósforo y potasio.

El Calcio, al inicio tuvo un valor de 966.0 ppm (Alto), el mismo que luego de haberse realizado el encalado subió y al final su nivel fue de 17.3 ppm (Bajo), lo que demuestra que el elemento fue asimilable para la planta, favoreciendo a los rendimientos obtenidos en el ensayo; todo esto basado en lo dicho por Benitez (1986) quien manifiesta que la planta de alfalfa es calcícola, necesita suelos con un 2-3% de calcio, necesitando además fósforo y potasio. La decadencia en los alfalfares puede deberse en muchos casos a la falta de calcio y fósforo por repeticiones del cultivo, a tal punto que puede decirse que son factores limitantes del cultivo; con lo dicho queda demostrado el papel fundamental del calcio al volver asimilable al fósforo para la planta y evitar su fijación al suelo.

El porcentaje de Carbonatos de Calcio al comienzo fue de 1% (Bajo) y al final de 16.8% (Alto) lo que se justifica ya que al realizar el encalado subimos la cantidad de los mismos, favoreciendo en lo que tiene que ver a la nutrición con Calcio por parte de la planta.

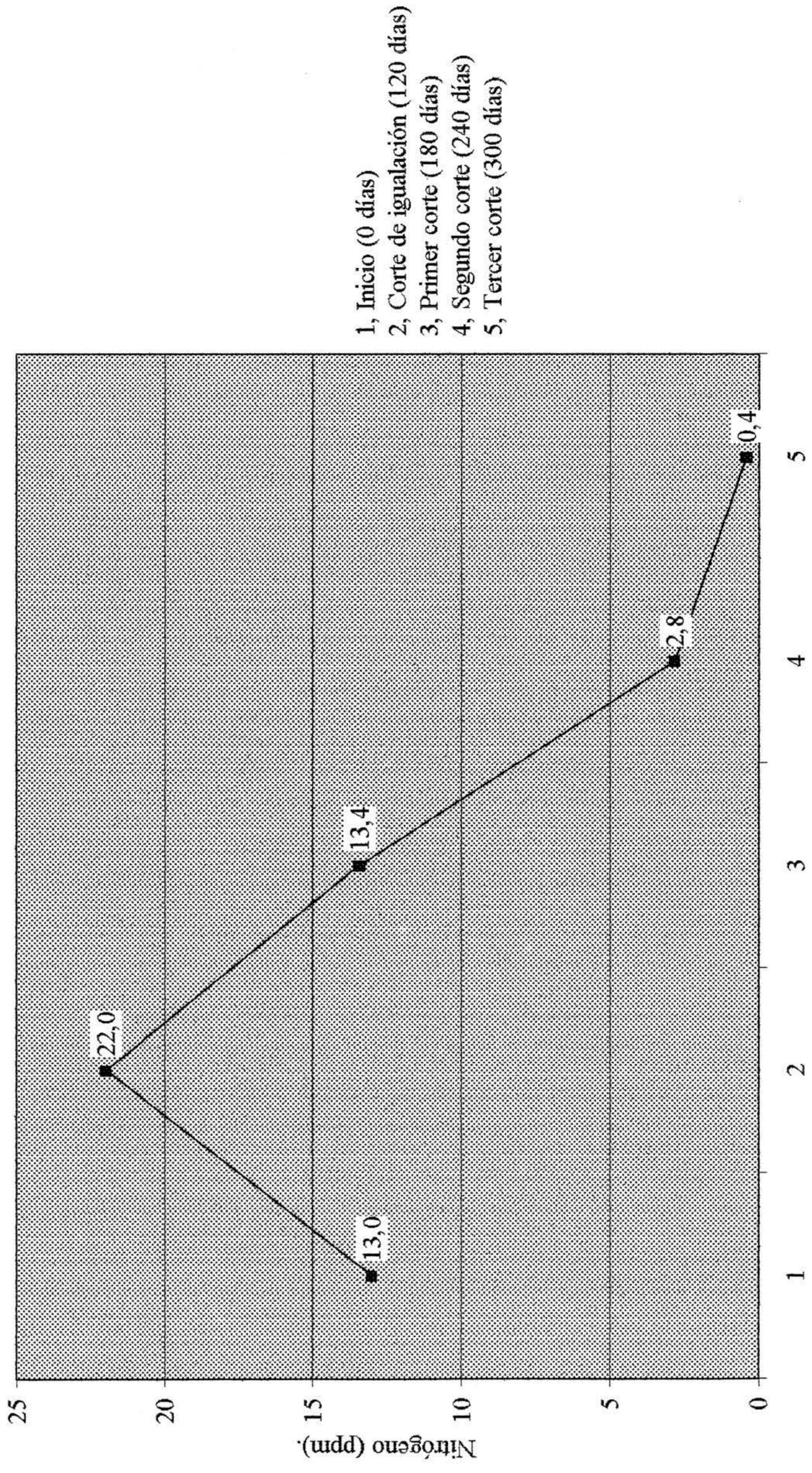
En lo referente a la Materia Orgánica, el valor inicial fue de 1.5% (Bajo) el mismo que para el corte de igualación y primer corte fue Alto (19.6% y 12.4%) respectivamente; en cambio que para el segundo y tercer corte los valores fueron Medios (4.0% y 3.4%) respectivamente; esto se justifica ya que al transcurrir 120 días para el corte de igualación, la alfalfa se defolia de sus hojas bajas contribuyendo con materia orgánica para el suelo y apoyando a mejorar las características edáficas y a la vez favoreciendo en la absorción de nutrientes por parte de la planta.

En el Gráfico 7, 8, 9 y 10 se indica la curva decreciente del pH, nitrógeno, fósforo y potasio del suelo respectivamente en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.



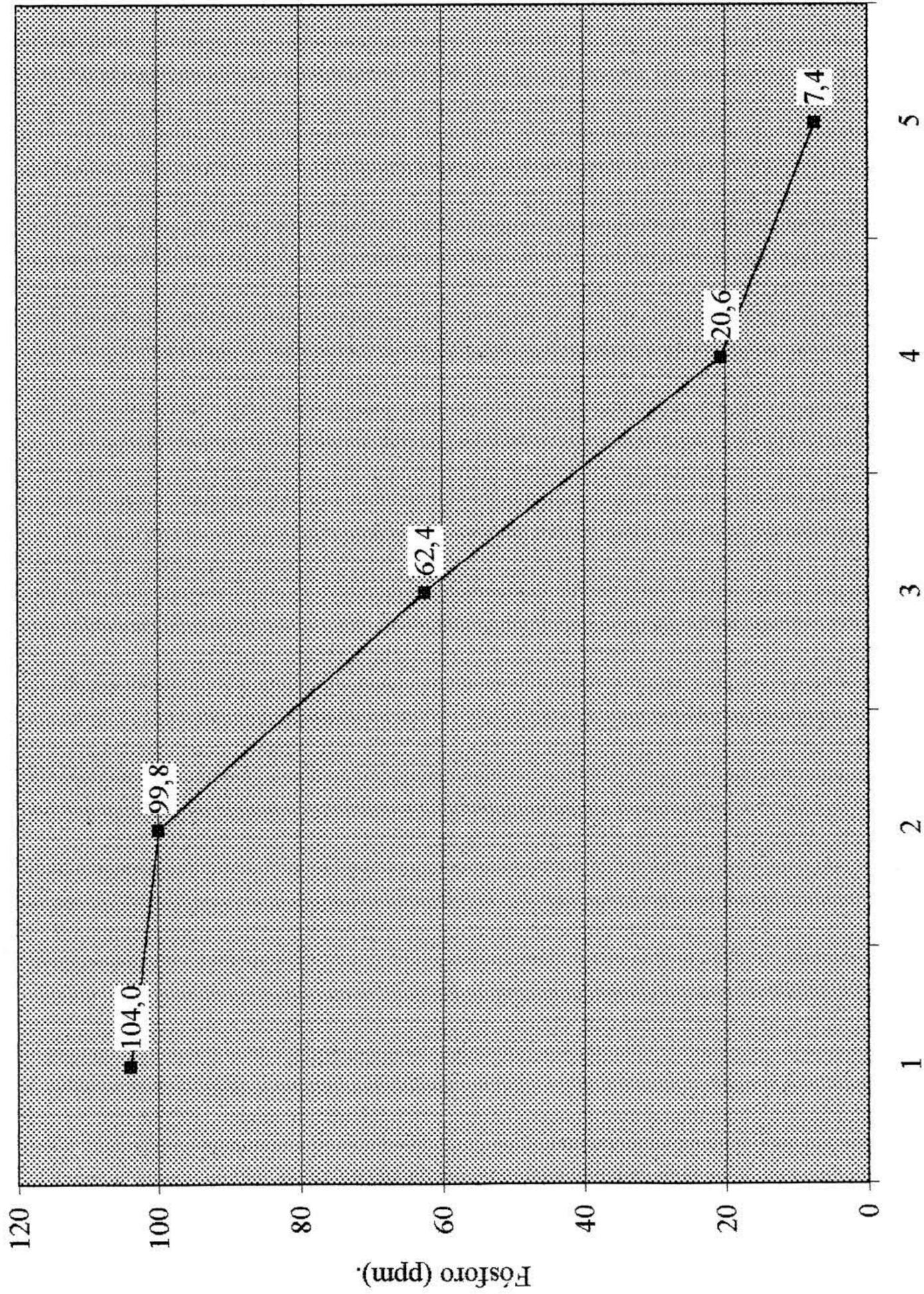
- 1, Inicio (0 días)
- 2, Encalado (30 días)
- 3, Corte de igualación (120 días)
- 4, Primer corte (180 días)
- 5, Segundo corte (240 días)
- 6, Tercer corte (300 días)

Gráfico 7. Curva decreciente del pH del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.



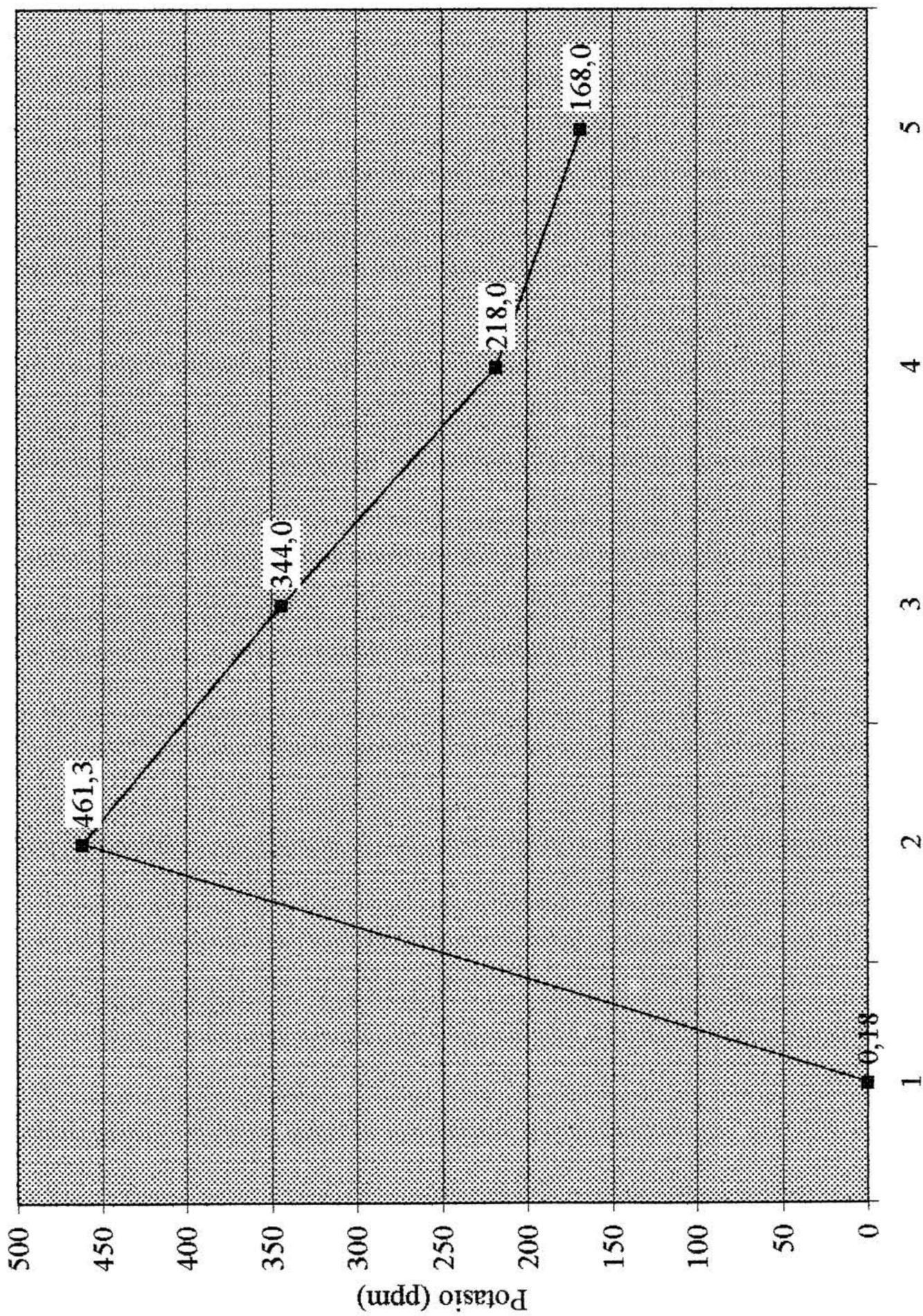
- 1, Inicio (0 días)
- 2, Corte de igualación (120 días)
- 3, Primer corte (180 días)
- 4, Segundo corte (240 días)
- 5, Tercer corte (300 días)

Gráfico 8. Curva decreciente del Nitrógeno del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.



- 1, Inicio (0 días)
- 2, Corte de igualación (120 días)
- 3, Primer corte (180 días)
- 4, Segundo corte (240 días)
- 5, Tercer corte (300 días)

Gráfico 9. Curva decreciente del Fósforo del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.



- 1, Inicio (0 días)
- 2, Corte de igualación (120 días)
- 3, Primer corte (180 días)
- 4, Segundo corte (240 días)
- 5, Tercer corte (300 días)

Gráfico 10. Curva decreciente del Potasio del suelo en función del crecimiento del cultivo de alfalfa.

G. ANALISIS FOLIAR.

CUADRO 19. Análisis Foliar (%) de N-P-K para cada uno de los tratamientos en estudio.

Código.	% Nitrógeno	% Fósforo	%Potasio
	rango mín = 1.3 rango máx = 5.5	rango mín = 0.12 rango máx = 0.45	rango mín = 1.1 rango máx = 3.9
T1	2.8	0.2	1.86
T2	2.8	0.4	1.59
T3	2.8	0.3	1.61
T4	2.8	0.2	1.72
T5	2.8	0.3	1.78
T6	3.5	0.5	1.95
T7	2.8	0.3	1.59
T8	2.8	0.4	1.82
T9	2.8	0.3	1.66
T10	2.8	0.4	1.68
T11	3.5	0.5	2.04
T12	2.8	0.4	1.58
T13	2.1	0.1	1.46
T14	2.8	0.3	1.78

Al realizar el análisis foliar (Cuadro 19) corroboramos lo obtenido a nivel de campo puesto que los resultados muestran que el mejor tratamiento fue el T11 (400N-50P-300K) con una mayor absorción de nitrógeno, fósforo y potasio (3.5%, 0.5% y 2.04%) respectivamente, basados en que fue el mejor tratamiento y el de mayor rendimiento; se coincidió en que el T13 (testigo + cal) fue el peor tratamiento a nivel de absorción de nutrientes con un 2.1% de nitrógeno, 0.1% de fósforo

y 1.46% de potasio; tomando en cuenta muy en especial el porcentaje de fósforo puesto que fue el más bajo (al igual que el de nitrógeno y potasio) diremos que esto es debido a la influencia del encalado que afectó a este tratamiento, provocando un bloqueo nutricional ya que no existió fertilización, siendo perjudicial para la planta, debido a que en suelos calizos se considera que hay mayor retrogradación del fósforo que pasa a formas insolubles, de ahí que la fertilización fosfo - potásica en suelos calizos debe ser más elevada que en los suelos que no lo son (Dominguez, 1978).

En el Gráfico 11, se representa el rendimiento promedio obtenido para el primero, segundo y tercer corte, y su respectiva relación con el pH en cada uno de los cortes. Además se toma en cuenta el rendimiento obtenido en el corte de igualación y su valor de pH respectivo.

H. PRODUCCION DE MATERIA VERDE POR PARCELA NETA (3.6 m²).

El análisis de varianza para producción de materia verde por parcela neta presenta diferencias significativas para las repeticiones en la primera y tercera evaluación así como para el promedio de los 3 cortes. Para los tratamientos las diferencias son significativas para la segunda evaluación y para el promedio de los 3 cortes. Los promedios son de 12.9, 11.4 y 10.7 Kg para la primera, segunda y tercera evaluación, con 15.39, 10.05 y 14.40% de coeficiente de variación. El promedio de los 3 cortes es de 11.6 Kg con un 5.19% de coeficiente de variación. (Cuadro 20).

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 21) para la segunda evaluación presenta 3 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 con un valor de 13.30 Kg; en cambio que el último nivel "c" lo ocupa el T13 con 8.86 Kg; los demás tratamientos incluido el testigo absoluto (T14) están en niveles intermedios.

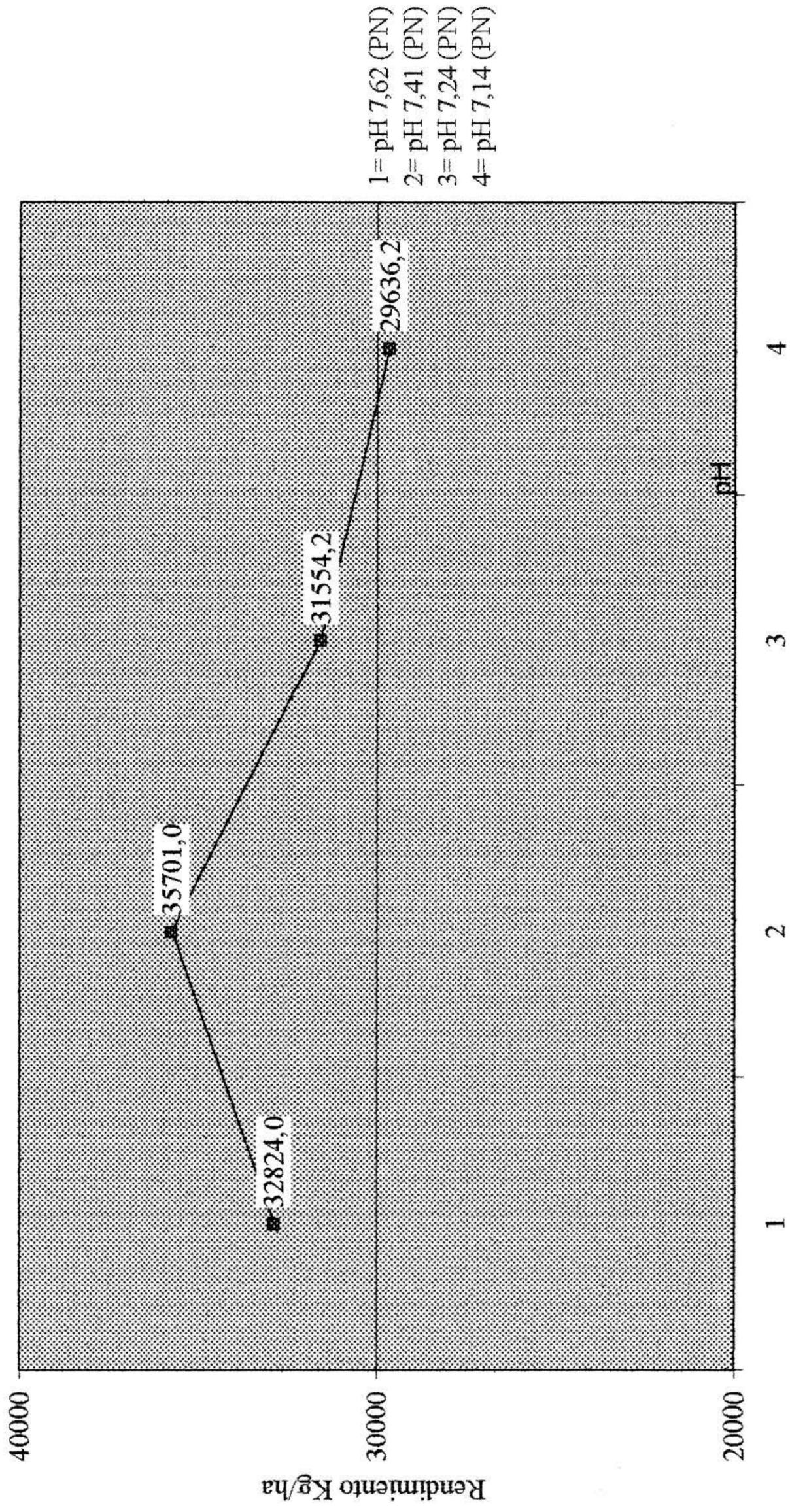


Gráfico 11. Relación pH-Rendimiento (Kg/ha) para el corte de igualación y las tres evaluaciones

CUADRO 20. Análisis de varianza para producción de materia verde en Kg/3.6m² luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			Promedio 3 Cortes
		Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	
Repeticiones	2	46.57 **	1.97 ns	26.89 **	17.19 **
Tratamientos	13	6.32 ns	5.07 **	6.06 ns	5.12 **
Error	26	3.91	1.30	2.36	0.36
Total	41				
CV (%)		15.39	10.05	14.40	5.19
\bar{X}		12.9	11.4	10.7	11.6

La separación de medias por Tukey al 5% (Cuadro22) para el promedio de los 3 cortes presenta 7 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 con 13.73 Kg, en cambio que el último nivel "g" lo ocupa el T13 con un valor de 9.60 Kg. El testigo absoluto (T14) comparte niveles intermedios con los demás tratamientos en estudio.

El tratamiento T11 al ser el mejor a nivel de altura y de número de brotes es el mejor en rendimiento/parcela neta basados en que la interacción de la dosificación de Nitrógeno-Fósforo y Potasio surge efecto y se refleja en esta variable; además que cada uno de los elementos cumple una función específica dentro del factor rendimiento es así que esta interacción de elementos nos muestra una efectiva acción sobre la planta dándonos un mayor rendimiento. En cambio que el T13 resulta ser el tratamiento inferior basado en que como se dijo que el encalado debe ir acorde con una buena fertilización ya que sino su efecto es más bien antagónico en la asimilación de nutrientes por parte de la planta, volviéndose perjudicial para la misma. Además el tratamiento T13 fue el de bajo rendimiento más susceptible a enfermedades; razón por la que en algunas plantas se perdió su follaje en un porcentaje aceptable (Vaca, 1987).

CUADRO 21. Prueba de Tukey al 5 % para producción de materia verde en Kg/3.6m²

(segunda evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	13.30	a
T6	(200-70-300) + cal	13.07	a b
T12	(400-70-300) + cal	12.67	a b
T7	(300-30-300) + cal	12.60	a b
T9	(300-70-300) + cal	11.93	a b c
T14	(testigo absoluto)	11.80	a b c
T10	(400-30-300) + cal	11.30	a b c
T3	(100-70-300) + cal	11.23	a b c
T5	(200-50-300) + cal	11.10	a b c
T8	(300-50-300) + cal	10.80	a b c
T2	(100-50-300) + cal	10.40	a b c
T4	(200-30-300) + cal	10.30	a b c
T1	(100-30-300) + cal	9.66	b c
T13	(testigo) + cal	8.86	c

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

En los Cuadros 21y 22 se observa claramente un repunte del T12 (400-70-300 Kg/ha de N-P-K) lo que hace suponer la eficiencia de la fertilización realizada, siendo desfavorecido a nivel de campo porque sus repeticiones se ubicaron en el área de menor fertilidad y de retención de humedad del suelo influyendo estos aspectos directamente en sus resultados; no así el T14 (testigo absoluto) el mismo que se ubicó en el área de mayor fertilidad y de retención de humedad del suelo por lo que supera a tratamientos que poseen una buena dosificación de fertilización.

CUADRO 22. Prueba de Tukey al 5 % para producción de materia verde en Kg/3.6m²
(promedio 3 cortes).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	13.73	a
T6	(200-70-300) + cal	13.53	a b
T9	(300-70-300) + cal	12.80	a b c
T7	(300-30-300) + cal	12.53	a b c d
T12	(400-70-300) + cal	12.27	a b c d e
T14	(testigo absoluto)	11.90	b c d e f
T5	(200-50-300) + cal	11.73	b c d e f
T3	(100-70-300) + cal	11.57	c d e f
T10	(400-30-300) + cal	11.13	c d e f g
T8	(300-50-300) + cal	10.93	d e f g
T4	(200-30-300) + cal	10.47	e f g
T2	(100-50-300) + cal	10.43	f g
T1	(100-30-300) + cal	9.66	g
T13	(testigo) + cal	9.60	g

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

En el Gráfico 12, se presenta la producción de materia verde por parcela neta para cada uno de los tratamientos en la primera, segunda y tercera evaluación.

I. PRODUCCION DE MATERIA SECA POR PARCELA NETA (3.6m²).

En el análisis de varianza para producción de materia seca por parcela neta se presentaron diferencias significativas para las repeticiones en la primera y tercera evaluación así como para

el promedio de los 3 cortes. Para los tratamientos se presentaron diferencias altamente significativas para el promedio de los 3 cortes. Los promedios fueron de 4.33, 2.89 y 2.61 Kg para la primera, segunda y tercera evaluación con valores de 17.82, 19.87 y 15.84% de coeficiente de variación para las 3 evaluaciones respectivamente. El promedio de los 3 cortes fue de 3.27 Kg con un 7.59% de coeficiente de variación. (Cuadro 23).

CUADRO 23. Análisis de varianza para producción de materia seca en Kg/3.6m² luego de cada corte corte y promedio de las 3 evaluaciones.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			Promedio 3 Cortes
		Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	
Repeticiones	2	7.25 **	0.44 ns	0.83 *	11.89 **
Tratamientos	13	0.81ns	0.16 ns	0.34 ns	0.36 **
Error	26	0.59	0.33	0.17	0.06
Total	41				
CV (%)		17.82	19.87	15.84	7.59
\bar{X}		4.33	2.89	2.61	3.27

La separación de medias por Tukey al 5% (Cuadro 24) para el promedio de los 3 cortes presentó 6 rangos; el nivel "a" lo ocupó el T11 con una media de 3.75 Kg para el promedio de los 3 cortes. En cambio que el nivel "f" lo ocupó el T1 y T13 con valores medios de 2.61 y 2.85 Kg respectivamente, los demás tratamientos incluido el T14 (testigo absoluto) se encuentran compartiendo niveles intermedios.

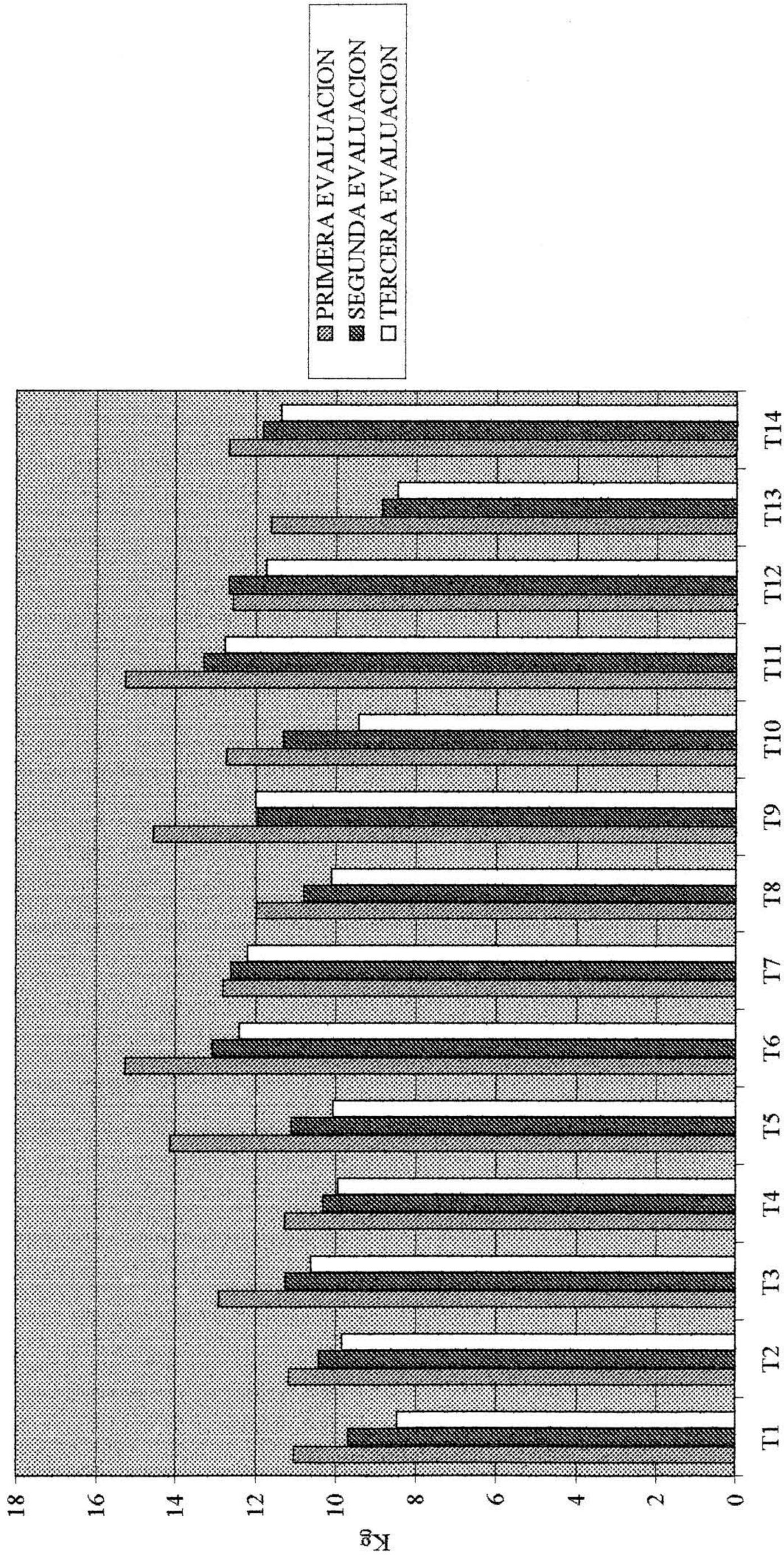


Gráfico12 . Materia verde Kg/parcela neta, para las tres evaluaciones

CUADRO 24. Prueba de Tukey al 5 % para producción de materia seca en Kg/3.6m²
(promedio 3 cortes).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	3.76	a
T6	(200-70-300) + cal	3.72	a b
T14	(testigo absoluto)	3.60	a b c
T12	(400-70-300) + cal	3.57	a b c d
T3	(100-70-300) + cal	3.49	a b c d
T7	(300-30-300) + cal	3.43	b c d e
T9	(300-70-300) + cal	3.33	c d e
T10	(400-30-300) + cal	3.27	c d e
T5	(200-50-300) + cal	3.20	c d e f
T8	(300-50-300) + cal	3.15	d e f
T4	(200-30-300) + cal	2.95	e f
T2	(100-50-300) + cal	2.90	e f
T13	(testigo) + cal	2.85	f
T1	(100-30-300) + cal	2.61	f

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

La producción de materia seca está acorde con la producción de materia verde y tomando en cuenta la mayor fertilidad y mayor retención de humedad del suelo, el mejor tratamiento fue el T11 puesto que fue el mejor a nivel de producción de materia verde. No así el T13 que fue uno de los que más baja producción de materia verde y que ocupó el último nivel en la producción de materia seca. Considerando a todos los tratamientos el promedio general obtenido de materia verde es de 11.6 Kg y el de materia seca es de 3.27 Kg por parcela neta, lo que permite decir que el contenido de humedad promedio es de 72.6% y el de peso seco es de 27.3%, resultado que supera a los obtenidos por Novillo (1997) y Márquez (1982) quienes obtuvieron en promedio un contenido de humedad del 69.07% y un 30.93% de peso seco.

En el Gráfico 13, se presenta la producción de materia seca por parcela neta para cada uno de los tratamientos en la primera, segunda y tercera evaluación. El Gráfico 14, nos presenta la producción de materia verde y materia seca promedio de los 3 cortes para cada uno de los tratamientos.

J. RENDIMIENTO TOTAL (Kg/ha).

CUADRO 25. Análisis de varianza para rendimiento total (Kg/ha) luego de cada corte y promedio de las 3 evaluaciones.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios			Promedio 3 Cortes
		Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	
Repeticiones	2	359529778.84 **	15263104.35 ns	207518791.47 **	134531664.57 **
Tratamientos	13	48772195.81 ns	39126956.19 **	46812259.00 ns	39462843.40 **
Error	26	30200161.90	10049824.96	18218972.05	2720448.82
Total	41				
CV (%)		15.39	10.05	14.40	5.11
\bar{X}		35701.0	31554.2	29636.2	32297.1

En el análisis de varianza para rendimiento total se presentan diferencias altamente significativas para las repeticiones en la primera y tercera evaluación, así como para el promedio de los 3 cortes. Para los tratamientos se presentan diferencias altamente significativas para la segunda evaluación y para el promedio de los 3 cortes. Los promedios obtenidos son de 35701.0, 31554.2 y 29636.2 Kg para la primera, segunda y tercera evaluación, con un coeficiente de variación del 15.39, 10.05 y 14.40% respectivamente. El promedio de los 3 cortes es de 32297.1 Kg con el 5.11% de coeficiente de variación. (Cuadro 25).

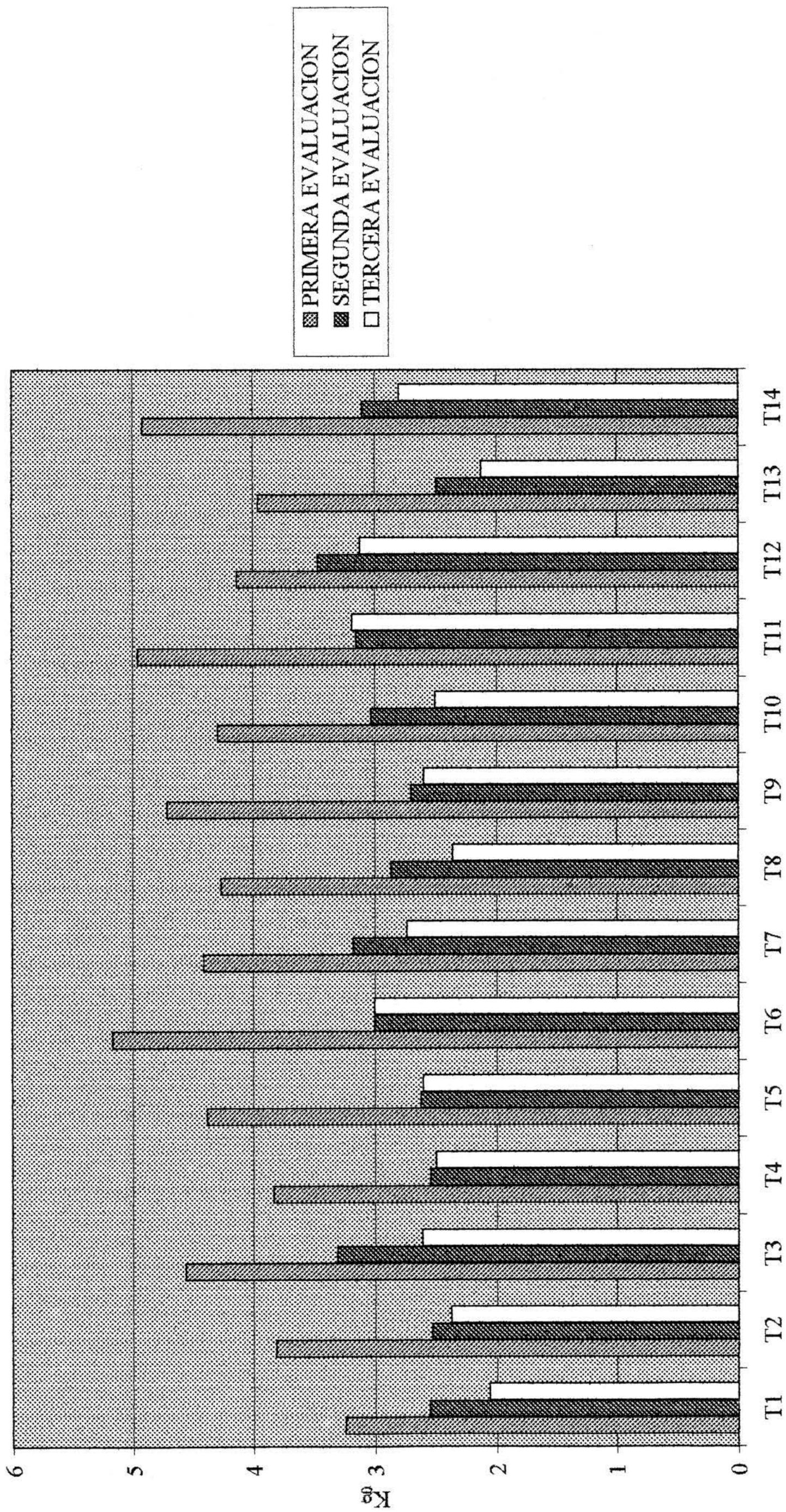


Gráfico 13. Materia seca Kg/parcela neta, para las tres evaluaciones

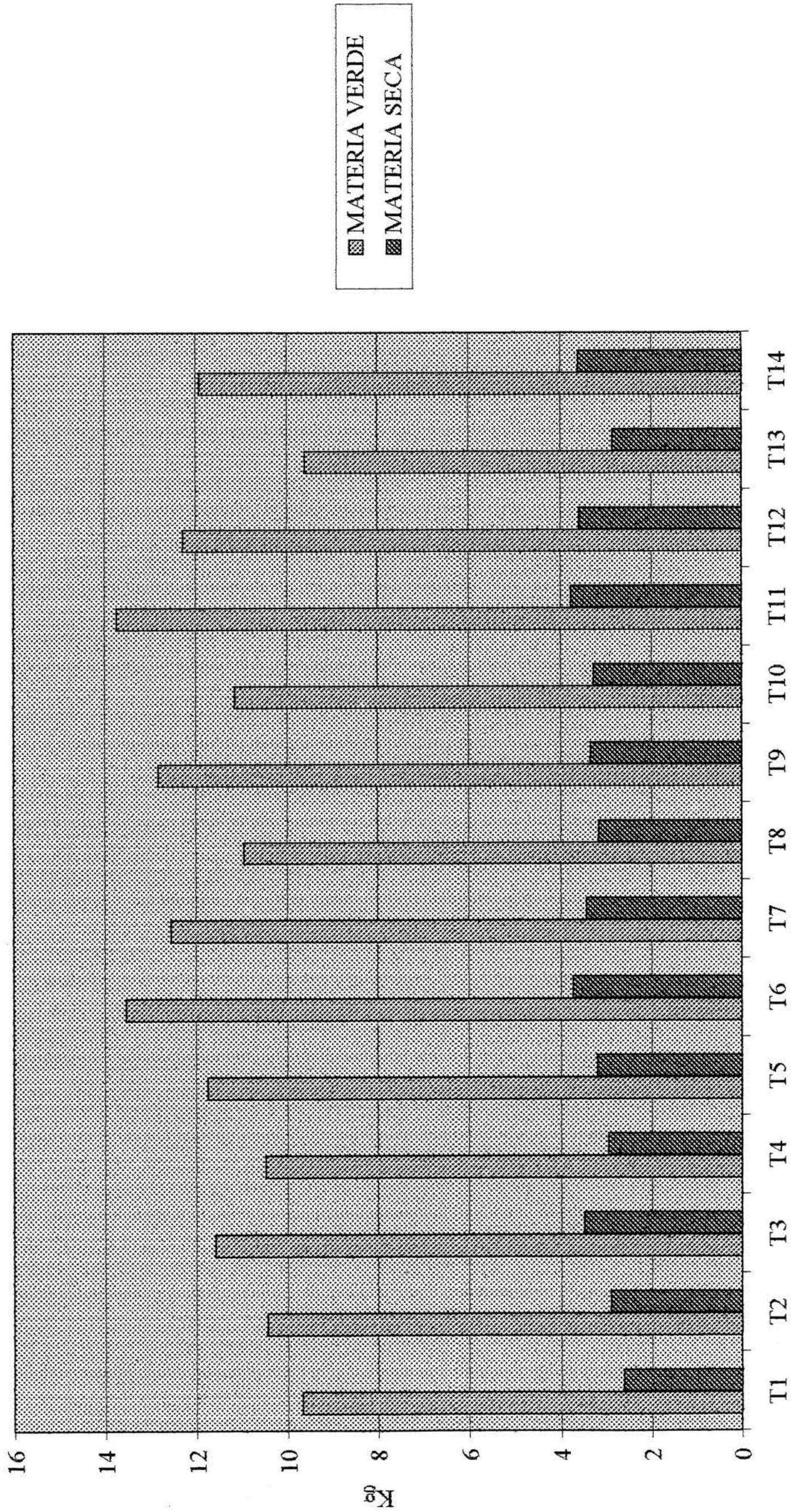


Gráfico 14. Relación de materia verde y seca en Kg/parcela neta promedio de tres cortes

CUADRO 26. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento total (Kg/ha) (segunda evaluación).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	36944.4	a
T6	(200-70-300) + cal	36296.2	a b
T12	(400-70-300) + cal	35185.1	a b
T7	(300-30-300) + cal	34999.9	a b
T9	(300-70-300) + cal	33148.1	a b c
T14	(testigo absoluto)	32777.7	a b c
T10	(400-30-300) + cal	31388.8	a b c
T3	(100-70-300) + cal	31203.6	a b c
T5	(200-50-300) + cal	30833.3	a b c
T8	(300-50-300) + cal	29999.9	a b c
T2	(100-50-300) + cal	28888.8	a b c
T4	(200-30-300) + cal	28611.0	a b c
T1	(100-30-300) + cal	26851.8	b c
T13	(testigo) + cal	24629.6	c

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 26) para la segunda evaluación presenta 3 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 con un valor de 36944.4 Kg; en cambio que el último nivel "c" lo ocupa el T13 con 24629.6 Kg; los demás tratamientos incluido el testigo absoluto (T14) ocupan niveles intermedios.

Teniendo en cuenta la mayor fertilidad y la mayor retención de humedad por parte del suelo transcurridos 180 días la mayor producción la obtuvo el T11 (400N-50P-300K), dejando el último lugar para el T13 (testigo + cal); en cambio que el T14 (testigo absoluto) se encuentra en lugares intermedios superando incluso a tratamientos con fertilización al encontrarse favorecido por los factores que afectan al T11.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 27) para el promedio de los 3 cortes presenta 6 rangos; el nivel "a" lo ocupa el T11 con 38271.5 Kg; los demás tratamientos incluido el T14 (testigo absoluto) se encuentran en niveles intermedios; dejando el último nivel "f" para el T13 con un valor de 26790.0 Kg.

CUADRO 27. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento total (Kg/ha) (promedio 3 cortes).

Código	Dosificación N-P-K (Kg/ha)	Medias	Niveles
T11	(400-50-300) + cal	38271.5	a
T6	(200-70-300) + cal	37715.9	a b
T9	(300-70-300) + cal	35648.1	a b c
T7	(300-30-300) + cal	34814.7	a b c d
T12	(400-70-300) + cal	34228.3	a b c d
T14	(testigo absoluto)	33178.9	b c d e
T5	(200-50-300) + cal	32685.1	c d e
T3	(100-70-300) + cal	32160.4	c d e
T10	(400-30-300) + cal	30987.6	c d e f
T8	(300-50-300) + cal	30432.0	d e f
T4	(200-30-300) + cal	29166.5	e f
T2	(100-50-300) + cal	29073.9	e f
T1	(100-30-300) + cal	27006.1	f
T13	(testigo) + cal	26790.0	f

*Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente.

El rendimiento promedio obtenido de los 3 cortes es de 32297.1 Kg/ha el mismo que en comparación al del manual de fertilizantes del Centro Regional de Ayuda Técnica de la Agencia para el Desarrollo Internacional (10100 Kg/ha) es evidentemente superior, de ahí que

podemos decir que el rendimiento obtenido es excelente pues supera enormemente al límite establecido para la producción de alfalfa por parte de esta institución.

Además el rendimiento obtenido en esta investigación de 32.29 Tm/ha de materia verde supera al obtenido por Novillo (1997) que fue de 10.77 Tm/ha; de igual forma supera al rendimiento de Vaca (1987) quien obtuvo 10.4 - 11.2 Tm/ha; y por último supera al rendimiento de Márquez (1982) de 13.5 - 16.8 Tm/ha; pudiendo decirse entonces que la presente investigación tiene los mejores resultados a nivel de rendimiento de materia verde en comparación con otros trabajos experimentales.

Benitez (1986) reporta un rendimiento de 40 a 80 Tm/ha de materia verde por año en 4 a 8 cortes; por lo que el rendimiento obtenido de 32.29 Tm/ha en 3 cortes está dentro del parámetro estimado anteriormente.

El peso promedio de todos los tratamientos de materia seca para los 3 cortes fue de 9083.33 Kg/ha con una media por corte de 3027.77 Kg/ha, valores que están acorde a los obtenidos por Novillo (1997) quien tuvo un promedio de 13333.33 Kg/ha para todos los tratamientos y una media de 3333.33 Kg/ha por corte.

En el Gráfico 15, se representa el rendimiento total para cada uno de los tratamientos en la primera, segunda y tercera evaluación. El Gráfico 16 se observa el rendimiento total promedio de los 3 cortes para cada uno de los tratamientos.

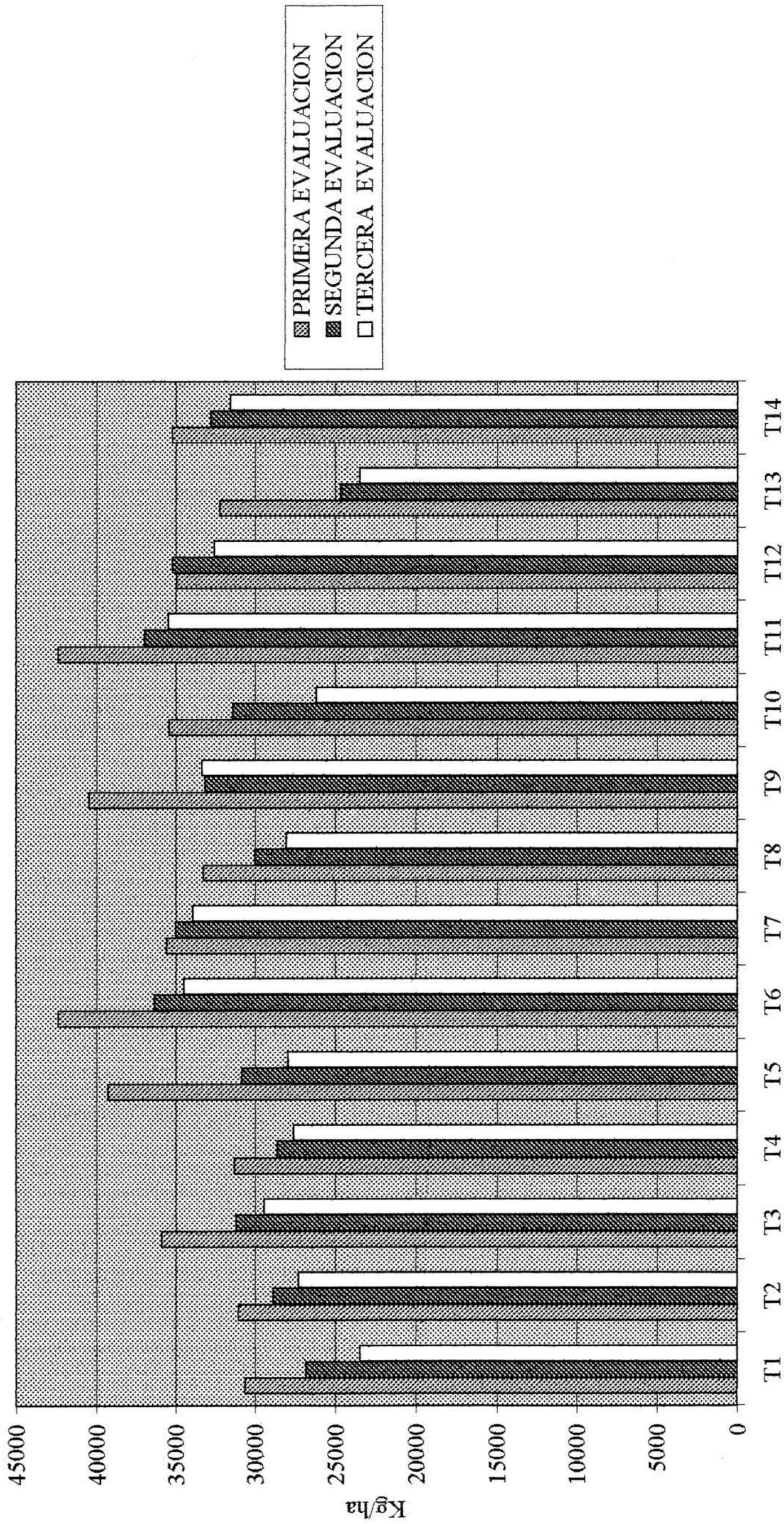


Gráfico 15. Rendimiento total (Kg/ha) para las tres evaluaciones

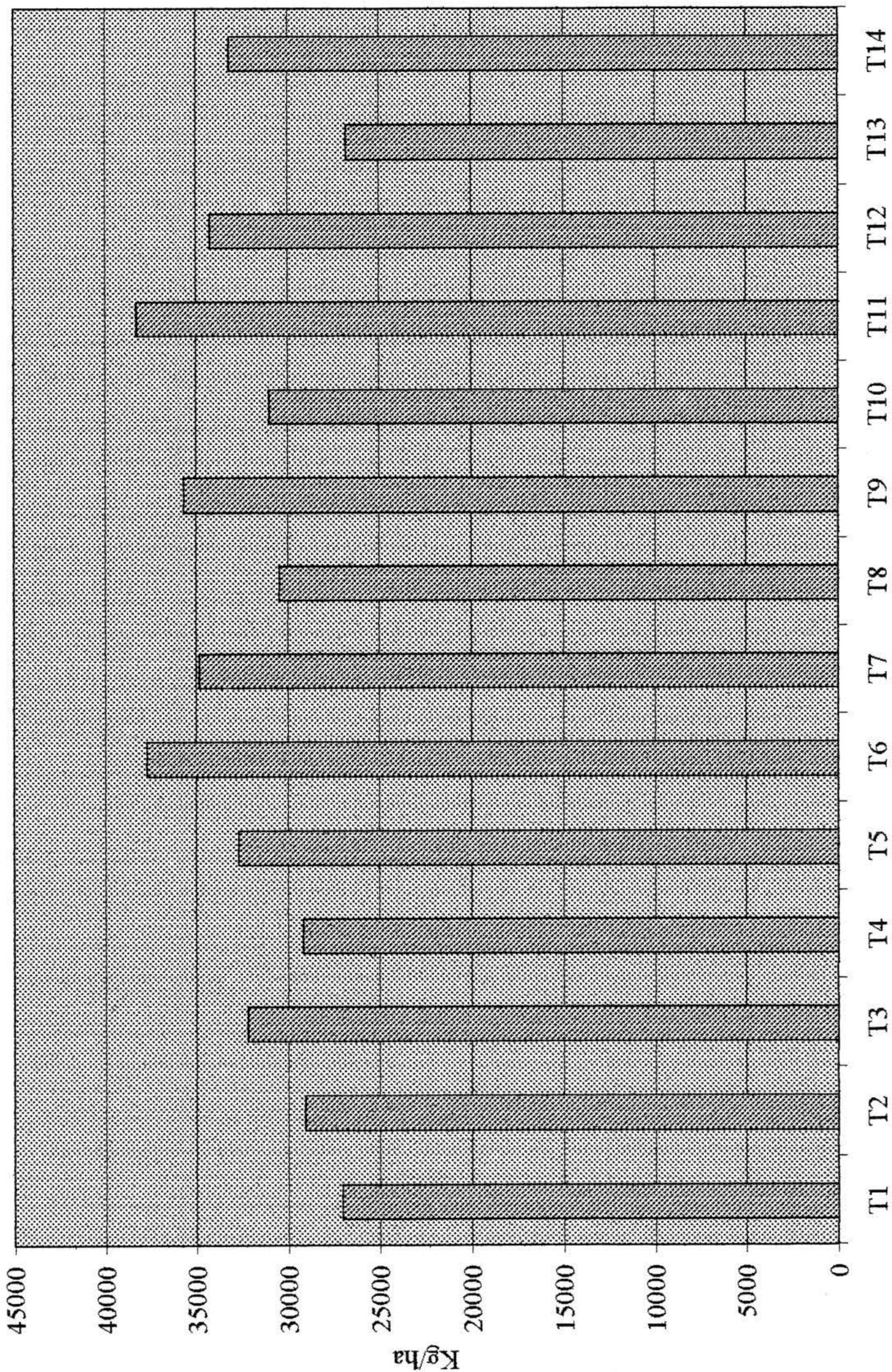


Gráfico 16. Rendimiento total (Kg/ha) promedio de tres cortes

K. ANALISIS ECONOMICO.

Se determinó en alfalfa el beneficio neto, basados en la diferencia existente en el costo monetario variable de fertilizante por tratamiento; se ajustó en un 10% el rendimiento obtenido de los tres cortes, dándonos el beneficio bruto, además se calculó un beneficio de campo \$0.00888/Kg. De esta manera se determinó que el mayor beneficio neto le correspondió al T6 (200N-70P-300K) con \$661.1/ha; en cambio que el tratamiento que presentó menor beneficio neto fue el T10 (400N-30P-300K) con \$387.7/ha; pero hay que tener en cuenta que despreció el beneficio neto de los testigos (T13 y T14) ya que estos no poseen fertilización. (Cuadro 28).

CUADRO 28. Análisis del presupuesto parcial (\$/ha) para el cultivo de alfalfa considerando 3

Cortes.

Trat.	Rend. Total (Kg/ha)	Rend. Ajustado 10%	Beneficio De campo \$ 0.00888/Kg	Costo Variable Total (\$/ha)	Beneficio Neto (\$/ha)
T1	81018.4	72916.5	647.4	167.0	480.4
T2	87221.9	78499.7	697.0	173.7	523.3
T3	96481.3	86833.1	771.0	180.3	590.7
T4	87499.7	78749.7	699.2	229.7	469.5
T5	98055.4	88249.8	783.6	236.4	547.2
T6	113147.8	101833.0	904.2	243.1	661.1
T7	104444.2	93999.7	834.7	292.4	542.3
T8	91296.0	82166.4	729.6	299.1	430.5
T9	106944.3	96249.8	854.6	305.8	548.8
T10	92962.8	83666.5	742.9	355.2	387.7
T11	114814.6	103333.4	917.6	361.9	555.7
T12	102684.9	92416.4	820.6	368.5	452.1
T13	80370.2	72333.1	642.3	0.0	642.3
T14	99536.8	89583.1	795.4	0.0	795.4

El T6 (200N-70P-300K) supera en beneficio neto a los demás tratamientos inclusive al T11 (400N-50P-300K) que fue el tratamiento de mayor rendimiento, basados en que su costo variable (fertilizante) y su dosificación es menor en comparación con el T11.

Los resultados del análisis de dominancia (Cuadro 29) nos revela que los tratamientos T14 (testigo absoluto), T6 (200N-70P-300K), T3 (100N-70P-300K), T11 (400N-50P-300K), T7 (300N-30P-300K), T4 (200N-30P-300K), T12 (400N-70P-300K) y T10 (400N-30P-300K) son NO DOMINADOS, en razón que sus costos variables económicamente resultan ser alternativas válidas para el agricultor.

CUADRO 29. Análisis de dominancia para los tratamientos estudiados.

Trat.	Beneficio neto (\$/ha)	Costo variable Total (\$/ha)
T14	795.4	0.0 ND
T6	661.1	243.1 ND
T13	642.3	0.0 D
T3	590.7	180.3 ND
T11	555.7	361.9 ND
T9	548.8	305.8 D
T5	547.2	236.4 D
T7	542.3	292.4 ND
T2	523.3	173.7 D
T1	480.4	167.0 D
T4	469.5	229.7 ND
T12	452.1	368.5 ND
T8	430.5	299.1 D
T10	387.7	355.2 ND

En el análisis marginal (Cuadro 30) se observa que el T6 (200N-70P-300K) presenta una tasa de retorno marginal del 112.10%; el T7 (300N-30P-300K) tiene 116.10% y el T12 (400N-70P-300K) con 484.21%; siendo esta última la mejor alternativa para el agricultor.

CUADRO 30. Análisis marginal (TRM) para los tratamientos No Dominados.

Trat.	Beneficio Neto (\$/ha)	Costo Variable Total (\$/ha)	Incremento Beneficio Neto (\$/ha)	Incremento Costo Variable (\$/ha)	TRM (%)
T14	795.4	0.0	134.3	-243.1	55.24
T6	661.1	243.1	70.4	62.8	112.10
T3	590.7	180.3	35.0	-181.6	19.27
T11	555.7	361.9	13.4	69.5	19.28
T7	542.3	292.4	72.8	62.7	116.10
T4	469.5	229.7	17.4	-138.8	12.53
T12	452.1	368.5	64.4	13.3	484.21
T10	387.7	355.2			

VI. CONCLUSIONES.

1. El tratamiento T11 (400-50-300 Kg/ha de N-P-K) ocupó el primer lugar en variables como altura de planta y número de brotes, pero se deben tener en cuenta factores como la gradiente de fertilidad y la retención de humedad del suelo que influyeron directamente en sus resultados.
2. El promedio de crecimiento de la planta por día a los 30 días fue de 1.58 cm/día (alcanzando 47.6 cm/mes) y a partir de los 30 hasta los 60 días fue de 1.46 cm/día (alcanzando 44.0 cm/mes), logrando un crecimiento total promedio de 91.60 cm.
3. El período transcurrido entre un corte y otro fue de 60 días basados en que en éste lapso de tiempo el cultivo presentó un 10% de floración.
4. La extracción de nutrientes por el cultivo fue mejor para el T11 (400N-50P-300K) con valores de 3.5% de nitrógeno, 0.5% de fósforo y 2.04% de potasio correspondiéndose así con el tratamiento que se ubicó en primer lugar de todas las variables evaluadas.
5. Los pesos promedios de materia verde y seca por 3.6 m² en los 3 cortes fueron de 11.6 y 3.27 Kg respectivamente determinándose en la alfalfa un contenido de humedad del 72.6% y un 27.3% de peso seco.
6. El rendimiento total (Kg/ha) promedio para los 3 cortes en el tratamiento T11 (400N-50P-300K) fue de 38271.5 Kg/ha de materia verde y 10444.4 Kg/ha de materia seca. La media de rendimiento de todos los tratamientos fue de 32297.1 Kg/ha de materia verde y 9083.3 Kg/ha de materia seca, y el rendimiento total promedio de materia verde fue de 1356478.3 Kg/ha.

7. El encalado va acorde con una buena fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio, puesto que en suelos calizos la fertilización de estos elementos debe ser mayor que en suelos que no lo son. El encalado surtió efecto a nivel del pH del suelo ya que su valor subió a 7.98 (Alcalino) disminuyendo hasta 7.14 (PN) que son valores requeridos por el cultivo. El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo fue disminuyendo desde el inicio hasta el final, demostrándose que los mismos fueron aprovechados por la planta en especial el fósforo que no se fijó al suelo gracias a la ayuda del calcio que le favoreció para ser asimilado por parte de la planta. El contenido de calcio fue alto al inicio lo que favoreció al crecimiento de la alfalfa ya que es una planta calcícola necesitando de este elemento que puede ser limitante en la producción al igual que el fósforo. El contenido de materia orgánica fue subiendo durante el ensayo debido a la defoliación de las hojas bajas de la planta contribuyendo en su contenido a nivel de suelo.
8. Se necesitan 10.78 Tm/ha de cal para subir en 1.5 el grado del pH del suelo a una profundidad de 0.3m, esto para los suelos de la parroquia San Andrés, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.
9. Luego del encalado, el valor del pH del suelo disminuye en un promedio de 0.16 por corte de alfalfa, con una tendencia a irse equilibrando mientras mayor es el tiempo transcurrido.
10. La mayor tasa de retorno marginal (TRM) le correspondió al tratamiento T12 (400N-70P-300K) con 484.21% y un beneficio neto de \$452.1/ha.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Basados en las condiciones presentadas en la investigación se recomienda el T11 (400-50-300 Kg/ha de N-P-K) para obtener el mejor rendimiento (38271.5 Kg/ha) y el T12 (400-70-300 Kg/ha de N-P K) para obtener la mayor tasa de retorno marginal (484.21%).
2. Se recomienda realizar trabajos de investigación con las dosis probadas en esta tesis en diferentes localidades con la finalidad de corroborar y verificar los resultados obtenidos en la misma.
3. Se deben realizar trabajos con dosis de fertilización mayores con la finalidad de observar si los rendimientos y la asimilación de nutrientes por parte de la planta aumentan.
4. Realizar labores de enmienda (encalado) en suelos destinados al cultivo de alfalfa cuando el pH sea inferior a 6.5 acorde con una buena fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio.
5. Realizar trabajos de investigación en el cultivo de alfalfa con diferentes dosificaciones de cal y a la vez ver el efecto que produce el encalado sin dotación de fertilización.
6. Realizar trabajos de investigación sobre el efecto del encalado en la formación de nódulos de *Rhizobium meliloti*.

VIII. RESUMEN.

A. INTRODUCCION.

En nuestro país la necesidad de brindar nuevas alternativas para el sector agrícola es prioritaria en especial para el cultivo de alfalfa que cada día aumenta su superficie cultivada especialmente en la provincia de Chimborazo; por lo que es de nuestro interés establecer la respuesta del cultivo a la fertilización inorgánica y encalamiento para la corrección del pH del suelo, para de esta forma obtener mejores rendimientos y por consecuencia mejorar las condiciones económicas de los agricultores. De ahí que la investigación titulada: "EFICIENCIA DE LA FERTILIZACION INORGANICA EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L) Y ENCALAMIENTO PARA LA CORRECCION DEL pH DEL SUELO" tuvo los siguientes objetivos: Determinar la eficiencia de la fertilización inorgánica en el cultivo de alfalfa y encalamiento para la corrección del pH del suelo; Evaluar la producción del cultivo de alfalfa; Realizar un análisis económico.

B. METODOLOGIA.

El ensayo se realizó en la parroquia San Andrés, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo ubicado a una altitud de 2838 m.s.n.m; latitud $01^{\circ} 38' 25''$ Sur y longitud $78^{\circ} 40' 47''$ Oeste. Con una temperatura media de 12.8°C , precipitación de 723.6 mm y humedad relativa media del 66%. Según Holdridge corresponde a la formación ecológica estepa espinosa Montano Bajo (eeMB). Las características físicas del suelo son textura franco arenosa, estructura suelta, drenaje bueno y pendiente menor al 2% (casi plana). En la presente investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 14 tratamientos y 3 repeticiones. El factor en estudio lo constituye la fertilización inorgánica y su influencia en la producción de alfalfa. Se realizó la prueba de Tukey al 5% para comparar medias. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de brotes, días al corte, análisis de muestras de suelo, producción de materia verde y seca, rendimiento total y análisis económico.

C. RESULTADOS Y DISCUSION.

La prueba de Tukey al 5% para el promedio de los 3 cortes (32297.1 Kg/ha) presenta un rendimiento que de acuerdo al manual de fertilizantes del Centro Regional de Ayuda Técnica de la Agencia para el Desarrollo Internacional puede calificarse como excelente pues supera al límite establecido para esta categoría (10100 Kg/ha). Además supera al obtenido por Novillo (1997) que fue de 10.77 Tm/ha; al reportado por Vaca (1987) quien obtuvo 10.4 - 11.2 Tm/ha y al manifestado por Márquez (1982) de 13.5 - 16.8 Tm/ha, por lo que se puede decir que la presente investigación tiene los mejores resultados a nivel de rendimiento de materia verde en comparación con otros trabajos experimentales. El T11 (400-50-300 Kg/ha de N-P-K) obtuvo el mejor rendimiento a nivel de los tratamientos debiéndose tener en cuenta que jugaron un papel fundamental los factores gradiente de fertilidad y retención de humedad del suelo los que influyeron directamente en los resultados obtenidos; al igual el T14 (testigo absoluto) se vio favorecido por estos factores razón por la que superó a tratamientos con fertilización. El T13 (testigo + cal) se ubicó en el último lugar puesto que el encalado debe ir acorde con una buena fertilización de N-P-K porque sino su efecto es perjudicial para la planta a nivel de asimilación de nutrientes. El tratamiento T12 (400-70-300 Kg/ha de N-P-K) obtuvo la mayor tasa de retorno marginal con 484.21% y un beneficio neto de \$ 452.1/ha siendo la mejor alternativa para los productores de alfalfa.

D. CONCLUSIONES.

1. El tratamiento T11 (400-50-300 Kg/ha de N-P-K) ocupó el primer lugar en variables como altura de planta y número de brotes, pero se deben tener en cuenta factores como la gradiente de fertilidad y la retención de humedad del suelo que influyeron directamente en sus resultados.

2. El promedio de crecimiento de la planta por día a los 30 días fue de 1.58 cm/día (alcanzando 47.6 cm/mes) y a partir de los 30 hasta los 60 días fue de 1.46 cm/día (alcanzando 44.0 cm/mes), logrando un crecimiento total promedio de 91.60 cm.
3. El período transcurrido entre un corte y otro fue de 60 días basados en que en éste lapso de tiempo el cultivo presentó un 10% de floración.
4. La extracción de nutrientes por el cultivo fue mejor para el T11 (400N-50P-300K) con valores de 3.5% de nitrógeno, 0.5% de fósforo y 2.04% de potasio correspondiéndose así con el tratamiento que se ubicó en primer lugar de todas las variables evaluadas.
5. Los pesos promedios de materia verde y seca por 3.6 m² en los 3 cortes fueron de 11.6 y 3.27 Kg respectivamente determinándose en la alfalfa un contenido de humedad del 72.6% y un 27.3% de peso seco.
6. El rendimiento total (Kg/ha) promedio para los 3 cortes en el tratamiento T11 (400N-50P-300K) fue de 38271.5 Kg/ha de materia verde y 10444.4 Kg/ha de materia seca. La media de rendimiento de todos los tratamientos fue de 32297.1 Kg/ha de materia verde y 9083.3 Kg/ha de materia seca, y el rendimiento total promedio de materia verde fue de 1356478.3 Kg/ha.
7. El encalado va acorde con una buena fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio, puesto que en suelos calizos la fertilización de estos elementos debe ser mayor que en suelos que no lo son. El encalado surtió efecto a nivel del pH del suelo ya que su valor subió a 7.98 (Alcalino) disminuyendo hasta 7.14 (PN) que son valores requeridos por el cultivo. El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo fue disminuyendo desde el inicio hasta el final, demostrándose que los mismos fueron aprovechados por la planta en especial el fósforo que no se fijó al suelo gracias a la ayuda del calcio que le favoreció para ser

asimilado por parte de la planta. El contenido de calcio fue alto al inicio, lo que favoreció al crecimiento de la alfalfa ya que es una planta calcícola necesitando de este elemento que puede ser limitante en la producción al igual que el fósforo. El contenido de materia orgánica fue subiendo durante en ensayo debido a la defoliación de las hojas bajas de la planta contribuyendo en su contenido a nivel de suelo.

8. Se necesitan 10.78 Tm/ha de cal para subir en 1.5 el grado del pH del suelo a una profundidad de 0.3m, esto para los suelos de la parroquia San Andrés, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo y para aquellos con características similares a las presentadas en esta investigación.
9. Luego del encalado, el valor del pH del suelo disminuye en un promedio de 0.16 por corte de alfalfa, con una tendencia a irse equilibrando mientras mayor es el tiempo transcurrido.
10. La mayor tasa de retorno marginal (TRM) le correspondió al tratamiento T12 (400N-70P-300K) con 484.21% y un beneficio neto de \$452.1/ha.

E. RECOMENDACIONES.

1. Basados en las condiciones presentadas en la investigación se recomienda el T11 (400-50-300 Kg/ha de N-P-K) para obtener el mejor rendimiento (38271.5 Kg/ha) y el T12 (400-70-300 Kg/ha de N-P K) para obtener la mayor tasa de retorno marginal (484.21%).
2. Se recomienda realizar trabajos de investigación con las dosis probadas en esta tesis en diferentes localidades con la finalidad de corroborar y verificar los resultados obtenidos en la misma.

3. Se deben realizar trabajos con dosis de fertilización mayores con la finalidad de observar si los rendimientos y la asimilación de nutrientes por parte de la planta aumentan.
4. Realizar labores de enmienda (encalado) en suelos destinados al cultivo de alfalfa cuando el pH sea inferior a 6.5 acorde con una buena fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio.
5. Realizar trabajos de investigación en el cultivo de alfalfa con diferentes dosificaciones de cal y a la vez ver el efecto que produce el encalado sin dotación de fertilización.
6. Realizar trabajos de investigación sobre el efecto del encalado en la formación de nódulos de *Rhizobium meliloti*.

IX. SUMMARY.

A. INTRODUCTION.

In our country the necessity to offer new alternatives for the agricultural sector is high-priority especially for the lucern cultivation that every day its surface cultivated especially in the Chimborazo province increases; for what is of our interest to establish the answer from the cultivation to the inorganic fertilization and liming for the floor's pH correction, for this way to obtain better yields and for consequence to improve the economic conditions of the farmers. With the result that the titled investigation: EFFICIENCY OF THE INORGANIC FERTILIZATION IN THE ALFALFA CULTIVATION (*Medicago sativa* L) AND LIMING FOR THE CORRECTION OF THE pH OF THE FLOOR had the following objectives: to determine inorganic fertilization efficiency in the lucern cultivation and liming for the correction of the pH of the floor; to evaluate the production of the lucern cultivation; to carry out an economic analysis.

B. METHODOLOGY.

The rehearsal was carried out in the parish San Andrés, Cantón Guano, Chimborazo province located to an altitude of 2838 m.s.n.m; latitude 010 38 ' 25 South and longitude 780 40 ' 47 West. With a half temperature of 12.80C, precipitation of 723.6 mm and humidity relative stocking of 66%. According Holdridge corresponds to the ecological formation thorny steppe Montano Under (eeMB). The physical characteristics of the floor are sandy texture franc, it structures loose, good drainage and smaller slope to 2% (almost plane). In the present investigation the Design of Complete Blocks was used at random (BCA) with 14 treatments and 3 repetitions. The factor in study constitutes the inorganic fertilization and its influence in the lucern production. She/he was carried out the test from Tukey to 5% to compare stockings. The evaluated variables were plant height, number of buds, days to the cut, analysis of floor samples, production of green and dry coarse, total yield and economic analysis.

C. RESULTS AND DISCUSSION.

The test of Tukey to 5% for the 3 courts average (32297.1 Kg/ha) it presents a yield that according to the manual of fertilizers of the Regional Center of technical support of the Agency for the International Development can be qualified as excellent because it overcomes to the established limit for this category (10100 Kg/ha). So overcomes the one obtained by Young bull (1997) that was of 10.77 Tm/ha; to the one reported by Cow (1987) who obtained 10.4 - 11.2 Tm/ha and to the one manifested by Márquez (1982) of 13.5 - 16.8 Tm/ha, for what one can say that the present investigation has the best results at level of yield of green matter in comparison with other experimental works. The T11 (400-50-300 Kg/ha of N-P-K) obtained the best yield at level of the treatments should keep in mind that they played a fundamental paper the factors fertility gradient and floor humidity retention those that influenced directly in the obtained results; to the equal the T14 (absolute witness) it was favored by these factors reason by which overcame to treatments with fertilization. The T13 (witness + lime) it was located in the last place since the one whitewashing chord should go with a good fertilization of N-P-K because but their effect it is harmful for the plant at level of nutriments asimilation. The treatment T12 (400-70-300 Kg/ha of N-P-K) she/he obtained the biggest rate of marginal return with 484.21% and a net profit of \$452.1/ha being the best alternative for those producing of medic.

D. CONCLUSIONS.

1. The treatment T11 (400-50-300 Kg/ha of N-P-K) occupied the first place in variables as plant height and number of buds, but they should be had in bill factors like the fertility gradient and the floor's humidity retention that influenced directly in their results.
2. The average of growth of the plant per day to the 30 days was of 1.58 cm/day (reaching 47.6 cm/month) and starting from the 30 until the 60 days was of 1.46 cm/day (reaching 44.0 cm/month), achieving a growth total average of 91.60 cm.

3. The period lapsed between a cut and another was of 60 days based in that in this lapse of time the cultivation presented 10% flowering .
4. The nutriments extraction per the cultivation was better for the T11 (400N-50P-300K) with values of 3.5% nitrogen, 0.5% phosphorus and 2.04% of potassium belonging together this way with the treatment that was located in the first place of all the evaluated variables.
5. The green and dry matter average weight for 3.6 m² in the 3 courts they were respectively of 11.6 and 3.27 Kg being determined in the lucern a content of humidity of 72.6% and 27.3% of dry weight.
6. The total yield (Kg/ha) I average for the 3 cuts in the treatment T11 (400N-50P-300K) it was of 38271.5 Kg/ha of green matter and 10444.4 Kg/ha of dry matter. The stocking of yield of all the treatments was of 32297.1 Kg/ha of green matter and 9083.3 Kg/ha of dry matter, and the yield total average of green matter was of 1356478.3 Kg/ha.
7. The one whitewashed chord goes with a good nitrogen fertilization, phosphorus and potassium, spare wich on calcareous floors the fertilization of these elements should be bigger than in floors that are not it. The one whitewashed provided effect since at level of the pH of the floor their value it ascended at 7.98 (Alkaline) diminishing up to 7.14 (PN) that are values required by the cultivation. The nitrogen content, phosphorus and potassium in the floor were diminishing from the beginning until the end, being demonstrated that the same ones were taken advantage of especially by the plant the phosphorus that didn't notice to the floor thanks to the help of the calcium that favored him to be assimilated on the plant part. The calcium content went high in the beginning, it favored the lucern growing is a plant calcícola needing of this element that can be restrictive in the production the same as the phosphorus. The organic matter content was ascending during in rehearsal due to the defoliation of the bottom leaves of the plant contributing in its content at floor level.

8. 10.78 Tm/ha of lime is needed to ascend in 1.5 the degree of the pH from the floor to a depth of 0.3m, this for the floors of the parish San Andrés, Cantón Guano, Chimborazo province and for those with the same characteristics to those presented in this investigation.
9. After the one whitewashed, the value of the pH of the floor diminishes in an average of 0.16 for lucern cpurt, with a tendency to leave balancing while adult is the lapsed time.
10. The biggest marginal return measure (TRM) it corresponded to the treatment T12 (400N-70P-300K) with 484.21% and a net profit of \$452.1/ha.

E. RECOMMENDATIONS.

1. Based on the conditions presented in the investigation it is recommended the T11 (400-50-300 Kg/ha of N-P-K) to obtain the best yield (38271.5 Kg/ha) and the T12 (400-70-300 Kg/ha of N-P K) to obtain the biggest marginal return measure (484.21%).
2. It is recommended to realize out investigation works with the doses proven in this thesis in different towns with the purpose to corroborate and to verify the results obtained in the same one.
3. Works should be realize out with dose of more fertilization with the observing purpose if the yields and the nutriments assimilation on the part of the plant increase.
4. To carry out amendment works (whitewashed) on floors dedicated to the lucern cultivation when the pH is low to 6.5 chord with a good nitrogen fertilization, phosphorus and potassium.

5. To carry out investigation works in the lucern cultivation with different dosages of lime and at the same time to see the effect that produces the one whitewashed without fertilization endowment.

6. To carry out investigation works on the effect of the one whitewashed in the formation of *Rhizobium meliloti* nodules.

X. BIBLIOGRAFIA.

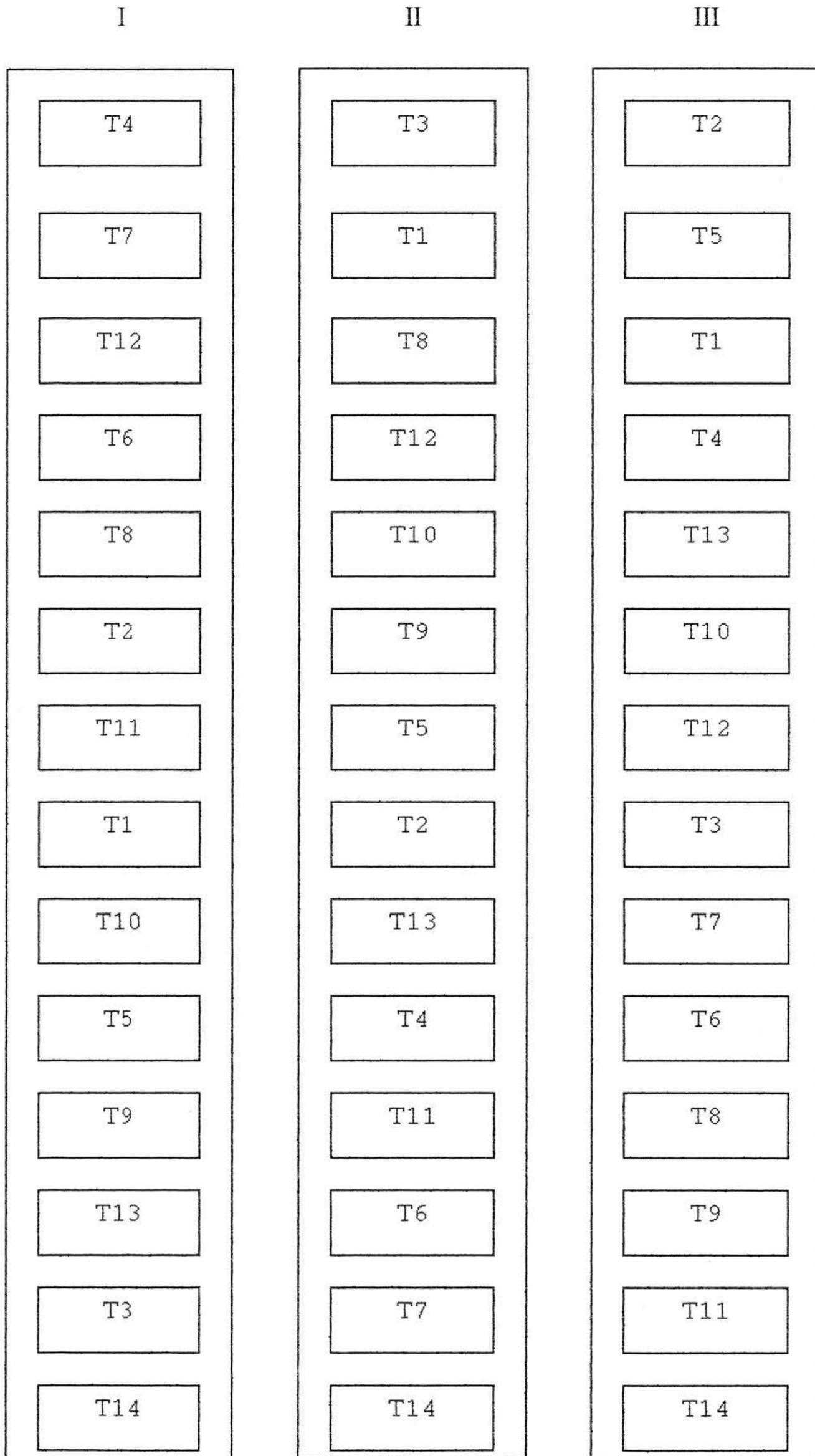
1. A.I.D. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. 1979. Manual de fertilizantes, Copyright por el National Plant Food Institute. Primera edición. 292 p.
2. BENITEZ, A. 1986. Pastos y Forrajes. Editorial Universitaria. Universidad Central del Ecuador. 356 p.
3. BORJA, R. 1974. Control químico de malezas en alfalfares establecidos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba - Ecuador.
4. CACERES, J. 1976. Recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador. Boletín Técnico No. 18. Estación Experimental Santa Catalina 4-9 pp.
5. CENDES. 1973. Harina de alfalfa pelletizada. Boletín Divulgativo. 40-60 pp.
6. CAMPOS, I. 1981. Suelos, Abonos y Fertilizantes, como mejorar la fertilidad del terreno. Editorial de Vecchi S.A. Barcelona - España. 66-68 pp.
7. DEL POZO, M. 1983. La Alfalfa, su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi - Prensa. Tercera edición. Madrid - España. 90-100, 214-224 pp.
8. DOMINGUEZ, A. 1978. Abonos Minerales. Publicaciones de Extensión Agraria. Quinta edición. Madrid - España. pp 78-80.

9. FOTH, H. 1990. Fundamentos de la ciencia del suelo Editorial Continental S.A. Cuarta edición. México. 207-211 pp.
10. GUZMAN, P. 1989. Respuesta de alfalfares establecidos a la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro en el Cantón Cuenca. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Zootécnica. Riobamba- Ecuador. 78-82 pp.
11. HANSON, C. 1972. Ciencia y tecnología de la alfalfa. Tomo 1. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Primera Edición. Uruguay. 409-428 pp.
12. LEON, J. Forrajicultura y Pasticultura. Salvat Editores S.A. Barcelona - España. 270-272 pp.
13. MARQUEZ, H. 1982. Fertilización en alfalfa (*Medicago sativa*) y extracción de nutrientes, en el cantón Riobamba. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba - Ecuador. 74 p.
14. MARTINEZ, N. 1977. Levantamiento detallado de suelos de la zona Licán - Riobamba. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba - Ecuador.
15. MELA, P. 1973. Cultivos de Regadío. Tomo II. Ediciones Agrocienza. Zaragoza - España. 100-125 pp.

16. NOVILLO, G. 1997. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en un cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba - Ecuador. 3-20 pp.
17. PINO, G. 1990. Determinación de la lámina de intervalo de riego óptimos en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), en canteros en suelos arenosos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba - Ecuador. 3-8 pp.
18. PRIMAVESI, A. 1984. Manejo Ecológico del Suelo. Editorial El Ateneo. Quinta edición. Argentina. 242 p.
19. ROMERO, C. 1992. Evaluación de cepas nativas de *Rhizobium meliloti* en alfalfa (*Medicago sativa*), bajo condiciones controladas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba - Ecuador. 61 p.
20. SALAMANCA, R. 1986. Pastos y Forrajes, producción y manejo. Editada por Universidad Santo Tomás. Bogotá - Colombia. 140- 150 pp.
21. VACA, A. 1987. Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) de tres a cuatro años de establecidos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba - Ecuador. 4-19 pp.

ANEXOS .

ANEXO 1. ESQUEMA DEL ENSAYO EN CAMPO.



ANEXO 2. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 30 DIAS LUEGO DEL PRIMER CORTE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	49,2	58,8	39,7	147,7	49,2
T2	46,4	51,5	51,4	149,3	49,8
T3	49,6	58,9	48,1	156,6	52,2
T4	42,2	43,3	60,2	145,7	48,6
T5	45,7	58,7	52,6	157,0	52,3
T6	47,4	59,0	62,6	169,0	56,3
T7	30,4	60,2	57,4	148,0	49,3
T8	43,8	70,6	40,9	155,3	51,8
T9	42,9	64,9	52,2	160,0	53,3
T10	41,4	54,7	58,8	154,9	51,6
T11	48,2	70,8	53,6	172,6	57,5
T12	27,7	69,9	61,4	159,0	53,0
T13	33,3	49,6	51,6	134,5	44,8
T14	43,7	58,5	55,1	157,3	52,4
Σ	591,9	829,4	745,6	2166,9	51,6

ANEXO 3. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 60 DIAS LUEGO DEL PRIMER CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	104,1	98,2	82,9	285,2	95,1
T2	94,0	85,6	105,8	285,4	95,1
T3	88,8	118,2	101,5	308,5	102,8
T4	82,3	84,2	120,4	286,9	95,6
T5	82,3	126,7	101,3	310,3	103,4
T6	83,9	122,8	117,2	323,9	108,0
T7	60,2	113,9	109,3	283,4	94,5
T8	82,8	134,5	86,7	304,0	101,3
T9	82,9	124,6	99,4	306,9	102,3
T10	73,7	136,6	100,6	310,9	103,6
T11	87,7	135,4	99,6	322,7	107,6
T12	58,6	128,4	105,6	292,6	97,5
T13	65,8	96,8	96,0	258,6	86,2
T14	86,5	92,6	107,0	286,1	95,4
Σ	1133,6	1598,5	1433,3	4165,4	99,2

ANEXO 4. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 30 DIAS LUEGO DEL SEGUNDO CORTE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	51,5	50,7	44,8	147,0	49,0
T2	52,9	52,5	45,3	150,7	50,2
T3	52,4	50,4	47,7	150,5	50,2
T4	47,9	46,6	44,1	138,6	46,2
T5	47,8	46,5	41,9	136,2	45,4
T6	54,2	49,8	47,6	151,6	50,5
T7	47,6	48,5	44,9	141,0	47,0
T8	51,4	46,9	43,1	141,4	47,1
T9	48,5	49,7	50,7	148,9	49,6
T10	52,5	47,3	44,4	144,2	48,1
T11	54,7	51,7	50,6	157,0	52,3
T12	47,8	42,9	43,3	134,0	44,7
T13	48,2	50,1	44,1	142,4	47,5
T14	49,7	48,4	46,3	144,4	48,1
Σ	707,1	682,0	638,8	2027,9	48,3

ANEXO 5. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 60 DIAS LUEGO DEL SEGUNDO CORTE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	94,3	93,0	82,1	269,4	89,8
T2	98,1	97,5	84,1	279,7	93,2
T3	97,8	94,2	89,2	281,2	93,7
T4	94,6	92,1	87,1	273,8	91,3
T5	100,1	97,4	87,8	285,3	95,1
T6	95,6	97,2	96,5	289,3	96,4
T7	92,8	94,6	87,6	275,0	91,7
T8	99,6	90,9	83,6	274,1	91,4
T9	98,9	87,9	89,6	276,4	92,1
T10	98,2	88,5	83,1	269,8	89,9
T11	101,0	95,6	93,5	290,1	96,7
T12	99,9	89,8	90,5	280,2	93,4
T13	95,2	83,3	82,0	260,5	86,8
T14	95,5	85,5	81,3	262,3	87,4
Σ	1361,6	1287,5	1218,0	3867,1	92,1

**ANEXO 6. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 30 DIAS LUEGO DEL
TERCER CORTE**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	41,0	42,0	35,3	118,3	39,4
T2	42,8	42,3	35,9	121,0	40,3
T3	49,3	41,3	37,0	127,6	42,5
T4	46,0	42,6	37,2	125,8	41,9
T5	49,0	44,3	38,3	131,6	43,9
T6	52,9	44,4	41,9	139,2	46,4
T7	46,1	47,4	41,0	134,5	44,8
T8	46,7	45,2	35,9	127,8	42,6
T9	46,3	48,8	43,1	138,2	46,1
T10	49,7	42,7	41,2	133,6	44,5
T11	51,2	48,5	42,9	142,6	47,5
T12	43,4	50,1	44,3	137,8	45,9
T13	40,8	39,5	31,6	111,9	37,3
T14	43,7	40,0	37,7	121,4	40,5
Σ	648,9	619,1	543,3	1811,3	43,1

**ANEXO 7. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 60 DIAS LUEGO DEL
TERCER CORTE**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	86,8	81,3	73,7	241,8	80,6
T2	86,6	87,2	73,8	247,6	82,5
T3	88,2	89,9	78,1	256,2	85,4
T4	89,7	82,8	74,4	246,9	82,3
T5	88,3	88,1	70,1	246,5	82,2
T6	93,5	92,3	85,1	270,9	90,3
T7	91,2	89,6	84,1	264,9	88,3
T8	88,2	86,1	76,1	250,4	83,5
T9	89,4	87,7	82,1	259,2	86,4
T10	88,4	84,8	69,7	242,9	81,0
T11	93,0	92,7	85,2	270,9	90,3
T12	91,6	92,0	76,2	259,8	86,6
T13	80,7	68,6	64,2	213,5	71,2
T14	86,4	78,0	70,2	234,6	78,2
Σ	1242,0	1201,1	1063,0	3506,1	83,5

ANEXO 8. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 30 DIAS PROMEDIO DE 3 CORTES

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	49,2	49,0	39,4	137,6	45,9
T2	49,7	50,2	40,3	140,2	46,7
T3	52,2	50,1	42,5	144,8	48,3
T4	48,5	46,2	41,9	136,6	45,5
T5	52,3	45,4	43,8	141,5	47,2
T6	56,3	50,5	46,4	153,2	51,1
T7	49,3	47,0	44,8	141,1	47,0
T8	51,7	47,1	42,6	141,4	47,1
T9	53,3	49,6	46,0	148,9	49,6
T10	51,6	48,0	44,5	144,1	48,0
T11	57,5	52,3	47,5	157,3	52,4
T12	53,0	44,6	45,9	143,5	47,8
T13	44,8	47,4	37,3	129,5	43,2
T14	52,4	48,1	40,4	140,9	47,0
Σ	721,8	675,5	603,3	2000,6	47,6

ANEXO 9. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 60 DIAS PROMEDIO 3 CORTES.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	95	89,8	80,6	265,4	88,5
T2	95,1	93,2	82,5	270,8	90,3
T3	102,8	93,7	85,4	281,9	94,0
T4	95,6	91,2	82,3	269,1	89,7
T5	103,4	95,1	82,1	280,6	93,5
T6	107,9	96,4	90,3	294,6	98,2
T7	94,4	91,6	88,3	274,3	91,4
T8	101,3	91,3	83,4	276,0	92,0
T9	102,3	92,1	86,4	280,8	93,6
T10	103,6	93,2	80,9	277,7	92,6
T11	107,5	96,7	90,3	294,5	98,2
T12	97,5	93,4	86,6	277,5	92,5
T13	86,2	86,8	71,1	244,1	81,4
T14	95,3	87,4	78,2	260,9	87,0
Σ	1387,9	1291,9	1168,4	3848,2	91,6

ANEXO 10. NUMERO DE BROTES A LOS 30 DIAS LUEGO DEL PRIMER CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	31,2	25,2	19,6	76,0	25,3
T2	22,2	28,1	28,9	79,2	26,4
T3	26,7	29,4	23,5	79,6	26,5
T4	26,0	20,3	28,7	75,0	25,0
T5	29,8	31,2	21,7	82,7	27,6
T6	30,9	28,1	31,1	90,1	30,0
T7	17,8	37,4	28,7	83,9	28,0
T8	25,1	31,0	23,4	79,5	26,5
T9	25,2	33,7	26,8	85,7	28,6
T10	27,9	31,6	27,1	86,6	28,9
T11	25,7	33,9	30,3	89,9	30,0
T12	25,2	23,1	27,0	75,3	25,1
T13	26,8	27,6	17,1	71,5	23,8
T14	20,8	28,9	30,4	80,1	26,7
Σ	361,3	409,5	364,3	1135,1	27,0

ANEXO 11. NUMERO DE BROTES A LOS 60 DIAS LUEGO DEL PRIMER CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	25,4	30,3	16,9	72,6	24,2
T2	23,9	20,9	28,9	73,7	24,6
T3	30,4	25,8	21,7	77,9	26,0
T4	21,1	23,9	25,2	70,2	23,4
T5	31,0	22,6	26,7	80,3	26,8
T6	25,2	29,9	30,9	86,0	28,7
T7	16,7	35,0	22,0	73,7	24,6
T8	24,3	30,1	24,7	79,1	26,4
T9	32,2	21,0	23,7	76,9	25,6
T10	27,8	31,6	26,1	85,5	28,5
T11	19,2	30,0	36,7	85,9	28,6
T12	20,2	26,7	26,2	73,1	24,4
T13	28,7	20,2	18,6	67,5	22,5
T14	20,5	28,6	28,5	77,6	25,9
Σ	346,6	376,6	356,8	1080,0	25,7

ANEXO 12. NUMERO DE BROTES A LOS 30 DIAS LUEGO DEL SEGUNDO CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	30,6	28,7	23,3	82,6	27,5
T2	28,3	28,7	31,0	88,0	29,3
T3	33,9	24,8	28,4	87,1	29,0
T4	21,4	25,7	26,3	73,4	24,5
T5	28,9	24,0	22,5	75,4	25,1
T6	31,5	30,3	28,8	90,6	30,2
T7	24,1	29,0	24,9	78,0	26,0
T8	25,4	24,4	23,9	73,7	24,6
T9	33,4	25,9	28,7	88,0	29,3
T10	31,5	23,8	25,7	81,0	27,0
T11	31,8	31,4	27,9	91,1	30,4
T12	20,7	19,7	21,4	61,8	20,6
T13	27,2	21,5	22,0	70,7	23,6
T14	27,4	26,8	28,1	82,3	27,4
Σ	396,1	364,7	362,9	1123,7	26,8

ANEXO 13. NUMERO DE BROTES A LOS 60 DIAS LUEGO DEL SEGUNDO CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	26,3	24,7	20,1	71,1	23,7
T2	21,0	21,3	26,0	68,3	22,8
T3	28,1	23,5	26,9	78,5	26,2
T4	27,8	23,1	25,2	76,1	25,4
T5	30,1	25,0	23,5	78,6	26,2
T6	28,1	26,6	26,2	80,9	27,0
T7	22,6	27,2	23,4	73,2	24,4
T8	24,6	23,7	23,2	71,5	23,8
T9	30,6	23,8	26,3	80,7	26,9
T10	31,4	23,8	25,7	80,9	27,0
T11	22,9	29,1	33,0	85,0	28,3
T12	27,4	26,2	24,4	78,0	26,0
T13	28,6	22,7	23,2	74,5	24,8
T14	27,0	26,5	26,8	80,3	26,8
Σ	376,5	347,2	353,9	1077,6	25,7

ANEXO 14. NUMERO DE BROTES A LOS 30 DIAS LUEGO DEL TERCER CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	15,8	17,8	15,8	49,4	16,5
T2	16,9	18,9	18,6	54,4	18,1
T3	17,2	18,5	16,4	52,1	17,4
T4	16,2	19,9	19,1	55,2	18,4
T5	18,1	19,2	20,1	57,4	19,1
T6	18,6	22,2	23,1	63,9	21,3
T7	16,6	20,9	21,6	59,1	19,7
T8	17,5	20,2	20,2	57,9	19,3
T9	18,1	22,7	21,8	62,6	20,9
T10	17,6	21,8	18,9	58,3	19,4
T11	18,7	22,0	24,9	65,6	21,9
T12	17,2	21,0	22,3	60,5	20,2
T13	15,9	17,2	14,6	47,7	15,9
T14	17,3	19,7	19,9	56,9	19,0
Σ	241,7	282,0	277,3	801,0	19,1

ANEXO 15. NUMERO DE BROTES A LOS 60 DIAS LUEGO DEL TERCER CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	20,9	19,0	18,2	58,1	19,4
T2	18,8	23,3	18,9	61,0	20,3
T3	21,1	22,1	21,0	64,2	21,4
T4	22,5	24,5	19,9	66,9	22,3
T5	19,9	22,3	21,7	63,9	21,3
T6	22,8	25,0	26,2	74,0	24,7
T7	20,5	20,3	21,8	62,6	20,9
T8	21,9	24,4	18,7	65,0	21,7
T9	22,1	22,5	20,7	65,3	21,8
T10	20,3	23,3	21,5	65,1	21,7
T11	25,9	25,1	26,9	77,9	26,0
T12	20,3	22,4	24,6	67,3	22,4
T13	16,4	18,5	19,7	54,6	18,2
T14	19,5	23,9	21,3	64,7	21,6
Σ	292,9	316,6	301,1	910,6	21,7

ANEXO 16. NUMERO DE BROTES A LOS 30 DIAS PROMEDIO 3 CORTES.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	25,3	27,5	16,4	69,2	23,1
T2	26,4	29,3	18,3	74,0	24,7
T3	26,5	29,0	17,3	72,8	24,3
T4	25,0	24,4	18,4	67,8	22,6
T5	27,5	25,1	19,1	71,7	23,9
T6	30,0	30,2	21,3	81,5	27,2
T7	27,9	26,0	19,7	73,6	24,5
T8	26,5	24,5	19,3	70,3	23,4
T9	28,5	29,3	20,8	78,6	26,2
T10	28,8	27,0	19,4	75,2	25,1
T11	29,9	30,3	21,8	82,0	27,3
T12	25,1	20,6	20,1	65,8	21,9
T13	23,8	23,5	15,9	63,2	21,1
T14	26,7	27,4	18,9	73,0	24,3
Σ	377,9	374,1	266,7	1018,7	24,3

ANEXO 17. NUMERO DE BROTES A LOS 60 DIAS PROMEDIO 3 CORTES.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	24,2	23,7	19,3	67,2	22,4
T2	24,5	22,7	20,3	67,5	22,5
T3	25,9	26,1	21,4	73,4	24,5
T4	23,4	25,3	22,3	71,0	23,7
T5	26,7	26,2	21,3	74,2	24,7
T6	28,6	26,9	24,6	80,1	26,7
T7	24,5	24,4	20,8	69,7	23,2
T8	26,3	23,8	21,6	71,7	23,9
T9	25,6	26,9	21,7	74,2	24,7
T10	28,5	26,9	21,7	77,1	25,7
T11	28,6	28,3	25,9	82,8	27,6
T12	24,3	26,0	22,4	72,7	24,2
T13	22,5	24,8	18,2	65,5	21,8
T14	25,8	26,7	21,5	74,0	24,7
Σ	359,4	358,7	303,0	1021,1	24,3

ANEXO 18. MATERIA VERDE DEL PRIMER CORTE (Kg/parcela neta).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	13,2	11,8	8,1	33,1	11,0
T2	11,4	11,2	10,9	33,5	11,2
T3	13,0	12,7	13,0	38,7	12,9
T4	10,1	11,4	12,3	33,8	11,3
T5	12,5	16,3	13,6	42,4	14,1
T6	11,4	18,1	16,3	45,8	15,3
T7	7,4	17,8	13,2	38,4	12,8
T8	10,9	13,6	11,4	35,9	12,0
T9	11,6	17,2	14,9	43,7	14,6
T10	10,1	14,5	13,6	38,2	12,7
T11	11,6	19,0	15,2	45,8	15,3
T12	9,6	14,1	14,0	37,7	12,6
T13	11,8	12,0	11,0	34,8	11,6
T14	9,0	14,9	14,1	38,0	12,7
Σ	153,6	204,6	181,6	539,8	12,9

ANEXO 19. MATERIA SECA DEL PRIMER CORTE (Kg/parcela neta).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	3,57	3,80	2,35	9,72	3,24
T2	4,41	3,87	3,15	11,43	3,81
T3	4,28	4,52	4,88	13,68	4,56
T4	3,44	3,98	4,08	11,50	3,83
T5	3,64	5,11	4,39	13,14	4,38
T6	3,54	6,58	5,38	15,50	5,17
T7	2,54	5,75	4,93	13,22	4,41
T8	3,82	4,67	4,30	12,79	4,26
T9	3,57	5,42	5,13	14,12	4,71
T10	3,34	5,14	4,40	12,88	4,29
T11	3,38	6,18	5,30	14,86	4,95
T12	2,50	4,53	5,36	12,39	4,13
T13	4,05	4,14	3,68	11,87	3,96
T14	3,38	5,38	5,97	14,73	4,91
Σ	49,46	69,07	63,30	181,83	4,33

ANEXO 20. MATERIA VERDE DEL SEGUNDO CORTE (Kg/parcela neta)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	9,8	9,6	9,6	29,0	9,7
T2	10,0	11,4	9,8	31,2	10,4
T3	12,0	10,7	11,0	33,7	11,2
T4	9,0	11,0	10,9	30,9	10,3
T5	12,1	12,5	8,7	33,3	11,1
T6	12,7	12,7	13,8	39,2	13,1
T7	10,0	13,8	14,0	37,8	12,6
T8	11,0	10,7	10,7	32,4	10,8
T9	11,0	13,2	11,6	35,8	11,9
T10	11,4	10,9	11,6	33,9	11,3
T11	13,8	13,8	12,3	39,9	13,3
T12	13,0	12,0	13,0	38,0	12,7
T13	8,7	9,0	8,9	26,6	8,9
T14	11,8	13,8	9,8	35,4	11,8
Σ	156,3	165,1	155,7	477,1	11,4

ANEXO 21. MATERIA SECA DEL SEGUNDO CORTE (Kg/parcela neta).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	2,66	2,89	2,09	7,64	2,55
T2	2,82	2,76	2,00	7,58	2,53
T3	2,61	3,90	3,41	9,92	3,31
T4	2,71	2,78	2,14	7,63	2,54
T5	3,36	2,66	1,85	7,87	2,62
T6	3,54	2,73	2,73	9,00	3,00
T7	2,78	3,06	3,69	9,53	3,18
T8	3,28	2,37	2,93	8,58	2,86
T9	2,98	2,77	2,35	8,10	2,70
T10	3,16	3,36	2,55	9,07	3,02
T11	3,95	3,13	2,38	9,46	3,15
T12	3,81	2,69	3,89	10,39	3,46
T13	2,34	2,34	2,78	7,46	2,49
T14	3,22	3,44	2,64	9,30	3,10
Σ	43,22	40,88	37,43	121,53	2,89

ANEXO 22. MATERIA VERDE DEL TERCER CORTE (Kg/parcela neta).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	11,0	7,2	7,2	25,4	8,5
T2	10,5	11,4	7,6	29,5	9,8
T3	12,9	8,9	10,0	31,8	10,6
T4	11,0	11,2	7,6	29,8	9,9
T5	13,4	10,5	6,3	30,2	10,1
T6	12,7	13,6	10,9	37,2	12,4
T7	11,2	14,0	11,4	36,6	12,2
T8	11,6	8,7	10,0	30,3	10,1
T9	12,5	11,2	12,3	36,0	12,0
T10	12,1	9,0	7,2	28,3	9,4
T11	12,3	13,0	13,0	38,3	12,8
T12	15,0	10,1	10,1	35,2	11,7
T13	11,0	8,1	6,3	25,4	8,5
T14	11,8	12,0	10,3	34,1	11,4
Σ	169,0	148,9	130,2	448,1	10,7

ANEXO 23. MATERIA SECA DEL TERCER CORTE (Kg/parcela neta).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	2,55	1,75	1,87	6,17	2,06
T2	2,47	2,78	1,86	7,11	2,37
T3	3,08	2,27	2,48	7,83	2,61
T4	2,34	2,97	2,18	7,49	2,50
T5	3,65	2,54	1,61	7,80	2,60
T6	2,88	3,32	2,80	9,00	3,00
T7	2,49	2,94	2,77	8,20	2,73
T8	2,66	2,13	2,28	7,07	2,36
T9	2,77	2,29	2,72	7,78	2,59
T10	2,94	2,66	1,91	7,51	2,50
T11	3,09	3,40	3,06	9,55	3,18
T12	3,17	2,76	3,43	9,36	3,12
T13	2,65	2,04	1,68	6,37	2,12
T14	2,88	3,31	2,20	8,39	2,80
Σ	39,62	37,16	32,85	109,63	2,61

ANEXO 24. MATERIA VERDE PROMEDIO 3 CORTES (Kg/parcela neta).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	11,0	9,6	8,4	29,0	9,7
T2	11,1	10,4	9,8	31,3	10,4
T3	12,9	11,2	10,6	34,7	11,6
T4	11,2	10,3	9,9	31,4	10,5
T5	14,1	11,1	10,0	35,2	11,7
T6	15,2	13,0	12,4	40,6	13,5
T7	12,8	12,6	12,2	37,6	12,5
T8	11,9	10,8	10,1	32,8	10,9
T9	14,5	11,9	12,0	38,4	12,8
T10	12,7	11,3	9,4	33,4	11,1
T11	15,2	13,3	12,7	41,2	13,7
T12	12,5	12,6	11,7	36,8	12,3
T13	11,6	8,8	8,4	28,8	9,6
T14	12,6	11,8	11,3	35,7	11,9
Σ	179,3	158,7	148,9	486,9	11,6

ANEXO 25. MATERIA SECA PROMEDIO 3 CORTES (Kg/parcela neta).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	3,24	2,54	2,05	7,83	2,61
T2	3,81	2,52	2,37	8,70	2,90
T3	4,56	3,30	2,61	10,47	3,49
T4	3,83	2,54	2,49	8,86	2,95
T5	4,38	2,62	2,60	9,60	3,20
T6	5,16	3,00	3,00	11,16	3,72
T7	4,40	3,17	2,73	10,30	3,43
T8	4,26	2,86	2,35	9,47	3,16
T9	4,70	2,70	2,59	9,99	3,33
T10	4,29	3,02	2,50	9,81	3,27
T11	4,95	3,15	3,18	11,28	3,76
T12	4,13	3,46	3,12	10,71	3,57
T13	3,95	2,48	2,12	8,55	2,85
T14	4,91	3,10	2,79	10,80	3,60
Σ	60,57	40,46	36,50	137,53	3,27

ANEXO 26. RENDIMIENTO TOTAL (Kg/ha) PRIMER CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	36666,6	32777,7	22500,0	91944,3	30648,1
T2	31666,6	31111,1	30277,7	93055,4	31018,5
T3	36111,1	35277,7	36111,1	107499,9	35833,3
T4	28055,5	31666,6	34166,6	93888,7	31296,2
T5	34722,2	45277,7	37777,7	117777,6	39259,2
T6	31666,6	50277,7	45277,7	127222,0	42407,3
T7	20555,5	49444,4	36666,6	106666,5	35555,5
T8	30277,7	37777,7	31666,6	99722,0	33240,7
T9	32222,2	47777,7	41388,8	121388,7	40462,9
T10	28055,5	40277,7	37777,7	106110,9	35370,3
T11	32222,2	52777,7	42222,2	127222,1	42407,4
T12	26666,6	39166,6	38888,8	104722,0	34907,3
T13	32777,7	33333,3	30555,5	96666,5	32222,2
T14	25000,0	41388,8	39166,6	105555,4	35185,1
Σ	426666,0	568332,4	504443,6	1499442,0	35701,0

ANEXO 27. RENDIMIENTO TOTAL (Kg/ha) SEGUNDO CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	27222,2	26666,6	26666,6	80555,4	26851,8
T2	27777,7	31666,6	27222,2	86666,5	28888,8
T3	33333,3	29722,2	30555,5	93611,0	31203,7
T4	25000,0	30555,5	30277,7	85833,2	28611,1
T5	33611,1	34722,2	24166,6	92499,9	30833,3
T6	35277,7	35277,7	38333,3	108888,7	36296,2
T7	27777,7	38333,3	38888,8	104999,8	34999,9
T8	30555,5	29722,2	29722,2	89999,9	30000,0
T9	30555,5	36666,6	32222,2	99444,3	33148,1
T10	31666,6	30277,7	32222,2	94166,5	31388,8
T11	38333,3	38333,3	34166,6	110833,2	36944,4
T12	36111,1	33333,3	36111,1	105555,5	35185,2
T13	24166,6	25000,0	24722,2	73888,8	24629,6
T14	32777,7	38333,3	27222,2	98333,2	32777,7
Σ	434166,0	458610,5	432499,4	1325275,9	31554,2

ANEXO 28. RENDIMIENTO TOTAL (Kg/ha) TERCER CORTE.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	30555,5	20000,0	20000,0	70555,5	23518,5
T2	29166,6	31666,6	21111,1	81944,3	27314,8
T3	35833,3	24722,2	27777,7	88333,2	29444,4
T4	30555,5	31111,1	21111,1	82777,7	27592,6
T5	37222,2	29166,6	17500,0	83888,8	27962,9
T6	35277,7	37777,7	30277,7	103333,1	34444,4
T7	31111,1	38888,8	31666,6	101666,5	33888,8
T8	32222,2	24166,6	27777,7	84166,5	28055,5
T9	34722,2	31111,1	34166,6	99999,9	33333,3
T10	33611,1	25000,0	20000,0	78611,1	26203,7
T11	34166,6	36111,1	36111,1	106388,8	35462,9
T12	41666,6	28055,5	28055,5	97777,6	32592,5
T13	30555,5	22500,0	17500,0	70555,5	23518,5
T14	32777,7	33333,3	28611,1	94722,1	31574,0
Σ	469443,8	413610,6	361666,2	1244720,6	29636,2

ANEXO 29. RENDIMIENTO TOTAL (Kg/ha) PROMEDIO 3 CORTES.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1	30648,1	26851,8	23518,5	81018,4	27006,1
T2	31018,4	28888,8	27314,7	87221,9	29074,0
T3	35833,3	31203,6	29444,4	96481,3	32160,4
T4	31296,2	28611,0	27592,5	87499,7	29166,6
T5	39259,2	30833,3	27962,9	98055,4	32685,1
T6	42407,3	36296,2	34444,3	113147,8	37715,9
T7	35555,5	34999,9	33888,8	104444,2	34814,7
T8	33240,6	29999,9	28055,5	91296,0	30432,0
T9	40462,9	33148,1	33333,3	106944,3	35648,1
T10	35370,3	31388,8	26203,7	92962,8	30987,6
T11	42407,3	36944,4	35462,9	114814,6	38271,5
T12	34907,3	35185,1	32592,5	102684,9	34228,3
T13	32222,1	24629,6	23518,5	80370,2	26790,1
T14	35185,1	32777,7	31574,0	99536,8	33178,9
Σ	499813,6	441758,2	414906,5	1356478,3	32297,1