



**Evaluación de tres bioabonos  
sobre el desarrollo vegetativo y  
productivo del pasto kikuyo  
(*Pennisetum clandestinum*) en el  
municipio de La Calera  
Departamento de Cundinamarca**

**Nancy Andrea Alayón García**

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Manizales, Colombia

2014



# **Evaluación de tres bioabonos sobre el desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el municipio de La Calera Departamento de Cundinamarca**

**Nancy Andrea Alayón García**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

Director:

Dr. Javier Orozco Ávila

Línea de Investigación:

**BIOSISTEMAS INTEGRADOS**

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2014



*En todos los asuntos  
humanos hay esfuerzos,  
y hay resultados, y la fortaleza del  
esfuerzo es la medida del resultado.*

*James Allen*

## **Agradecimientos**

A mi familia, que con comprensión me asistieron con todo lo que estuvo a su alcance.

Al Doctor Javier Orozco, Director del Trabajo, por sus valiosos comentarios, por el apoyo, los conocimientos compartidos, la paciencia y la dedicación aportada.

A la Fundación CEMEX Colombia, Alcaldía de La Calera, a la UMATA por su apoyo económico y colaboración durante el tiempo de ejecución del trabajo de campo.

## Resumen

En la finca Los Alisos, municipio de La Calera Departamento de Cundinamarca, entre marzo y mayo de 2013, se evaluó el desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Se empleó un diseño en Bloques Completos al Azar, las variables evaluadas fueron altura de la planta, número de hojas/tallo y Materia Seca (MS). Se realizó un análisis de varianza, posteriormente se realizó la prueba de comparación de medias por Tukey. Los Tratamientos fueron T1: Compost 100 Kg, T2:Compost (50 Kg) + bocashi (50 Kg), T3: Compost (50 Kg) + humus (50 Kg), T4: Testigo Absoluto. A 60 días después del primer corte se registró un rápido desarrollo vegetativo. El número de hojas/tallo y altura de la planta en los tratamientos no fue diferente estadísticamente. Se encontró diferencia significativa en la producción de materia seca (MS) entre los tratamientos. El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 2 Compost+ Bocashi con 997.31 Kg/ha M/S seguido por el Tratamiento 3 con 955.56 Kg/ha respectivamente. Igualmente se determinó la capacidad de carga animal. Los tratamientos 2 y 3 expresaron los mayores valores con registros de 1.3 UA/ha/año y 1.1 UA/ha/año. El nivel de pH del suelo en todos los casos resultó ser fuertemente ácido con alto porcentaje de materia orgánica (M.O). La actividad biológica mostró ser adecuada, evidenciándose en una efectiva relación Carbono/Nitrógeno. En general la aplicación de bioabonos resulta ser una fuente alternativa de nutrición de pastos y fertilización de suelos de praderas.

**Palabras claves:** Compost, Bocashi, Humus, Suelo, Rendimiento

## Abstract

In Los Alisos farm, municipality of La Calera Department of Cundinamarca, between March and May of 2013, was evaluated the vegetative and productive development of Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*), was used a Randomized Complete Blocks design, the variables evaluated were plant height , number of leaves/stem and dry matter ( DM). An analysis of variance was realized, then the Tukey. Test for comparison of means was performed. Treatments were T1: Compost 100 Kg , T2 : Compost ( 50 Kg) + bocashi (50 Kg) , T3 : Compost ( 50 Kg) + humus (50 Kg ) T4 : Absolute control. At 60 days after the first cut, a rapid vegetative development was recorded. The number of leaves / stem and plant height in the treatments did not differ statistically. Significant difference was found in the production of dry matter (DM) among treatments. The highest yield was obtained with treatment 2 (Bocashi + Compost) with 997.31 Kg/ha S followed by Treatment 3 with 955.56 Kg/ha respectively. Load capacity was also determined. Treatments 2 and 3 expressed the highest values with records of 1.3 AU/ha/year and 1.1 AU/ha/year. The soil pH level in all cases was found to be strongly acidic with a high percentage of organic matter (OM). The biological activity showed to be adequate, exhibiting an effective ratio carbon/nitrogen. In general the application of biofertilizers is an alternative source in pasture nutrition and grassland soil fertilization.

**Keywords:** Compost, Bocashi, Humus, Soil, Yield.



# Contenido

	Pág.
<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>9</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>12</b>
<b>Lista de Símbolos y abreviaturas .....</b>	<b>13</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>135</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>135</b>
<b>1. Bioabonos.....</b>	<b>19</b>
1.1 Los bioabonos en los sistemas agropecuarios .....	21
1.2 Compost .....	22
1.3 Bocashi .....	23
1.4 Humus Lombriabono .....	25
1.5 Efecto de los bioabonos en el suelo y plantas.....	26
1.6 Sistemas orgánicos agrícolas en el medio ambiente, sostenibilidad y productividad .....	28
1.7 Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos.....	30
<b>2. Características generales del pasto kikuyo .....</b>	<b>31</b>
2.1 Taxonomía .....	32
2.2 Características Botánicas.....	32
<b>3. Antecedentes .....</b>	<b>34</b>
<b>4. Metodología.....</b>	<b>35</b>
4.1 Ubicación geográfica del experimento.....	35
4.2 Características edafoclimáticas de la zona de estudio.....	36
4.3 Diseño estadístico .....	36
4.3.1 Análisis de resultados.....	37
<b>5. Resultados y Discusión .....</b>	<b>39</b>
5.1 Desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo.....	35
5.2 Posible efecto sobre las propiedades físico químico del suelo .....	43
5.2.1 Potencial de hidrógeno pH .....	44
5.2.2 Materia orgánica .....	45
5.2.3 Relación Carbono Nitógeno.....	47
5.2.4 Contenido de Nitrógeno, Fósforo y potasio en el suelo .....	48
5.2.5 Densidad Aparente .....	50

<b>6. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>52</b>
<b>A. Anexo: Caracterización del medio edáfico finca “Los Alisos” vereda El Volcán municipio de La Calera.....</b>	<b>53</b>
<b>B. Anexo: Características del perfil del suelo .....</b>	<b>54</b>
<b>C. Anexo: Análisis de varianza Altura de la Planta (cm).....</b>	<b>55</b>
<b>D. Anexo: Análisis de varianza Hojas/Tallo (unidades) .....</b>	<b>57</b>
<b>E. Anexo: Análisis de varianza Materia Seca (Kg/Ha) .....</b>	<b>59</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>61</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 4-1:</b> Ubicación geográfica del sitio de estudio.....	35
<b>Figura 5-1:</b> Desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo 60 ddpc.....	42
<b>Figura 5-2:</b> Potencial de Hidrógeno del suelo.....	45
<b>Figura 5-3:</b> Relacion C:N versus contenido de M.O .....	47
<b>Figura 5-4:</b> Relacion contenido de N, P, K.....	49
<b>Figura 5-5:</b> Densidad Aparente.....	51

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1-1:</b> Composición química de algunos bioabonos.....	27
<b>Tabla 2-1:</b> Clasificación taxonómica del pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ).....	32
<b>Tabla 5-1:</b> Características del ambiente edáfico finca “Los Alisos” .....	42
<b>Tabla 5-2:</b> Análisis fisicoquímico del suelo finca “Los Alisos” .....	43
<b>Tabla 5-3:</b> Análisis fisicoquímico de bioabonos tipo Bocashi, Compost, humus. ....	44

## Lista de Símbolos, abreviaturas y subíndices

Símbolo	Término	Unidad
$Al^{+3}$	Aluminio	
°C	Grados centígrados	
CHOS	Carbohidratos hidrosolubles	
CIC	Capacidad de intercambio catiónico	
CE	Conductividad eléctrica	Ds/cm <sup>1</sup>
C:N	Relación Carbono Nitrógeno	
Cmol(+)/kg	Centimol kilogramo	
DA	Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>
Fe	Hierro	
K	Potasio	
Kg/ha	Kilogramo/hectárea	
mm/año	Milímetro/año	
MO	Materia Orgánica	
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado	
N	Nitrógeno	
NH <sub>4</sub>	Amonio	
P	Fósforo	
pH	Potencial de hidrógeno	
ppm	Partes por millón	
Ton/ha	Tonelada/hectárea	

## Abreviaturas

### Abreviatura Término

---

<i>ANOVA</i>	Análisis de varianza
<i>CORPOICA</i>	Corporación Colombiana de investigación agropecuaria
<i>Ddpc</i>	Días después del corte
<i>Mnsm</i>	Metros sobre el nivel del mar

## **Introducción**

El acelerado deterioro de los recursos naturales en el mundo, el aumento exagerado de la población humana y la demanda de alimentos, han provocado la generación de nuevas alternativas de producción sostenibles que garanticen minimizar los problemas provocados por la degradación ambiental. Dichas alternativas, requieren de la investigación de nuevos sistemas que integren eficientemente el aprovechamiento de los residuos orgánicos que se generan en las actividades tanto agropecuarias como cotidianas y que permitan el equilibrio del sistema natural: suelo, agua, planta garantizando la productividad, protección y conservación del medio biofísico.

La inadecuada disposición y manejo de los desechos sólidos orgánicos generados en el sacrificio animal bovino pueden provocar daños al ambiente y la salud humana. En Colombia, muy pocos han considerado estos desechos como subproductos susceptibles para el aprovechamiento.

El sacrificio bovino es una de las actividades ganaderas más importantes en el municipio de La Calera, en promedio diariamente en la planta de beneficio se sacrifican 40 animales que generan alrededor de 30 toneladas de desechos semanales especialmente contenido rumial y estiércol fresco; el material residual o desechos mal manejados se constituyen en un importante depósito de contaminantes del aire, cuerpos hídricos y medio edáfico al ocasionar aumento en la concentración de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) y emisiones de CO<sub>2</sub>. Esta situación implica un grave daño al ambiente, o desde otro punto de vista, pueden ser considerados de gran importancia en las actividades agropecuarias si se tiene en cuenta que los desechos contienen una gran proporción de nutrientes que han sido ingeridos por el animal; los cuales, pueden representar una fuente esencial de nutrientes disponibles para los cultivos cuando son reciclados o transformados mediante técnicas de descomposición controlada que permiten obtener diferentes productos denominados Bioabonos.

La producción agropecuaria presenta problemas como los bajos rendimientos de los cultivos, altos costos de los insumos (principalmente fertilizantes), el uso indiscriminados de agroquímicos que trae consigo la contaminación ambiental, productos no inocuos, erosión,

baja calidad de los productos lo que los hace poco competitivos en los mercados externos. Por lo anterior, se hace indispensable la búsqueda de alternativas de mejora que se traduce en investigación y uso de abonos orgánicos o bioabonos (Bocashi, Compostaje, Humus etc) cuya producción es considerado un proceso simple de origen natural, biológico, limpio, rápido, de bajo costo y sobretodo que garantiza la sostenibilidad de los sistemas naturales.

En la región andina colombiana una de las principales actividades agrícolas está dada por la producción de pastos y forrajes para alimentación de ganado bovino. Las especies forrajeras mejoradas han desplazado significativamente a las nativas y naturalizadas para establecer praderas o pastizales de mejores cualidades nutricionales según Murgueito y Calle (2003). En diferentes regiones del departamento de Cundinamarca dichos pastizales no han mejorado sus rendimientos productivos debido a su baja adaptación a los suelos y a las condiciones topográficas presentes. Sin embargo, hoy en día predominan las especies nativas o naturalizadas, como el kikuyo (*Penisetum clandestinum*), el cual crece favorablemente y posee gran valor nutricional animal como lo manifiesta Burbano (1989).

Desde hace algunos años en diferentes instituciones del país se desarrollan investigaciones relacionadas con las labores agronómicas necesarias para la siembra, establecimiento y producción de los pastos, motivado entre otros factores por los aspectos económicos, el costo de los agroinsumos y la conservación y protección de los recursos (Hernández *et al.*, 2006).

Hernández (2004), indica que las praderas de pasto kikuyo establecidas por muchos años y sin manejo adecuado, se degradan y pierden su capacidad de producción de forraje por el acolchonamiento del pasto y la baja fertilidad del suelo donde crece, presentando recuperación lenta e invasión de malezas.

Las praderas nativas, al igual que todos los cultivos, requieren prácticas agronómicas sostenibles para aumentar la producción. Un adecuado manejo de praderas de kikuyo con fuentes orgánicas permiten recuperar la producción de forraje verde por unidad de área y por ende la fertilidad y calidad de los suelos (Hernández, 2004).

La importancia de los abonos orgánicos surge de la valiosa necesidad que se tiene de hacer un mejor manejo y uso de los residuos orgánicos animales, de producir alimentos sanos en



armonía con el ambiente y de mejorar el rendimiento de los cultivos además de mejorar las características físico químicas y microbiológicas del suelo, lo que se manifiesta en el aumento de su fertilidad; así mismo se busca reducir la aplicación de fertilizantes de síntesis química cuyo uso frecuente e irracional conlleva problemas graves de contaminación y aumento en los costos de producción.

Esta investigación se basó en conocer el impacto que generó la aplicación de tres bioabonos elaborados a partir de subproductos del sacrificio animal sobre el desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo (*Penissetum clandestinum*).

## Objetivos

### Objetivo general

Evaluar el efecto de tres bioabonos elaborados a partir de subproductos del sacrificio bovino, sobre el crecimiento y rendimiento del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

### Objetivos específicos

- Producir tres bioabonos a base de residuos orgánicos producto del sacrificio de ganado bovino como alternativa para la fertilización de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).
- Evaluar la Altura de planta, número de hoja/tallo, la producción de materia verde y materia seca por hectárea del pasto (*Pennisetum clandestinum*).
- Determinar la capacidad de carga de ganado bovino por hectárea en pasturas bajo aplicación de bioabonos.

# 1. BIOABONOS

Los bioabonos son todos aquellos residuos de origen animal o vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes; el suelo con la descomposición de estos abonos se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Obrego, 2001).

El uso de los bioabonos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos en las cosechas, se conoce desde la antigüedad.

Entre los bioabonos se incluyen los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos, industriales y sedimentos orgánicos. Los bioabonos o abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química principalmente en el contenido de minerales.

Antes que aparecieran los fertilizantes de síntesis química, la única forma de enriquecer los suelos para producción agrícola y reponer los nutrientes que las plantas extraían al suelo, era mediante la utilización de abonos orgánicos (Restrepo, 2002).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et. al.*, 2000). El valor de la materia orgánica que contienen los bioabonos ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 1980).

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

No se puede dejar de lado la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, los biabonos juegan un papel fundamental.

La composición nutricional de los fertilizantes orgánicos es muy variada, ya que depende tanto de las condiciones de almacenamiento como del procesamiento del estiércol. La gran diferencia de los fertilizantes orgánicos es el contenido de materia seca que puede variar entre un 12% en el caso de estiércoles líquidos y el 80% en estiércoles deshidratados (Estrada, 2003).

Los abonos y los fertilizantes, generalmente son considerados como sinónimos; los segundos son de origen mineral y fabricados por el hombre, y los primeros, son de origen orgánico, es decir, "fabricados" por procesos de transformación de la propia naturaleza, el uso de ambos debe de hacerse conjuntamente y no por separado. Los abonos orgánicos no son sustitutos de los fertilizantes sino complementarios de éstos y su origen es 100% de productos que antes tuvieron una forma de vida y ahora tienen otra, es decir, es materia viva: Compostaje, humus, estiércol y toda clase de vida orgánica en descomposición como restos vegetales (hojas, ramas, etc.). Todos los abonos son fertilizantes pero los fertilizantes no son abonos, fertilizar significa mejorar la fecundidad de la tierra, la importancia fundamental de su aplicación en las tierras obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se puede dar la nutrición de las plantas (Vivas, 2009).

Los abonos actúan más lentamente que los fertilizantes pero su efecto es más duradero y pueden aplicarse más frecuentemente pues no tienen secuelas perjudiciales, por el contrario, los abonos también calientan la tierra; en tierras donde no hay presencia de material orgánico suficiente, estas son frías y las plantas crecen poco y se detiene el desarrollo; en tierras porosas por la aplicación constante de abonos orgánicos, se tornan calientes y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas y pastos (Cervantes, 1998).

El cambio del uso de bioabonos por abonos químicos en la fertilización de los cultivos actualmente está propiciando que el suelo sufra un agotamiento acelerado de materia

orgánica y sufra procesos de desbalances nutricionales, y que al pasar el tiempo pierda su fertilidad y capacidad productiva.

El uso irracional de productos de síntesis química sin tomar en cuenta los requerimientos del suelo y las especies, conduce al surgimiento de problemas del medio ecológico y de los recursos naturales. Los bioabonos por sus propias características físicas en su composición son formadores de humus y enriquecen el suelo con este importante componente, modificando algunas de las características del suelo como la reacción (pH), cargas variables, capacidad de intercambio iónico y catiónico, quelatación de elementos, disponibilidad de calcio, fósforo, incidir en la acidez intercambiable ( $Al^{3+} + H^+$ ) y Al y Fe extractables en los suelos ácidos que influyen considerablemente en la retención de fosfatos y otros aniones disminuyendo la disponibilidad de ellos: magnesio, potasio y desde luego la población microbiana, haciéndolo más propicio para el buen desarrollo vegetativo y rendimiento de los cultivos. Se podría decir que los bioabonos son imprescindibles en el uso y manejo del recurso suelo para mejorar y mantener su componente orgánico, sus características de un lugar viviente, su fertilidad física y biológica y por ende su productividad (Soto, 2005).

## **1.1 Los bioabonos en los sistemas agropecuarios**

Todo proceso agropecuario está situado o se lleva a cabo dentro de un sistema natural, el cual puede ser modificado por acción antrópica. La búsqueda de los objetivos de la producción agropecuaria es responsable en alto grado del deterioro sufrido por el medio natural; por lo tanto, las soluciones al problema generado por las actividades productivas deben depender en buena parte de las innovaciones que se generen en cuanto a la obtención y transformación de los recursos, así como el manejo dado a los residuos resultantes.

Como resultado de las actividades de transformación, los procesos productivos entregan al medio natural bienes y/o servicios y residuos, que producen efectos sobre el entorno general, los efectos de los mismos generan impactos de forma positiva, negativa o neutra al medio ambiente. Al desarrollar actividades de transformación de recursos, la consecución del objetivo productivo agropecuario debe prever las consecuencias colaterales de sus

operaciones y de la tecnología utilizada; esto le permitirá tomar las medidas adecuadas para evitar y controlar los posibles daños causados al medio natural.

Por lo anterior, Bettiol (2004) menciona que el hombre en la actualidad está cada vez más interesado en reducir el daño al ambiente causado por las actividades agropecuarias, sobre todo por los problemas ambientales, la presencia de compuestos residuales en los suelos y el riesgo en la salud humana como resultado del uso indiscriminado de agroquímicos. Como medida de mitigación del impacto generado por el uso desmedido de productos de síntesis química sobre el ambiente, calidad de los productos vegetales y obtener productos inocuos, Velasco (2001) resalta la importancia de implementar técnicas de producción agrícola enfocadas al uso eficiente de los recursos que tiende hacia una agricultura sostenible, de la misma manera, la FAO (2001) recomienda sistemas de producción orgánica que reduzcan o supriman el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas y reguladores de crecimiento inorgánico. En este sentido, la aplicación de bioabonos son una alternativa para mejorar la productividad el rendimiento y condiciones del medio edáfico en los sistemas productivos agropecuarios. En vista de lo anterior, esta revisión muestra la importancia y beneficios que tienen los bioabonos Tipo Compost, Bocashi y Humus sobre la agricultura.

## **1.2 Compost**

El suelo además de ser el asiento de la vida, hoy en día se considera como un integrante fundamental del sistema productivo, cuyo papel biológico ha sido puesto en evidencia, reivindicándose su importancia en la nutrición vegetal de los ecosistemas.

El compost es un Bioabono que se forma por la degradación microbiana de materiales como residuos animales y/o vegetales acomodados en capas y sometidas a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurre de manera natural en el ambiente; el método para producir este abono es económico y fácil de implementar.

El compost es el material orgánico que se obtiene como producto de la acción microbiana controlada sobre residuos orgánicos tales como hojarasca, rastrojos, subproductos maderables, estiércoles etc. Con estos residuos en forma separada o mezclada, se forman pilas que por acción de organismos del suelo forman un material de gran utilidad para los

suelos agrícolas ya que mejoran la fertilidad y propiedades fisicoquímicas y biológicas (Trinidad, 2000).

La descomposición (aerobiosis) produce todos los efectos benéficos en las plantas y en la tierra, que genera un buen abono. Por esto, la clave ideal para la obtención de un buen abono, es mantener una excelente descomposición aeróbica controlada y una mezcla inicial correcta de los materiales a emplear (Seifert, 1988).

El mismo autor comenta que la información más importante sobre la riqueza de un compost, es la proporción en la que están los materiales carbonados y el nitrógeno: es decir la llamada relación C/N. Poco nitrógeno frena la descomposición y da un abono pobre. Más nitrógeno que el necesario para la descomposición óptima, provocará probablemente su propia pérdida y habrá problemas por malos olores, debido a la liberación de N en forma amoniacal (NH<sub>4</sub>). El compost ideal para la fabricación del abono, teóricamente debe poseer una relación 25-30: 1 de C:N (Restrepo, 2002).

El abono orgánico tipo compost contiene principalmente Nitrógeno (N)- Fósforo (P)- Potasio (K), del 0.5% al 2%, y prácticamente todos los oligoelementos que se tomarán, están disponibles en forma gradual para la planta. Además, en la fracción orgánica del suelo y del compost, se han encontrado ciertos tipos de sustancias, tales como aminoácidos, ácidos orgánicos, aldehídos, vitaminas B1, B2 y B12, auxinas, biotinas y más de una docena de enzimas; cierto número de antibióticos los cuales juegan un papel protector clave para las plantas; estos últimos sólo los producen los hongos (principalmente actinomicetos).

A continuación se describen algunos de los efectos que tiene la aplicación del compost

- Mejora la estructura
- Estimula la diversidad y actividad microbial
- Incrementa la estabilidad de los agregados
- Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces
- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos a las plantas como los nemátodos

- Contiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas
- Provoca la formación de humus, complejo más estable de la materia orgánica que se encuentra sólo en el suelo y es el responsable de su fertilidad natural

### 1.3 Bocashi

Shintani *et al.*, (2000), explica que el Bocashi, es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra.

El Bocashi es un abono orgánico fermentado hecho a base de desechos vegetales y excretas animales y se puede mezclar con microorganismos benéficos lo cual mejora su calidad y facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos y compuestos. Se puede preparar un tipo aeróbico otro tipo anaeróbico, dependiendo de los materiales y situación en particular (Shintani *et al.*, 2000).

El Bocashi puede ser utilizado entre 5 y 21 días después del tratamiento (fermentación), este abono puede ser usado en la producción de cultivos, aún cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando es aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuará descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que suple nutrimentos al cultivo (Martínez, 2004).

Los efectos de aplicar Bocashi son:

- No se forman gases tóxicos, ni malos olores
- El volumen que se produce se adapta a las necesidades
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte
- Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos y causantes de enfermedades
- El producto se elabora en un período relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días)



- El producto se utiliza inmediatamente después de preparado
- Bajo costo de producción

## 1. 4 Humus o lombriabono

Es el producto de la degradación de la materia orgánica por medio de lombrices; la cría de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio y alimentadas con desechos orgánicos biodegradables es un proceso de reciclaje materia orgánica que obtiene proteínas en forma de biomasa de lombrices de tierra (García, 2005).

El humus de lombriz es un abono orgánico que contiene nutrientes disponibles para la planta y es beneficioso para la flora y fauna microbiana del suelo (INIA, 2008).

Según Payán (2010), La acción de las lombrices es transformar el N contenido en los materiales orgánicos, en formas aprovechables para la actividad microbiana. Y los productos nitrogenados provienen de las excreciones de orina eliminada a través de los nefridiósporos en forma de ácido úrico y amonio, mucoproteínas secretados por el cuerpo al paso de las excavaciones del suelo y de tejidos de lombrices muertas con un contenido aproximado de 12% de N.

Los efectos de aplicar Humus son:

- Es un abono orgánico que no daña el ecosistema y reduce el uso indiscriminado de fertilizantes químicos
- Aporta nutrientes minerales para las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, entre otros)
- Las plantas se desarrollan más robustas y resistentes a las plagas y enfermedades y cambios bruscos de las condiciones ambientales
- Recupera la fertilidad de los suelos pobres degradados o erosionados
- Mejora la textura y estructura del suelo, mantiene la humedad por mayor tiempo e incrementa la aireación del suelo
- Activa los procesos biológicos del suelo
- Obtención de lixiviados

En países como Perú una de las experiencias sobre “Conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres en las comunidades de Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Ica, Junín, Lima y Puno en donde se utilizó el humus de lombriz, los testimonios de los agricultores señalan que sus cultivos nativos mostraron mayor vigor, los suelos de sus fincas retuvieron mayor cantidad de humedad que de costumbre y favoreció el desarrollo de las especies en los almácigos de hortalizas y árboles frutales.

Respecto a lo anterior, el humus de lombriz es una alternativa de fertilización ya que proporciona nutrientes a las plantas y mejora tanto la producción como las condiciones físicas y químicas del suelo (INIA, 2008).

## **1.5 Efecto de los abonos orgánicos en el suelo y plantas**

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo como son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de los agregados.

Un aumento en la porosidad aumenta capacidad del suelo, para retener el agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo.

Trinidad, (2000) reporta que con una sola aplicación de 66ton/ha de estiércol en el suelo, la velocidad de infiltración pasó de 8 a 9.6 cm/hr. Tal efecto es más relevante en terrenos con desnivel donde el agua, por escurrir superficialmente, no es eficientemente aprovechada. Una mayor porosidad está directamente relacionada con la densidad aparente del suelo y con aspectos de compactación del mismo.

La composición química de los abonos orgánicos por supuesto varía de acuerdo al origen de éstos las plantas, los residuos de cosechas, los estiércoles, etc. Difieren bastante en cuanto a los elementos que contienen. Las características químicas de los suelos que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son el contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el contenido de nitrógeno total, la capacidad de intercambio cationico, el pH y la concentración de sales principalmente.

Cruz, (2002) demostró que al aplicar 67 ton/ha de estiércol de bovino cada año durante tres años, se incrementó el contenido de materia orgánica de 1.41% a 2.50%. Una respuesta similar se obtuvo al incorporar residuos de cosechas en un suelo en el noroeste de México con rotación de cultivos de maíz- trigo. En otras investigaciones los resultados los son en el mismo sentido, algunos aún más impactantes; por ejemplo, con la aplicación de 5,6 ton de estiércol bovino por hectárea por un año, se incrementó el contenido de materia orgánica en el suelo de 0.12% a 1.98%. La cobertura de pasto kudzu durante tres años consecutivos en un cultivo bajo invernadero hizo variar el contenido de materia orgánica de 1.79% a 4.08%, y de 0.15% a 0.32% respecto al nitrógeno total. Los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 1-1:** Composición química de algunos abonos orgánicos (adaptado de varias fuentes)

CARACTERÍSTICA	TIPO DE ABONO ORGÁNICO					
	Vacuno	Gallinaza	Vermicoposta	Composta	Pulpa de café	Paja de arroz
Humedad (%)	36	30				
PH	8	7,6	7,6	7,7	5,8	7
Materia Orgánica (%)	70	70			89,6	20
N total (%)	1,5	3,7	1,1	2,1	1,68	7,7
P (%)	0,6	1,8	0,3	1,1	0,35	0,5
K (%)	2,5	1,9	1,1	1,6	0,36	0,005
Ca (%)	3,2	5,6	1,6	6,5	0,5	1,38
Mg (%)	0,8	0,7	0,5	0,6	0,64	0,22
Zn (%)	130	575	100	235		0,11
Mn (%)	264	500	403	265		
Fe (%)	6354	1125	10625	3000		
Relación C/N	16	15	19	15	30,9	9,49
Tasa de mineralización (%/año)	35	90				

**Tabla 1-1:** Composición química de algunos abonos orgánicos (Trinidad, 2000).

Cruz (2002), expone que la aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

1. Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.

2. Aumentan la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
3. Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
4. Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
5. Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
6. Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
7. Reducen la formación de costras al debilitar la acción dispersante de las gotas de lluvia.
8. A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
9. Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
10. Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.
11. Favorece de la presencia de microorganismos en el suelo, contribuyendo al control de plagas y enfermedades.

## **1.6 Sistemas orgánicos agrícolas en el medio ambiente, sostenibilidad y productividad**

En los sistemas orgánicos de cultivo pueden observarse técnicas de protección y conservación del suelo y el agua que se utilizan en la agricultura sostenible para luchar contra la erosión, la compactación, la salinización y otras formas de degradación. El uso de la rotación de los cultivos, el abono orgánico y el acolchado mejoran la estructura del suelo y estimulan la proliferación de una vigorosa población de microorganismos (Restrepo, 2007).

Los agricultores orgánicos pretenden hacer el máximo uso posible de la fertilidad reciclable de los residuos agrícolas: paja, rastrojos y otras partes no comestibles, ya sea directamente en forma de abono compuesto y capa vegetal para acolchado o a través del ganado en forma de estiércol. La eliminación del uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos reduce enormemente el riesgo de contaminación del agua con nitrógeno.

De acuerdo con Restrepo (2007), las ventajas que los agricultores experimentan con la elaboración de los abonos orgánicos son:

- Materiales baratos y fáciles de conseguir localmente (independencia).
- Fáciles de hacer y guardar (apropiación tecnológica por los agricultores).
- Costos bajos, comparados con los precios de los abonos químicos (en Centroamérica la relación es aproximadamente de 1:10 y de 1 hasta 45 para algunos casos donde los campesinos poseen una diversidad de materiales en la propia parcela).
- Su elaboración exige poco tiempo y puede ser planificada y escalonada de acuerdo con las necesidades de los cultivos.
- Eliminan factores de riesgo para la salud de los trabajadores agrícolas.
- No contaminan el medio ambiente.
- Respetan la fauna y la flora.

Los abonos son más completos, al incorporar a la tierra los macro y micronutrientes necesarios para el crecimiento vigoroso de las plantas. Según Restrepo (2007), menciona que *“el contenido de nutrientes en los diferentes abonos orgánicos puede ser variable, y esto se debe a que los abonos se elaboran con diferentes materiales de origen animal y vegetal, los cuales poseen diferentes nutrientes y los valores de estos varían, por esta razón los abonos orgánicos no tienen un determinado valor de nutrientes, y es que estos se comportan igual que la naturaleza, ella pone la cantidad adecuada de elementos a disposición de las plantas, y para así mejorar la vida orgánica del suelo”*.

Según Matheus *et al.*, (2007) en el estado Trujillo, Venezuela, existe amplia tradición en el uso de abonos orgánicos como fuentes de suministro de nutrimentos y enmiendas del suelo en los sistemas de producción hortícola en las zonas altas, empleándose principalmente productos como la gallinaza, el estiércol de chivo y el de ganado vacuno y en menor proporción compost y lombricompost. Es por eso la importancia de los abonos orgánicos por aportar nutrientes que mejoren el rendimiento en los cultivos y la fertilidad del suelo.

Los objetivos económicos de los sistemas agropecuarios orgánicos, no son la única motivación de los agricultores; su propósito es a menudo lograr una interacción óptima entre la tierra, los animales y las plantas, conservar los nutrientes naturales y los flujos de energía y potenciar diversidad biológica, lo cual contribuye al objetivo global de la agricultura sostenible de preservar los recursos naturales y los ecosistemas para las generaciones futuras (FAO, 1995).

## **1.7 Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos**

La mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de abonos orgánicos, manera más evidente bajo condiciones temporales y en suelos sometidos a sistemas tradicionales. Los bioabonos o abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrientes que las plantas necesitan para su adecuado crecimiento y desarrollo; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos (Trinidad, 2000).

En los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, siempre se han reportado respuestas superiores a estos, que con la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de Nitrógeno y Fósforo.

Los bioabonos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas más sanos, es decir se ha contribuido con el desarrollo de una agricultura limpia que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la obtención de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis química. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud y el medio ambiente (Trinidad, 2000).

## **2. Características del Pasto Kikuyo**

En las zonas de clima frío de Colombia, los pastos abarcan 400.000 hectáreas dedicadas básicamente a la alimentación de ganado lechero. El 90% corresponde a pasto kikuyo, el 5% a ryegrasses y el 5% restante a avena forrajera y especies nativas (falsa poa y oloroso). Esta gramínea naturalizada por cierto, porque según corresponde es de origen africano más exactamente del país de Kenia, fue introducido al país alrededor del año 1930, con el fin de mejorar los potreros para cría de ganado (Franco *et al.*, 2002).

Su nombre viene de los Kikuyu, una etnia del este de África, de la región donde el kikuyo es originario. Este pasto fue introducido en Colombia alrededor de 1930, con el fin de mejorar los potreros para la cría de ganado. Ha demostrado ser una de las plantas más invasoras que han llegado al país, donde se ha propagado por casi todos los potreros y campos fértiles, desplazando a la mayor parte de las hierbas que crecen en estos lugares (Franco *et al.*, 2002).

Anteriormente a su introducción, los potreros de las montañas tenían un aspecto completamente diferente, estando dominados en su mayor parte por pastos formadores de macollas y no formando césped por medio de rizomas, como el kikuyo. Por ejemplo, en la Sabana de Bogotá era dominante el pasto nativo *Agrostis perennans*, junto con otras especies.

Se cree que la introducción del kikuyo y el subsiguiente cambio en los ecosistemas de potrero con macollas a potrero denso de kikuyo, ha causado la casi completa extinción de las poblaciones de alondras (*Eremophila alpestris peregrina*) y atrapamoscas (*Muscisaxicola maculirostris niceforoi*), subespecies de aves endémicas a la Sabana de Bogotá (Franco *et al.*, 2002).

El kikuyo puede reproducirse por medio de semillas, pero su principal método de propagarse es por medio de sus rizomas: cualquier trozo de estos puede desarrollarse hasta formar otra gran planta de kikuyo.

Aunque el pasto kikuyo ha sido la base de la alimentación de los sistemas de producción lechera especializada en Colombia durante varias décadas (Carulla *et al.*, 2004, Consejo Regional de la Cadena Láctea de Antioquia 2001, Laredo *et al.*, 1982, Mila *et al.*, 2004) el conocimiento que se tiene sobre su valor nutricional para la producción de leche es aún muy vago entre técnicos y productores. Sin embargo, estos sistemas de producción animal enfrentan una serie de amenazas que ponen en riesgo la competitividad de los mismos y que, en buena medida, se hallan asociados con la calidad nutricional de esta gramínea. De allí la necesidad de establecer con claridad la información existente sobre la calidad nutricional del pasto kikuyo en el país (Franco *et al.*, 2002).

## 2.1 Taxonomía

Según Osorio y Roldan (2006), el kikuyo está clasificado de la siguiente manera:

**Tabla 2-1:** Clasificación taxonómica del kikuyo

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledónea
Familia	Gramínea
Género	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>clandestinum</i>

Fuente: Osorio y Roldan (2006)

## 2.2 Características Botánicas

Este pasto es rizomatoso, forma una masa de follaje baja y compacta. Los rizomas hasta de cinco metros de largo, llevan dos clases de tallos: estériles, de entrenudos cortos y hojas largas, y fértiles, las inflorescencias crecen en las axilas de las hojas.

Las espiguillas tienen dos flores: una inferior y estéril, la superior fértil, en la cual se destacan los filamentos de los estambres, que miden hasta cinco centímetros de largo y



sobresalen del follaje. El kikuyo forma semillas, probablemente apomícticas, pero se propagan vegetativamente (León, 2000). No exige en cuanto a la humedad, siempre y cuando la precipitación pluvial supere los 1000 mm anuales. Sus raíces pueden alcanzar los 2 m de longitud lo que le permite extraer agua del suelo con facilidad. Prefiere los suelos de textura liviana, buen drenaje, y alta fertilidad (Bernal, 2003).

### **3. Antecedentes**

Se estima que el consumo mundial de fertilizantes llegó a 180.1 millones de toneladas en el año 2012 (FAO, 2012). En Colombia desde 1990 al 2011 el número de plaguicidas aumentó de 697 a 1.350 eso ha generado un uso indiscriminado de agroquímicos para proteger la producción de cultivos. El uso excesivo de productos de síntesis química, se traduce en alteraciones del medio ambiente y de la salud humana, creando agroecosistemas frágiles, de inseguridad alimentaria y sistemas de producción insostenibles.

Bernal (2003), afirma que es importante desarrollar alternativas tecnológicas para disminuir el efecto nocivo de los agroquímicos, evaluando factores que mejoren el equilibrio biológico, la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos buscando restaurar los agroecosistemas a través del desarrollo de alternativas tecnológicas basados en el uso de los recursos locales (biológicos y naturales) que permitan generar localmente su bioinsumo para obtener sistemas productivos sostenibles.

En Colombia, a través de procesos de innovación participativa implementados por la Corporación PBA y sus entidades aliadas (CORPOICA y las Universidades Nacional, de Córdoba y Sucre), en la Costa Caribe Colombiana, se ha identificado con los pequeños productores las consecuencias negativas, tanto ambientales como económicas, del uso indiscriminado de insumos químicos. Estos, además indican que con la aplicación de bioabonos producidos con estiércol animal se puede alcanzar altos niveles de rendimiento de pastos pero que la mejor respuesta se obtiene con una combinación de una fertilización química y orgánica (Gandarillas *et al.*, 2008).

La materia orgánica aplicada no solo mejora la calidad y el rendimiento de los cultivos también mejora la capacidad de retención de agua y energía solar del suelo (PROINPA, 2006). Los pequeños y medianos productores agrícolas en Colombia, han avanzado de manera importante en la aplicación de forma directa de bioabonos a sus sistemas productivos contribuyendo así al desarrollo de unidades de producción más limpia e incrementando la calidad y rendimiento de los cultivos (PBA, 2007).

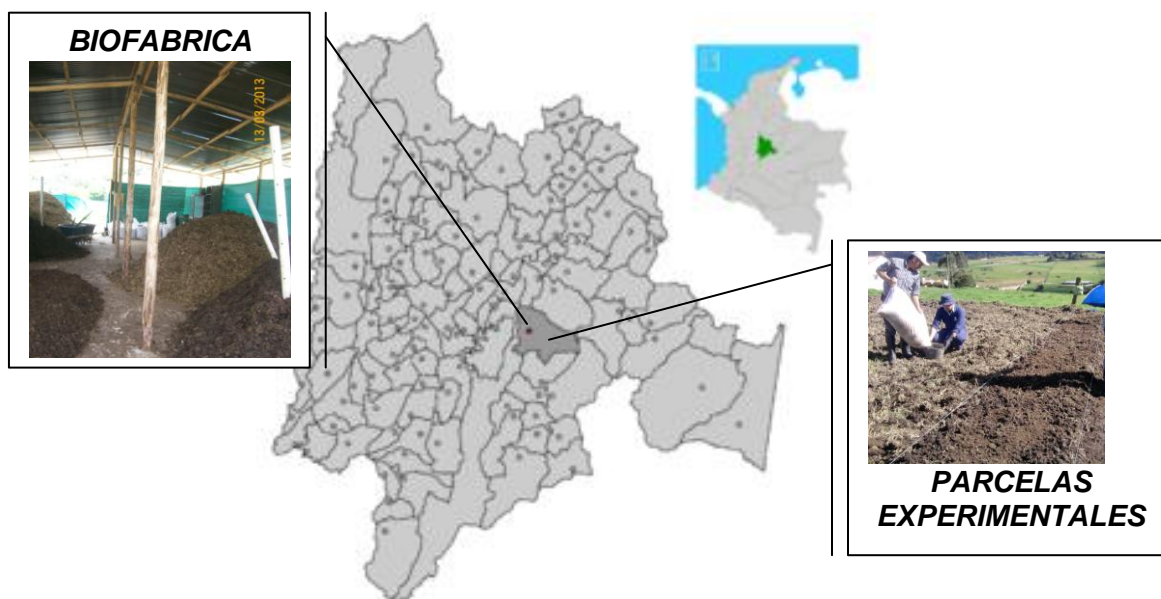
## **4. Metodología**

La ejecución del estudio se llevó a cabo en tres fases: trabajo de campo, identificación y caracterización bioclimática de la zona donde se realizó el experimento, y procesamiento y sistematización de la información.

### **4.1 Ubicación geográfica del experimento**

Las parcelas experimentales se establecieron en la finca “Los Alisos” localizada en la vereda El Volcán municipio de La Calera, Departamento de Cundinamarca. El predio se halla ubicado sobre 2924 msnm, geográficamente se encuentra enmarcado por las coordenadas 04° 41'27.7" de latitud Norte, y W 073°56'41.9" de longitud oeste de Greenwich.

**Figura 4-1:** Ubicación geográfica del sitio de estudio



## 4.2 Características Edafoclimáticas de la zona de estudio

La zona de estudio se halla enmarcada sobre el piso térmico Frío, con una temperatura media entre 13°C y 18 °C, precipitación media anual 1200 mm/año (Anexo A).

El área corresponde a la zona de vida según Leslie Holdridge como bs-MB Bosque Seco Montano Bajo. La evapotranspiración promedio anual en esta zona oscila entre 650 y 690 mm. Biotemperatura media entre 12 y 18°C (Estación climática San Rafael, Planta Weisner último reporte enero 2013).

Geomorfológicamente el suelo de la finca “LOS ALISOS” se ubica en crestones de relieve que varía por sectores de moderadamente quebrado a moderadamente escarpado con pendientes que oscilan entre 10-50%. En algunos sectores se evidencia afectación por erosión moderada Hídrica (en surcos) y compactación por sobrepastoreo principalmente en sectores con pendiente de 30 a 50% (Anexo B).

## 4.3 Diseño estadístico

El diseño estadístico empleado fue de bloques completos al azar con 4 tratamientos:

T1: (Compost 100 Kg),

T2:(Compost (50 Kg) + bocashi (50 Kg)),

T3: (Compost (50 Kg) + humus (50 Kg)),

T4: (Testigo),

Se establecieron tres repeticiones para cada tratamiento. Las parcelas o unidades experimentales fueron 5 metros de ancho por 10 metros de largo para un área total de 50 m<sup>2</sup>, separadas por 1 metro entre parcelas. El pasto fue sembrado al voleo con una densidad de siembra de 4.5 Kg/ha. Los bioabonos fueron aplicados 15 días antes de la siembra y el primer corte se realizó cuando el pasto alcanzó la edad de 40 días. Los registros fueron tomados 60 días después del primer corte. El modelo estadístico empleado para analizar los datos obtenidos durante la investigación se basó en la ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + T_j + E_{ij}.$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta dentro del bloque  $i$  del abonamiento  $j$ .

$\mu$  = Representa la media general de los tratamientos

$R_i$  = Mide el efecto del  $i$ -ésimo bloque.

$T_j$  = Mide el efecto del  $j$ -ésimo Tratamiento (Abonado).

$E_{ij}$  = Error aleatorio asociado al bloque  $i$  del abonado  $j$ .

Las variables de respuesta evaluadas fueron: número de hojas por tallo, altura de planta y rendimiento de Materia Seca, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación.

**Altura de plantas:** Se registró esta variable 60 días después del primer corte, la altura se tomó de varias hojas al azar efectuando cada medida desde la base de la planta hasta la punta de la hoja más alta (Anexo C).

**Número de hoja por tallo:** Esta evaluación se realizó tomando plantas al azar de cada tratamiento y contando el número de hojas por tallo (Anexo D).

**Materia verde y Materia seca:** Para esto se colectaron previamente las muestras realizando corte y pesaje 60 días después del primer corte cosechando el área efectiva de cada parcela (50 m<sup>2</sup>). En campo se determinó el peso de este material en fresco. El material vegetal fue empacado y rotulado; seguidamente se procedió a un nuevo pesaje, y luego las muestras fueron sometidas una temperatura de 70°C, durante 48 horas para determinar el porcentaje de materia seca (Anexo E).

### 4.3.1 Análisis de resultados

Los datos obtenidos de la fase de campo fueron sistematizados en matrices y analizados mediante el programa estadístico SAS en el cual se calcularon parámetros estadísticos básicos como media, desviación estándar, valores máximos y mínimos y coeficientes de variación CV. Este análisis se utilizó para realizar la comparación de medias entre los tratamientos y a través del cual se determinó si existía o no diferencias significativas entre

las medias de los tratamientos. Igualmente en el análisis de varianza ANOVA, se probó la hipótesis

$H_0: m_1 = m_2 = m_3$  (Hipótesis nula)

$H_1$ : Uno o más pares de medias son diferentes (Hipótesis alterna)

**Prueba de hipótesis para la diferencia entre medias:** En los casos donde se presentaron diferencias significativas entre alguna de las medias de los tratamientos, se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey con nivel de significancia ( $>0.01$ ).

## **Resultados y Discusión**

El manejo técnico de praderas de pasto kikuyo exige el conocimiento de varios factores interrelacionados con el fin de recuperar el potencial productivo que ha perdido debido a las prácticas inadecuadas de pastoreo, ineficientes planes de fertilización acompañado de factores biológicos y ambientales adversos entre otros. La deficiente fertilización de las praderas reduce la producción de biomasa y afecta considerablemente la producción. Así mismo la rentabilidad de las pasturas está directamente relacionada con el uso de fertilizantes y enmiendas por lo que se hace necesario conocer el efecto de estos sobre las plantas y el medio edáfico. De esta manera los resultados obtenidos en el presente estudio explican de forma práctica los factores que inciden sobre el crecimiento y rendimiento de la especie tras la aplicación de diferentes tratamientos con bioabonos.

### **5.1 Desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo**

Luego de aplicados los tratamientos el pasto kikuyo inició una fase de desarrollo vegetativo rápido, la producción de materia seca (MS) por hectárea registró diferencias significativas. El tratamiento de mayor promedio fue el T2, compuesto por Compost + Bocashi con una producción de 997.31 Kg MS/ha, seguido del T3 con 955.56 Kg MS/ha, T1 817.62 Kg MS/ha y T4 780.87 Kg MS/ha (Tabla 5-1).

Los resultados concuerdan con lo reportado por Quiroga y Barreto (2002), en estudios realizados en la Sabana de Bogotá quienes observaron que en *P. clandestinum* sometidos a distintos tratamientos obtuvieron rendimientos de 557 y 816 Kg MS/ha con aplicaciones de 300 y 600 Kg/ha de compost respectivamente, en época de máxima precipitación, frente a 1887 y 2023 Kg MS/ha en época de mínima precipitación al rebrote de 45 días.

Para la variable número hojas por tallo de *Penisetum clandestinum* no presentó diferencias significativas. Los tallos presentaron promedio de 5 hojas. Al existir una mayor disponibilidad de nutrientes y otros compuestos orgánicos y minerales como fitohormonas y fitoreguladores en los bioabonos, la planta de pasto reacciona de manera favorable demostrando un aumento en el crecimiento, desarrollo vegetativo y rendimiento. Crespo et

*al.*, (2009), concluyeron que la fertilización con altos contenidos de nitrógeno influye en el valor nutritivo, ya que aumenta el contenido de proteína y disminuye los carbohidratos estructurales. Cuando se utilizan dosis bajas de N, el contenido de proteína es menor y esto se debe a que las plantas con bajo suministro de nitrógeno acumulan carbohidratos, particularmente almidones y polifruktosa, limitando de esta manera la síntesis de los compuestos nitrogenados orgánicos.

Teniendo en cuenta que el crecimiento y rendimiento de las plantas representado por la producción de materia seca están estrechamente relacionados con los factores ambientales, manejo del cultivo, época y densidad de siembra, humedad del suelo y la fertilización, para este caso la diferencia encontrada en cuanto al contenido de materia seca y altura de la planta en los tratamientos 2 y 3 pudo estar influenciada principalmente por la densidad de plantas presente en las unidades experimentales. Un incremento de la densidad de población conduce significativamente en la producción de biomasa.

Por otro lado, la diferencia también se pudo presentar según explican Donaghy *et. al* (2001), quienes encontraron que la disponibilidad de minerales en el suelo tiene un efecto sobre la aparición de las hojas y altura del pasto. El contenido de carbohidratos hidrosolubles (CHOS) se considera como el principal factor que influye sobre el crecimiento en pastos y el uso de las reservas que se almacenen en las estructuras vegetativas, se considera que afecta tanto el período de aparición de las hojas como la persistencia de la especie, pues en caso de no brindar una recuperación de reservas adecuada a la planta, éstas se agotarán llevando a la pastura a un estado de degradación.

El nivel de Nitrógeno en las plantas como lo indica Pérez *et al.*, (2004) el elemento disminuye durante el crecimiento y presenta una alta correlación con la acumulación de materia seca (MS), más que otros parámetros, y para cualquier estudio de crecimiento o edad del pasto; igualmente indica que las hojas más densas y con menor área foliar tienen correlaciones altas con una mayor lignificación, menor tamaño celular, bajo contenido de humedad y baja concentración de Nitrógeno. Posiblemente, se pudo presentar una reducción en la relación entre el área foliar y peso de las hojas; esta situación se atribuye a una alteración en la estructura de la hoja, o bien al incremento en la concentración de



nutrimentos o carbohidratos no estructurales en la misma; tal reducción, es el resultado de una incapacidad de la planta, para asignar estos compuestos en crecimiento estructural.

En cuanto a la variable altura de la planta, los tratamientos aplicados sobre la especie *Pennisetum clandestinum* no presentaron diferencias significativas. La planta alcanzó una altura promedio de 33.3 cm bajo el efecto de la aplicación de Compost (50 Kg) + Humus (50 Kg) T3, valores superiores con respecto a los resultados obtenidos bajo la aplicación del Tratamiento 2: Compost (50 Kg) + bocashi (50 Kg) 32.04 cm, Tratamiento1: Compost (100Kg) 28.26 cm y Tratamiento 4: Testigo 30.82cm y en su orden los mismos tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre sí (Gráfica 5-1).

La altura registrada en esta investigación se acerca a lo señalado por Diannelis *et al.*, (1994), quienes encontraron que al fertilizar con micro y macronutrientes de fuentes orgánicas una asociación de alfalfa *Medicago sativa* y kikuyo *Pennisetum clandestinum*; el kikuyo alcanzó una altura promedio tras el primer corte de 20 cm, siendo la mayor altura de 45 cm en condiciones tropicales. Esto podría deberse a que el presente ensayo se realizó bajo condiciones lluviosas, lo que concuerda con Sánchez (2004) quien afirma que el desarrollo del follaje de los pastos depende de varios factores, entre ellos a las condiciones ecológicas predominantes (variación de temperatura, intensidad de lluvias, altitud, calidad de suelos, etc).

La principal actividad desarrollada en la finca Los Alisos es la producción pecuaria con ganadería de la raza Normando doble propósito. El sistema productivo se basa en el pastoreo continuo tradicional. Por lo anterior los resultados obtenidos en el estudio permiten dar a conocer algunos datos sobre el consumo animal de materia seca y la capacidad de carga que pueden soportar las praderas de acuerdo a la aplicación de bioabonos; en este sentido y de acuerdo a las condiciones de los animales se pudo determinar que el consumo promedio de un bovino de 4 años de edad es de 11.8 Kg/día de Materia Seca es decir lo que consume cada unidad animal de materia seca durante el año es de 4307 Kg. La capacidad de carga de las praderas o el número de animales que puede soportar una hectárea durante el año bajo el Tratamiento 2 es de 1.3 UA/año, Tratamiento 3 1.1 UA/año

respectivamente. Para los Tratamientos 1 y 4 la disponibilidad de materia seca no alcanza a soportar la carga de un animal bovino.

Un gran número de pruebas realizadas por el ICA dentro del programa de Pastos y Forrajes en diferentes regiones de Colombia, comprueban que la aplicación de fertilizantes y enmiendas orgánicas, junto con una adecuada rotación de praderas, permite incrementar la carga animal promedio de 1,4 UA/Ha, en pastoreo continuo sin fertilización, a 5.1 UA/Ha y los niveles de producción de leche y carne aumentan considerablemente. Estas cifras permiten cuantificar fácilmente el beneficio económico del uso de enmiendas orgánicas y fertilizantes en pastos, pues resulta evidente cómo esta práctica, asociada a un buen manejo de los potreros consigue aumentar casi en un 400% tanto la carga animal como la producción del animal por unidad de superficie.

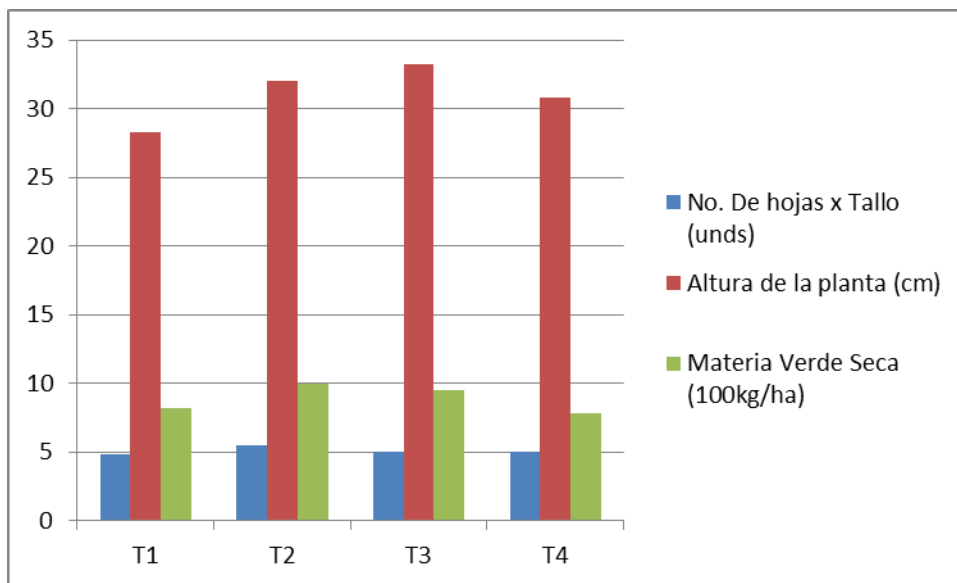
Por otro lado, Hammond (1987) indica que la calidad de una especie forrajera es función del consumo voluntario, de la digestibilidad de la materia seca y de la eficiencia de utilización de la energía del alimento por el animal, en tanto que para Mott (1959) la calidad de un forraje se expresa en términos de kilos de leche o de carne que produce el animal/día. El resultado para todos los tratamientos en términos económicos demuestra que existe una disminución en la rentabilidad de la explotación pecuaria de la finca y resulta ser no sustentable la actividad a largo plazo.

**Tabla 5-1:** Análisis del desarrollo Vegetativo y productivo del pasto kikuyo *Penisetum clandestinum* bajo la aplicación de 4 tratamientos de Bioabonos

<b>Variable 60 (ddpc)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Número de hojas tallo (unds)	4.8 A	5.5 A	5A	5A
Altura de la planta (cm)	28.26 A	32.04 A	33.28 A	30.82 A
Materia verde seca (Kg/ha)	817.62 BC	997.31 A	955.56 AB	780.87 C

ddpc: días después del primer corte. Medias con letras diferentes presentan diferencias significativas ( $p < 0.01\%$ )

**Gráfica 5-1:** Desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo 60 días después del primer corte



## 5.2 Posible efecto sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo

Una vez se inició el trabajo de campo, el suelo objeto de estudio fue sometido análisis de laboratorio obteniendo los siguientes resultados (Tabla 5.2):

**Tabla 5-2:** Análisis fisicoquímico de suelos finca los Alisos vereda El Volcán Municipio de La Calera Cundinamarca

Prof	Ph	C.O	Complejo de cambio (cmol (+) kg de suelo)						P	S	MICROELEMENTOS					Textura %				
			Ca	Mg	K	Na	Al	CIC			B	Fe	Cu	Mn	Zn	Arena	Limo	Arcilla		
Cm	1:1	%							ppm	ppm										
0-20	4.9	8.8	2.1	0.33	0.62	0.05	6.6	42.5	23.5	7.1	0.58	2.55	0.60	1.4	0.30	43.5	35.9	20.6		
																<b>FRANCO</b>				

**Tabla 5-3:** Análisis fisicoquímico de los Bioabonos tipo Bocashi, Compost y Humus

TIPO DE ABONO	Contenido de elementos %											
	PH	MO	Ca	Mg	K	N	Fe	Mn	Cu	Zn	CE ds cm <sup>-1</sup>	HUMEDAD
<b>BOCASHI</b>	7.1	39.6	11.5	1.6	2.82	5.8	1.3	0.056	0.071	0.08	10.26	24.7
<b>COMPOST</b>	7.6	42.4	10.3	1.4	0.12	2.7	2.65	0.066	0.005	0.0014	8.06	29.43
			<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>							
<b>HUMUS</b>	6.8	41.5		4.36	0.28	2.26	1.06	0.074	0.003	0.019	4.34	32.6

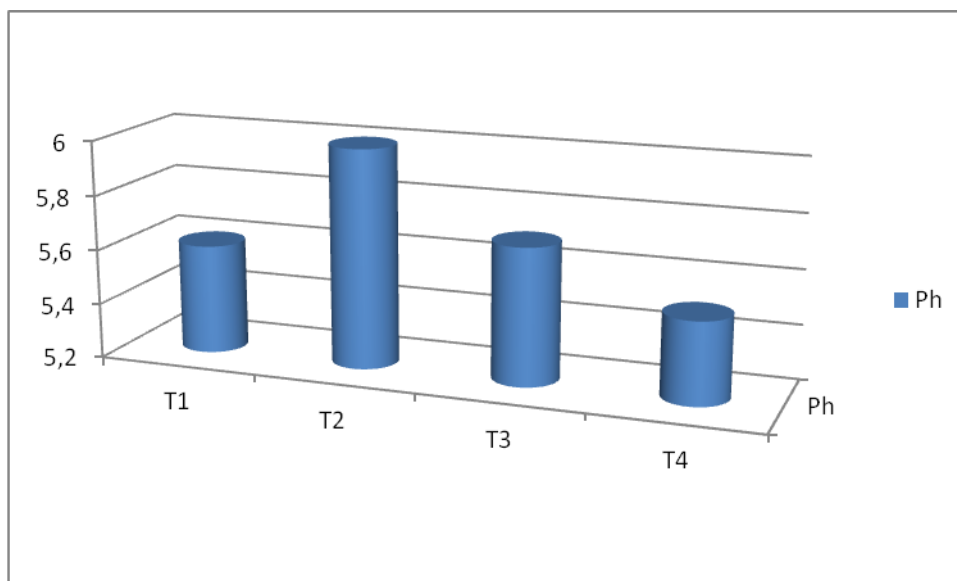
CE: Conductividad eléctrica ds cm<sup>-1</sup>: decisiemens/centímetro

Mediante el análisis físico químico del suelo se determinó la fertilidad del mismo, el cual mostró una alta disponibilidad de nutrientes como se indica a continuación:

### 5.2.1 Potencial de hidrógeno pH

El nivel de potencial de Hidrógeno pH no presentó diferencias significativas según la comparación de medias por Tukey ( $P > 0.01$ ) mostrando los siguientes valores: Tratamiento 1: 5.6, Tratamiento 2: 6.0, Tratamiento 3: 5.7 y Tratamiento 4: 5.5 (Gráfica 5-2); así se demuestra que el suelo de la pradera bajo la aplicación de diferentes bioabonos, dosis y combinaciones presenta un pH fuertemente ácido, datos que coinciden de acuerdo con Jaramillo (2002). Según Ibañez (2008), el rango óptimo de pH en el que las plantas forrajeras crecen vigorosamente oscila entre 5.5 y 7.0 es decir que se deben tener suelos entre fuertemente ácidos a ligeramente ácidos. Para efectos de la presente investigación la incorporación de los diferentes bioabonos a la pradera de pasto kikuyo muestra que el pH no cambia significativamente y que se encuentra alrededor del rango citado; se puede decir que el pH favoreció la disponibilidad de nutrientes en la solución del suelo y por ende la absorción de los mismos conduciendo a un mayor desarrollo vegetativo y productivo de la especie.

**Gráfica 5-2:** Potencial de hidrógeno del suelo después de los tratamientos con bioabonos



### 5.2.2 Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica en los tratamientos presentó diferencias significativas ( $p > 0.001$ ), de esta manera la aplicación de Compost+ bocashi T2 presentó el mayor valor con 18.6% seguido del T3: 15.8%, T1: 14.7%, finalmente se encuentra el tratamiento T4 correspondiente al testigo absoluto con 11.3% de M.O que difiere estadísticamente con el T2. Según los valores establecidos en las tablas de interpretación de análisis de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2007) para el contenido de materia orgánica en suelos de clima frío encontramos que casi el total de los tratamientos aplicados en la presente investigación presenta porcentajes altos de Materia Orgánica (Gráfica 5-3).

En el presente estudio, el contenido de materia orgánica del suelo antes de iniciar la fase experimental se consideró de nivel alto de acuerdo con Cuesta y Villaneda (2002), lo que sugiere que las cantidades aplicadas de enmiendas orgánicas favorecieron el aprovechamiento.

Los altos contenidos de materia orgánica registrados pueden estar dados entre otros factores por el clima de la región donde se ubicó el experimento, debido a este factor la materia orgánica presenta una tasa de mineralización más lenta que en clima cálido según Jaramillo (2002). De igual forma los resultados se le atribuyen a los materiales orgánicos (estiércol bovino y contenido ruminal), dosis y tratamientos con que fueron elaborados los bioabonos.

El contenido de materia orgánica del suelo antes de iniciar la fase experimental se consideró de nivel medio de acuerdo con Cuesta y Villaneda, (2002), lo que sugiere que las cantidades aplicadas de bioabonos favorecieron el aprovechamiento de nitrógeno por el pasto kikuyo. En cambio, cuando el contenido de materia orgánica en el suelo es elevado, aplicar enmiendas orgánicas no provoca un efecto benéfico en la producción (Rodríguez, 2009).

Por otro lado, según Álvarez (2001), existen pocos trabajos en el uso de diversas enmiendas orgánicas en la producción de cultivos y menos en plantas forrajeras. De ahí que su empleo debería incrementarse por ser productos de uso corriente en áreas rurales, tanto los estiércoles como los compost aportan nutrientes en proporciones similares (Williams, 2003). De acuerdo con la clasificación de materia orgánica de Vázquez (1997), Los resultados de la presente investigación, muestran que la diferencia en los contenidos de nitrógeno de las enmiendas, influyen en la cantidad de materia orgánica presente, ya que se incrementó en los tratamientos T2 y T3 donde se emplearon fuentes compuestas por compost + bocashi, compost + humus.

### 5.2.3 Relación Carbono Nitrógeno

La relación Carbono: Nitrógeno presente en el suelo mostro diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) de esta manera los valores para esta variable fueron 18.50 en Bocashi+ Compost en primer lugar, seguido por 14.16 para el tratamiento 3 Compost+ Humus, posteriormente 10.5 para el tratamiento 1 cuya aplicación correspondió a Compost y 9.63 para el testigo.

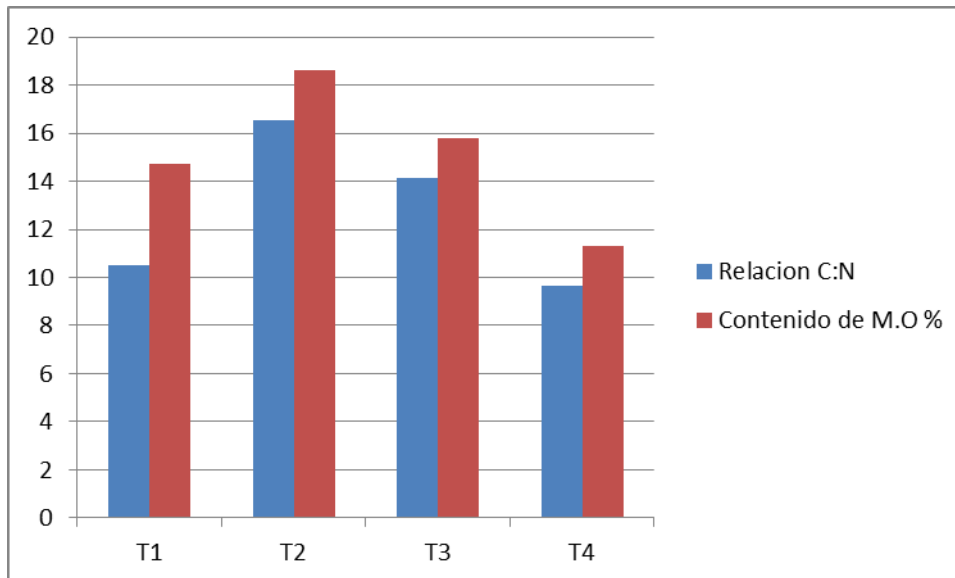
Se presentó adecuada actividad biológica, manifestado por una efectiva relación Carbono/Nitrógeno características que se le atribuyen a la aplicación de Compost + Bocashi (T2). Los resultados demuestran que el tratamiento 2 se encuentra dentro del rango sugerido como óptimo para promover la mineralización del Nitrógeno (Cerrato *et al.*, 2007).

En menor grado se presentó el aporte de compost (T1) el cual se encontraba en un proceso de transformación de la materia orgánica, es decir que el tiempo de mineralización del Nitrógeno fue más lento con respecto al T2, posiblemente se mineralizó solamente una fracción del contenido total de Nitrógeno orgánico presente en el material (Gráfica 5-3).

De acuerdo a Rodríguez (2001), la relación C:N de un suelo tras la aplicación de Bioabonos elaborados a partir de lodos compostados es de 16, es decir que por 16 partes de Carbono presentes existe una parte de Nitrógeno. La Relación C:N determina la cantidad de Nitrógeno que deben asimilar los microorganismos del suelo por cada gramo de Carbono que convierten en biomasa; igualmente determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo. .

Al comparar los resultados del tratamiento Compost+ bocachi el valor registrado es cercano a lo reportado por Rodríguez (2001). Las diferencias presentadas con respecto a las demás aplicaciones se deben a que la relación C:N también se ve afectada por otros factores como el pH, microorganismos y materiales orgánicos aportados al suelo, a esta última condición se le atribuye el valor presentado por el tratamiento 2 ya que el Bioabono en su elaboración fue enriquecido con diferentes fuentes de origen orgánico y mineral (carbón vegetal, pasto seco, roca fosfórica, salvado de trigo etc).

**Gráfica 5-3:** Relación Carbono: Nitrógeno Versus Contenido de Materia orgánica tras la aplicación de cuatro tratamientos con bioabonos



#### 5.2.4 Contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el suelo

En la Gráfica 5-4 se puede observar la relación que existe entre los elementos Nitrógeno, fósforo y Potasio en el suelo. Los tratamientos no mostraron diferencias significativas, de esta manera el Tratamiento 2 presentó los valores más altos con un porcentaje de %0.28N, 0.68 cmol(+) de K, 35.6 mg/Kg P, seguido de los tratamientos 3, 1 y 4 los cuales arrojaron valores por debajo de los reportados en el mismo orden. Según los valores resultantes para el porcentaje de Nitrógeno del suelo, el contenido tras la aplicación de los bioabonos son bajos para el caso de suelos en clima frío el cual oscila entre 0.26 y 0.50 Jaramillo (2002).

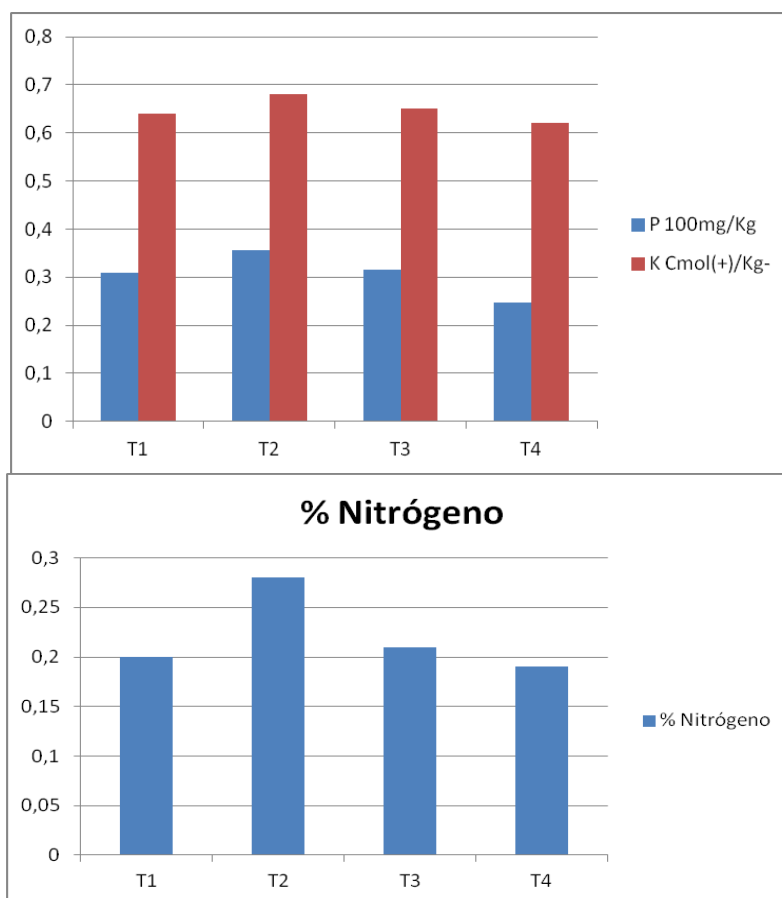
El porcentaje de nitrógeno en esta investigación resulto ser bajo debido a que este elemento tiende a disminuir en el suelo por diversos factores como la aireación y exceso de humedad, como se indicó anteriormente el estudio se desarrolló bajo condiciones de alta precipitación lo que favoreció posiblemente la pérdida del elemento.

De acuerdo con (Rodríguez, 2009) el nitrógeno es aprovechado por las plantas cuando se mineraliza, y esto sucede más rápido con un contenido de humedad constante, porque se aumenta la porosidad del suelo (Houlbrooke *et al.*, 2008), situación que se mantuvo con la lluvia durante la fase experimental que evitó que las praderas de pasto estuvieran secas.



La capacidad de absorción de Nitrógeno de los pastos se incrementa después del primer corte (Martín y Montico, 2005), siendo mejor cuando este se realiza cada mes, debido a que las raíces mantienen una elongación constante (Cuesta, 2005). De acuerdo con Eriksen *et al.*, (2008) y Robinson *et al.*, (2009), el nitrógeno se aprovecha más eficientemente cuando se aplica mensualmente, lo cual no coincidió con lo realizado en el presente estudio donde sólo se hizo una aplicación al inicio del experimento.

**Gráfica 5-4:** Relación contenido Nitrógeno, Fósforo y Potasio



El contenido de Fósforo para el tratamiento T2 resultó ser alto en comparación con los demás tratamientos que resultaron con valores bajos. Según Flórez (1991) esta diferencia posiblemente se atribuye a que el fósforo se encuentra en los suelos tanto orgánico como inorgánico que es la forma como es asimilado por las plantas. La solubilidad y disponibilidad

está dada tanto a reacciones fisicoquímicas como biológicas que suceden en la solución del suelo. La transformación del fósforo entre formas orgánicas e inorgánicas están relacionadas estrechamente, dado que el fósforo inorgánico es una fuente para los microorganismos y las plantas y el fósforo orgánico al mineralizarse repone el fósforo a la solución.

Así mismo, el alto contenido de fósforo para el tratamiento 2 se le atribuye a que el Bioabono Compost+ Bocashi fue elaborado con hongos arbusculares micorrizados, los cuales facilitan la absorción del fósforo por parte de las raíces aumentando la toma y asimilación por los vegetales de acuerdo con Reyes (2011).

El contenido de potasio fue alto en el suelo donde se aplicó el Tratamiento 2. Para los demás tratamientos los contenidos fueron bajos. Los resultados se atribuyen a la calidad nutricional del Bocashi + Compost y los minerales utilizados en la producción de los bioabonos como se muestra en la tabla 5.2.

### **5.2.5 Densidad aparente**

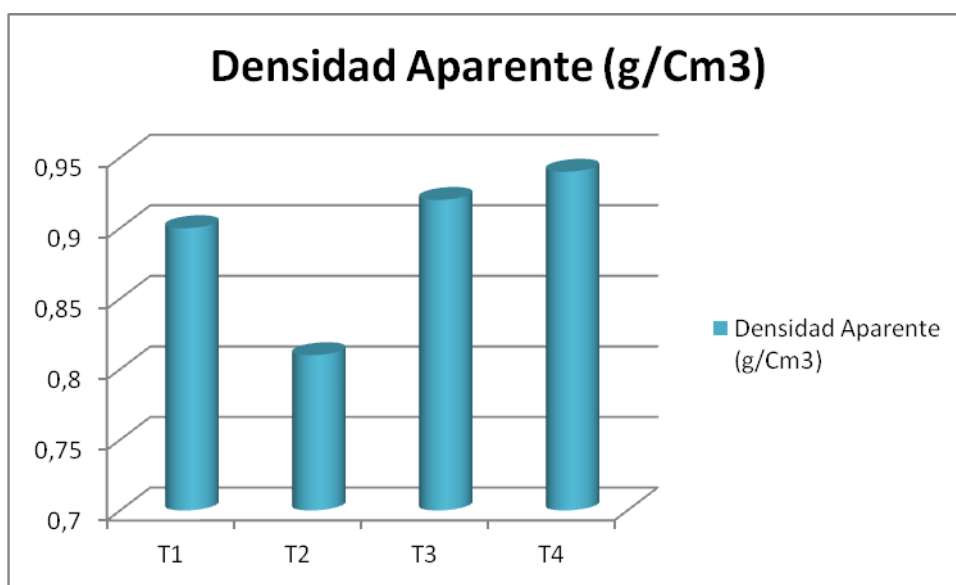
El tratamiento T2 presentó la menor densidad aparente con 0,81 g/cm<sup>3</sup>. Al parecer, en el tratamiento 2 se pudo presentar el resultado bajo por las características físicas del Bioabono Bocashi, el cual fue elaborado entre otros materiales con carbón vegetal y mineral, es decir que la presencia de pequeños gránulos de carbón en el suelo aumento el espacio poroso, favoreciendo un mejor arreglo del espacio físico edáfico mejorando así la densidad aparente (Gráfica 5-5).

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos T1, T3 y T4 que presentaron los valores más altos de densidad aparente.

Los resultados más favorables en cuanto a densidad aparente los presentó el tratamiento T2 lo cual indica un mejoramiento del espacio poroso del suelo que permite el aumento en la retención de humedad y un mejor desarrollo del sistema radicular de la especie, manifestado

por el incremento en el desarrollo vegetativo y productivo del pasto así mismo la densidad aparente mejoró la porosidad favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la planta.

**Gráfica 5-5:** Densidad Aparente



La disminución en el valor de la densidad aparente por el tratamiento T2, con la aplicación de Compost + Bocashi, puede explicarse por el mayor contenido de materia orgánica con respecto al testigo y los demás tratamientos. Según Porta *et al.* (1994), la densidad aparente del suelo está afectada por la materia orgánica, así como por su textura, su estructura, su humedad y su grado de compactación.

La mayor densidad aparente se presentó en los tratamientos 1, 3 y 4, los cuales no presentaron aplicación de Bocashi. Los resultados se deben posiblemente a que los demás bioabonos empleados en los tratamientos 1 y 3 se utilizó además de materiales orgánicos, una alta de cantidad de suelo con propiedades ándicas el cual favoreció los resultados altos de esta propiedad física del suelo.

Para el tratamiento 2 la cantidad aplicada de Bocashi y los materiales sólidos empleados en la elaboración favoreció un mejor arreglo del espacio físico edáfico mejorando así la densidad aparente, comparado con los demás tratamientos.

## **Conclusiones y recomendaciones**

Numerosos estudios se han desarrollado en torno al uso de Bioabonos, su viabilidad y la relación directa con el desarrollo vegetativo y productivo de las especies y mejoramiento de las propiedades de los suelos. En términos generales el estudio del efecto de los bioabonos sobre las condiciones morfológicas y fisiológicas de las especies se convierten en un complejo de interacciones que involucran diferentes factores. En este contexto, se pudo concluir que:

1. Los valores más altos de materia seca se registraron al aplicar el tratamiento 2 Bocashi + Compost. La mayor capacidad de carga animal por unidad de área con 1.3 UA/Ha/año la registró el mismo tratamiento.
2. Los residuos orgánicos sometidos a procesos de descomposición biológica bajo el tratamiento 2 Bocashi+Compost aplicados en praderas de pasto kikuyo provocaron cambios en la disponibilidad de Nitrógeno, fósforo y Potasio.
3. La efectiva actividad biológica de los bioabonos del tratamiento 2 se manifestó con la mejor relación C/N, demostrando mayor eficiencia en la mineralización del Nitrógeno orgánico.
4. Lo anterior demuestra que suelos improductivos con pasturas de kikuyo de bajo rendimiento responden favorablemente a las aplicaciones de bioabonos de origen orgánico en combinación Bocashi Compost, lo cual se demostró en la presente investigación con resultados como un adecuado desarrollo vegetativo y rendimiento de la especie y mejoramiento de las condiciones físicas y químicas del suelo.
5. Por lo anterior y para posteriores investigaciones se recomienda la evaluación por un período más largo y así asegurar que los cambios generados tanto en la especie como en el suelo permanezcan en el tiempo.

## A. Anexo: Caracterización del medio edáfico finca “Los Alisos” vereda El Volcán municipio de La Calera

<b>Describió</b>	Nancy Andrea Alayon García
<b>Fecha</b>	Noviembre 12 de 2012
<b>Localización</b>	Municipio de La Calera, vereda El Volcán, Finca Los alisos 04° 41'27.7'' de latitud Norte, y W 073°56'41.9'' de longitud oeste de Greenwich
<b>Altitud</b>	2924 m.s.n.m
<b>Clima</b>	Frío (Thornthwaite)
<b>Zona de vida</b>	bs-MB Bosque Seco Montano Bajo (Según Holdrige, 1987)
<b>Paisaje</b>	Montaña
<b>Relieve</b>	Quebrado y muy escarpado
<b>Material parental</b>	Los suelos se han desarrollado a partir de rocas clásticas limoarcillosas, químicas carbonatadas y depósitos de espesor variable de ceniza volcánica
<b>Uso actual</b>	Pastoreo
<b>Pendiente</b>	25-70%
<b>Drenaje</b>	Buen drenaje
<b>Tipo de erosión</b>	Moderada (en surcos)
<b>Profundidad efectiva</b>	+ - 50 cm (moderadamente profundo)
<b>Régimen de humedad del suelo</b>	Údico
<b>Régimen de temperatura del suelo</b>	Isomérico

## B. Anexo: Características del perfil del suelo

Profundidad de Horizonte	Horizonte	Estructura	Color	Consistencia	pH
00-10 cm	A	Bloques angulares	Marrón oscuro	En húmedo friable. En mojado ligeramente plástico. En mojado ligeramente plástico	4.9
00-50 cm	B	Bloques subangulares. Fina debidamente desarrollada	Amarillo parduzco	En húmedo friable. En mojado moderadamente plástico.	3.76
>50	C	Bloques angulares fina	Marrón oliva claro	En húmedo friable. En mojado moderadamente plástico	3.88

## C. Anexo: Análisis de varianza Altura de la Planta (cm)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	220.28	73.42	2.67	0.057
BLOQUES	3	84.78	28.26	1.03	0.389
ERROR EXP	9	246.94	27.43	1.77	0.063
ERROR MUEST	48	665.84	13.87		
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>1217.85</b>			

C.V = 16.83%

### TABLA DE MEDIAS DE BLOQUES

TRATAMIENTO	MEDIA
1	30.23
2	31.29
3	32.90
4	29.98

### TABLA DE MEDIDAS DE UNIDADES EXPERIMENTALES

BLOQUES	1	2	3	4	MEDIA
1	29.42	26.87	28.87	27.29	28.26
2	30.22	33.85	36.22	27.87	32.04
3	32.20	35.75	35.02	30.17	33.28
4	29.10	28.72	31.50	33.97	30.82
<b>MEDIA</b>	<b>30.23</b>	<b>31.30</b>	<b>32.90</b>	<b>29.98</b>	<b>31.10</b>

**TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS ALTURA DE LA PLANTA**

TRATAMIENTO	MEDIA
3	33.28 A
2	32.04 A
4	30.82 A
1	28.26 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01>

TUKEY = 15.60. VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.42, 5.96



## D. Anexo: Análisis de varianza Hojas/Tallo (unidades)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	3.68	1.22	3.21	0.030
BLOQUES	3	1.81	0.60	1.58	0.205
ERROR EXP	9	3.43	0.38	0.99	0.539
ERROR MUEST	48	18.50	0.38		
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>27.43</b>			

C.V = 12.13%

### TABLA DE MEDIAS DE BLOQUES

TRATAMIENTO	MEDIA
1	4.87
2	5.31
3	5.18
4	5.00

### TABLA DE MEDIDAS DE UNIDADES EXPERIMENTALES

BLOQUES	1	2	3	4	MEDIA
1	5.00	5.25	4.50	4.75	4.87
2	5.00	5.75	5.75	5.50	5.50
3	4.5	5.25	5.50	4.75	5.00
4	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
MEDIA	4.87	5.31	5.18	5.00	5.09

**TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS NÚMERO DE HOJAS/TALLO**

TRATAMIENTO	MEDIA
2	5.5 A
3	5.00 A
4	5.00 A
1	4.87 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01>

TUKEY = 1.84. VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.42, 5.96

## E. Anexo: Análisis de varianza materia seca (Kg/ha)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	527076	175692	54.30	0.000
BLOQUES	3	7284	2428	0.75	0.530
ERROR EXP	9	29120	3235.55	1.76	0.100
ERROR MUEST	48	87928	1831.83		
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>651408</b>			

C.V = 6.40%

### TABLA DE MEDIAS DE BLOQUES

TRATAMIENTO	MEDIA
1	873.18
2	900.56
3	895.00
4	882.62

### TABLA DE MEDIDAS DE UNIDADES EXPERIMENTALES

BLOQUES	1	2	3	4	MEDIA
1	759.75	849.25	808.25	853.25	817.62
2	1013	997.50	1008.75	970	997.31
3	926.50	973	977.25	945.50	955.56
4	793.50	782.50	785.75	761.75	780.87
<b>MEDIA</b>	<b>873.18</b>	<b>900.56</b>	<b>895.00</b>	<b>882.62</b>	<b>887.84</b>

**TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS MATERIA SECA (Kg/ha)**

TRATAMIENTO	MEDIA
2	997.31 A
3	955.56 AB
1	817.62 BC
4	780.87 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01>

TUKEY = 169.50

VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.42, 5.96

## Bibliografía

CARULLA J, CARDENAS E, SANCHEZ N, Y RIVEROS C. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. En: Memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su impacto en la productividad. 2004.

ACUERDO REGIONAL DE COMPETITIVIDAD DE LA CADENA LÁCTEA DE ANTIOQUIA. Documento de Trabajo consejo regional lácteo de Antioquia. Medellín. 2001. p.104.

BERNAL, J. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Bogotá, Colombia. 2003. p.94.

BERNAL. J. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. 4 edición. Bogotá. 2003. p 101.

BURBANO, H. El suelo. Una visión sobre sus componentes biorgánicos. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño. 1989. p. 447

BETTIOL W. Orgánica Convencional de cultivo de pastos. Ciencia agrícola. 1987. p.61

CERVANTES, M. Los abonos orgánicos. {En línea}. {11 Agosto de 2012} disponible en: ([http://infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)).

CERRATO, M., LEBLANC, H., Kameko, C. Potencial de mineralización de nitrógeno de bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. 2007. p. 161

Corporación PBA para ASOHOFrucol. Informe final del proyecto Convenio TR-577. Bogotá Colombia. 2007. p. 80

CRESPO, G., ARTEAGA, O., VALDÉS, G. Y VERA, J. Obtención de abono orgánico y biogás a partir de residuales de las instalaciones pecuarias. En: Fisiología, producción de

biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. La Habana, Cuba. 2006. p. 329

CRUZ, M. Elaboración de EM Bokashi y su evaluación en el cultivo de Maíz *Zea mays* L., Bajo Riego en Bramaderos. Tesis Ing.Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2002. p 80.

CUESTA, P. Manejo y productividad de praderas del trópico alto. En: Memorias día de campo. Chiquinquirá, Boyacá. 2005. p. 8-9.

CUESTA, P., VILLANEDA E. Renovación y manejo de praderas degradadas del trópico alto "Plan de modernización tecnológico de ganadería bovina colombiana" CORPOICA. Programa nacional de nutrición animal. Ministerio de agricultura. FEDEGAN IZA Boyacá. 2005. p. 26-31

ERIKSEN, J. ASKEGAARD, M. y SOEGAARD, K. Residual effect of grassland proportion, sward type and fertilizer history. *Soil use and Management*. 2008. p. 24.

ESTRADA, J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. *Manizales*: ed. Universidad de Caldas, 2003. p 167-188.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y Alimentación). Manejo de Suelos y Nutrición vegetal en Sistemas de cultivos. Editorial Sirena. Bolivia. 1995. p. 105

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje. Ecuador. {En línea}. {Marzo de 2013} disponible en: ([http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/spanishtrad/ecuador\\_sp/ecuador\\_sp.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/spanishtrad/ecuador_sp/ecuador_sp.htm))

FAO. Current world fertilizer trends and outlook to 2016. 2013.

Fundación PROINPA. Informe anual de Programa. Toralapa. Cochabamaba, Bolivia. 2006. p.120.

FRANCO, V. CARDONA, L. MENDOZA, N. Pasto kikuyo. Colombia. Ecuador. {En línea}. {Septiembre de 2012} disponible en: (<http://publimvz.galeon.com>).

GANDARILLAS, A. ORUÑO, N. SIVILA, R. ALBORNOZ, I. OSWALD, A. PERRY, S. Desarrollo de bioinsumos para la producción sostenible de hortalizas con pequeños agricultores para una soberanía alimentaria en los Andes. {En línea}. {Agosto de 2012} disponible en: (<http://www.fontagro.org/sites/default/files/7075.pdf>)

GARCÍA, A. Propiedades físicas del suelo. Universidad de Extremadura. {En línea}. {8 Julio de 2012} disponible en: (<http://www.unex.es/edafo/index.htm>)

HAMMOND A.C. Chemical, anatomical and other antiquity factors limiting forage utilization. In: forage-livestock research for the Caribbean Basin. Ed. J.E. Moore, K.H. Quesemberry and M.W. Michaud. 1987. p. 59.

HERNÁNDEZ, L. Renovación de praderas improductivas. En: Pastos y forrajes para Colombia. Suplemento ganadero. 1992.

HERNÁNDEZ, M., CORBEA, L., REYES, F., PADILLA, C., SÁNCHEZ, S. Y SÁNCHEZ, T. Principios agronómicos para la producción de pastos. Parte I. Agrotecnia para el fomento de sistemas con gramíneas. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Guatemala. 2006. p.63

HERNÁNDEZ, T. Sembrar sin Arar. Cultivos de leguminosas, pastos y otras especies sobre praderas de kikuyo con cero labranza. Quito, Ecuador. 2004.

HOLDRIDGE, L. Clasificación mundial para las zonas de vida. {En línea}. {07 Agosto de 2012} disponible en: ([www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)).

HOULBROOKE, D., PATON, R., LITTLEJOHN, R., MORTON, JD., Land-use intensification in New Zeland: effects on soil properties and pasture production. 2008. p. 337-349

IBAÑEZ, J. Tipos de suelos salinos. {En línea}. {Agosto 11 de 2012} disponible en:  
(<http://www.weblogs.madrimasd.org>)

ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. Informes de progreso. Programa de Pastos y  
Forrajes, Bogotá. 2001.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). Producción y uso del humus de  
lombriz. Lima. 2008. p. 11.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Estudio general de suelos y zonificación  
de tierras del departamento de Cundinamarca, Bogotá. 2007.

JARAMILLO, D. Introducción a las ciencias del suelo. Universidad Nacional de Colombia.  
Facultad de ciencias. Medellín. 2002.

LAREDO, M., y MENDOZA P. Valor nutritivo de pastos de zonas frías. I pasto kikuyo  
(*Pennisetum clandestinum Hochst*). Anual y estacional; Revista ICA. Bogotá. 1982. p. 157-  
167.

LEÓN, J. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. 2000. p.517.

MARTÍN, B., MONTICO, S. Fertilización Foliar en Pasturas: una alternativa. {En línea}. {15  
Septiembre de 2013} disponible en:  
(<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/15/5AM15.htm>)

MARTINEZ, A. Agricultura orgánica. {En línea}. {11 Febrero de 2013} disponible en:

MATHEUS, J. Evaluación agronómica del uso de un biofertilizante en el cultivo de maíz (*Zea  
mays L.*) Tesis de Grado. Universidad Ezequiel Zamora. 2001. p.135.



MILA, A Y CORREDOR, G. Evolución de la composición botánica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) recuperada mediante escarificación mecánica y fertilización con compost; Revista Corpoica 5 (1): 70 – 75. {En línea}. {Septiembre 15 de 2013} disponible en: ([http://www.corpoica.org.co/Archivos/Revista/11RecuperacionPraderas\\_pp70-75\\_RevCorpo\\_v5n1.pdf](http://www.corpoica.org.co/Archivos/Revista/11RecuperacionPraderas_pp70-75_RevCorpo_v5n1.pdf))

MILA, P. Análisis de la dinámica de crecimiento de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en pradera recuperada por escarificación mecánica y fertilización con compost. Revista Comalfi. Bogotá. 2004. p.12-22.

Mott, G.O. 1959. Symposium on forage evaluation. IV Animal variation and measurement in forage quality. Agr. J. p.223.

MURGUEITO, E. Y Calle, Z. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Conferencia electrónica Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 41, Número 1. 2005.

OBREGO, P. Preparación de Fertilizantes a partir de Residuos Orgánicos. Ventajas del uso del abono. {En línea}. {11 Septiembre de 2012} disponible en: ([http://bpa.peru-v.com/abono\\_organico.htm](http://bpa.peru-v.com/abono_organico.htm)).

OSORIO, D., ROLDAN, J. Volvamos al Campo. Cultivo de Pastos y Forrajes. Colombia, Grupo Latino LTDA. 2006. p. 104.

PAYÁN, F. El manejo de la materia orgánica del suelo en sistemas sustentables de producción orgánica. San Salvador. 2010.

PEREZ, J. Análisis del crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto mulato (*Brachiaria* híbrido, cv). TEC. PERU. 2004. p. 447-458.

PEREZ, J. Manejo sostenible de suelos Universidad de Ciego de Avila. Cuba. CP69450

PORTA, J., LOPEZ, M., REGUERIN, A. Y ROQUERO, C. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. España. 1994. p. 807.

QUIROGA, D. Y BARRETO, A. Respuesta en rendimientos y calidad de una pradera de kikuyo degradada a tratamientos de mecanización y aplicación de compost en la sabana de

RESTREPO, J. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y biofertilizantes Foliare, Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. 2002. P.1–49.

RESTREPO, J. Fermentados y Biopreparados a base de mierda de vaca. 2002.

RESTREPO, J. Manual Práctico el A, B, C de la agricultura orgánica y harina de roca. Managua. 2007. p.260.

RESTREPO, R. Evaluación de la aplicación del abono tipo bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de marinilla, Antioquia. {En línea}. {11 Septiembre de 2012} disponible en: ([http:// www.unalmed.edu.co](http://www.unalmed.edu.co)).

REYES, C. Aspectos relacionados sobre el uso de la micorriza arbuscular en aguacate (*Persea Americana Mill*), en memoria “Centro de investigaciones científicas y tecnológicas del aguacate en el estado de México”. México. 2011. p. 83-94.

RODRIGUEZ, E. 2009. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. San José de Costa Rica. p.350.

RODRIGUEZ, E. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales: procesos fisiológicos básicos. San José de Costa rica 2009. p. 46-47.

ROMERO L., MARÍA del R., A. TRINIDAD S., R. GARCÍA E. Y R. FERRARA C. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia, 2000. p. 261-269.

SÁNCHEZ, C. Cultivo y Producción de Pastos y Forrajes. Perú. 2004.

SEIFERT, A. Agricultura sin venenos. Ed. Integral, 1988.

SHINTANI, M. Manejo de desechos de la Producción Bananera. Bokashi: Abono Orgánico fermentado. Revista El Agro. Quito. 2000. p 20-65.

SOTO, G. Agricultura Orgánica: Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Turrialba. 2005. p. 21-22.

STEEL, R. y TORRIE, J. Bioestadística: principios y procedimientos: McGraw-Hill. México. 1990. 622 p.

STEEL, R. Y TORRIE, J. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México. 1990. p.622.

TRINIDAD, A. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie cuadernos de edafología. Centro de edafología, colegio de postgraduados, Chapingo México. 2000.

VIVAS, V. Abonos orgánicos. {En línea}. {11 Septiembre de 2012} disponible en: ([http://colombia.acambiode.com/distribucion-abonos-organicos-tprd\\_605.html](http://colombia.acambiode.com/distribucion-abonos-organicos-tprd_605.html))