

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE FOLIAR ENRIQUECIDO
SUPERMAGRO EN LA RECUPERACIÓN DE UNA PRADERA DE KIKUYO
(*Pennisetum clandestinum*), EN EL MUNICIPIO DE PASTO**

JUAN ANDRÉS ROJAS BOTINA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE FOLIAR ENRIQUECIDO
SUPERMAGRO EN LA RECUPERACIÓN DE UNA PRADERA DE KIKUYO
(*Pennisetum clandestinum*), EN EL MUNICIPIO DE PASTO**

JUAN ANDRÉS ROJAS BOTINA

**Informe final de diplomado presentado como requisito parcial para optar al
título de ZOOTECNISTA**

Asesor:

**PABLO FRANKLIN AGUIRRE
Médico Veterinario M.Sc.**

Director de diplomado:

**Arturo Leonel Gálvez Cerón
Zoot., M.Sc., Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

PABLO FRANKLIN AGUIRRE TITALCHÁ
Asesor

JOSÉ EDMUNDO APRAEZ GUERRERO
Jurado evaluador

MARCO LUIS GÓMEZ
Jurado evaluador

San Juan de Pasto, Marzo de 2015

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, por darme el regalo de pertenecer a mi familia y por estar siempre conmigo, sin importar cuantas veces le dé la espalda.

A mi madre Blanca Cecilia Botina Andrade, por darme la vida y por impulsarme cada día a ser una mejor persona.

A mi padre Francisco Olive Rojas, quien siempre ha tenido fe en mí, ha hecho todo esfuerzo posible para convertirme en el primer profesional en la historia de mi familia y por enseñarme que el dinero puede ser lo más importante en la vida, pero por encima de ello está el cómo se consigue y para qué.

A todos los miembros de mi familiar que me brindaron apoyo físico y moral durante todo el transcurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

PABLO FRANKLIN AGUIRRE TUTALCHÁ. Médico Veterinario M.Sc. Asesor Técnico en Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras.

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN. Zootecnista M.Sc. Ph.D. Docente del programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

JOSÉ EDMUNDO APRAEZ GUERRERO. Zootecnista M.Sc. Ph.D. Docente del programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

MARCO LUIS GÓMEZ. Sociólogo. Asesor Técnico en SUYUSAMA

ARNULFO CRIOLLO CRIOLLO. Propietario de la finca Tomate.

ÉRICA CRIOLLO TORRES. Estudiante del programa de Zootecnia.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA. Zootecnista. Secretario Académico Facultad de Ciencias Pecuarias.

Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

Todas las personas que de una manera u otra contribuyeron a la realización y culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	19
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
3. OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GENERAL	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4. MARCO REFERENCIAL	22
4.1 GENERALIDADES SOBRE EL PASTO KIKUYO (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	22
4.1.1 Origen	22
4.1.2 Clasificación botánica	22
4.1.3 Adaptación	22
4.1.4 Valor nutritivo del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	22
4.1.5 Composición química	23
4.1.6 Manejo del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	23
4.1.6.1 Habito del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	24
4.1.6.2 Fertilización, manejo y producción del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	24

4.2 FERTILIZACIÓN	25
4.2.1 Fertilizantes	26
4.2.1.1 Fertilización edáfica	26
4.2.1.2 Complejación y quelación	26
4.2.1.3 Fertilización foliar	27
4.3 BIOFERTILIZANTES FOLIARES O BIOLES	28
4.3.1 Principales características	29
4.3.2 Ventajas	29
4.3.3 Dosificación de los bioles	29
4.3.4 Composición de bioles	29
4.3.4.1 Hidrólisis y fermentación	30
4.3.4.2 Acetogénesis y deshidrogenación	31
4.3.4.3 Fase metanogénica	31
4.3.5 Principales materiales empleados en la elaboración de los biofertilizantes	31
4.3.5.1 Estiércol bovino o bovinaza	31
4.3.5.2 Melaza	31
4.3.5.3 Leche	31
4.3.5.4 Microorganismos	31
4.3.5.5 Sales minerales	32
4.4 FERTILIZANTE FOLIAR ENRIQUECIDO SUPERMAGRO	32
4.4.1 Preparación	32
4.4.2 Indicadores de una buena fomentación	33

4.4.3 Modo de empleo	34
5. DISEÑO METODOLÓGICO	35
5.1 LOCALIZACIÓN	35
5.2 ÁREA EXPERIMENTAL	36
5.3 EQUIPOS E INSUMOS	36
5.3.1 Equipos	36
5.3.2 Insumos	36
5.4 Toma de muestras	36
5.4.1 Variables agronómicas	36
5.4.1.1 Producción de biomasa	36
5.4.1.2 Índice de área foliar	36
5.4.1.3 Altura de plantas	36
5.4.1.4 Profundidad de radicular	37
5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ESTADÍSTICO	37
5.5.1 Formulación de hipótesis	37
5.5.1.2 Modelo propuesto	37
5.5.2 Tratamientos	37
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
6.1 VARIABLES AGRONÓMICAS	38
6.1.1 Producción de biomasa en forraje verde	38
6.1.2 Índice de área foliar IAF	39

6.1.3 Altura de plantas	40
6.1.4 Profundidad radicular	41
7. COSTO DE ELABORACIÓN DEL FERTILIZANTE FOLIAR SUPERMAGRO	44
8. CONCLUSIONES	46
9. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	52

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Composición química del kikuyo (%BS)	23
Cuadro 2. Guía para la elaboración del biol enriquecido Supermagro	32
Cuadro 3. Materiales e Insumos para la elaboración del biol Supermagro	44

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Producción de forraje verde de kikuyo bajo diferentes concentraciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación	39
Figura 2. Índice de área foliar de kikuyo bajo diferentes concentraciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación	40
Figura 3. Altura de las plantas de kikuyo bajo diferentes condiciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación	41
Figura 4. Profundidad radicular de las plantas de kikuyo bajo diferentes condiciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación	43

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Ubicación de parcelas y aplicación de Supermagro	53
Anexo B. Toma de muestras y medidas	55
Anexo C. Prueba adicional de microorganismos	58
Anexo D. Proceso de elaboración del fertilizante foliar Supermagro	59
Anexo E. Análisis de varianza para altura de pasto kikuyo	60
Anexo F. Análisis de varianza para índice de área foliar de pasto kikuyo	61
Anexo G. Análisis de varianza para altura de pasto kikuyo	62
Anexo H. Análisis de varianza para profundidad radicular de pasto kikuyo	63

GLOSARIO

BIOL: biofertilizante o biopreparado, originado a partir de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos tales como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, etc.

ESCARIFICACIÓN: penetración, perforación o ruptura de una superficie, generalmente de manera superficial, con objeto corto-punzante.

FERTILIZACIÓN: proceso a través del cual se preparará a la tierra añadiéndole diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra y la plantación de semillas, o suministrar los elementos necesarios tanto inorgánicos u orgánicos al suelo para que la planta los absorba, es un aporte artificial de nutrientes.

FERTILIZANTE FOLIAR ENRIQUECIDO: producto natural, resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal y/o animal con adición de minerales; sirven para nutrir y reactivar la fisiología vegetal y por ende mejorar la producción y productividad de los cultivos. Su vía de aplicación y absorción se da a través de las hojas de las plantas.

LABOREO: actividad o conjunto de actividades encaminadas a modificar mecánicamente el suelo.

SUPERMAGRO: denominación otorgada al fertilizante foliar enriquecido, formulado en Brasil, por Edelvino Magro.

RESUMEN

Se realizó un ensayo para evaluar el efecto del fertilizante foliar enriquecido Supermagro en la recuperación de una pradera de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en la finca llamada Tomate, en el corregimiento de Genoy a 12 km por carretera de la ciudad de Pasto, a una altura aproximada de 2800 msnm, con una temperatura promedio de 13°C, humedad relativa del 70% y precipitación anual de 900 mm.

En la finca dedicada a la producción de leche, bajo un sistema de pastoreo rotacional sobre una pradera de kikuyo donde no se realizaba manejo del pasto, ni antes ni después de la ocupación de los potreros. La pradera fue pastoreada por el ganado y se permitió su recuperación por un lapso de 30 días, al cabo de los cuales se procedió a iniciar el ensayo hasta completar el periodo de recuperación del pasto, que en el lugar correspondía a 60 días.

Se hizo un arreglo de 15 parcelas de 16 m² cada una con separación de 1 m entre tratamientos y 0,5 m entre replicas, para 5 tratamientos con dos replicas cada uno, con un Testigo absoluto **T0** sin fertilización ni labranza. Los tratamientos **T1** y **T2** recibieron aplicación de biofertilizante Supermagro en concentración del 5% y 10%, respectivamente, sin intervención del suelo y los tratamientos **T3** y **T4** las mismas dosis de fertilizante, pero interviniendo el suelo con un rayado superficial, (escarificación) hecho con una pala, con el objetivo de romper el acolchado que el pasto kikuyo había formado sobre el suelo. La aplicación de fertilizante foliar en dosis de 0,25 y 0,50 litros, 5% y 10% de acuerdo al tratamiento, en bomba de 5 litros se realizó cada 7 días.

Se evaluó el efecto de las concentraciones del Supermagro sobre la producción de biomasa, el índice de área foliar, la profundidad radicular y la altura de las plantas. La información que se obtuvo se procesó con el programa Microsoft EXCEL y a los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey, ($P < 0,5$), para obtener la diferenciación entre tratamientos.

Los tratamientos donde se aplicó en biol enriquecido, con y sin intervención del suelo, mostraron resultados superiores a los medidos en el Testigo y en los tratamientos donde se realizó una escarificación se observaron los mejores resultados para algunos de los indicadores estudiados. El tratamiento **T3** obtuvo los mejores resultados en cuanto a producción biomasa y altura de las plantas y el tratamiento **T4**, la mejor respuesta para el índice de área foliar y la profundidad radicular.

A pesar de que, en general, los resultados fueron positivos para todos los tratamientos, al realizar la respectiva revisión y comparación bibliográfica, se encontró que los rendimientos de las variables evaluadas se pueden considerar

como bajos. Posiblemente estos resultados se vieron afectados por la falta de manejo de la pradera, que generalmente es considerada como una de las principales causas de formación de colchones vegetales sobre el suelo y la disminución de los índices productivos de los pastos.

ABSTRACT

A test was conducted to evaluate the enriched foliar fertilizer Supermagro effect in the recovery of a kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) meadow, at farm called Tomate, in Genoy village at 12 km by road from Pasto city, 2800 meters above sea level, with an average temperature of 13 ° C, relative humidity of 70% and annual rainfall of 900 mm.

Farm was dedicated to milk production, under a rotational grazing system in a kikuyu meadow where any management was not made before or after paddocks occupation. Prairie was grazed by cattle and recovery allowed for a 30 days interval, after which proceeded to start the test to complete the grass recovery period that in place was 60 days.

A 15 plots arrangement was made, of 16 m² each one with 1 m separation between treatments and 0,5 m between replications for 5 treatments with two replicates each, with an absolute Witness T0 no fertilization and tillage was done. T1 and T2 treatments were applied with Supermagro bio-fertilizer at 5% and 10% concentration, respectively, without soil intervention and T3 and T4 treatments the same fertilizer dose, but intervening floor with a surface scratching, (scarification) made with a shovel, aiming to break the padding that kikuyu grass had formed on the floor. Foliar fertilizer application in doses of 0,25 and 0,50 liters, 5% and 10% according to treatment, in 5 liter bomb was performed every 7 days.

Concentrations of Supermagro effect on: biomass production, leaf area index, root depth and plants height was evaluated. The information obtained was processed with Microsoft EXCEL software and obtained data were performed an analysis of variance and Tukey test ($P < 0.5$) to obtain the treatments differentiation between.

The treatments where enriched biol was applied with and without ground intervention, showed higher results than those measured in the Witness and the best results for some indicators studied in treatments where scarification was performed were observed. The T3 treatment achieved the best results in terms of biomass production and plant height and T4, the best response for leaf area index and root depth.

Although the results in general for all treatments were positive, when the respective literature review and comparison has made, was found that the yields of the evaluated variables can be considered low. Possibly these results were affected by the lack of pasture management, which generally is considered one of the leading causes of vegetable mattresses formation on the floor and production rates of pasture declining.

INTRODUCCIÓN

Colombia y Nariño, en particular, han adoptado gran cantidad de paquetes tecnológicos agropecuarios, propios de los climas templados, ajenos a las condiciones tropicales propias de la región, lo que de acuerdo con Narváez y Tabla¹, ha contribuido al deterioro del medio ambiente, empobrecimiento de los suelos y a obtener rentabilidades bajas, generando dependencia de tecnologías y conocimientos foráneos, que trajo como consecuencia la pérdida de una gran riqueza fito y zoo genética de recursos nativos e introducidos, ya adaptados a las condiciones de trópico alto.

El hecho de acoger tecnologías foráneas de pastos “mejorados” ha llevado a considerar a la mayoría de los recursos forrajeros “adaptados” a las condiciones de nuestras tierras como malezas que hay que erradicar sin importar el costo y para lo cual se emplean compuestos químicos que no sólo terminan con la pastura, sino que afectan otras plantas presentes en el medio, la macro y micro biota del suelo, deteriorando el medio ambiente, sin antes mirar los potenciales beneficios que ofrecen dichas especies.

Por otra parte, las actividades pecuarias constituyen una de las mayores fuentes de producción de residuos orgánicos, las autoridades ambientales y sanitarias ven con preocupación tal situación, dado el gran volumen producido de estiércol animal y desechos con altas concentraciones de agrotóxicos; por lo que se ve la necesidad de plantear prácticas concretas para el manejo de excretas y residuos en un conjunto de operaciones encaminadas a dar a estos materiales una transformación adecuada, de tal manera que actividades como la elaboración de abonos, fertilizantes y compuestos de origen orgánico, se constituyen en una opción viable que representa una alternativa indispensable tanto desde el punto de vista medio ambiental como desde una óptica sanitaria que permita la consideración de procesos sostenibles.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo valorar el efecto del biofertilizante foliar enriquecido Supermagro en la recuperación de una pradera de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

¹ NARVÁEZ, Eduar y TABLA, José. Determinación de los factores edafoclimáticos que inciden en la producción y calidad nutritiva del pasto brasileiro (*Phalaris spp*) en condiciones de no intervención, en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2009. p. 20.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En Nariño existen especies forrajeras, como es el caso del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que sin ser nativas y por acción del tiempo, entre otros factores, se han adaptado muy bien a las condiciones de la región. A pesar de ello, sus características y potenciales bondades no han sido exploradas en su totalidad, lo que ha contribuido a que recursos forrajeros como el kikuyo, sean considerados como una opción adecuada, únicamente, para productores con escasos recursos económicos, quienes no pueden acceder a la promesa de grandes rendimientos productivos que ofrecen los paquetes tecnológicos asociados a los pastos mejorados, ya que estos requieren de una considerable inversión. En razón a lo anterior los paquetes tecnológicos adecuados para los pastos adaptados, son escasos, lo cual favorece la adopción de tecnologías que para su implementación, necesitan modificar los ambientes ya establecidos y que generalmente están ligados al deterioro físico, químico y biológico del suelo.

Por otro lado, es importante buscar la forma de recuperar el daño causado al medio ambiente por el uso de productos químicos, en especial al suelo, que presenta gran deterioro, que a mediano plazo trae consecuencias negativas para los diferentes sistemas agrarios y para la comunidad en general, enfocándose alternativas útiles, viables y armónicas con el medio ambiente y el bolsillo de los productores, tal como lo es el uso de los recursos propios y/o adaptados a nuestra región y productos elaborados con lo que está disponible al interior de los sistemas agropecuarios.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante la necesidad actual de los productores agropecuarios de hacer que sus sistemas de producción se vuelvan cada vez más eficientes y rentables, al mismo tiempo que se evite el deterioro del medio ambiente, se hace necesario voltear la mirada hacia los recursos forrajeros que con el tiempo se han vuelto un elemento más de nuestros paisajes y hacia la búsqueda de opciones que constituyan una fertilización eficiente y que añada nutrientes sin necesidad de afectar los factores físicos, químicos y microbiológicos que hacen que los cultivos produzcan en mayor cantidad y calidad.

De esta manera, considerando lo anterior, se procede a formular la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de la aplicación del fertilizante foliar enriquecido Supermagro en la recuperación de una pradera naturalizada de pasto kikuyo?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del biofertilizante enriquecido Supermagro en la de recuperación de una pradera de pasto Kikuyo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Medir el efecto de dos concentraciones, al 5 y 10 porciento, del fertilizante foliar enriquecido Supermagro sobre la producción del pasto kikuyo.

Evaluar el efecto del aplicación del fertilizante foliar enriquecido Supermagro sobre las variables agronómicas: producción de biomasa, índice de área foliar, altura de plantas y profundidad de raíces del pasto kikuyo.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 GENERALIDADES SOBRE EL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*)

4.1.1 Origen. “El pasto Kikuyo es una gramínea originaria de África Central y Oriental, territorio de la tribu Kikuyu. De la cual se derivó su nombre. En su región de origen se desarrolla entre los 1950 y los 2700 msnm con una precipitación no menor a los 1000 mm por año constituyéndose en el pasto natural más importante que crece en Kenia”².

4.1.2 Clasificación botánica. Evangelista y Porto, clasifican botánicamente el Kikuyo de la siguiente forma:

Reino: Vegetal
Sub reino: Fanerógamas
División: Angiospermas
Clase: Monocotyledóneas
Orden: Gramiales
Familia: Gramineae
Género: *Pennisetum*
Especie: *Clandestinum* Hoechst³.

4.1.3 Adaptación. De acuerdo con los estudios de Soto:

El pasto Kikuyo es una de las gramíneas más comunes y mejor adaptadas a la zona de clima frío. No prospera bien en suelos pobres, es tolerante a la sequía pero muy susceptible a las heladas y al exceso de humedad y de condición perenne. Se utiliza para pastoreo, heno, enojale, ensilaje, prados ornamentales y campos de deporte. Se propaga vegetativamente por medio de estolones. Las semillas permanecen viables en el suelo por mucho tiempo y se han encontrado plántulas en suelos cultivados por 10 años. Las malezas normalmente no son un problema serio, sin embargo se deben controlar durante el establecimiento o después de un sobrepastoreo, cuando se pueden presentar invasiones de la especie conocida popularmente como lengua de vaca⁴.

4.1.4 Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Bernal expresa que: “El valor nutritivo de un pasto está determinado por una gran cantidad de factores que interactúan y confluyen para dar como resultado un pasto

² NAVARRETE, Eduardo. Respuesta del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a la aplicación de diferentes fuentes de nitrógeno. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1996. p. 33.

³ EVANGELISTA, Ricardo y PORT, Gudesteu. Forragicultura. Generalidades de los pastos tropicales. Lavras, Brasil: Universidad federal de Lavras (UFLA), 1997. p. 63.

⁴ SOTO, Luis. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1979. p. 5.

con determinadas características (cuadro 1), entre estos factores se encuentra la genética, manejo y factores externos como el suelo y el clima”⁵.

4.1.5 Composición química. Soto, afirma que: “Tanto la biomasa de forraje producida como su composición química puede ser alterada mediante un adecuado plan de manejo, la fertilización nitrogenada y frecuencia de corte por ejemplo han arrojado buenos resultados con respecto a los niveles de proteína del forraje”⁶.

Cuadro 1. Composición química del kikuyo (%BS)

Edad (días)	Proteína %	DIVMS %	FDN %	FDA %	Hemicelulosa %	Celulosa %	Lignina %	ED Mcal/Kg
40	11.89	41.59	63.84	36.64	27.20	25.42	7.50	2.10
50	14.63	53.42	65.56	31.78	33.88	24.38	4.90	2.66
60	16.62	79.18	57.48	32.70	24.78	26.76	4.20	3.25

BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. 3ª ed. Bogotá, Colombia: Buda, 1994. p. 75

DIVMS: Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca

FDN: Fibra Detergente Neutro

FDA: Fibra Detergente ácido ED: Energía Digestible

Por su parte, Narváez y Luna argumentan que:

El kikuyo resiste satisfactoriamente el pastoreo continuo debido a su hábito de crecimiento, pero cuando está sembrado en mezclas con leguminosas debe pastorearse en rotación con periodos de descanso entre 6 y 9 semanas, dependiendo de la humedad disponible y pastoreado a una altura de 5 a 10 cm. En ocasiones cuando ha sido mal manejado, se acolcha y reduce significativamente la producción haciéndose imprescindible su renovación mediante un sobrepastoreo, corte con guadaña y posterior escarificación de la zona radicular y simultáneamente aplicar enmiendas orgánicas⁷.

4.1.6 Manejo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). A pesar de ser un pasto muy bien adaptado a las condiciones de clima frío, necesita cuidados como todos los forrajes, cuando se utilizan para la producción pecuaria.

⁵ BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. 3ª ed. Bogotá, Colombia: Buda, 1994. p. 52.

⁶ SOTO, Luis. Op. cit., p. 7.

⁷ NARVÁEZ, José y LUNA, Jhon. Valoración nutritiva del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y ensilajes de avena (*Avena sativa*), variedad Cayuse, L15-85, y Obonuco triticale 98 (*Triticum sp*) en el levante de novillas Holstein mestizo en el altiplano de Pasto. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2002. p. 42.

4.1.6.1 Habito del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Dávila, Villamizar y Bernal, Afirman que:

Siendo una de las gramíneas más comunes, no prospera bien en suelos muy pobres, es tolerante a la sequía pero susceptible a las heladas. Su hábito de crecimiento se observa en las plantas, las cuales se extienden superficialmente, pero posee rizomas gruesos y suculentos que pueden alcanzar hasta un metro. Tiene raíces profundas. Forma un césped denso, algunos tallos crecen rectos o semirrectos y alcanzan alturas de 50 y 60 cm. Las hojas alcanzan de 10 a 20 cm de largo y 8 a 15 mm de ancho. Las partes florales son muy inconspicuas: los estambres blanquecinos, brillantes y efímeros, aparecen al principio de la mañana y desaparecen con el calor del sol. Las semillas se producen en las axilas de las hojas donde quedan ocultas, de ahí el nombre de clandestinum dado a la especie.

Cuando se quiere sembrar este tipo de gramínea, hay que conocer que se propaga vegetativamente por medio de estolones: por semilla sexual puede propagarse a través del tubo digestivo de los animales, que las consumen en buen número. Las semillas permanecen viables en el suelo por mucho tiempo y se han encontrado plántulas en suelos cultivados por 10 años.

Para controlar las malezas en el pasto Kikuyo y debido al crecimiento rastrero y denso del césped, estas no son un problema serio en este pasto. Cuando no se maneja adecuadamente y se pastorea continuamente, puede presentarse sobrepastoreo con la siguiente invasión de malezas, especialmente “lengua de vaca”⁸.

4.1.6.2 Fertilización, manejo y producción del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Dávila y Echeverri, Afirman que:

La fertilización del Kikuyo en cultivo puro, sin leguminosas asociadas, responde bien a la aplicación de N y en algunos casos se ha logrado duplicar la producción con la aplicación de 50 Kg/Ha (aproximadamente dos bultos de Urea por hectárea). Cuando se encuentra sembrado en mezcla con tréboles y estos constituyen más del 30 por ciento de la mezcla, no se justifica la aplicación de N. En suelos bajos en P y K se han obtenido buenas respuestas al aplicar anualmente entre 50 y 75 Kg/Ha de P₂O₅ (300 a 500 Kg/Ha de K₂O (80 a 90 Kg/Ha de cloruro de potasio).

Cuando el pasto se establece después de un cultivo que ha sido abonado adecuadamente, se puede aumentar una buena producción durante dos o tres años sin fertilizar, siempre que se cuente con humedad adecuada.

Con la aplicación de agua adicional, es posible mantener una producción alta en las épocas secas, especialmente cuando se fertiliza. Cuando se aplica riego, en

⁸ DÁVILA, V., VILLAMIZAR, F. y BERNAL, J. 1967. El Cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá. En: Cursillo sobre manejo de praderas y cultivos de pastos en clima frío ICA. Bogotá, Colombia: Sociedad de Agricultores de Colombia SAC, 1967. p. 113.

comparación con las zonas donde no se aplica. El riego debe aplicarse cada 10 días aproximadamente.

El manejo del pasto Kikuyo debe realizarse adecuadamente si se quiere obtener una buena producción y una capacidad de carga alta. Resiste al pastoreo continuo debido a su hábito de crecimiento, pero cuando está sembrado en mezcla con tréboles debe pastorearse en rotación con periodos de descanso entre seis y nueve semanas, dependiendo de la humedad disponible y pastorearlo hasta una altura entre 5 y 10 cm. El pastoreo con cerca eléctrica también es recomendable en este pasto.

En ocasiones, cuando ha sido mal manejado, se acolchona y se rebaja significativamente la producción, por lo tanto es económico renovarlo. La renovación es una práctica que consiste en pastorear bajo el potrero, sacar los animales y aplicar cal al voleo, escarificar levemente, fertilizar y resembrar con carretones. En praderas mejoradas se presenta espontáneamente y puede llegar a dominar los pastos mejorados cuando estos no se manejan adecuadamente. Cuando se cosecha en el estado apropiado produce forraje abundante y de buena calidad⁹.

Así mismo, Calpa y Melo argumentan que:

La eficiencia potencial de un forraje para el crecimiento y producción de leche, carne o lana son un reflejo de su valor nutritivo por lo tanto un pasto se considera de buena calidad si posee relaciones proporcionalmente balanceadas de sus nutrimentos y es palatable por el animal siendo el kikuyo uno de los forrajes que mejor se ajustan a estos requerimientos en dependencia de algunos factores ambientales, y de manejo mediante los cuales se puede incrementar ostensiblemente su valor nutritivo¹⁰.

4.2 FERTILIZACIÓN

El principal propósito de la fertilización es aumentar el rendimiento de un cultivo, procurando minimizar el costo por unidad de producción, realizando aplicaciones de fertilizante de acuerdo a los requerimientos de los cultivos en base al análisis de suelo.

⁹ DÁVILA, V. y ECHEVERRI, S. Aplicación de nitrógeno y riego en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). En: Agricultura Tropical. Bogotá, Colombia: [s.n], 1967. p. 744-746.

¹⁰ CALPA, Alicia y MELO, Sandra. Valoración nutritiva del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y ensilajes de avena (*Avena sativa*), variedad Cayuse, L15-85, y Obonuco triticales 98 (*Triticum sp*) en la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el altiplano de Pasto. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2002. p. 47.

Para Charaja¹¹, es el proceso a través del cual se preparará a la tierra añadiéndole diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra y la plantación de semillas, o suministrar los elementos necesarios tanto inorgánicos u orgánicos al suelo para que la planta los absorba, es un aporte artificial de nutrientes.

4.2.1 Fertilizantes. Domínguez, señala que se distinguen dos tipos de fertilizantes, dependiendo del material empleado en su preparación.

Fertilizantes orgánicos. Son de origen vegetal o animal que sirve para mejorar la calidad del suelo y para fertilizar los cultivos, después que han sufrido un proceso de alteración física, química y biológica por la acción de temperatura, humedad, microorganismos y el hombre.

Fertilizantes inorgánicos. Son formulados a partir de minerales naturales, modificaciones primarias de éstos, subproductos de la industria, etc., éstos elementos mezclados física o químicamente entre ellos, dan lugar a los abonos de síntesis química¹².

Dependiendo de cómo se realice una fertilización, esta puede ser:

4.2.1.1 Fertilización edáfica. “Es la aplicación al suelo de sustancias ricas en elementos tales como N, P, K, Mg, Ca, etc. con el objetivo de que sean absorbidos por las raíces de las plantas e incorporados a la planta, así estos nutrimentos favorecen el desarrollo y crecimiento de la planta)”¹³.

4.2.1.2 Complejación y quelación. Tarigo y Repetto¹⁴, afirman que al fertilizar con agroquímicos, no se está dando a la planta todos los nutrientes necesarios para formar las proteínas por que la planta no selecciona los nutrientes que requiere, en cambio en la aplicación de abono orgánico la planta es selectiva con sus nutrientes y su nutrición es más completa; los minerales que entran a la planta están amarrados con la materia orgánica, a estos se le llama "quelatos". Las sustancias orgánicas contenidas en los abonos orgánicos poseen la capacidad de unirse a ciertos cationes muy inestables como Cu, Fe, Mn y otros, que permite

¹¹ CHARAJA, Eduardo. Unidad de transferencia y extensión agraria. Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Puno, Perú: [s.n], 2005. p. 4.

¹² DOMÍNGUEZ, Vicente. Abonos, guía práctica de la fertilización. 8 ed.. Madrid, España: Mundi-Prensa, 2000. p. 120.

¹³ PUERRES, Doris. Efecto del bioabono edáfico sobre los componentes de rendimiento y calidad en el cultivo de café (*Coffea arabica* L. variedad Colombia), en el municipio de Consaca en el departamento de Nariño. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Agrícolas, p. 9.

¹⁴ TARIGO, Alejandro y REPETTO, Carlos. Evaluación agronómica de biofertilizantes en la Producción de Lechuga (*Lactuca Sativa*) a campo. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Montevideo, Uruguay: Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía, 2004. p. 22.

formar quelatos, los cuales permiten una mayor disponibilidad de elementos y hasta evita la pérdida de estos.

4.2.1.3 Fertilización foliar. Molina¹⁵, menciona que este tipo de fertilización es una aproximación "by-pass" que complementa a las aplicaciones convencionales de fertilizantes edáficos, cuando éstas no se desarrollan suficientemente bien. Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, los suelos heterogéneos que son inadecuados para dosis bajas, y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio.

Bizzozero¹⁶, explica que las aplicaciones foliares de soluciones de nutrientes se utilizan especialmente cuando:

- La planta no puede tomar lo que precisa del suelo porque su disponibilidad en el suelo está afectada por factores como el pH, contenido total, calidad de la materia orgánica, actividad de los microorganismos, otros nutrientes, etc.
- Además, durante ciertas etapas críticas del desarrollo de la planta, puede pasar que no le alcance el alimento de la raíz para desarrollar sus frutos, esto es muy importante en los cultivos de crecimiento rápido, por ejemplo las hortalizas.

“La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser muy útil para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades, resultando efectiva incluso si ésta es la única vía de penetración de estos elementos. Está demostrada la corrección de clorosis (amarillamiento) en muchos cultivos tras la adición foliar de micronutrientes”¹⁷.

Soto¹⁸, resalta que el propósito de la fertilización foliar no es remplazar la fertilización edáfica, siempre ha sido más económico la aplicación al suelo, por lo que la fertilización foliar no puede ser utilizada como única opción para nutrir la planta, por inducir a la planta a una producción que difícilmente podrá sustentar. Es una medida óptima de emergencia en caso de deficiencias y manifestaciones de las mismas.

¹⁵ MOLINA, Eloy. Centro de investigaciones agronómicas. Nutrición y fertilización del pejíbaye para palmito. Inpofós, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2007. p. 201.

¹⁶ BIZZOZERO, Federico. Tecnologías apropiadas: Biofertilizantes. Montevideo, Uruguay: Centro uruguayo de tecnologías apropiadas CEUTA, 2006. p. 12.

¹⁷ MOLINA. Op. cit., p. 7.

¹⁸ SOTO, Gerardo. 2004. Agricultura práctica. Liberación de nutrimentos de los abonos orgánicos. San Juan, Puerto Rico: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), 2008. p. 15.

4.3 BIOFERTILIZANTES FOLIARES O BIOLES

En la literatura se reporta varios nombres para estos abonos, tales como: Abonos líquidos fermentados (ALF), Caldos microbiales o Caldos trofobióticos, pero el nombre más difundido y sencillo es Bioles. “Otros nombres son biofertilizantes o biopreparados, estos se originan a partir de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos tales como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, etc., diferentes microorganismos se encargan de transformar estos materiales orgánicos en humus, vitaminas, ácidos y minerales complejos indispensables para el metabolismo y equilibrio nutricional de las plantas”¹⁹. En sí, su elaboración permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, y dan como resultado un fertilizante foliar.

Para Galindo²⁰, los bioles son también una fuente orgánica de fitoreguladores, que a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, además benefician a la microbiota del suelo, permitiendo una mayor actividad microbiana y facilitando la disponibilidad de nutrientes.

Restrepo²¹, afirma que el biol influye sobre el enraizamiento, incremento del área foliar, mejora de la floración y del vigor germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. Además actúa como un repelente y "fungicida" foliar desarrollando una mayor resistencia a las enfermedades.

En el mercado hay una gran variedad de estos caldos, los cuales difieren en su elaboración, contenido de nutrimentos y su formulación, algunos de los más conocidos son los caldos rizosfera, super4, caldo Supermagro, extractos de vermicompost y madrifol, entre otros. Por lo tanto se puede esperar que existan diferencias en cuanto a rendimiento, crecimiento y aporte nutricional a los cultivos en función de los distintos biofertilizantes caseros utilizados.

En la preparación de bioles, Suquilanda²², recomienda un periodo de fermentación de 30 a 90 días, luego estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 10.000 veces las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para hacer aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos.

¹⁹ SUQUILANDA, Marco. El biol. Fitoestimulante orgánico. .Quito, Ecuador: FUNDAGRO, 1995. p. 28.

²⁰ GALINDO, Astrid. Los abonos líquidos fermentados y su efectividad en plántulas de papaya (*Carica Papaya L.*). En: Revista Tierra Tropical .Julio, 2007. Vol. 2, no.68, p. 91-96

²¹ RESTREPO, Jairo. Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. Costa Rica: IICA, 2001. p. 114.

²² SUQUILANDA. Op. cit., p. 23.

4.3.1 Principales características. Entre ellas se encuentran:

- Son ecológicos.
- Son biodegradables.
- Presentan baja o nula toxicidad para los seres vivos.
- Son compatibles con otros productos agroquímicos, a excepción de los biocidas.

4.3.2 Ventajas. Las ventajas de los Bioles son numerosas, tal como lo reporta Rosello, en sus investigaciones:

El principal beneficio es de aplicar los nutrientes directamente sobre el cultivo es que al no depositarse en el suelo, se elimina la posibilidad de que dentro del mismo existan interacciones físico-químicas que dificulten la utilización por parte del vegetal.

Permite aplicar cantidades muy pequeñas de nutrientes en forma uniforme; esto es especialmente importante para aquellos nutrientes requeridos en bajas proporciones por el vegetal, y que si se aplicasen al suelo de manera convencional nos podrían generar problemas de toxicidad por exceso.

Permite aportar nutrientes en momentos claves, incorporándose directamente al cultivo sin depender de los mecanismos de absorción radicular y quedando inmediatamente disponibles para su utilización.

La eficiencia de aprovechamiento por parte del cultivo es muy alta.²³

4.3.3 Dosificación de los bioles. La dosificación de los bioles depende de factores como la preparación e ingredientes, contenido de nutrientes, tipo de cultivo, las condiciones climáticas, tipo de fermentación, y otras; en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas, aunque se recomienda dosis más bajas, Bizzozero²⁴, recomienda hacer las aplicaciones foliares de forma periódica (cada dos días) y en bajas diluciones, más que aplicar una vez y mucho, y Suquilanda²⁵, recomienda que en el riego, por cada 100 litros de agua se agregue 1 litro de biol.

4.3.4 Composición de bioles. Su composición depende de la preparación e ingredientes o insumos que se utilicen y el tiempo de fermentación, generalmente anaerobia.

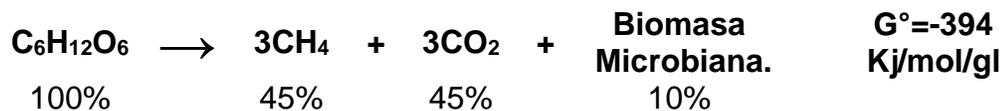
²³ ROSELLÓ, Joseph. Extractos naturales utilizados en agricultura ecológica, Tegucigalpa, Honduras. Tierra viva, 2003. p. 13

²⁴ BIZZOZERO. Op. cit., p. 16.

²⁵ SUQUILANDA. Op. cit., p. 32

Galindo y Gerónimo²⁶, consideran que a fermentación anaerobia que se da en un tanque herméticamente cerrado, con vía de escape de gases, es la misma que se produce en el sistema conocido como biodigestor, es por ello que es común encontrar en algunas fuentes bibliográficas que los autores se refieren al tanque de biofermentos como biodigestor a escala, o simplemente biodigestor, aunque cabe aclarar que hay grandes diferencias entre estos dos sistemas manifestadas principalmente por: tipo, variedad y cantidad de insumos introducidos al sistema; producto(s) obtenido(s); velocidad y persistencia del proceso y la destinación final de los productos.

La ecuación global de la fermentación anaeróbica es la siguiente:



Soubes²⁷, describe a la fermentación anaerobia como un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico, al estar enmarcado en el ciclo anaerobio del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transformar la sustancia orgánica en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles: CO₂, NH₃, H₂S, N₂ y CH₄. La ventaja es que se optimiza el material orgánico utilizado, porque se captan todos los productos y subproductos (gases y líquidos con sólidos disueltos), con poca pérdida de elementos nutritivos.

Dentro del biodigestor coexisten distintos grupos de microorganismos: bacterias, hongos y protozoarios. Siendo la proporción y cantidad de cada grupo diferente en cada biodigestor.

La digestión anaerobia, a partir de los polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos se realiza en varias etapas:

4.3.4.1 Hidrólisis y fermentación. La materia orgánica es descompuesta por la acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias estrictas y facultativas (Clostridium, Bacteroides, Enterobacterias) y aerotolerantes (Bacterias Lácticas), que hidrolizan los materiales solubles o no en agua como: grasas, proteínas y carbohidratos, y las transforman en monómeros y compuestos simples solubles como aminoácidos, azúcares y ácidos grasos.

²⁶ GALINDO, Astrid. y JERÓNIMO, Salome. Estudio sobre los abonos líquidos fermentados y su efectividad sobre la producción agrícola. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Guácimo, Costa Rica: Universidad EARTH. Facultad de Ciencias Agrarias, 2005. p. 62.

²⁷ SOUBES, Matilde. Microbiología de la fermentación anaerobia. Tratamiento anaerobio de aguas residuales. En: Taller y seminario latinoamericano sobre tratamiento de aguas residuales (3: 15-18, mayo: Montevideo). Memorias. Montevideo, Uruguay: [s.n], 1994. p. 15-16.

4.3.4.2 Acetogénesis y deshidrogenación. Actúan bacterias anaerobias obligadas y facultativas donde los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos generados en la fermentación se degradan produciendo ácido acético, CO₂ e hidrógeno.

4.3.4.3 Fase metanogénica. Es la última etapa de la degradación anaeróbica se produce metano y CO₂ a partir de la actividad de las bacterias metanogénicas anaerobias estrictas (*Methanobrevibacter*, *Methanospirillum*). Estas bacterias por ser las de más lento crecimiento son las más afectadas por cambios en el pH, falta de nutrientes o temperatura dentro del digestor.

4.3.5 Principales materiales empleados en la elaboración de los biofertilizantes. La calidad, cantidad de nutrientes y microorganismos de un biofertilizante líquido van a estar dadas por:

4.3.5.1 Estiércol bovino o bovinaza. “Es la principal fuente de microorganismos y por ende es la activadora de procesos bioquímicos”²⁸.

4.3.5.2 Melaza. Restrepo²⁹, menciona que es la principal fuente de energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico y aporta en menor cantidad algunos minerales como calcio, potasio, fósforo, boro, hierro, azufre, manganeso, zinc, magnesio y otros micronutrientes.

4.3.5.3 Leche. Santos³⁰, afirma que su la función aportar vitaminas, proteínas, grasa y aminoácidos como base para la síntesis de otros compuestos orgánicos y favorece la reproducción de la microbiología de la fermentación.

4.3.5.4 Microorganismos. “Son los encargados de las transformaciones de la materia y energía que entra al biodigestor. Por lo general en la preparación de bioles pueden actuar bacterias de varios tipos *Clostridium*, *Bacteroides*, *Enterobacterias*, bacterias Lácticas, *Methanobrevibacter*, *Methanospirillum*, y muchas otras”³¹.

²⁸ ACOSTA, Octavio y RAMOS Jimmy. Evaluación de cinco caldos foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el altiplano de Pasto. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, 2003. p. 12.

²⁹ RESTREPO. Op. cit., p. 125.

³⁰ SANTOS, Patricia. Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico variedad F50 en la zona de Daule, Provincia de Guayas. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción. 2001. p. 72.

³¹ SORIA FREGOSO, Manuel. Producción de biofertilizante mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. [s.l]: Terra, 2001. p. 362.

4.3.5.5 Sales minerales. Suquilanda³², afirma que en la preparación de bioles, las sales minerales aportan los nutrientes secundarios y micronutrientes como lo son el Calcio, Magnesio, Molibdeno, boro y otros elementos necesarios para la adecuada bioquímica y por consecuencia el desarrollo de la mayoría de plantas.

4.4 FERTILIZANTE FOLIAR ENRIQUECIDO SUPERMAGRO

Bejarano y Restrepo³³, mencionan que este abono foliar de origen brasileño, trabaja con una fermentación anaeróbica. Se requiere un recipiente plástico de 200 litros (aproximadamente) que cierre herméticamente para no permitir la entrada de aire. Se coloca un niple con manguera que va a terminar en un balde con agua, esto con el fin de que los gases que se expandan durante el proceso salgan y no entre aire en el tanque.

4.4.1 Preparación. Para la elaboración del fertilizante foliar Supermagro, es necesario acondicionar un tanque de fermentación, con capacidad de 200 litros, de manera que se pueda sellar herméticamente y se permita la salida de gases. El tanque siempre debe estar en un área bajo techo o sombra de los árboles.

Los ingredientes de origen animal, deben provenir de animales sanos y ser frescos, procurando en lo posible utilizar los recursos propios del sistema productivo.

Al ser el Supermagro un biol enriquecido, es necesario la adición de algunas sales y/o sulfatos que se consiguen en los comercios de químicos y que responden a una formulación estándar (ver cuadro 2) para la preparación del fertilizante, aun así, no está de más el adicionar, cuidadosamente, elementos complementarios de acuerdo a las necesidades y/o deficiencias de cada suelo o cultivo.

A continuación se indica los ingredientes, al igual que sus respectivas cantidades y el tiempo en el que se deberían adicionar.

Cuadro 2. Guía para la elaboración del biol enriquecido Supermagro

Día	Ingredientes	Adición de minerales
1	<ul style="list-style-type: none"> • Un contenedor de 200 lts • 50 kg de estiércol fresco de vaca • 70 lts de suero • 2 lts de leche • 1 lt de melaza • 200 g de roca fosfórica 	1 kg de Sulfato de Zinc

³² SUQUILANDA. Op. cit., p. 41.

³³ BEJARANO, Carlos y RESTREPO, Jairo. Abonos orgánicos. Fermentados tipo Bocashi, caldos minerales y biofertilizantes. Cali, Colombia: Corporación Valle del Cauca CVC, 2003. p. 27-29.

Cuadro 2. (Continuación)

Día	Ingredientes	Adición de minerales
A partir del día 4 y cada 3 días se debe agregar a la mezcla principal siempre los mismos ingredientes de día 4 lo único que cambia es la sal o sulfato a adicionar		
4	<ul style="list-style-type: none">• 200 g de roca fosfórica• 100 g de ceniza• 2 lts suero o leche• 1 lt de melaza	1 kg de Sulfato de Zinc
7	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	1 kg de Sulfato de Zinc
10	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	1 kg de Sulfato de Magnesio
13	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	1 kg de Sulfato de Magnesio
16	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	300 g de Sulfato de Manganeso
19	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	500 g de Bórax
22	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	500 g de Bórax
25	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	300 g de Sulfato Ferroso
28	<ul style="list-style-type: none">• Repetir ingredientes del día 4	300 g de Sulfato de Cobre

RESTREPO, Jairo. Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. IICA, Costa Rica, 2001. p. 85.

Después de haber agregado todas las sales, se completa el recipiente plástico con o suero hasta 180 litros, (se recomienda no completar el volumen total del recipiente, para facilitar la salida de gases de la fermentación) se tapa y se deja fermentar por 30 días en climas cálidos y desde 45 hasta 90 días en climas fríos.

4.4.2 Indicadores de una buena fermentación. Al respecto Suchini, afirma:

Al finalizar el proceso de fermentación anaeróbica la solución dentro del tanque debería estar cubierta por una capa sobrenadante de color blanquecino claramente visible, y adicionalmente a ello Suchini, afirma que el contenido del tanque debería responder a la siguiente evaluación:

- Olor: Debe ser agradable y dulce al olfato, similar al olor del fermento de caña de azúcar.
- Color: Dependiendo de los materiales utilizados y el tiempo de fermentación puede ir desde un color verde pardo hasta un amarillo ocre o ambar.
- pH: Contrario a lo que se pueda creer, el pH no es neutro si no que debe estar en promedio de 3,5 a 3,8 (ácido).

Si por el contrario tiene las siguientes características, significa que el proceso no se realizó correctamente y el contenido del tanque debe desecharse:

- Presencia de solidos flotantes: Significa que la materia orgánica no fue digerida completamente, después de un tiempo prudencial y es señal de una mínima presencia de microorganismos benéficos.

- Olor putrefacto: Sin importar que tan leve sea el olor, es un indicador principal de una mala fermentación.
- Color azul violeta: Es otro indicador principal de una mala fermentación, atribuido generalmente, a una exagerada variación de temperaturas³⁴.

4.4.3 Modo de empleo. Se recomienda almacenar el Supermagro en recipientes oscuros y guardar en lugares frescos. La forma de aplicación principal es vía foliar; sin embargo, su condición líquida le permite ser introducida y aplicada vía sistemas de riego por goteo o regado con bomba de mochila.

Para Suchini y Padilla³⁵, todos los biofermentos deberían ser utilizados con base en los requerimientos nutricionales de los cultivos y los análisis de suelos. Para aplicarlos, se debe considerar la etapa fenológica o de desarrollo del cultivo. Las recomendaciones generales de uso demandan que los productores o las productoras experimenten y determinen las dosis que funcionan según sus condiciones, suelos y cultivos producidos.

Para frutales se recomienda usarlo al 2%, para hortalizas al 4% con intervalos de 10 hasta 20 días. Para tomate y otras hortalizas de frutos aéreos, se recomienda usarlo al 4% con intervalos semanales en pastos y forrajes se recomienda planificar su uso de acuerdo a la fertilización del suelo, aunque Chaboussou³⁶, sugiere hacer la aplicación directa al suelo en huertas, frutales y pastos en una dilución del 10 al 30%.

³⁴ SUCHINI, J. Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio. Turrialba, Puerto Rico: CATIE, 2012 p. 44.

³⁵ SUCHINI, J; PADILLA, D y SÁNCHEZ, V. Estrategia Agroecológica para el desarrollo de innovaciones en cadenas de valor sostenibles de hortalizas especiales en trifinio. Proyecto Innovaciones Hortalizas Especiales. Turrialba, Puerto Rico: CATIE, 2009 p. 8.

³⁶ CHABOUSSOU, Francis. La teoría de la trofobiosis: Nuevos caminos para una agricultura sana. Porto Alegre, Brasil: Fundación Gaia y Centro de agricultura ecológica IPE, 1989. p. 53.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo se realizó en el corregimiento de Genoy a 12 km por carretera de la ciudad de Pasto, ubicado al noroccidente bajo las faldas del volcán Galeras, a una altura aproximada de 2800 msnm, con una temperatura promedio de 13°C, humedad relativa del 70% y precipitación anual de 900 mm³⁷.

El ensayo se ubicó en la zona Alto Genoy en la finca conocida como Tomate, ubicada a 40 minutos del pueblo, propiedad del señor Arnulfo Criollo Criollo, con una extensión aproximada de 2,21 hectáreas, de topografía inclinada, dedicada al ganado de leche en un sistema de pastoreo rotacional en una pradera donde el pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) era predominante en un 95%. En la finca no se realizaba ningún tipo de laboreo sobre el suelo y el pasto luego de que el ganado pastorea. El área destinada para el ensayo se sometió a pastoreo y se permitió su recuperación por un periodo de 30 días, al cabo de los cuales se procedió a iniciar el ensayo hasta completar el periodo de descanso que en el lugar correspondía a 60 días.

Los suelos donde se desarrolló el experimento, de acuerdo al IGAC³⁸, se conocen como suelos derivados de cenizas volcánicas, por lo que se le clasifica como ácidos, ricos en minerales atribuidos a las mismas cenizas, con abundantes niveles de materia orgánica, y bien drenados de acuerdo a su grado a la inclinación.

El clima en el área de ensayo varía constantemente, caracterizado por la presencia de niebla densa en forma cíclica, lloviznas y lluvias fuertes. En los primeros veinte días del estudio se presentaron lluvias constantes y en los últimos diez días se hubo un periodo de radiación solar intensa, fuertes vientos y ausencia de lluvias.

En los anexos A, B, y C se pueden apreciar algunas imágenes, acerca del área donde se ubicó área experimental, labores realizadas y herramientas utilizadas para llevar a cabo el ensayo.

³⁷ OLIVO, Margarita y VILLOTA, Gisset. Análisis de las características socioeconómicas de la población rural en el corregimiento de Genoy, Municipio de Pasto, 2012. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2012. p. 97

³⁸ COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Distribución y uso de suelos en la zona de amenaza volcán Galeras Plan de acción específico PAE. 2 ed. Nariño, Colombia: IGAG, 2008. p. 64.

5.2 ÁREA EXPERIMENTAL

El ensayo se realizó en un lote experimental de topografía inclinada homogénea, dividido en 15 parcelas de 16 m² cada una, con separación de 1 m entre tratamientos y 0,5 m entre réplicas para evitar el efecto borde, que en conjunto ocuparon un área total de 312 m².

5.3 EQUIPOS E INSUMOS

5.3.1 Equipos. Sobre el área evaluada, contando 30 días de recuperación después del pastoreo se procedió a delimitar las parcelas con estacas e hilo. Se realizó, con un pala, un rayado superficial del suelo en 6 de las 15 parcelas, con el fin de romper el acolchado que el pasto kikuyo había formado sobre el suelo, debido a la falta de manejo de la pradera antes y después de los pastoreos. Se aplicó fertilizante foliar con bomba de jardinería de 5 litros de capacidad.

5.3.2 Insumos. Se evaluó el efecto del fertilizante foliar Supermagro, adquirido en una finca cercana, en la recuperación del pasto Kikuyo, para ello se aplicó, cada 7 días, una dosis con concentración de fertilizante foliar al 5% y 10%. Los componentes y el proceso de elaboración del Supermagro se pueden apreciar en el anexo D.

5.4 Toma de muestras. Para la toma de muestras de forraje se utilizó marco de 0,25 por 0,25 m (0,0625 m²), el cual se lanzó aleatoriamente en cada una de las réplicas, se tomó la altura de las plantas, luego se cortó a 5 cm del suelo y se pesó en una balanza.

5.4.1 Variables agronómicas.

5.4.1.1 Producción de biomasa. Se determinó la producción de forraje verde mediante aforos en cada uno de las unidades experimentales.

5.4.1.2 Índice de área foliar. En el centro de cada parcela se delimito un área de 0,50 por 0,50 m (0,25 m²), de la cual se recogieron las plantas con sus hojas. Se tomaron las hojas completas y luego se aplanaron; se escanearon y los respectivos pantallazos se procesaron con el software SigmaScan Pro el cual calcula el área de las hojas escaneadas. Los valores obtenidos se multiplicaron por el 80%, correspondiente al área que las hojas utilizan para realizar la fotosíntesis. El índice área foliar fue cuantificado como la superficie de láminas foliares por unidad de área de suelo cultivado.

5.4.1.3 Altura de plantas. Se midió la longitud de las plantas desde el cuello de la raíz hasta la punta de la hoja más larga.

5.4.1.4 Profundidad de Radicular. Se realizó excavando en el horizonte agrícola del suelo en forma perpendicular hasta encontrar la punta de las raíces más largas.

5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ESTADÍSTICO

Se realizó un arreglo de parcelas con 5 tratamientos, cada uno con 2 réplicas, para un total de 15 unidades experimentales.

La información que se obtuvo se procesó con el programa Microsoft EXCEL, y a los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey para obtener la diferenciación entre tratamientos.

5.5.1 Formulación de Hipótesis. Para el ensayo corto se planteó las siguientes hipótesis:

H_0 : Hipótesis nula: $H_0 = \mu = \mu^2 = \mu T$; No existen diferencias entre los tratamientos

H_1 : Hipótesis alternativa: $H_1 = \mu = \mu^2 = \mu T$; Existe por lo menos un tratamiento que representa un resultado diferente a las variables a evaluadas.

5.5.1.2 Modelo propuesto.

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \beta_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta i : en el tratamiento, j : en el bloque

μ = Media General

T_j = Efecto debido al tratamiento

β_j = Efecto de los bloques

E_{ij} = Error experimental asociado a cada unidad experimental

5.5.2 Tratamientos.

T_0 = Testigo, recuperación natural sin fertilizante

T_1 = Fertilizante foliar al 5% de concentración. 0,25 lts por bomba de 5 lts por UE, sin intervención del suelo.

T_2 = Fertilizante foliar al 10% de concentración. 0,50 lts por bomba de 5 lts por UE sin intervención del suelo.

T_3 = Fertilizante foliar al 5% de concentración. 0,25 lts por bomba de 5 lts por UE, con un rayado superficial del suelo.

T_4 = Fertilizante foliar al 10% de concentración. 0,50 lts por bomba de 5 lts por UE, con un rayado superficial del suelo.

UE= Unidad Experimental de 16 m²

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 VARIABLES AGRONÓMICAS

6.1.1 Producción de biomasa en forraje verde. En la figura 1, se presentan los datos correspondientes a esta variable, el análisis de varianza (Anexo E), indicó diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos.

La prueba de Tukey mostró que el tratamiento T3 con 4,74 Ton de FV/ha presentó la mayor ($P < 0,05$) producción de biomasa, seguido por los tratamientos T2 y T4 con 4,69 Ton de FV/ha. El T0 con 4,05 ton de FV/ha obtuvo la menor producción.

Los resultados permiten deducir que la mejor respuesta se obtuvo con el tratamiento T3, la cual pudo estar directamente influenciada tanto por la aplicación del fertilizante foliar, la incorporación del mismo en la tierra a causa de las lluvias presentadas durante el periodo de ensayo y por el rayado que se realizó en el suelo. En lo referente al fertilizante foliar el resultado es concordante con lo esperado, ya que se supone que la acción de los mismos es nutrir a las plantas y estas responden de manera positiva aumentando su biomasa o retornando a condiciones fisiológicas normales cuando se corrige alguna deficiencia, mientras que para el escarificado, de acuerdo con Apráez y Moncayo³⁹, influye sobre el crecimiento del kikuyo, al disturbar y airear la rizosfera del pasto y los posibles microorganismos aerobios presentes en el suelo.

No obstante, los resultados obtenidos para todos los tratamientos, se pueden considerar como muy bajos, ya que Mejía, *et al*⁴⁰, en un estudio similar obtuvieron para el Testigo de su ensayo producciones de 5,74 ton/ha/corte, sin ningún tipo intervención. Las bajas producciones se podrían explicar, dadas las condiciones donde se desarrolló el ensayo donde, en primera instancia, nunca se realiza laboreo del suelo ni antes ni después del pastoreo al igual que nunca se aplica ningún tipo de fertilizante y en segunda instancia el acolchado que ha formado el pasto sobre el suelo que de acuerdo con Medina⁴¹, impide la entrada de humedad, nutrientes y oxígeno en el horizonte A del suelo.

En el caso del tratamiento T4, se observó unos niveles de producción similares al tratamiento T2, aun cuando el T4 tenía mayores niveles de fertilización y

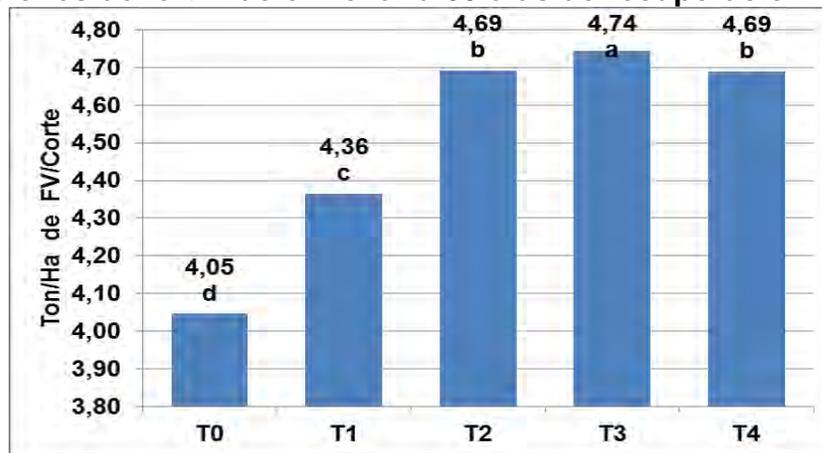
³⁹ APRAEZ, Edmundo y MONCAYO, Oscar. Efecto del laboreo reducido y fertilización orgánico-mineral sobre las características de un andisol bajo pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, *Hoechst*). En: Archivos de Zootecnia [Online]. Zaragoza, España: vol. 54, núm. 208, 2005. p. 12.

⁴⁰ MEJÍA, Ana.; OCHOA, Ricardo. y MEDINA, Marisol. Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* *Hoechst*). En: Pastos y forrajes. Marzo, 2014. vol. 37, no. 1. p. 7-9.

⁴¹ MEDINA, Luis. Rendimiento, composición química y digestibilidad In vitro del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* *Hoechst*) [Online]. [Citado feb 2015] Disponible en internet: <http://fao.org/noticias/2000/000501>

escarificación del suelo. La posible razón de ello pudiera estar asociada a un menor nivel de agua en los tejidos y estructura de las plantas atribuible a una disminución de la humedad del suelo detectada, únicamente en las parcelas del tratamiento T4, al finalizar el ensayo y cuyas causas, dadas las limitaciones de esta investigación, son desconocidas y por lo tanto no se pudieron manejar y/o controlar.

Figura 1. Producción de forraje verde de kikuyo bajo diferentes concentraciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación



abcd Letras iguales no representan diferencias estadísticas

Por otra parte, se pueden considerar los resultados del ensayo como parcialmente satisfactorios, en razón del corto tiempo del ensayo y considerando que se aplicó el biofertilizante en una etapa en la cual el pasto ya tenía un determinado crecimiento y no cuando se inició el periodo de recuperación del pasto, que es cuando se requieren mayores cantidades de nutrientes para la recuperación.

6.1.2 Índice de área foliar IAF. En la figura 2, se consignan los datos obtenidos para esta variable, el análisis de varianza (Anexo F), reportó diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos.

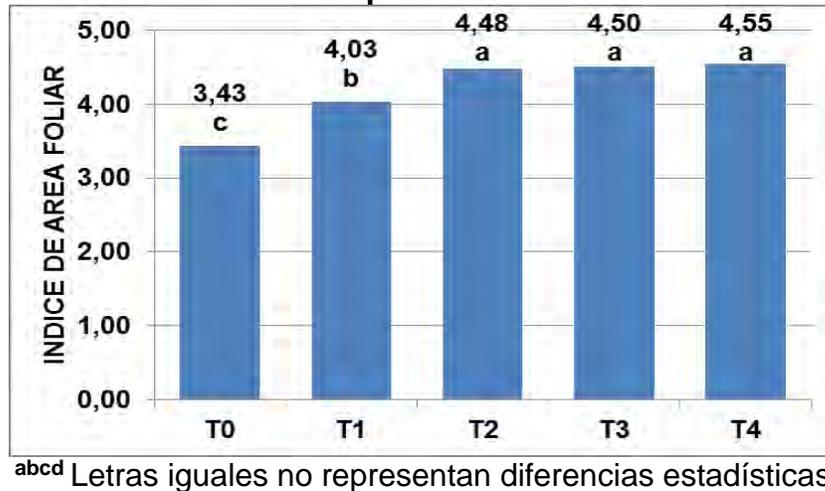
La prueba de Tukey mostró que los tratamientos T2, T3 y T4 con un IAF de 4,48, 4,50, y 4,55 respectivamente alcanzaron los mayores valores para IAF, mientras que el tratamiento T0 con un IAF de 3,43 fue el de menor valor.

Para esta variable, se observó una respuesta positiva por parte de todos los tratamientos, siendo el T2, T3 y T4 los que tuvieron los mejores resultados, lo cual es concordante con el aumento en la producción de biomasa. Ya que de acuerdo con Soto⁴², existe una relación directa entre el IAF y la producción de biomasa, en

⁴² SOTO, Luis. Op. cit., p. 9.

razón que una mayor área foliar aumenta el aprovechamiento de la luz incidente que la planta utiliza en su proceso de fotosíntesis para la formación de sus tejidos.

Figura 2. Índice de área foliar de kikuyo bajo diferentes concentraciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación



Los resultados también permiten afirmar que a pesar de las lluvias presentadas en las primeras cuatro fertilizaciones foliares, justo después de la aplicación, “lo cual es una condición adversa a este tipo de fertilizante”⁴³, si hubo aprovechamiento de los nutrientes que el biol ofrece. Aun así, la respuesta del pasto para esta variable no fue tan evidente debido a la falta de una fuente concentrada de nitrógeno a la que generalmente el pasto kikuyo responde bien⁴⁴. Y por tanto están muy por debajo de los resultados obtenidos por Bernal⁴⁵, de IAFs entre 9 y 10, al fertilizar el suelo con porquinaza y gallinaza compostada, en condiciones climáticas normales. Lo cual refuerza la afirmación de Restrepo⁴⁶, quien dice que los fertilizantes foliares, a pesar de tener un efecto positivo directo y visualmente agradable sobre las hojas de las plantas, no son principales en la fertilización, si no complementarios y/o correctores.

6.1.3 Altura de plantas. En la figura 3, se muestran los datos recolectados correspondientes a esta variable, el análisis de varianza (Anexo G), indicó diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos.

La prueba de Tukey mostró que los tratamientos T2 y T3 con 22,18 y 22,87 cm de altura respectivamente presentaron una mayor ($P < 0,05$) respuesta a este indicador, mientras que el tratamiento T0 con 17,67 cm mostro el menor crecimiento.

⁴³ RESTREPO. Op. cit., p. 47.

⁴⁴ BERNAL, Jorge. Pastos y forrajes. 2 ed. Bogotá, Colombia: [s.e], 1990. p.72.

⁴⁵ BERNAL. Op. cit., p. 85

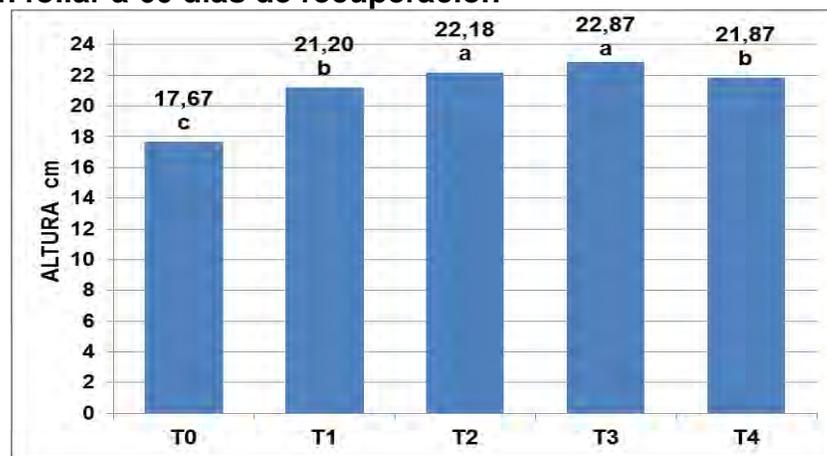
⁴⁶ RESTREPO. Op. cit., p. 93

La altura de las plantas presentó una respuesta, con una tendencia, muy similar a la obtenida en la producción de biomasa, debido a que “generalmente, a mayor altura del pasto, mayor será el peso de los aforos, si estos se realizan en tiempos adecuados, es decir cuando los pastos está en su mejor estado”⁴⁷.

Para esta variable, sería bueno mencionar que se supondría que el T4, debería haber tenido una respuesta más favorable, a la que tuvo el tratamiento T3, al recibir el mismo laboreo del suelo y una mayor fertilización. Lo que podría explicarse por una disminución de humedad del suelo, detectada en el momento de realizar las excavaciones para medir profundidad las raíces, situación que no se podía detectar a simple vista, ni controlar y que influye negativamente en la fisiología y procesos a nivel planta, principalmente en la movilización, y absorción de nutrientes.

En general se puede afirmar que el resultado obtenido para este índice, es satisfactorio, considerando la brevedad del ensayo, las condiciones climáticas y del suelo del área de ensayo.

Figura 3. Altura de las plantas de kikuyo bajo diferentes condiciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación



abcd Letras iguales no representan diferencias estadísticas

6.1.4 Profundidad radicular. En la figura 4 se consignan los datos correspondientes a este indicador, el análisis de varianza (Anexo H), indico diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos.

Los tratamientos T3 y T4 con 16,67 y 17,87 cm presentaron la mayor longitud radicular. Mientras que el T0 con 11.33 cm la menor.

⁴⁷ SOTO, Luis. Op. cit., p. 4.

Se puede deducir que a mayor cantidad de fertilización, mayor es la longitud de la raíz, “ya que la disponibilidad de nutrientes afecta directamente el crecimiento de las raíces y el desarrollo de los rizomas”⁴⁸. La profundidad de las raíces se vio afectada no solo por la aplicación del fertilizante Supermagro al pasto, sino también por que las lluvias pudieron arrastrar parte del biol al suelo, cuyos nutrientes digeridos y listos para ser asimilados por las raíces del kikuyo, generaron un efecto positivo en el desarrollo de la profundidad de las raíces.

Para el T3 y T4, se registran profundidades mayores, ya que al haber escarificado el suelo se propició un ambiente que oxigena al suelo, las raíces y microorganismos aerobios. Además durante la aplicación del fertilizante foliar era inevitable que parte del mismo se incorporase directamente al suelo brindando condiciones favorables para el desarrollo de las plantas.

En general se puede afirmar que la respuesta de los tratamientos al fertilizante foliar en cuanto a la profundidad de las raíces fue muy positivo, al tomar en cuenta la duración del ensayo, ya que Acosta y Moncayo reportaron datos de profundidad radicular de 25,8 y 26,4 cm con fertilización química, químico-orgánica y labranza mínima del suelo en un periodo de 10 meses.

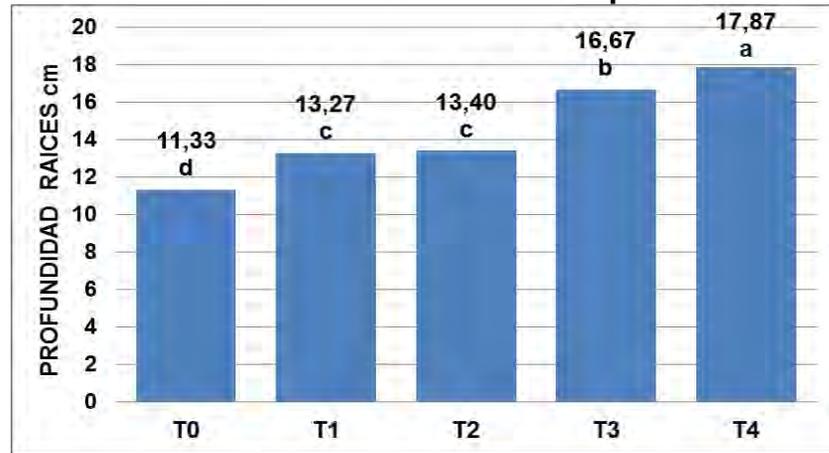
La respuesta de obtenida, se podría explicar por una parte, por la clasificación del suelo donde se desarrolló el ensayo, que al ser “suelos de origen volcánico ligeramente ácidos”⁴⁹, de acuerdo con Espinosa⁵⁰, tienden a la formación de materiales complejos de humus-arcillas y humus-aluminio, dificultando la mineralización de la materia orgánica, y generando deficiencias en fósforo, además de nitrógeno y azufre, los cuales se acumulan en la materia orgánica, con reducida disponibilidad para los nutrir las plantas y por otro lado, debido a la ausencia de labores y fertilización antes y después del pastoreo. Por lo tanto, una mínima cantidad de nutrientes, digeridos y fácilmente asimilables, aplicados mediante fertilización foliar, representó un efecto benéfico y pudo acelerar el crecimiento de las raíces.

⁴⁸ ACOSTA, Wilmer. y MONCAYO, Oscar. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) bajo dos sistemas de labranza y fertilización orgánica y/o mineral en zona de ladera. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2002. p. 73.

⁴⁹ COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Op. cit., p. 5.

⁵⁰ ESPINOSA, J. Acidez y encalado de los suelos. En: Fertilidad de suelos: Diagnóstico y control.. Bogota, Colombia: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1994. p.115.

Figura 4. Profundidad Radicular de las Plantas de Kikuyo bajo diferentes condiciones de fertilización foliar a 60 días de recuperación



abcd Letras iguales no representan diferencias estadísticas

7. COSTO DE ELABORACIÓN DEL FERTILIZANTE FOLIAR SUPERMAGRO

En el cuadro 3, observa el costo de materiales e insumos necesarios para la elaboración del Supermagro, que se pueden adquirir fácilmente en los comercios agropecuarios, de insumos químicos y ferreterías de la ciudad de Pasto.

Cuadro 3. Materiales e Insumos para la elaboración del biol Supermagro

MATERIALES			
Elemento	Medida	Cantidad	Costo \$
Tanque plástico 200 lts con tapa y abrazadera metálica	-	1	70.000
Válvula de neumático de carro y arandelas	-	1	2.500
Manguera plástica transparente	cm	50	2.000
Botella plástica de dos litros	-	1	100
Subtotal			\$74.600
INSUMOS			
Elemento	Medida	Cantidad	Costo \$
Estiércol fresco de vaca	Kg	50	-
Ceniza	Kg	2	-
Suero de leche	Lt	70	4.000
Roca fosfórica	Kg	2	4.000
Sulfato de Zinc	Kg	3	15.000
Sulfato de Magnesio	Kg	2	4.800
Bórax	Kg	1	4.400
Melaza	Lt	20	38.000
Levadura de pan	g	50	1.500
Sulfato de Manganeso	g	300	1.500
Sulfato Ferroso	g	300	1.000
Sulfato de Cobre	g	300	3.000
Leche*	Lt	20	20.000
Subtotal			\$97.200
TOTAL (Materiales e insumos)			\$171.800

* En el caso del predio Tomate se dispone de leche propia por lo cual el costo de los ingredientes y del total disminuye en \$20.000.

En algunas de las fincas cercanas al Tomate, se hace fertilización del pasto kikuyo, con 2 bultos de 50 kg de urea por hectárea, cuyo costo es de \$72.000 por bulto, es decir \$144.000 por aplicación, a pesar de ello y según los comentarios de habitantes de la zona, no se obtienen resultados visualmente apreciables, en cuanto a la altura del pasto o la proliferación de biomasa.

Al usar el fertilizante foliar enriquecido Supermagro, con 4 litros de biol y 36 litros de agua, se puede cubrir la superficie de 1 hectárea, al realizar 5 aplicaciones se gastarían 20 litros de biol al mes, de 160 litros que se pueden cosechar de un tanque de fermentado, es decir que se podría fertilizar con el Supermagro durante 8 meses seguidos. Estos cálculos, sin tomar en cuenta que una vez se saca cierta cantidad de fertilizante del tanque, se pueden adicionar insumos para rellenarlo nuevamente y producir más biol.

De acuerdo a lo anterior, podemos deducir que el biol Supermagro se presenta como una fuente de fertilización, muy económica para un minifundista, pero no se debe olvidar que este tipo de fertilizante es complementario a la fertilización edáfica, manejo del suelo y la pradera. Y aunque su costo monetario es bajo, se debe considerar el hecho de que su implementación conlleva al aumento en el trabajo que debe hacer el pequeño productor, aunque para los sistemas de producción familiar esto no representa un mayor inconveniente.

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos al finalizar el ensayo permiten rechazar la hipótesis nula, ya que los análisis de varianza demostraron la existencia de una diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento T4 tubo los mejores resultados para las variables índice de área foliar y profundidad de raíces, características que son importantes para el aprovechamiento de los nutrientes del suelo y la fotosíntesis.

El tratamiento T3 demostró ser una buena opción a para implementar en la pradera, debido que sus resultados superan a los de los otros tratamientos en cuanto a producción de biomasa y altura del pasto.

Se obtuvo resultados positivos en todos los tratamientos que recibieron la aplicación del fertilizante foliar, sin embargo las mejores respuestas para todas la variables fueron superiores en donde se rayó el suelo con una pala, (producción de biomasa y altura de plantas para el T3 y profundidad de raíces e índice de área foliar para el T4), cuya respuesta pudo haber estado influenciada positivamente por el laboreo, ya que este permite la disturbación de los rizomas del kikuyo y facilita la aireación del suelo.

9. RECOMENDACIONES

La escarificación del suelo puede ser una opción viable para empezar con la recuperación de la pradera, dado que la falta de manejo de la misma ha causado un acolchamiento del pasto sobre el suelo.

El tratamiento T4, tuvo las mejores respuestas para el índice de área foliar y profundidad de las raíces, mas no, para las variables producción de biomasa y altura del pasto, aun así no debería descartarse su implementación en la pradera, ya que sus bajos resultados algunos indicadores pudieron ser afectadas por condiciones que no fueron tomadas en cuenta al inicio del ensayo o que no se detectaron y/o pudieron controlar.

El biol Supermagro es una buena opción para brindar nutrientes al pasto kikuyo, pero no debe tomarse como la fuente principal de la fertilización, si no como un complemento de la fertilización del suelo, o bien como una vía de corrección de deficiencias de algunos nutrientes.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, Octavio y RAMOS Jimmy. Evaluación de cinco caldos foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el altiplano de Pasto. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, 2003. 86 p.
- ACOSTA, Wilmer. y MONCAYO, Oscar. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) bajo dos sistemas de labranza y fertilización orgánica y/o mineral en zona de ladera. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2002. 93 p.
- APRAEZ, Edmundo y MONCAYO, Oscar. Efecto del laboreo reducido y fertilización orgánico- mineral sobre las características de un andisol bajo pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hoechst). En: Archivos de Zootecnia [Online]. Zaragoza, España: vol. 54, núm. 208, 2005. 12 p.
- BEJARANO, Carlos y RESTREPO, Jairo. Abonos orgánicos. Fermentados tipo Bocashi, caldos minerales y biofertilizantes. Cali, Colombia: Corporación Valle del Cauca CVC, 2003. 120 p.
- BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. 3ª ed. Bogotá, Colombia: Buda, 1994. 89 p.
- BERNAL, Jorge. Pastos y forrajes. 2 ed. Bogotá, Colombia: [s.e], 1990. 172 p.
- BIZZOZERO, Federico. Tecnologías apropiadas: Biofertilizantes. Montevideo, Uruguay: Centro uruguayo de tecnologías apropiadas (CEUTA), 2006. 212 p.
- CALPA, Alicia y MELO, Sandra. Valoración nutritiva del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y ensilajes de avena (*Avena sativa*), variedad Cayuse, L15-85, y Obonuco triticales 98 (*Triticum sp*) en la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el altiplano de Pasto. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2002. 103 p.
- CHABOUSSOU, Francis. La teoría de la trofobiosis: Nuevos caminos para una agricultura sana. Porto Alegre, Brasil: Fundación Gaia y Centro de agricultura ecológica IPE, 1989. 302 p.
- CHARAJA, Eduardo. Unidad de transferencia y extensión agraria. Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Puno, Perú: [s.n], 2005. 59 p.
- COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Distribución y uso de suelos en la zona de amenaza volcán Galeras Plan de acción específico PAE. 2 ed. Nariño, Colombia: IGAG, 2008. 280 p.

DÁVILA, V. y ECHEVERRI, S. Aplicación de nitrógeno y riego en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). En: Agricultura Tropical. Bogotá, Colombia: [s.n], 1967. 809 p.

DÁVILA, V., VILLAMIZAR, F. y BERNAL, J. 1967. El Cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá. En: Cursillo sobre manejo de praderas y cultivos de pastos en clima frío ICA. Bogotá, Colombia: Sociedad de Agricultores de Colombia SAC, 1967. 425 p.

DOMÍNGUEZ, Vicente. Abonos, guía práctica de la fertilización. 8 ed.. Madrid, España: Mundi-Prensa, 2000. 202 p.

ESPINOSA, J. Acidez y encalado de los suelos. En: Fertilidad de suelos: Diagnóstico y control.. Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1994. 650 p.

EVANGELISTA, Ricardo y PORT, Gudesteu. Forragicultura. Generalidades de los pastos tropicales. Lavras, Brasil: Universidad federal de Lavras (UFLA), 1997. 110 p.

GALINDO, Astrid. Los abonos líquidos fermentados y su efectividad en plántulas de papaya (*Carica Papaya L.*). En: Revista Tierra Tropical .Julio, 2007. Vol. 2, no.68, 185 p.

GALINDO, Astrid. y JERÓNIMO, Salome. Estudio sobre los abonos líquidos fermentados y su efectividad sobre la producción agrícola. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Guácimo, Costa Rica: Universidad EARTH. Facultad de Ciencias Agrarias, 2005. 108 p.

MEDINA, Luis. Rendimiento, composición química y digestibilidad In vitro del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* *Hoechst*) [Online]. [Citado feb 2015] Disponible en internet: <http://fao.org/noticias/2000/000501>

MEJÍA, Ana.; OCHOA, Ricardo. y MEDINA, Marisol. Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* *Hoechst.*). En: Pastos y forrajes. Marzo, 2014. vol. 37, no. 1. 64 p.

MOLINA, Eloy. Centro de investigaciones agronómicas. Nutrición y fertilización del pejobaye para palmito. Inpofós, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2007. 498 p.

NARVÁEZ, Eduar y TABLA, José. Determinación de los factores edafoclimaticos que inciden en la producción y calidad nutritiva del pasto brasilero (*Phalaris spp*) en condiciones de no intervención, en el municipio de Pasto, Departamento de

Nariño. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2009. 112 p.

NARVÁEZ, José y LUNA, Jhon. Valoración nutritiva del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y ensilajes de avena (*Avena sativa*), variedad Cayuse, L15-85, y Obonuco triticales 98 (*Triticum sp*) en el levante de novillas Holstein mestizo en el altiplano de Pasto. Trabajo de grado (Zootecnista). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2002. 102 p.

NAVARRETE, Eduardo. Respuesta del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a la aplicación de diferentes fuentes de nitrógeno. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1996. 91 p.

OLIVO, Margarita y VILLOTA, Gisset. Análisis de las características socioeconómicas de la población rural en el corregimiento de Genoy, Municipio de Pasto, 2012. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2012. 114 p.

PUERRES, Doris. Efecto del bioabono edáfico sobre los componentes de rendimiento y calidad en el cultivo de café (*Coffea arabica* L. variedad Colombia), en el municipio de Consaca en el departamento de Nariño. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Agrícolas, 75 p.

RESTREPO, Jairo. Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. Costa Rica: IICA, 2001. 258 p.

ROSELLÓ, Joseph. Extractos naturales utilizados en agricultura ecológica, Tegucigalpa, Honduras. Tierra viva, 2003. 85 p.

SANTOS, Patricia. Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico variedad *F50* en la zona de Daule, Provincia de Guayas. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción. 2001. 120 p.

SORIA FREGOSO, Manuel. Producción de biofertilizante mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. [s.l]: Terra, 2001. 720 p.

SOTO, Gerardo. 2004. Agricultura práctica. Liberación de nutrimentos de los abonos orgánicos. San Juan, Puerto Rico: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), 2008. 204 p.

SOTO, Luis. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1979. 76 p.

SOUBES, Matilde. Microbiología de la fermentación anaerobia. Tratamiento anaerobio de aguas residuales. En: Taller y seminario latinoamericano sobre tratamiento de aguas residuales (3: 15-18, mayo: Montevideo). Memorias. Montevideo, Uruguay: [s.n], 1994. 107 p.

SUCHINI, J. Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio. Turrialba, Puerto Rico: CATIE, 2012. 459 p.

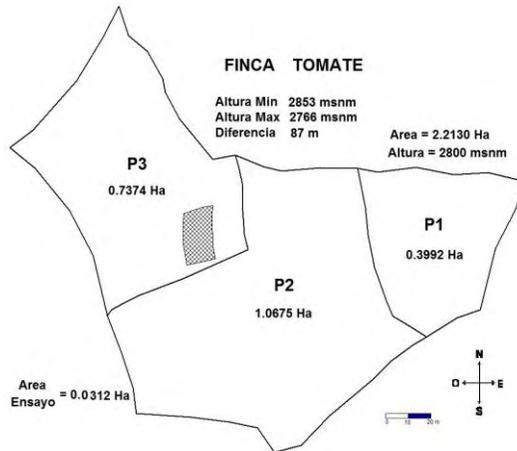
SUCHINI, J; PADILLA, D y SÁNCHEZ, V. Estrategia Agroecológica para el desarrollo de innovaciones en cadenas de valor sostenibles de hortalizas especiales en trifinio. Proyecto Innovaciones Hortalizas Especiales. Turrialba, Puerto Rico: CATIE, 2009 234 p.

SUQUILANDA, Marco. El biol. Fitoestimulante orgánico. .Quito, Ecuador: FUNDAGRO, 1995. 376 p.

TARIGO, Alejandro y REPETTO, Carlos. Evaluación agronómica de biofertilizantes en la Producción de Lechuga (*Lactuca Sativa*) a campo. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Montevideo, Uruguay: Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía, 2004. 130 p.

ANEXOS

Anexo A. Ubicación de parcelas y aplicación de Supermagro



Ubicación del área experimental



Parcelas



Vista panorámica



Escarificación



Cosecha de Biol



Cernido



Envasado



Dosificador



Agua de quebrada



Dilución



Equipo de listo

Anexo B. Toma de muestras y medidas



Aforo



Muestra rotulada



Peso de muestras



Profundidad de raíces



Medición de raíces



Estado de las raíces kikuyo



Altura de plantas



Hojas de Kikuyo



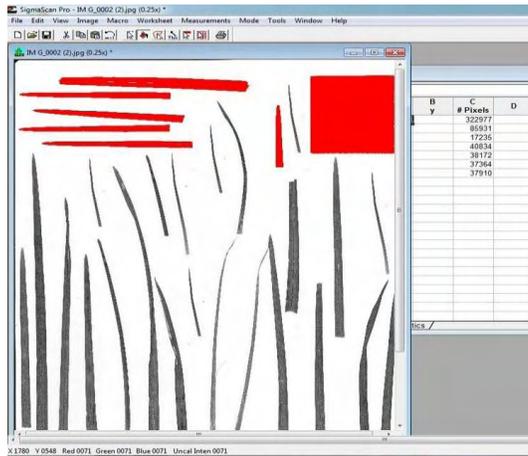
Aplanado de hojas



Escaneado de hojas



Hojas escaneadas



SigmaScan Pro

Anexo C. Prueba adicional de microorganismos

Luego de finalizar el ensayo de aplicación de Supermagro, se realizó una prueba casera de presencia de microorganismos en el suelo, para ello se hizo una excavación de aproximadamente 20 cm en el suelo y se tomó una muestra de tierra de cada tratamiento, la cual se cernió y molió con un mortero. Luego se colocó cantidades similares de muestra en vasos de plástico y luego se aplicó agua oxigenada en cada uno de ellos y se esperó la reacción. Los tratamientos donde se aplicó el biofertilizante tuvieron las mayores reacciones, siendo el T2 y el T4, los que recibieron mayor cantidad de biofertilizante y mostraron una mayor reacción al agua oxigenada.

De esta prueba se puede deducir que el biol Supermagro no solo aportó sus nutrientes al pasto, sino que también ayudó en la proliferación de microorganismos benéficos del suelo.



Cernido de tierra



Muestras de cada tratamiento



Agua oxigenada



Reacción al agua oxigenada

Anexo D. Proceso de elaboración del fertilizante foliar Supermagro

El fertilizante foliar utilizado en este ensayo se adquirió en el municipio de Nariño, sin ningún costo de compra y fue elaborado en base a una fórmula estándar en un tanque de cierre hermético y con capacidad de 210 litros. El proceso de elaboración se describe a continuación.

Día	Ingredientes	Adición de minerales
1	<ul style="list-style-type: none">• Un contenedor de 210 lts• 50 kg de estiércol fresco de vaca• 70 lts de suero• 2 lts de leche• 1 lt de melaza• 200 g de roca fosfórica	1 kg de Sulfato de Zinc
5	<ul style="list-style-type: none">• 200 g de roca fosfórica• 100 g de ceniza• 2 lts suero• 1 lt de melaza	1 kg de Sulfato de Zinc
8	• Se repitió los ingredientes del día 5	1 kg de Sulfato de Zinc
12	• Se repitió los ingredientes del día 5	1 kg de Sulfato de Magnesio
15	• Se repitió los ingredientes del día 5	1 kg de Sulfato de Magnesio
19	• Se repitió los ingredientes del día 5	300 g de Sulfato de Manganeso
24	• Se repitió los ingredientes del día 5	500 g de Ácido Bórico
27	• Se repitió los ingredientes del día 5	500 g de Ácido Bórico
30	• Se repitió los ingredientes del día 5	300 g de Sulfato Ferroso
34	• Se repitió los ingredientes del día 5	300 g de Sulfato de Cobre

La adición de minerales no se pudo hacer cada 3 días, debido a que el operario encargado no se encontraba en la finca todos los días. Una vez terminada la adición de minerales se completó el contenido del tanque con agua de quebrada, dejando espacio para que los gases de la fermentación fluyeran fácilmente y luego se selló el recipiente herméticamente y se dejó fermentar el contenido por un periodo de 39 días, al cabo de los cuales el fertilizante foliar estaba listo para ser aprovechado.

Anexo E. Análisis de varianza para altura de pasto kikuyo

FUENTE	GL	SC	CM	F
Tratamientos	4	1,07	0,2671	5,2275
Bloques	2	0,32	0,1589	3,1099
Error	8	0,41	0,0511	
Total	14	1,79		

Prueba de Tukey para Tratamientos $q_{\alpha}(v1, v2)$		
$q(0,05),(4, 8)$		
q Tablas Tukey		q Calculada
4,53	<	5,2275

Anexo F. Análisis de varianza para índice de área foliar de pasto kikuyo

FUENTE	GL	SC	CM	F
Tratamientos	4	2,73	0,6827	5,1580
Bloques	2	0,50	0,2511	1,8973
Error	8	1,06	0,1324	
Total	14	4,29		

Prueba de Tukey para Tratamientos $q_{\alpha}(v1, v2)$		
$q(0,05),(4, 8)$		
q Tablas Tukey		q Calculada
4,53	<	5,1580

Anexo G. Análisis de varianza para altura de pasto kikuyo

FUENTE	GL	SC	CM	F
Tratamientos	4	49,96	12,4896	60,1534
Bloques	2	0,13	0,0643	0,3097
Error	8	1,66	0,2076	
Total	14	51,75		

Prueba de Tukey para Tratamientos $q_{\alpha}(v1, v2)$		
$q(0,05),(4, 8)$		
q Tablas Tukey		q Calculada
4,53	<	60,1534

Anexo H. Análisis de varianza para profundidad radicular de pasto kikuyo

FUENTE	GL	SC	CM	F
Tratamientos	4	86,36	21,5907	139,5948
Bloques	2	0,71	0,3547	2,2931
Error	8	1,24	0,1547	
Total	14	88,31		

Prueba de Tukey para Tratamientos $q_{\alpha}(v_1, v_2)$		
$q(0,05),(4, 8)$		
q Tablas Tukey		q Calculada
4,53	<	139,5948