

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE PASTO GUINEA MOMBAZA (*Panicum maximum*, Jacq) BAJO CUATRO FUENTES DE ABONAMIENTOS EN LA FINCA PEKÍN, MUNICIPIO DE SINCÉ, SUCRE - COLOMBIA.

**RODRIGO RAFAEL HERAZO QUIROZ
CARLOS MARIO MORELO PALENCIA**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SINCELEJO
2008**

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE PASTO GUINEA MOMBAZA(*Panicum maximum*, Jacq) BAJO CUATRO FUENTES DE ABONAMIENTO EN LA FINCA PEKÍN, MUNICIPIO DE SINCÉ, SUCRE - COLOMBIA.

RODRIGO RAFAEL HERAZO QUIROZ

CARLOS MARIO MORELO PALENCIA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE ZOOTECNISTA

DIRECTOR

RICARDO MANUEL PÉREZ CARDOZO

Ingeniero agrónomo, Esp.

CODIRECTOR

ORLANDO NAVARRO MEJÍA

Ingeniero agrónomo, M.Sc

UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

SINCELEJO

2008

NOTA DE ACEPTACIÓN.

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

Sincelejo, _____

“LAS IDEAS EXPUESTAS EN EL SIGUIENTE TRABAJO SON
RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES.”

DEDICATORIA.

*A Dios por todas sus bendiciones
a mis padres por su esfuerzo y apoyo para poder obtener este
título
a todos los que contribuyeron con la realización de este
tríunfo.*

Rodrigo

*A Dios por darme el deseo y las fuerzas para superarme
a mis padres por su apoyo incondicional
a mi esposa e hijos por brindarme su apoyo e incentivar en
mí el deseo de salir adelante
a mis hermanos y familiares por ayudarme a hacer
realidad mi sueño.*

Carlos

AGRADECIMIENTOS.

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Antonio Merlano De La Ossa, propietario de la finca Pekín por poner a nuestra disposición los terrenos de su finca para realizar nuestro proyecto.

Ricardo Pérez Cardozo, nuestro director por guiarnos y asesorarnos durante el proceso de ejecución de este trabajo.

Nuestra alma mater "Universidad de Sucre", por permitirnos hacer realidad nuestro sueño.

Y a todas aquellas personas que colaboraron de una u otra manera con la realización del proyecto.

CONTENIDO

RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
3. ESTADO DEL ARTE	18
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PASTO GUINEA MOMBAZA (<i>Panicum maximum, Jacq</i>)	18
3.1.1 Origen:	18
3.1.2 Descripción:	18
3.1.3 Variedades:	19
3.1.4 Suelos:	19
3.1.5 Fertilización:	20
3.1.6 Usos:	20
3.1.7 Método de siembra:	20
3.1.8 Producción de forraje:	21
3.1.9 Control de plagas y enfermedades:	22
3.1.10 Producción de semillas:	22
3.2 VALOR NUTRICIONAL DE LOS PASTOS.....	22
3.2.1 Materia seca (MS):.....	23
3.2.2 Digestibilidad de los pastos:.....	24
3.2.3 Fibra vegetal:	25
3.2.4 Proteína bruta (PB):	26
3.2.5 Calidad de los forrajes y su variación:.....	26
3.3 FERTILIZANTES.....	31
3.3.1 Fertilizantes minerales:	31
3.3.2 Fertilizantes orgánicos:	32
3.4 LA ACCIÓN DE LOS FERILIZANTES O ABONOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LOS PASTOS	35
3.4.1 Efecto de la fertilización mineral:.....	37
3.4.2 Efecto de la fertilización orgánica:.....	38
4. METODOLOGÍA	39
4.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
4.1.1 Macrolocalización del área de estudio:	39
4.1.2 Microlocalización del área de estudio:	40
3.2 ACTIVIDADES DE CAMPO.....	42
3.2.1 Iniciales:.....	42

3.2.2 Pruebas intermedias:	44
3.3 VARIABLES A EVALUAR.....	45
3.3.1 Descripción de cada procedimiento:	45
3.4 PROCEDIMIENTO DE OFICINA	47
3.4.1 Análisis estadístico de los datos:	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
4.1 NUMERO DE REBROTOS	49
4.2 ALTURA DE LA PLANTA	50
4.3 ÁREA FOLIAR	51
4.4 RELACIÓN HOJA: TALLO (H:T)	52
4.5 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y FORRAJE VERDE.....	54
4.6 VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO GUÍNEA.....	56
4.6.1 Contenido de proteína bruta (PB):	57
4.6.2 Contenido de fibra en detergente neutro (FDN):	58
4.6.3 Contenido de fibra en detergente ácido (FDA):.....	59
4.6.4 Contenido de lignina:.....	61
4.6.5 Digestibilidad de la Materia Seca (DMS):.....	62
5. CONCLUSIONES	65
6. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Guinea mombaza</i> , C.I. Turipaná.	18
Figura 2. Siembra con voleadora manual, C.I. Turipaná	21
Figura 3. Composición de los alimentos.....	23
Figura 4. Correlación entre el contenido estacional en proteína bruta (PB) y digestibilidad (TDN) en el <i>P. maximum cv mombaza</i>	30
Figura 5. Cambios en materia seca (Kg de MS/ha) y contenido de proteína bruta (% BS).....	31
Figura 6. Componentes generales del ciclo de nutrientes en pasturas.	36
Figura 7. Macrolocalización.....	39
Figura 8. Microlocalización.....	41
Figura 9. Diseño de bloques completamente al azar.	44
Figura 10. Número de rebrotes presentados en cada tratamiento.	49
Figura 11. Altura del pasto <i>Guinea mombaza</i> a los 30 días del corte.	50
Figura 12 Área foliar alcanzada por el pasto <i>Guinea mombaza</i> en los distintos tratamientos	51
Figura 13. Relación Hoja /Tallo del pasto <i>Guinea mombaza</i>	53
Figura 14. Rendimiento promedio de Materia seca y Forraje Verde del Pasto <i>Guinea mombaza (Panicum maximum Jac)</i> en toneladas/Ha, con cortes cada 30 días.	54
Figura 15. Porcentaje de materia seca (%MS) en cada uno de los tratamientos, con cortes cada 30 días.....	56
Figura 16. Porcentaje de proteína antes y después de la fertilización en cada tratamiento.	57
Figura 17. Porcentaje de FDN antes y después de la fertilización en cada tratamiento	58
Figura 18. Porcentaje de FDA antes y después de la fertilización en cada tratamiento	60
Figura 19. Porcentaje de lignina antes y después de la fertilización en cada tratamiento	61
Figura 20. Porcentaje digestible de la MS antes y después de la fertilización en cada tratamiento.....	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Hemicelulosa, celulosa y lignina en la pared Celular de los forrajes	25
Cuadro 2. Composición química y degradabilidad del pasto Guinea Mombaza y Tanzania a los 60 días.	27
Cuadro 3. Clasificación de la calidad de los alimentos asignada por la American Forage and Grassland Council.....	27
Cuadro 4. Criterios para caracterizar el valor nutritivo de los forrajes.....	27
Cuadro 5. Diferentes tipos de abonos orgánicos según la fuente de aporte de nutrientes y el grado de procesamiento.	33
Cuadro 6. Valores medios y coeficientes de variación de la composición del estiércol líquido vacuno.....	35
Cuadro 7. Valores medios del rendimiento de materia seca y forraje verde del pasto guinea mombaza dependiendo de la fertilización.....	56

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Descripción del perfil del suelo.....	74
Anexo 2: Descripción del perfil de suelo en el lote con pasto guinea mombaza (<i>Panicum maximum</i>)	75
Anexo 3. Análisis de caracterización de suelos	76
Anexo 4. Fracciones de Carbohidratos y Proteína en Pasto Mombaza (<i>Panicum maximum var Mombaza</i>).....	77
Anexo 5: Pasto <i>Guinea mombaza</i> establecido en la finca Pekín	77
Anexo 6. Toma de muestras para el análisis de suelos	78
Anexo 7. Calicata para la descripción del perfil de suelo	78
Anexo 8. Corte de uniformidad.....	79
Anexo 9. Pesaje del pasto húmedo.....	79
Anexo 10. Mediciones en hojas del pasto <i>Guinea mombaza</i>	80
Anexo 11. Conteo de rebrotes del pasto <i>Guinea mombaza</i>	80
Anexo 12. Tratamiento Testigo (To).....	81
Anexo 13. Tratamiento DAP+UREA (T1), de fertilización mineral (úrea + DAP).....	81
Anexo 14. Tratamiento D+U+L (T2), fertilización mineral + Lombricompost.	82
Anexo 15. Preparación del bioabono líquido.....	82
Anexo 16. Aplicación del bioabono líquido.....	83
Anexo 17. Promedios de cada variable evaluada por tratamiento.	83
Anexo 18. Correlaciones entre variables.....	83

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el municipio sucreño de Sincé, dentro de los linderos de la Finca Pekín, localizada aproximadamente a 5 Km de la cabecera municipal, en la vía que conduce al Municipio de Galeras. La finca tiene una extensión de 96 hectáreas de las cuales la mayor parte es utilizada en la explotación ganadera; una de las mayores fuentes económicas que se manejan dentro del departamento de Sucre; se evaluó la respuesta del pasto Guinea (*Panicum maximum*), a diferentes tipos de fertilización, donde se plantearon cinco (5) tratamientos denominados Testigo (To) = a tratamiento testigo, DAP+UREA (T1)= aplicación de fertilizantes minerales (DAP + Urea), D+U+L (T2) = aplicación de fertilizante mineral más abono orgánico (DAP + Urea + Lombricompost), Lombricompost (T3) = la administración de abono orgánico sólido (Lombricompost) sobre el área de estudio, Bioabono (T4) = aplicación de un bioabono (la bovinaza); evaluados sobre las siguientes variables del cultivo: Altura de plantas, área foliar, relación hoja/tallo, número de rebrotes, producción de materia seca, calidad nutricional; una vez recolectada toda la información de campo, se realizó el análisis estadístico en diseño de bloques al azar, se obtuvo diferencias significativas en dos de las variables evaluadas, **número de rebrotes y rendimiento del forraje verde**; revelando ser las variables con mayor sensibilidad a la fertilización orgánica y/o mineral. Concluyéndose que a pesar de los rendimientos alcanzados con la aplicación de los fertilizantes, la calidad del pasto Guinea mombaza, con edad de corte de 30 días (edad seleccionada por los investigadores), clasifica como un pasto bajo tanto en digestibilidad como en valor nutricional bajo las condiciones evaluadas.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the municipality sucreño of Sincé, inside the boundaries of the Property Beijing, located approximately to 5 Km of the municipal head, in the road that leads to the Municipality of Galleys. The property has an extension of 96 hectares of which most is used in the cattle exploitation; one of the biggest economic sources that are managed inside the department of Sucre; the answer of the grass Guinea was evaluated (*Panicum maximum*), to different fertilization types, where they thought about five (5) denominated treatments Testigo (To) = to treatment witness, DAP+UREA (T1) = application of mineral fertilizers (DAP + Urea), D+U+L (T2) = application of fertilizer mineral more organic payment (DAP + Urea + Lombricompost), Lombricompost (T3) = the administration of payment organic solid (Lombricompost) on the study area, Bioabono (T4) = application of a bioabono (the bovinaza); evaluated on the following variables of the cultivation: Height of plants, area to foliate, relationship hoja/tallo, rebrotes number, production of dry matter, nutritional quality; once gathered all the field information, was carried out the statistical analysis at random in design of blocks, it was obtained significant differences in two of the evaluated variables, rebrotes number and yield of the green forage; revealing to be the variables with more sensibility to the fertilization organic mineral y/o. Being concluded that in spite of the yields reached with the application of the fertilizers, the quality of the grass Guinea mombaza, with age of court of 30 days (age selected by the investigators), it classifies as a low grass as much in digestibilidad as in nutritional value under the evaluated conditions.

INTRODUCCIÓN

La ganadería vacuna juega un papel importante en la economía del país, en tal sentido aporta el 3.5 % del Producto Interno Bruto (PIB) nacional; representa casi la cuarta parte (26 %) del sector agropecuario, y el 56 % del PIB de las actividades pecuarias. La población vacuna en Colombia para el año 2005 alcanzó las 25.000.000 cabezas siendo la tercera mas importante en Latinoamérica después de Brasil con 192 millones y Argentina con 50.768.000 cabezas (FEDEGAN, 2006). Para el 2004 la Región Caribe Colombiana registró 7'465.738 cabezas de ganado lo que equivale al 32.09 % siendo el departamento más poblado Córdoba con más de 2.365.636 cabezas (FEDEGAN, 2004; Viloría, 2003). Con respecto al consumo de carne per cápita en Colombia se ha dado una baja a partir del año 1990 donde el consumo fue de 21.34 kg, mientras que para el año 2005 solo fue de 16.45 Kg. (FAO, 2006).

En el caso particular del Departamento de Sucre para el año 2005 se encontró que la población vacuna es de 881.380 cabezas considerándose un departamento netamente ganadero. Sin embargo la tecnología relacionada con esta área no ha tenido un gran avance y aún existen sistemas extensivos con una muy baja capacidad de carga y bajos parámetro tanto reproductivos como productivos; los animales son manejados en el sistema doble propósito mayoritariamente seguido por el sistema cría y un pequeño porcentaje en la ceba (FONDO NACIONAL DEL GANADO, 2005).

En las regiones tropicales las fuertes variaciones en el clima a través del año, se manifiestan con períodos de lluvias intensas y períodos de prolongada sequía con duración aproximada de cuatro a cinco meses, ocasionando

limitaciones en la producción ganadera. Durante la sequía, la disponibilidad y calidad de las pasturas se reduce drásticamente y el pasto se seca dejando el suelo desnudo como es el caso de las áreas establecidas con *Botriochloa pertusa*; todo esto facilita la degradación del suelo y de la pastura, ocasionando disminuciones en la producción de leche y carne que incide en la baja productividad de la ganadería, reflejada en bajas tasas de crecimiento, representado en edades tardías al sacrificio y al primer parto (Gobernación de Sucre 2005).

La alimentación en los sistemas de producción ganadera en la región Caribe depende de un bajo número de especies forrajeras, siendo la colosoana (*Botriochloa pertusa*) y el Angleton (*Dichantiun aristatum*) las especies de pastos predominantes; el valor nutritivo de la especie angleton es considerado de mediano a bajo, debido a la floración precoz, baja relación hoja / tallo y pérdida rápida de su calidad, presentando reducciones hasta del 30 % en los contenidos de proteína cruda en la época seca; para el caso de la *Botriochloa pertusa* presenta reducciones del 54 % en época seca con relación al periodo lluvioso y contenidos de proteína de 11.35 % a la tercera semana hasta 5.4 % a las 12 semana de rebrote y 8.5% hasta 6.15 % en el mismo tiempo de rebrote en época seca (Cuadrado *et al.*, 1998).

Lo problemas de la baja disponibilidad de forraje en la región no solo se deben a la escases de agua en la época seca del año, pues incluso en la época de lluvia se ha observado producciones bajas de los pastos cuya explicación se ha atribuido al desgaste de los suelos fruto de las consecuencias de una agricultura y manejo de praderas bajo el modelo llamado “revolución verde”, al sobre pastoreo, al pastoreo continuo, al mal manejo de los cultivos y el suelo y a la transferencia inadecuada de tecnología, conllevando a que el recurso suelo presente las más grave crisis productiva en toda su historia (Arias *et al.*, 2002). En este sentido es una necesidad estudiar e investigar el comportamiento de nuevas especies de

gramíneas bajo esquemas de manejo de suelos sostenible como lo es la incorporación de nutrientes y otras sustancias que mejoren las praderas sucreñas en términos de producción de forraje y mejor calidad, y que sean resistentes o tolerantes a los problemas fitosanitarios presentes en el departamento. Por lo tanto se plantea evaluar el potencial forrajero de la guinea mombaza (*Panicum maximum*), bajo cuatro diferentes tipos de abonamiento, que contribuyan a fortalecer la producción de la ganadería del Caribe colombiano, en época de lluvia y sequía, en la búsqueda de una ganadería sostenible.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento vegetativo, el rendimiento y la calidad del pasto guinea mombaza (*Panicum maximum*) establecido en praderas tratadas con cuatro fuentes de abonamiento en la finca Pekín, Sincé - Sucre, Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características agronómicas (altura de plantas, calidad nutricional y producción de materia seca), por hectárea bajo la aplicación de la fertilización química, orgánica y la combinación de estas.
- Evaluar las características morfogénicas (Número de rebrotes, relación hoja : tallo y área foliar).
- Contribuir con el paquete tecnológico en la alta producción de la guinea mombaza (*Panicum maximum*) y el buen uso y manejo del recurso suelo de la región.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PASTO GUINEA MOMBAZA (*Panicum maximum*, Jacq)

3.1.1 Origen: Es una planta nativa del África Tropical y Subtropical, que ha sido ampliamente cultivada en América del Sur, al Oeste de la India, al Sur y Este de Asia (Coauro, 2004).

3.1.2 Descripción: El pasto *Guinea mombaza* es una gramínea tropical perenne, de características muy similares a la especie Tanzania, tanto en calidad nutricional, como en producción de forraje (Cuadrado, 2002).

Figura 1. *Guinea mombaza*, C.I. Turipaná.



Fuente: (Cuadrado, 2002)

Según (Cuadrado, 2002), el pasto Guinea presenta ventajas como, la tolerancia a la sequía, al encharcamiento temporal, alta calidad nutricional, excelente palatabilidad y digestibilidad y se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera.

Reino: **Vegetal**
División: **Embriophyta**
Clase: **Angiospermae**
Subclase: **Monocotiledónea**
Orden: **Glumiflorae**
Familia: **Gramineae**
Género: **Panicum**
Especie: **maximum**

3.1.2.2 Morfología: El pasto *Guinea mombaza*, es conocido también como *india*, es una gramínea con raíces profundas, éstas se ensanchan en la corona de la planta formando un corto rizoma. Las hojas son largas y anchas, muy bien distribuidas en los tallos, presentando una alta relación de hoja/tallo y al igual que una alta tasa de rebrote. La altura de la planta depende de la variedad, que oscila entre 0,80 metros hasta más de 2,00 metros; El período de floración y producción de semilla se prolonga por un largo tiempo, dando origen a una maduración irregular en la panícula. Estas pequeñas semillas están recubiertas de glumas, las cuales son lisas y vellosas; existen cerca de dos millones por kilogramo (Jehne, 1999).

3.1.3 Variedades: Actualmente en Colombia se están cultivando dos variedades mejoradas introducidas desde Brasil, que se caracterizan por sus excelentes condiciones agronómicas, como buena relación de hojas a tallos, alta digestibilidad, muy buena producción de forraje y magnífica capacidad de carga. Estas variedades son la *Tanzania*, que se adapta muy bien a zonas secas y fértiles y la *Mombaza* que se desarrolla en zonas un poco más húmedas, pero no inundables. Ambas variedades responden muy bien a la fertilización y al manejo intensivo; las producciones de carne y leche obtenidas con estas variedades de acuerdo a estudios realizados, han sido altas (Coauro, 2004)

3.1.4 Suelos: El pasto *guinea* crece en distintos tipos de suelos. La *guinea* puede sobrevivir completamente a un largo período de sequía, pero solo

muestra sus mejores condiciones bajo un medio húmedo. Su mayor productividad se da en suelos franco-arcillosos (Cuadrado, 2002).

3.1.5 Fertilización: Este tipo de gramínea generalmente responde bien a la fertilización nitrogenada, después de 6 a 8 meses de implantada. Las dosis aplicadas al cultivo dependen de la fertilidad del suelo, en el cual se encuentre establecido. La fertilización con fósforo y potasio debe hacerse cada año, con el fin de mantener una alta producción de forraje y un buen nivel de fertilidad del suelo. Para estas aplicaciones se recomienda tener en cuenta el análisis de fertilidad del suelo, ya que en algunos suelos es necesario complementar periódicamente dicho proceso con elementos denominados menores (Bernal, 2003).

3.1.6 Usos: El pasto *Guinea* se utiliza principalmente en pastoreo. En épocas de mucha producción y por la gran altura que alcanza, puede usarse para corte, heno o ensilaje. Debido al gran volumen de producción y a la alta calidad de forraje es una de las especies preferidas por los ganaderos para conservar, especialmente ensilada (Cuadrado, 2002).

Cuando el pasto alcanza de 80 a 100 centímetros de altura o antes de iniciar la floración, se considera la época más adecuada para el pastoreo; ya que en estas condiciones presenta hasta el 60 % de digestibilidad. Para una mayor persistencia y eficacia en su utilización se recomienda pastorear con rotación, con un periodo de ocupación por potrero no mayor a 6 días y teniendo como descanso de 35 a 45 días, en épocas de buena humedad. En época seca y cuando no hay riego disponible, se debe aumentar los periodos de descanso para que el tiempo de recuperación sea mayor (Bernal, 2003).

3.1.7 Método de siembra: La densidad de siembra es de 5 a 6 kg. /ha. de semilla sexual con un valor cultural del 70% (% de pureza x % de

germinación). Debe sembrarse a una profundidad de 1 a 2 cms. Este pasto es de fácil establecimiento cuando se usa semilla sexual, pudiéndose sembrar con voleadora manual, sembradora mecánica o al voleo manual; igualmente se puede sembrar asociado con maíz a los 70 u 80 días después de germinado éste; procurando regar la semilla entre los surcos, el lote debe estar limpio de “malezas”, haciendo más económico su establecimiento. La siembra con material vegetativo (cepas) es más costosa por la cantidad de jornales que demanda. Para la siembra en asocio con leguminosas, se usan de 5 a 6 Kg. de semilla de guinea seleccionada y luego se toman los Kilogramos de semilla necesarios (generalmente de 2 a 5 Kg.), de acuerdo al tipo de leguminosa escogida (Hernández y Cárdenas 2001).

Figura 2. Siembra con voleadora manual, C.I. Turipaná



Fuente: Cuadrado, (2002).

3.1.8 Producción de forraje: Esta gramínea bajo condiciones naturales y en suelos relativamente fértiles, puede llegar a producir de 12 a 15 toneladas de forraje seco por hectárea / año (aproximadamente de 60 a 75 toneladas por hectárea / año de forraje verde); realizando cortes cada 7 a 9 semanas. Aplicando urea a cantidad de 50 Kg / ha / año se han alcanzado rendimientos de 30 a 40 toneladas / ha / año de forraje seco (aproximadamente 150 a 200 toneladas / ha / año de forraje verde). En pastoreo continuo y bajo condiciones naturales, puede mantener de 2 a 2.5 animales por hectáreas; aplicando

fertilización, riego y rotación de potreros su capacidad de carga puede aumentar de 5 a 6 animales por hectáreas (Hernández y Cárdenas 2001).

3.1.9 Control de plagas y enfermedades: Para esta especie se han reportado pocas plagas de importancia económica; sin embargo, algunos insectos como los *gusanos comedores* de hoja (gusano ejército), pueden presentar ataques eventuales de alguna significación. Algunas veces se presenta *el carbón* en la espiga y el *Helminthosporium* en las hojas, en forma leve. No se recomienda controles químicos como tratamiento fitosanitario (Cuadrado, 2002).

3.1.10 Producción de semillas:El pasto guinea muestra abundante floración pero su recolección y beneficio son difíciles. Por lo tanto es necesario utilizar semillas seleccionadas y beneficiadas con alta tecnología, que aseguren un producto de superior calidad. La semilla tiene un porcentaje elevado de cariósides vacías o semillas vanas (Bernal, 2003).

3.2 VALOR NUTRICIONAL DE LOS PASTOS

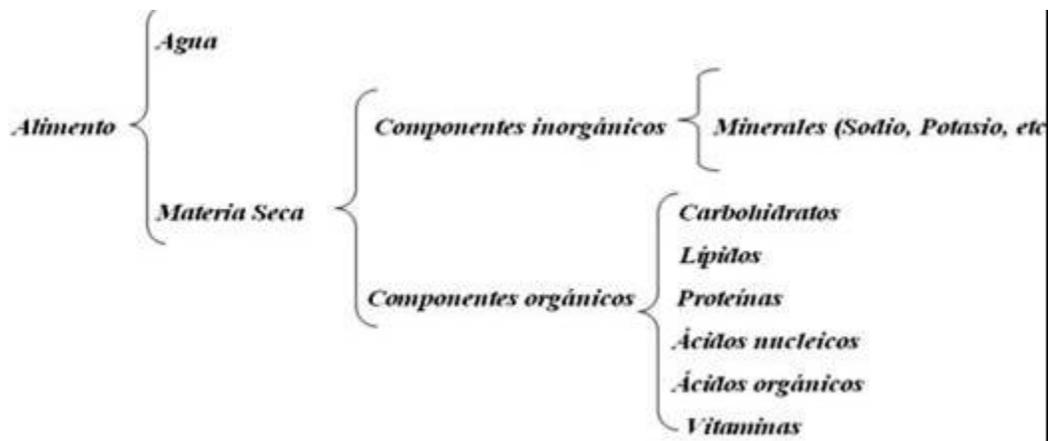
Las plantas forrajeras constituyen la base de la alimentación del ganado vacuno. Además, son la fuente de nutrientes más barata y la mejor adaptada a los requerimientos fisiológicos de los rumiantes; siendo fundamental que esta forma de alimento esté disponible en cantidad y calidad suficientes, para que el rumiante pueda expresar toda su capacidad genética de producción. En cuanto a la cantidad, la pastura utilizada eficientemente, deriva en altos rendimientos por hectárea. Al considerar el rendimiento de un producto es necesario expresarlo en unidades de materia seca, ya que un forraje puede producir gran cantidad de materia verde, pero la misma puede llegar a estar constituida por una elevada cantidad de agua. En un forraje de este tipo, si bien a priori tendría una elevada producción, el material nutritivo

aprovechable por el animal sería bastante menor debido a la gran cantidad de agua del mismo (Vargas, 2002). Por otro lado, la calidad de los forrajes depende del valor nutritivo de los mismos, y se encuentra indicado por el contenido de proteína bruta (PB) y energía de los alimentos, la cual es determinada a través de los nutrientes digestibles totales (TDN) (Pérez, 2006)

3.2.1 Materia seca (MS): La materia seca de los alimentos está constituida por una fracción orgánica y otra inorgánica. El componente inorgánico está dado por los minerales que posee el vegetal, principalmente potasio y silicio. Pero también, la mayoría de los compuestos orgánicos contienen elementos minerales como componentes estructurales, por ejemplo, las proteínas contienen azufre, y muchos lípidos, carbohidratos y fósforo. El componente orgánico está constituido por carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos y vitaminas (Bassi, 2006)

La composición de los alimentos se puede sintetizar en el siguiente esquema:

Figura 3. Composición de los alimentos



Para calcular el contenido de materia seca en porcentaje (%MS) de un forraje se pesa una muestra representativa del mismo, luego se la coloca en estufa hasta que en pesajes sucesivos, mantenga un peso constante debido a la pérdida de todo su contenido de humedad. Por último se estima el porcentaje de materia seca (%MS) del material mediante la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

3.2.2 Digestibilidad de los pastos: La digestibilidad de todos los materiales está dada en función de la composición celular, y más precisamente, de la composición química de cada forraje en estudio. Las células vegetales están constituidas por una fracción correspondiente al contenido celular y otra a la pared celular. El contenido celular posee una digestibilidad casi total, siendo en promedio del 98 %. Mientras tanto, la pared celular posee una digestibilidad muy variable, que se manifiesta en función de la proporción en que se encuentren sus componentes: hemicelulosa, celulosa y lignina; en la Cuadro 1 se muestran los contenidos de estos elementos en distintos tipos de forrajes. Estos tres elementos químicos constituyen en conjunto la **fibra vegetal**, siendo su cantidad tanto como su calidad lo que más afecta la digestibilidad (Bassi, 2006).

A partir del análisis de los componentes de la pared celular se puede llegar a estimar mediante fórmulas cuál es la digestibilidad aproximada del forraje. Para ello se han desarrollado varias ecuaciones, pero como ejemplo se cita la propuesta adoptada por el American Forage and Grassland (Council *et al.*, 1993)

$$\text{DIGESTIBILIDAD (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \text{FDA})$$

Cuadro 1. Hemicelulosa, celulosa y lignina en la pared Celular de los forrajes

Forraje	Pared celular (%MS)	Hemicelulosa (%MS)	Celulosa (%MS)	lignina (%MS)
Leguminosa				
Alfalfa	51	11	29	11
Trebol rojo	66	17	39	10
Gramineas C ₃				
Cebadilla	64	26	32	5
Pasto Ovillo	55	25	25	4
Festula	54	23	26	4
Gramineas C ₄				
Cenerus	66	35	24	5
Bermuda	76	39	29	6
Pangola	38	26	33	8
Guinea	66	24	33	5

Fuente: PARSI *et al.*, (2001)

3.2.3 Fibra vegetal: Es un conjunto de filamentos constituidos por hidratos de carbono, que se componen de un entramado tridimensional de celulosa, hemicelulosa y lignina. Los análisis que se utilizan en la actualidad son los propuestos por *Van Soest*, los cuales permiten separar el contenido celular de la pared celular; a esta última se divide en tres fracciones: Fibra en detergente neutro (FDN), Fibra en detergente ácido (FDA) y Lignina detergente ácido (LDA) (Bassi, 2006).

3.2.3.1 Fibra en detergente neutro (FDN): Es la fibra que queda luego de hervir al forraje en una solución de detergente neutro (sulfato lauril-sódico y ácido etilen-di-amino-tetra-acético, EDTA). En el tratamiento todo el contenido celular se disuelve y queda lo correspondiente a la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina). El contenido de FDN es expresado en porcentaje del total de materia seca (Vargas, 2002)

3.2.3.2 Fibra en detergente ácido (FDA): Es el residuo que queda luego de someter a la fibra detergente neutro a una solución de detergente ácido (ácido sulfúrico y bromuro de acetiltrimetilamonio). En este proceso se extrae

la hemicelulosa, de tal forma que la fibra remanente estará constituida por celulosa y lignina. Al igual que FDN, los resultados se deben expresar en porcentaje de la materia seca evaluada (Vargas, 2002).

3.2.3.3 Lignina en detergente ácido (LDA): Es el residuo que queda al exponer la fibra en detergente ácido a una solución de ácido sulfúrico. Al igual que los casos anteriores, el resultado se expresa en porcentaje de LDA con respecto a la materia seca analizada (Bassi, 2006).

3.2.4 Proteína bruta (PB): Sin lugar a dudas, la capacidad de aportar proteínas por parte de los forrajes es también un parámetro de calidad. Las proteínas están constituidas, en promedio, por un 16 % de Nitrógeno. De tal forma que si se conoce la cantidad de éste que posee un alimento se puede inferir su contenido proteico. Los análisis se basan en este criterio para realizar las determinaciones. Una vez evaluado el contenido nitrogenado se multiplica el valor obtenido por 6.25, para transformar ese 16 % de nitrógeno en cantidad de proteína. El análisis más difundido para determinación de proteína bruta a partir del contenido de Nitrógeno fue propuesto por Kjeldhal; (Bassi, 2006).

3.2.5 Calidad de los forrajes y su variación: El conocimiento de la composición nutritiva de los alimentos es la herramienta fundamental en la formulación de raciones, para satisfacer los requerimientos del animal y suplir el desbalance de forraje. Por lo tanto, el análisis químico, junto con la adecuada interpretación de los resultados ayuda a manejar en forma eficiente la alimentación, favoreciendo una mayor productividad animal (Pérez, 2006). En la Cuadro 2 se pueden observar algunas propiedades nutricionales del pasto guinea Mombaza y Tanzania, con corte a los sesenta (60) días.

Cuadro 2. Composición química y degradabilidad del pasto Guinea Mombaza y Tanzania a los 60 días.

Pasto	M. seca (%)	P. cruda (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	Ceniza (%)	Disms (%)
Guinea Mombasa	30	13.2	71.34	44.86	4.8	12.83	62.54
Guinea Tanzania	27.6	14.5	66.6	41.1	5.3	16.4	61.7

Fuente: Corpoica. Laboratorio de Nutrición Animal. C.I. Turipaná. 2003
 FDN: Fibra en detergente neutro
 FDA: Fibra en detergente ácido
 Disms: Degradabilidad in situ a 48 horas de la materia seca

En las Cuadros 3 y 4, se encuentran consignados algunos criterios en forma general para la valorar la calidad de los pastos.

Cuadro 3. Clasificación de la calidad de los alimentos asignada por la American Forage and Grassland Council.

Clasificación	% Materia Seca	
	FDN	FDA
Excelente	<41	<31
Primera	40-46	31-35
Segunda	47-53	36-40
Tercera	54-60	41-42
Cuarta	61-62	43-45
Quinta	>65	>45

Fuente: Council *et al.*, (1993).

Cuadro 4. Criterios para caracterizar el valor nutritivo de los forrajes

Clasificación Relativa	Características de los forrajes			
	Digestibilidad DMO (%)	Fibra FDN (%)	Lignina LDA (%)	Consumo % PV
Alto	> 70	< 45	< 5	< 3
Medio	55 – 70	45 – 65	5 – 10	2 – 3
Bajo	45 – 55	65 – 80	10 – 15	1 – 2
Muy bajo	< 45	> 80	> 15	< 1

Fuente: Vargas, (2002).

La calidad del pasto puede verse afectada considerablemente en las diferentes etapas de su crecimiento; aquí se enumeran los factores más

sobresalientes que influyen en la variación del valor nutricional de las especies forrajeras:

☑ **Temperatura.** Su efecto es uniforme en todas las especies estudiadas, en este sentido una regresión obtenida por Denium (1976) mostró una disminución de 0,5 unidades de digestibilidad por cada grado Centígrado de aumento de la temperatura. La menor digestibilidad a temperaturas elevadas es debido a que la Temperatura promueve una mayor lignificación de la pared celular.

☑ **Luz y duración del día.** El efecto de la luz, la fuente de energía para las plantas, tiene una influencia directa sobre el metabolismo a través de la fotosíntesis. La eficiencia es baja, ya que solamente entre el 1 y 3 % de la luz total que la planta recepta, se fija en los procesos fotosintéticos (Denium, 1976).

☑ **Fertilización.** La fertilización nitrogenada tiene el mayor efecto sobre la composición de la planta, aumenta el % de Nitrógeno y la producción (Donahue *at al.*, 1977).

☑ **Suelo.** Las plantas cultivadas en diferentes suelos, tienen un diferente balance de elementos minerales, lo que influencia en su crecimiento y composición. Los suelos desgastados (con mucho uso) agotan los elementos solubles y se tornan ácidos y ricos en óxido de Hierro y Aluminio que pueden ser tóxicos para la planta. Este proceso se acelera en regiones húmedas y calientes (Donahue *at al.*, 1977).

☑ **Defoliación y enfermedades.** La pérdida física de las hojas, tallos o la pérdida de ambos, es el principal estrés que obliga a la planta a movilizar las reservas para producir nuevas hojas a fin de recuperar su capacidad fotosintética. El efecto de la defoliación sobre la calidad es siempre positivo,

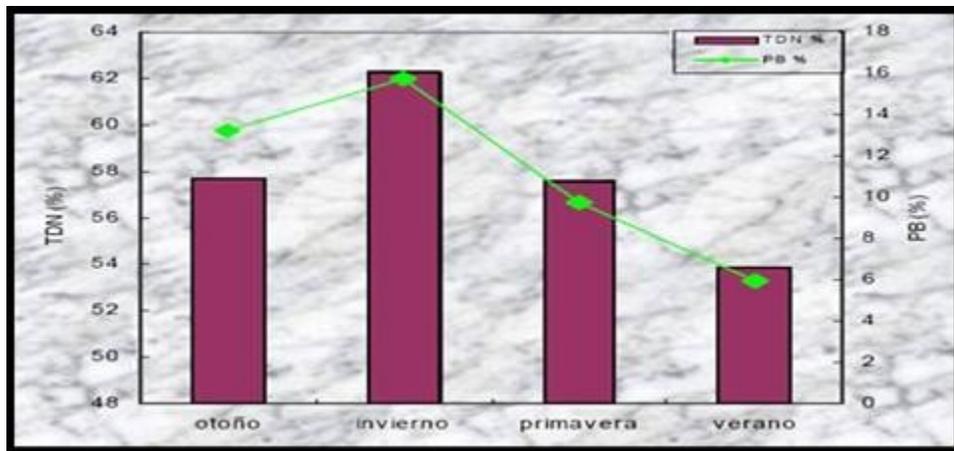
debido a que retarda el desarrollo y la lignificación. Desde el punto de vista de la planta, la pérdida de tejido, cualquiera sea su origen (segadora, animal, fuego, insectos, etc.) tiene un impacto similar, aunque en el caso de herbívoros más pequeños, estos tienen mayor selectividad (Donahue *at al.*, 1977).

☑ **Edad y Madurez.** El estado de crecimiento en términos de desarrollo de la planta es un medio común de describir la calidad del forraje. La madurez significa desarrollo morfológico, que culmina en la aparición del ciclo reproductivo. Esta secuencia en las plantas depende de signos tales como: duración del día (fotoperíodo) o temperatura. La edad se define como el tiempo transcurrido después del rebrote o corte. Las pasturas que permanecen en estado vegetativo pueden describirse solo en términos de edad y altura (Vargas, 2002).

Un caso general en la disminución de la calidad del pasto, se deriva de la reducción en la digestibilidad del mismo, la cual puede decrecer de un 65 % en las hojas tiernas a un 51 % en las hojas más viejas. Lo mismo ocurre con el contenido de proteína bruta (PB), alcanzando valores de 16 % en estados jóvenes y solo 6% en la etapa de maduración avanzada (Bassi, 2006).

Otra variable que causa un comportamiento similar en los pastos es la estacionalidad de las precipitaciones, como se puede apreciar en la Figura 4, en la que se hallan los resultados del comportamiento del pasto *Guinea mombaza* en el centro de investigaciones CETAPART en la ciudad de Mexico. Allí se observa que en el invierno se tiene un mayor porcentaje de PB (15,8 %) y TDN (62,3 %), en comparación con el verano, esto se debe a una mayor presencia de hojas con relación a los tallos verdes (Pérez, 2006).

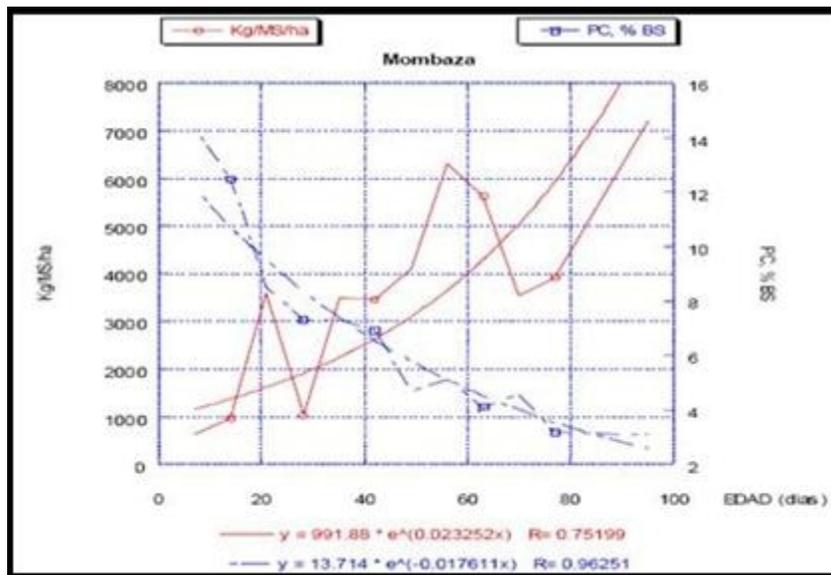
Figura 4. Correlación entre el contenido estacional en proteína bruta (PB) y digestibilidad (TDN) en el *P. maximum* cv *mombaza*.



Fuente: Pérez (2006)

Juárez *et al.*, (2001) estudiaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Campo Experimental “La Posta” en Veracruz – Córdoba (México), el valor nutricional de nueve gramíneas forrajeras tropicales, entre esas el *Panicum maximum* (Mombaza), encontrando variaciones en la cantidad de materia seca y proteína cruda con relación a la edad (Ver Figura 5).

Figura 5. Cambios en materia seca (Kg de MS/ha) y contenido de proteína bruta (% BS)



Fuente: Juárez, 2001

3.3 FERTILIZANTES

Según Arias *et al.*, (2002), los fertilizantes son sustancias minerales u orgánicas, naturales o elaboradas que se aplican al suelo, al agua de irrigación o a un medio hidropónico para proporcionarle a la planta los nutrientes. Los fertilizantes contienen como mínimo el 5 por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O). Este término es frecuentemente usado como una abreviación del término fertilizantes minerales (mencionado posteriormente). A los productos con menos del 5 por ciento de nutrientes combinados, se les denomina fuente de nutrientes. La definición legal varía según los países.

3.3.1 Fertilizantes minerales: Los fertilizantes minerales son fabricados en forma líquida o sólida, generalmente a través de un proceso industrial. Además este tipo de fertilizantes pueden aportar los nutrientes principales, los nutrientes secundarios, los micronutrientes o una mezcla de nutrientes. Los fertilizantes simples suplen sólo un nutriente, mientras que los complejos pueden suministrar varios. Los fertilizantes compuestos pueden ser el

resultado de la mezcla o de enlaces químicos entre los fertilizantes simples o nutrientes (Arias *et al.*, 2002).

El término fertilizantes químicos o fertilizantes artificiales es generalmente usado para referirse a estos productos, pero es erróneo, ya que los nutrientes suministrados por los fertilizantes minerales son iguales a los que se producen en el proceso de mineralización de la materia orgánica a través de la acción de microorganismos en el suelo; en realidad algunos fertilizantes provienen directamente de procesos naturales, tal es el caso del guano, sales de potasio, o nitratos sódicos naturales (Arias *et al.*, 2002)..

3.3.2 Fertilizantes orgánicos: Según el Real Decreto del 5 de febrero de 1998, sobre fertilizantes y afines, define a los fertilizantes orgánicos como aquellos que proceden de residuos animales o vegetales y, a demás, contenga los porcentajes mínimos de materia orgánica y nutriente (Arias *et al.*, 2002)..

De acuerdo a Soto (2003), los abonos orgánicos pueden categorizarse por la fuente principal de nutrimentos, que puede ser un organismo que se inocula sobre un acarreador orgánico, tal es el caso de los biofertilizantes, donde el aporte de nutrientes es el resultado directo de la actividad de la bacteria o el hongo, ejemplos típicos de estos son *Rhizobium*, micorrizas, *Azotobacter*, *Bacillus subtilis*, etc.

El otro tipo de abono orgánico es aquel donde la fuente de nutrientes es la materia orgánica misma. Es claro que es gracias a la actividad de los microorganismos que estos nutriente son liberados, pero la fuente de los nutrientes no es la actividad del microorganismo *per se*, pero los nutrientes liberados de la materia orgánica. Este tipo de abono puede a su vez subdividirse entre abonos orgánicos procesados y no procesados. Los no procesados son aquellos que se aplican directamente sin un proceso de

descomposición previo, por ejemplo la pulpa de café o la gallinaza que se apliquen frescos. Mientras que los abonos orgánicos procesados son aquellos donde se favorece la descomposición y transformación de la materia orgánica antes de aplicarla, como el compost, Lombricompost, biofermentos, etc. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diferentes tipos de abonos orgánicos según la fuente de aporte de nutrientes y el grado de procesamiento.

Fuente de nutrientes	Grado de procesamiento	Sólidos	Líquido
Materia orgánica	Sin procesar	Desechos vegetales: Pulpa de café, de naranja, etc. Desechos animales: gallinaza, estiércol fresco. Coberturas verdes: <i>Arachis</i> sp., <i>Mucuna</i> sp.	Efluentes: de pulpa de café, etc.
	Procesados	Compost Lombricompost Bocashi Ácidos Húmicos	Biofermentos Té de compost Ácidos Húmicos Té de estiércol Extractos de algas
Microorganismos		Biofertilizantes: inoculante en turba de <i>Rhizobium</i> para leguminosas, micorrizas, <i>Bacillus subtilis</i> .	Biofertilizantes líquidos: EM o microorganismos benéficos, etc.

Fuente: Soto (2003)

A continuación se definen los principales abonos orgánicos procesados:

Compost: es el producto final del proceso de compostaje; el cual consiste en la transformación de materiales orgánicos en humus a través de la descomposición completa, en condiciones apropiadas de humedad y temperatura con la intervención de microorganismos aerobios especializados (Soto 2003; Siura, 2006).

Lombricompost o Vermicompost: es el resultado de un proceso biológico, en el cual la materia orgánica es transformada en humus, a través de una descomposición aeróbica realizada principalmente por lombrices

(Soto, 2003). Es un abono con una gran riqueza de flora bacteriana, ya que puede contener aproximadamente 2 billones de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido (Siura, 2006)

Se conoce como Lombricultura la biotecnología orientada a la utilización de la lombriz como una herramienta de trabajo para el reciclaje de todo tipo de materia orgánica (Soto, 2003).

☑ **Biofermentos:** fertilizantes en su mayoría para uso foliar, que se preparan a partir de fermentaciones de materiales orgánicos. En el país son de uso común los biofermentos a base de excretas de ganado vacuno, o biofermentos de frutas. También se preparan productos como el té de excretas, el té de hierbas y las excretas líquidas o purines (Soto, 2003).

☑ **Biofertilizantes:** abonos orgánicos cuya fuente de nutrimentos es el resultado de la actividad de un microorganismo directamente. Pueden hacerse formulaciones sólidas o líquidas según el acarreador. Ejemplo de estos productos son los inoculantes de *Rhizobium*, micorrizas, microorganismos benéficos como EM, *Bacillus subtilis*, etc. (Soto, 2003).

☑ **Lissier (estiércol líquido y semilíquido):** al igual que los biofermentos, su aplicación es foliar. Puede ser elaborado con los orines y/o deyecciones sólidas que se conducen de los corrales de ganado hacia una fosa, principalmente, en donde se diluyen con agua para su posterior aplicación (Siura, 2006).

En la experiencia realizada por Bowen y Kratky, (1986); se aportan valores medios de la composición de 82 muestras de estiércol fluido (Cuadro 6). Los elevados coeficientes de variación obtenidos para las variables demuestran la heterogeneidad de la muestras y cuya variabilidad se debe más bien al grado de mezcla del material, tipo de explotación y dieta animal.

Cuadro 6. Valores medios y coeficientes de variación de la composición del estiércol líquido vacuno.

Variable	Estiércol líquido de vacuno			
	Valor medio (%)	C. V. (%)	Valor medio (%)	C. V. (%)
	Base húmeda		Base seca	
Materia Seca	8,31	31,53		
Materia Mineral	1,82	25,70	24,06	43,62
Materia Orgánica	6,50	35,90	75,94	18,83
N- Total	0,37	19,16	4,90	53,00
N-NH ₄ ⁺	0,18	23,00	2,42	51,46
P ₂ O ₅	0,23	56,95	2,80	46,50
K ₂ O	0,58	33,49	7,44	43,52
CaO	0,39	55,10	5,18	65,37
MgO	0,16	52,54	1,98	63,20

Fuente: Bowen y Kratky, (1986)

La adición rutinaria de sales (NaCl) en las dietas del ganado, provoca una alta presencia de Sodio en la excreta que podría alterar la actividad microbiológica durante el tratamiento del efluente y, como consecuencia la composición final en nutrientes (Sánchez, 1998).

3.4 LA ACCIÓN DE LOS FERTILIZANTES O ABONOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LOS PASTOS

Romero, (2002) afirma que la productividad de la ganadería bovina resulta de la acción conjunta de factores técnicos y de manejo que modulan el producto final, litros de leche y/o kg de carne por animal ó ha. La alimentación constituye uno de los principales factores; así la cantidad y calidad de pastos y el uso de suplementos alimenticios determinan en gran medida esa expresión productiva. La producción de biomasa forrajera depende de las condiciones edafoclimáticas, principalmente del estado hídrico y la fertilidad del suelo,

Si bien el máximo crecimiento de las plantas sólo es posible con un adecuado abastecimiento de diversos nutrientes, los requerimientos varían según la especie y el ciclo de crecimiento de cada una. Las leguminosas (tréboles, alfalfa) dependen básicamente del abastecimiento de fósforo. Las gramíneas (raigrás, festuca, agropiro, cebadilla, pasto ovido, guínea etc.) no sólo requieren de fósforo sino también tienen un elevado consumo de nitrógeno. Ya que el crecimiento vegetal está controlado básicamente por los factores ambientales (principalmente temperatura, luz y agua); en general el requerimiento de nutrientes será mínimo cuando se registren bajas tasas de crecimiento y aumentará hasta un máximo con el pico de crecimiento (Marino 1999).

La recirculación de nutrientes es un componente muy importante de análisis al momento de indicar dosis de fertilizante y varía mucho de acuerdo al uso del recurso vegetal, ya sea para pastoreo o para corte, por lo tanto es importante comprender los procesos que intervienen en el proceso cíclico de los nutrientes, tales como: la absorción, utilización, extracción, liberación y reutilización; dentro de un sistema (García *et al*, 2002).

Figura 6. Componentes generales del ciclo de nutrientes en pasturas.



Fuente: García *et al*, (2002).

En la Figura 6 se muestra en forma simplificada, el ciclo de los nutrientes en sistemas ganaderos. Se resaltan claramente los flujos de pérdida del sistema (lixiviación, escurrimiento, volatilización y exportación de nutrientes). Cada uno de estos componentes tendrá variaciones de acuerdo al nutriente considerado, y al tipo de suelo, clima o sistema de producción utilizado, de manera que el ciclado será distinto si se trata de un sistema de pastoreo o para corte y posterior cosecha. En el primer caso, el objetivo a cumplir es mantener una adecuada nutrición del animal y el sistema debe ser manejado como un todo, suelo-planta-animal en donde el nivel de fertilidad del suelo determinará la cantidad y calidad de forraje que será usado por el animal. Cuando se trata de sistemas para corte, el objetivo es obtener siempre altos rendimientos en cualquier momento. Aquí, la exportación de nutrientes es elevada, siendo los requerimientos nutricionales muy altos (García *et al.*, 2002).

3.4.1 Efecto de la fertilización mineral: El fósforo es uno de los minerales que con mayor frecuencia se encuentra en déficit en los pastos tropicales, debido a que la mayoría de los suelos tropicales se caracterizan por tener bajos niveles de fósforo disponible, aunque a veces el crecimiento de los pastos no se ve afectado, debido a que el porcentaje crítico de fósforo de los mismos es muy bajo, en comparación con lo que debe tener el pasto para llenar los requerimientos de los animales. El mayor rendimiento acumulado (84,2 t MS/ha) en los 5 años se alcanzó con el nivel de 75 kg P₂O₅/ha aplicado cada 2 años, después de que el pasto se encontraba establecido, pero el mismo no difirió significativamente del resto de los tratamientos estudiados. El contenido de P se incrementó con los niveles aplicados del fertilizante fosfórico, obteniéndose 0,18; 0,21 y 0,24 % para 0, 75 y 150 kg P₂O₅/ha, respectivamente en la época lluviosa y 0,18; 0,21 y 0,23 % para los niveles señalados anteriormente en la época seca. Se concluye que debe

aplicarse P una vez cada 2-3 años a pesar de no encontrarse incrementos significativos en el rendimiento de MS, con el fin de sustituir las extracciones que el pasto hace de este elemento (Hernández y Cárdenas, 1984).

3.4.2 Efecto de la fertilización orgánica: Arévalo (1986), utilizó el *Panicum maximum* como planta indicadora para estudiar el efecto de abonos orgánicos naturales (A.O) y fertilizantes (Urea). Se aplicaron dosis de 5 y 20 t/ha de estiércol de caballo, bovino, cerdo y aves; además, 80, 100 y 75 kg/ha de N, P y K respectivamente. La aplicación de estiércol porcino y gallinaza promovieron un mayor rendimiento de materia seca en los rebrotes, debido a la disponibilidad de nutrientes, producto de la degradación lenta de los abonos en la pradera.

Como se mencionó antes, la composición química del estiércol depende de la dieta suministrada al animal. La adición de metales pesados a la alimentación del ganado, sobre todo Cobre y Cinc, se viene realizando a concentraciones muy superiores a las requeridas, con el fin de obtener los máximos benéficos farmacológicos que algunos de ellos poseen, pero que apenas son asimilados por el organismo. Su presencia en las deyecciones provoca fitotoxicidad en los cultivos, dependiendo de las características del suelo donde se han vertido (Sánchez, 1998)

4. METODOLOGÍA

4.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1 Macrolocalización del área de estudio: El departamento de Sucre (Figura 7.) está situado al noroeste de Colombia, ubicado en la llanura del Caribe. Geográficamente limita al norte, $10^{\circ}9'$ de latitud, en un punto situado entre el municipio de Pueblo Nuevo y Caño Sangre de Toro con el departamento de Bolívar; al sur, $8^{\circ} 17'$ de latitud norte, con los departamentos de Córdoba y Bolívar; al este, $74^{\circ} 33'$ longitud oeste de Greenwich, con el departamento de Bolívar, en la vuelta del río Cauca situado al oriente de la población de Guaranda y al oeste, $75^{\circ} 42'$ longitud oeste de Greenwich, en la punta de San Bernardo con el departamento de Córdoba y el Mar Caribe (IGAC, 1998).

Figura 7. Macrolocalización



Fuente: IGAC, (1998)

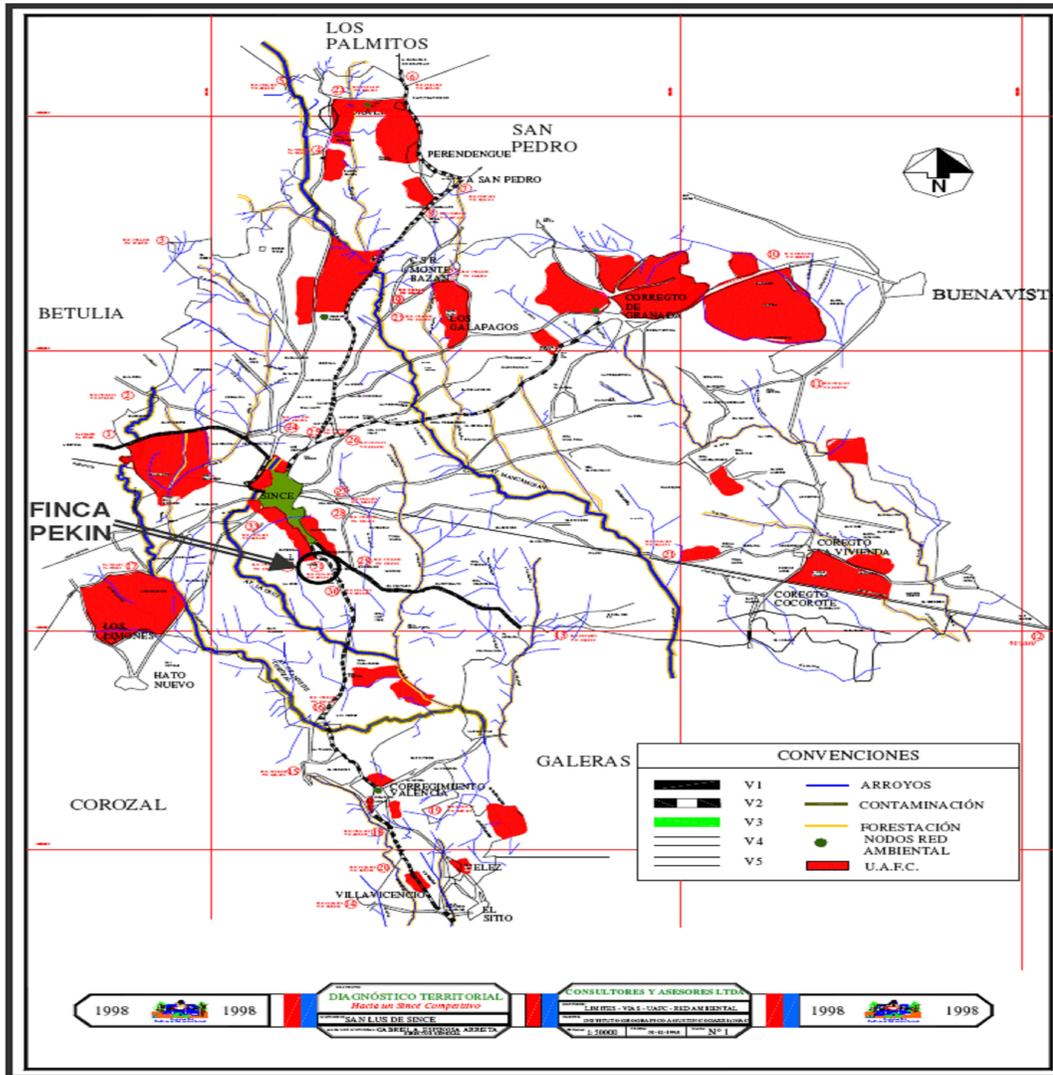
4.1.2 Microlocalización del área de estudio: La presente investigación se llevó a cabo en la finca Pekín, localizada aproximadamente a 5 Km de la cabecera municipal de Sincé en la vía que de éste Municipio conduce al Municipio de Galeras (Figura 8). La finca tiene una extensión de 96 hectáreas de las cuales la mayor parte es utilizada en la explotación ganadera.

El municipio de Sincé está situado en la subregión Sabanas ubicado en el centro geográfico del departamento de Sucre, de la Costa Caribe de la República de Colombia (Sur América). Tiene una latitud norte de 9° 15' y una longitud oeste de 75° 4' del meridiano de Greenwich, una altura de 137 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 27°C. El municipio de Sincé limita al norte, con los municipios de San Pedro, Los Palmitos y San Juan de Betulia; al oeste, con el municipio de Buenavista; al sur, con los municipios de San Benito Abad y Galeras; y al occidente con el municipio de Corozal (IGAC, 1976).

Clima: Los valores promedios de temperatura de la zona no presentan variaciones significativas, se registran temperaturas entre 20 y 38 °C, característico de las sabanas tropicales del departamento de Sucre, siendo la temperatura promedio de 27 °C (IGAC, 1998).

La distribución de la precipitación pluvial durante el año marca dos periodos lluviosos bien definidos que alternan con época de sequía. Las lluvias se presentan durante los meses de Marzo a Junio y de Agosto a Noviembre, y una marcada época seca entre los meses de Diciembre a Febrero. Estos municipios presentan precipitaciones que varían entre 1000 y 2000 mm al año, con una precipitación promedio anual de 1100 mm. y una humedad relativa anual del 77 % (IGAC, 1998).

Figura 8. Microlocalización



Fuente: GOBERNACIÓN DE SUCRE (2005)

Suelos: De acuerdo con el estudio general de suelos de los municipios del departamento de Sucre realizado por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” en 1976, los suelos del área de estudio exhiben texturas arcillosas o texturas marginales de la clase arcillosa como franco arcillosa, arcillo arenosa y franco arcillo arenosa, están formados por arcillas del tipo 2:1 montmorillonítica, presentan agrietamiento en época de sequía, poca permeabilidad y baja porosidad, fertilidad media y bajo porcentaje de materia orgánica.

3.2 ACTIVIDADES DE CAMPO

3.2.1 Iniciales:

☑ **Ubicación de las parcelas y establecimiento del diseño experimental:** Inicialmente se realizó un reconocimiento del área de estudio para identificar el sitio del ensayo, seleccionándose un área representativa, en la cual se encontraba establecido el cultivo de Guinea Mombaza (*Panicum maximum*) en un suelo con características vérticas clasificado según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1976), una vez definido el sitio del ensayo se realizó el respectivo trazado de las parcelas (delimitación de áreas), obedeciendo a los parámetros del diseño experimental ya establecido (Diseño de bloques completamente al azar), con cuatro tratamientos, tres repeticiones y un testigo; en parcelas de 10 m. de ancho por 10 m. de largo, con espacio de 2 m. entre cada parcela, comprendiendo un área de trabajo de 2604 m² y un área efectiva de estudio de 1972 m² (Ver Figura 9).

☑ **Descripción de los tratamientos**

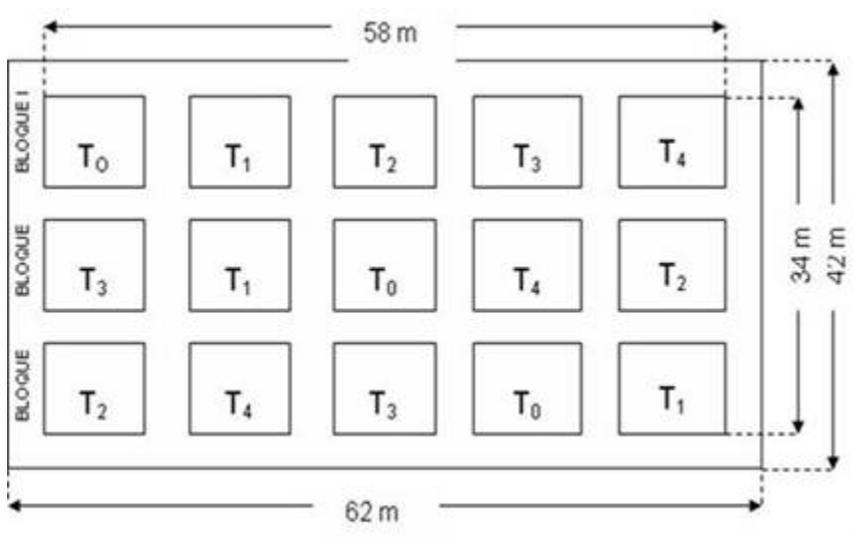
↪ **Testigo (Testigo (To)):** Sobre este tratamiento no se realizó ninguna aplicación de fertilizantes, es decir representó la pradera tal como se explota actualmente, además sirvió de control y se tomó como punto de referencia para el análisis de los datos del ensayo.

↪ **Tratamiento 1 (DAP+UREA (T1)):** Consistió en la aplicación de fertilizantes minerales sintéticos comerciales como DAP + Urea.

↪ **Tratamiento 2 (D+U+L (T2)):** Este tratamiento consistió en la aplicación de fertilizante mineral sintético comercial más abono orgánico (DAP + Urea + Lombricompost), en una proporción de 97% de abono orgánico y 3% de fertilizante mineral.

- ↪ **Tratamiento 3 (Lombricompost (T3)):** Se fundamentó en la administración de abono orgánico sólido (Lombricompost) sobre el área de estudio. Para la aplicación de este fertilizante se tuvo en cuenta la caracterización físico química del suelo y del abono orgánico para determinar la cantidad que se requería, esto realizado por Rodríguez y Suarez (2007) en una investigación paralela a esta dentro del macroproyecto **“Evaluación de diferentes fuentes de abonamiento en praderas establecidas con pastos Angleton (*Dichanthium aristatum*) y Guinea mombaza (*Panicum máximum*) en fincas pilotos de la subregión Sabanas y Golfo de Morrosquillo del departamento de Sucre”** Manejado por la Universidad de Sucre.
- ↪ **Tratamiento 4 (Bioabono (T4)):** Se basó en la aplicación de un bioabono, cuya materia prima usada para su elaboración fue la bovinaza fresca, el proceso de preparación fue el siguiente; por cada kg de bovinaza fueron adicionados cinco (5) litros de agua, luego se agitó la mezcla constantemente durante una hora, luego se dejó en reposo por 30 minutos, para iniciar nuevamente el proceso de agitación constante por una hora más; posteriormente se procedió a colar esta mezcla a través de un tamiz, obteniéndose de esta manera el producto final, para luego diluir dicha mezcla en agua a una relación de 1:5; es decir por cada litro del producto se adicionaron cinco litros de agua; y así poder realizar la aplicación en la parcela.

Figura 9. Diseño de bloques completamente al azar.



3.2.2 Pruebas intermedias: De acuerdo a los resultados de caracterización físico química de las muestras iniciales de suelo, se realizaron aplicaciones de fertilizantes distribuidas en tres etapas en el transcurso del ensayo, de la siguiente forma:

- ☑ En la primera etapa se aplicó una parte del fertilizante mineral (1.5 Kg de Urea mas 0.8 Kg de DAP para DAP+UREA (T₁) y D+U+L (T₂)), la totalidad del abono orgánico (400 Kg para Lombricompost (T₃) y 200 Kg para D+U+L (T₂)) y una dosis de bioabono (600 Lt de producto para Bioabono (T₄)).

- ☑ En la segunda etapa fueron aplicadas las siguientes dosis de fertilizantes: Para T₁ 0.5 Kg. de DAP + 1 Kg. de urea, en el tratamiento T₂: 1 Kg. de DAP + 1 Kg. de urea, para T₄: 600 litros de bioabono líquido. No se realizaron más aplicaciones de lombricompost.

- ☑ En la tercera etapa, se aplicaron en T1, 1 Kg. de úrea, en T2 , 1 Kg. de úrea y en el tratamiento T4 600 litros de bioabono liquido.

3.3 VARIABLES A EVALUAR

En los diferentes tratamientos fueron realizadas las siguientes mediciones:

- ☑ Altura de plantas.
- ☑ Área foliar.
- ☑ Relación hoja/tallo.
- ☑ Número de rebrotes.
- ☑ Producción de materia seca.
- ☑ Calidad nutricional.

Para las anteriores variables se tomó la información de campo de tres sitios diferentes de 1 m² de superficie, en cada uno de los tratamientos de cada bloque.

3.3.1 Descripción de cada procedimiento: a continuación se detallan ampliamente cada una de las actividades realizadas para determinar cada una de las mediciones de las variables ya especificadas en el ítem anterior de acuerdo a la metodología implementada por Toledo y Shultze – Kraft, (1982) citados por Paredes, (2007):

☑ **Altura de plantas:** se registró esta variable en 45 plantas tomadas al azar, efectuando cada medida desde la base de la planta hasta la punta de la hoja más alta que no posea el ápice doblado, procedimiento realizado cada 15 días.

☑ **Área foliar:** éste parámetro fue evaluado cada 30 días, en el cual se midió la longitud desde la lígula hasta el ápice de la hoja, así como el ancho de la misma, luego se multiplicó (Largo por Ancho por la constante 0.7) y el

resultado corresponde al área foliar de cada hoja. Para esta evaluación se tomaron tres hojas por cada planta, para un total de 135 hojas evaluadas cada 30 días (total 45 plantas).

☑ **Número de rebrotes:** para esta variable se contabilizaron el número de rebrotes que presentaron las plantas en cada periodo. Fueron utilizadas las mismas plantas donde se valoró el área foliar y altura; la determinación de ésta variable se realizó con el fin de evaluar la capacidad de recuperación del pasto después del corte. Esta variable fue evaluada cada 30 días.

☑ **Relación hoja/tallo:** esta evaluación se realizó cada 30 días, utilizando la muestra obtenida para la evaluación de la producción de materia seca; estas muestras fueron separadas en dos partes una para la evaluación de materia seca y la otra para la evaluación de la variable relación hoja:tallo. Se separaron los dos componentes (Hojas y tallos), manualmente y cada parte fue pesada por separado con el objetivo de poder definir la participación porcentual de cada una en el material seco.

☑ **Contenido de materia seca:** esta variable fue evaluada en tres ensayos de laboratorio en la Universidad de Sucre. Para esto se colectaron previamente las muestras realizando corte y pesaje cada 30 días. El material vegetal fue empacado y debidamente identificadas (rotuladas); luego fueron secadas en una estufa de ventilación forzada a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 72 horas; seguidamente se procedió a un nuevo pesaje, y con este dato se determinó la disponibilidad de forraje en términos de kilogramos de materia seca por hectárea.

☑ **Calidad nutricional:** En la evaluación de esta variable se escogieron varias submuestras del pasto *Guinea mombaza* de todas las parcelas, para así obtener una sola muestra por tratamiento. Las muestras fueron colectadas cada 30 días, siendo depositadas en empaques independientes debidamente rotuladas y luego enviadas al C.I. Turipaná en Cereté, Córdoba;

donde fueron secadas en una estufa de ventilación forzada a 60 °C por 48 horas, y posteriormente fueron realizados los cálculos de porcentaje en base seca; y de ésta forma poder obtener la composición química del forraje; además fueron tomadas unas submuestras para la determinación de los porcentajes de materia seca (MS), cenizas (C), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), para lo cual fue utilizada la metodología de la A.O.A.C (1984). También fueron determinados los porcentajes de fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) según método de Van Soets descrito por Goering y Van Soest, (1970).

3.4 PROCEDIMIENTO DE OFICINA

Durante esta etapa del proyecto se realizó el procesamiento, evaluación, análisis y sistematización de los resultados que permitieron la formulación de conclusiones y recomendaciones; y la posterior socialización de los resultados de la investigación.

Con los datos obtenidos en campo y los resultados de laboratorio se procedió al análisis estadístico de la información para así obtener los parámetros necesarios que permitieron determinar los efectos causados por cada uno de los tratamientos utilizados, en algunas de las propiedades morfológicas y químicas del pasto *Guinea mombaza*.

3.4.1 Análisis estadístico de los datos: El modelo estadístico empleado para analizar los datos obtenidos durante la investigación, se basó en el diseño experimental de bloque completamente al azar; cuya ecuación es la siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en el bloque i del abonamiento j .

μ = Representa la media general.

R_i = Mide el efecto del i -ésimo bloque.

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

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

Análisis de varianza ANAVA: Este análisis se utilizó para realizar las comparaciones de medias entre los tratamientos. A través de este se determinó la existencia o no de diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Por otra parte en el análisis de varianza ANAVA, 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 alternativa)

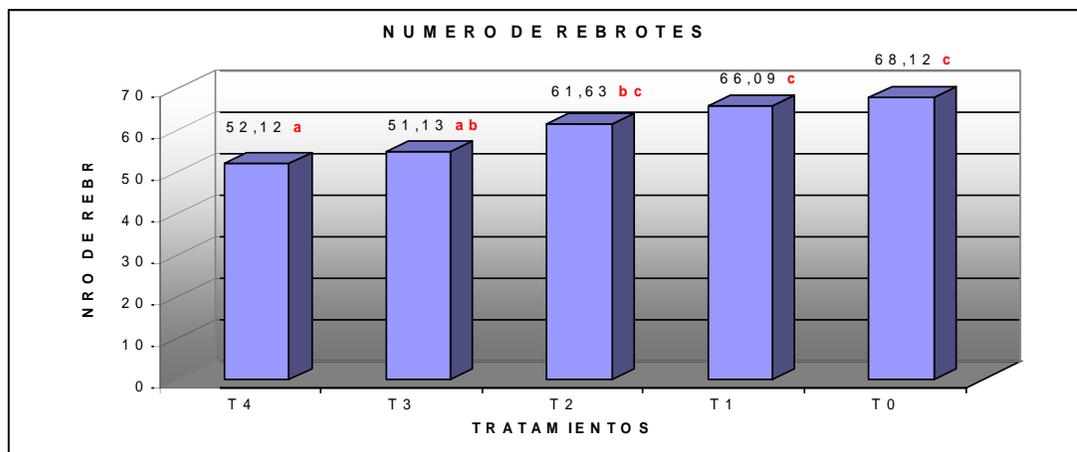
Prueba de hipótesis para la diferencia entre medias: En los casos donde se presentaron diferencias significativas entre alguna de las medias de los tratamientos, se determinó el tratamiento o par de tratamientos que generaron la diferencias, para lo cual se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey con 5 % de probabilidad para determinar el mejor tratamiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 NUMERO DE REBROTES

Toda la información relacionada con la variable número de rebrotes del pasto Guinea mombaza, se ve representada en la Figura 10 (valores medios), datos recolectados tras cortes realizados, cada 30 días. Durante el análisis de dicha información, se hacen evidentes diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los tratamientos; Testigo (T₀), DAP+UREA (T₁) y D+U+L (T₂) mostrando un efecto similar sobre ésta variable, con valores superiores a 60 rebrotes por planta, es decir que estadísticamente se estaría hablando de tratamientos iguales; mientras que para los tratamientos Lombricompost (T₃) y Bioabono (T₄) los valores observados se encontraron por debajo de los 60 rebrotes por plantas.

Figura 10. Número de rebrotes presentados en cada tratamiento.



Letras iguales señalan que no existen diferencias significativas, letras distintas indican diferencias significativas

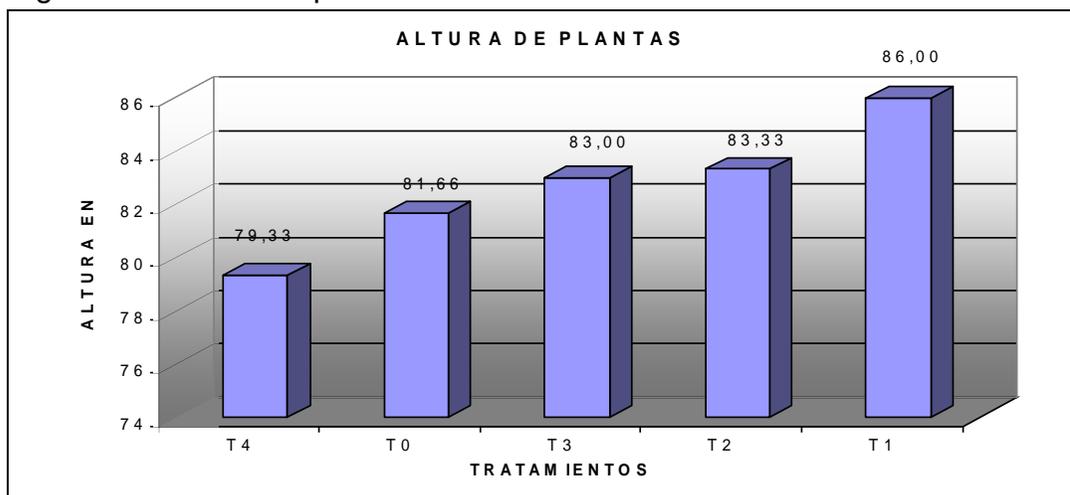
Contrario al hecho anterior, la respuesta del pasto Guinea mombaza en los tratamientos Lombricompost (T₃) y D+U+L (T₂) demuestran una igualdad estadística, entre ellos, y con al menos uno de los grupos, de acuerdo al

análisis de media por el método de Tukey. Es posible que la respuesta presentada en los tratamientos obedezcan a la variación con tendencia negativa en relación al pH y positiva frente a la disponibilidad de nutrientes en el sustrato de suelo después del corte del pasto, especialmente la del Fósforo, Calcio y Magnesio, cuyo análisis determinó tendencias positivas con *r* iguales a 0.7, 0.60 y 0.65 respectivamente, (Ver Anexo18); lo que permitiría al pasto incrementar sus reservas orgánicas para su propio mantenimiento y ser utilizadas, posteriormente, durante el estrés (debido a la defoliación o corte) y para el crecimiento de la biomasa aérea y radicular en la fase de rebrote.

4.2 ALTURA DE LA PLANTA

La Figura 11 muestra la altura media alcanzada por el pasto Guinea mombaza en cada uno de los tratamientos. No se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tipos y/o combinaciones de fertilizantes utilizados en relación con su efecto sobre la altura de la planta; las medias encontradas mostraron un rango de variación muy corto, con un valor mínimo de 79.33 cm en el Bioabono (T4) (estiércol fluido) y un máximo de 86.00 cm en el DAP+UREA (T1).

Figura 11. Altura del pasto Guinea mombaza a los 30 días del corte.



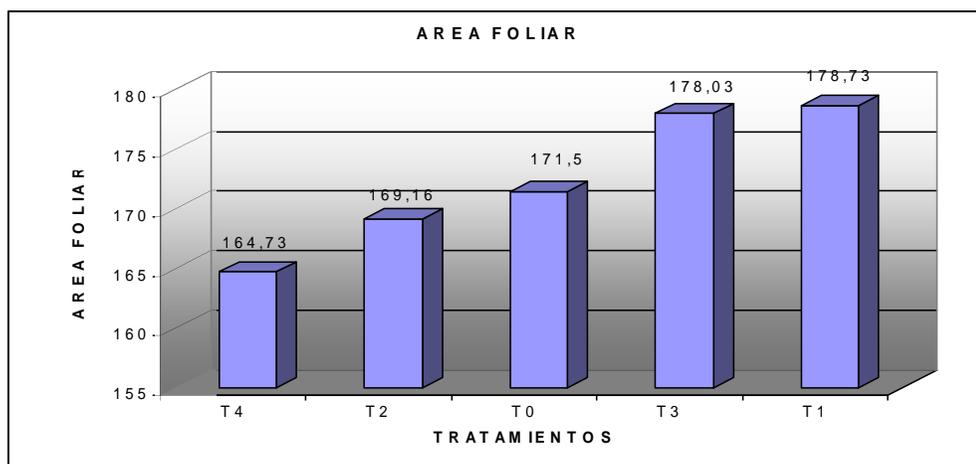
El efecto del Lombricompost (T3), fue muy similar al tratamiento T2 de fertilizantes minerales, Además, es posible determinar una tendencia positiva entre el contenido de Potasio ($r=0.82$), materia orgánica ($r=0.64$) y número de rebrotes ($r=0.56$); al igual que en el análisis del número de rebrotes, el comportamiento en la variación del pH, reflejó una tendencia negativa sobre la altura de la planta ($r=-0.85$).

4.3 ÁREA FOLIAR

La información resultante obtenida (Figura 12), señala a Bioabono (T4) con 164.73 cm^2 como el tratamiento aplicado sobre el pasto Guinea mombaza, en cual se presentó la menor proporción de área foliar, en relación con los demás tratamientos en estudio; mientras que DAP+UREA (T1), mostró el mayor área foliar con 178.73 cm^2 ; en general se evidencia que entre todos los tratamientos existe un rango de variación corto.

En cuanto al análisis estadístico ($p < 0.05$) los datos evaluados, no mostraron significancia estadística; sugiriendo que la influencia de los tratamientos sobre ésta variable, es similar en todos ellos.

Figura 12. Área foliar alcanzada por el pasto Guinea mombaza en los distintos tratamientos



El desarrollo del área foliar, probablemente se vio favorecida con los incrementos en los contenidos de materia orgánica ($r=0.83$) y del Potasio ($r=0.52$) en el suelo, debido a que se encontró cierta tendencia positiva al relacionar éstas variables con la de respuesta. Otras causas posibles asociadas al desarrollo del área foliar son las reservas orgánicas en los tejidos vegetales y el índice de área foliar remanente (IAFR), pues según Romero, (2002) resultan de gran importancia una vez los pastos han sido sometidos a corte o pastoreo, al manifestar la capacidad de regeneración del mismo.

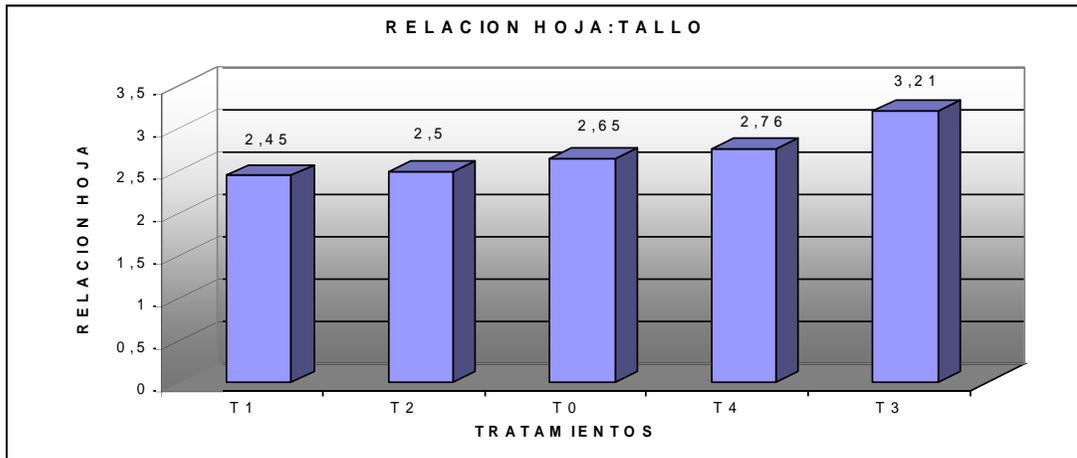
4.4 RELACIÓN HOJA: TALLO (H:T)

Tanto la cantidad de forraje disponible como el porcentaje de materia que el animal seleccione en la pradera, en conjunto con la avidez del animal para comer, influyen directamente, sobre el número y tamaño de los bocados que el animal toma, por unidad de tiempo (Curso virtual de agrología: pastos y forrajes, Costa Rica, 2005).

En la Figura 13; se observa que el tratamiento Lombricompost (T3) demuestra haber presentado, los mayores valores referentes a ésta variable 1:3.21; seguido de Bioabono (T4) con 1:2.76; en cuanto a los tratamientos Testigo (T0), D+U+L (T2) y DAP+UREA (T1) presentaron los mínimos valores de la relación H:T.

De acuerdo al análisis estadístico, los tratamientos no mostraron ninguna significancia estadística para $p<0.05$.

Figura 13. Relación Hoja /Tallo del pasta Guinea mombaza



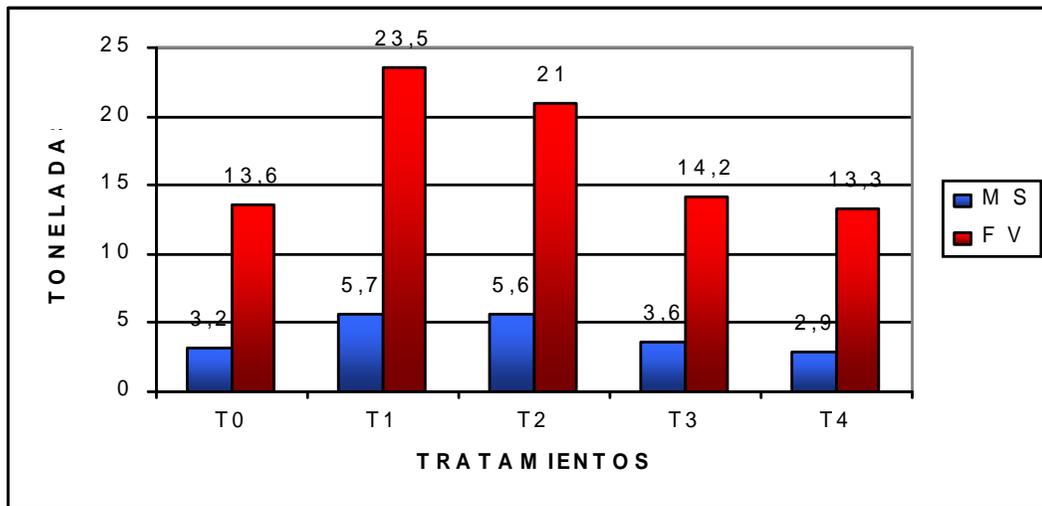
Según Correa *et al.*, (2003) el hecho de que se presentará un menor contenido de tallos con relación a las hojas observadas en la parcela de los tratamientos Lombricompost (T3) y Bioabono (T4), probablemente se deba a una menor concentración de FDN y de FDA en comparación con las parcelas de los tratamientos DAP+UREA (T1), D+U+L (T2) y Testigo (To); a demás la baja relación exhibida en éstos últimos tratamientos posiblemente se debió, a que la concentración de estas dos fracciones (FDN y FDA) en los tallos del pasto no fuesen muy diferentes de las concentraciones en las hojas.

Una pradera con una densidad foliar alta y poco tallo, permitirá al animal ingerir bocados grandes (aproximadamente de 1 g de materia seca por bocado), y con una frecuencia mayor, por unidad de tiempo (Curso virtual de agrología: pastos y forrajes, 2005). Juárez *et al.*, (2004) resalta la importancia de conocer la variación del valor nutritivo de los diferentes componentes en la biomasa aérea de la planta, sobresaliendo las hojas por presentar mayores concentraciones de éstos que en los tallos. De acuerdo a las anotaciones anteriores y en base a los resultados se esperaría que, el consumo de materia seca (CMS) y aporte de nutrientes sería mayor en las parcelas de los tratamientos Lombricompost (T3) y Bioabono (T4), cuyas relaciones H:T, fueron superiores a las demás.

4.5 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y FORRAJE VERDE.

De acuerdo a los resultados, se evidencia que los tratamientos DAP+UREA (T1) y D+U+L (T2), mostraron los mayores rendimientos tanto de Materia Seca por hectárea como de forraje verde por hectárea, con valores medios de 5.7 y 5.6 ton/M.S/Ha y 23.5 y 21 Ton/F.V/Ha respectivamente, en comparación a Lombricompost (T3), Testigo (To) y Bioabono (T4), siendo este último tratamiento quien mostró el menor rendimiento de tanto de materia seca como forraje verde, equivalentes a 2.9 ton/Ha y 13.3 Ton/Ha respectivamente.

Figura 14. Rendimiento promedio de Materia seca y Forraje Verde del Pasto Guinea mombaza (*Panicum maximum*) en toneladas/Ha, con cortes cada 30 días.



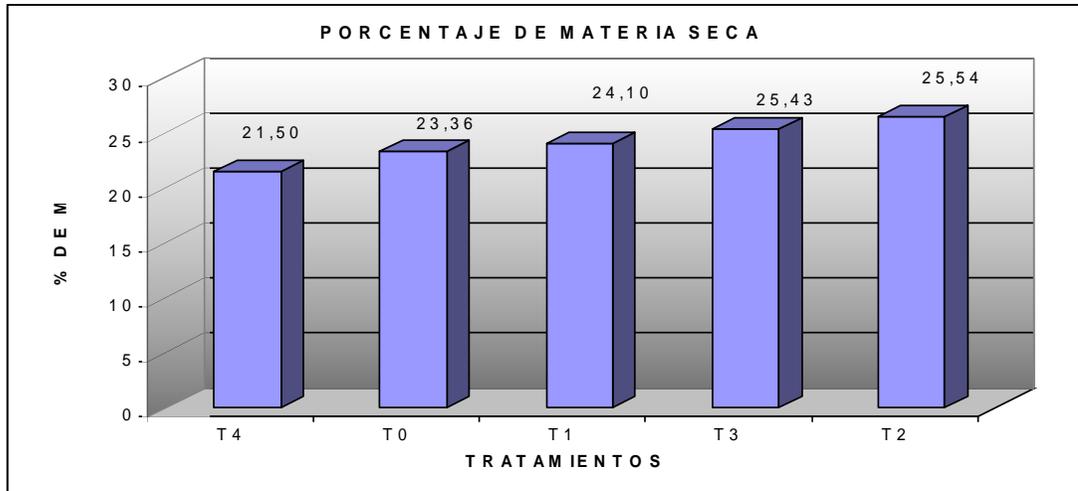
Después de realizado el análisis estadístico, éste arrojó un alto grado de significancia ($p < 0.01$); la prueba de medias (TUKEY) señala a los tratamientos DAP+UREA (T1) y D+U+L (T2), como diferentes, y superiores con relación al rendimiento de MS y FV (Ton/Ha) con referencia a los demás. Lo anterior se relaciona con los resultados obtenidos en DAP+UREA (T1) y D+U+L (T2), en cuanto a la altura alcanzada por el pasto Guinea mombaza;

estos presentaron los mayores valores en longitud vertical para la planta; siendo congruentes con los datos obtenidos, es posible afirmar que la aplicación con este tipo de combinación de fertilizantes minerales (DAP + Urea) y de estos con abonos orgánicos, permitan que la planta manifieste un mayor desarrollo foliar, ya que pueden ser los nutrientes fácilmente absorbidos por las raíces gracias a su disponibilidad en el complejo de sustrato suelo; por lo cual la planta orienta la mayoría de su energía ya no en explorar un mayor volumen de suelo en la búsqueda de los nutrientes necesarios para su adecuado desarrollo, sino que se ésta energía se ve enfocada hacia el mejoramiento de sus demás funciones, tal como lo es el crecimiento foliar.

Por otro lado, posiblemente las variables que más contribuyeron al rendimiento del pasto Guinea mombaza serían la altura de la planta ($r=0.92$) y el área foliar ($r=0.60$), además de la disponibilidad del elemento Potasio ($r=0.93$), según una tendencia positiva que asocia a estas variables.

Porcentaje de materia seca (%MS): El contenido de materia seca (MS) del pasto Guinea mombaza en los distintos tratamientos presentó el siguiente comportamiento; en el tratamiento D+U+L (T2) el pasto presentó el mayor porcentaje de MS con 26.54 %, seguido de Lombricompost (T3) con el 25.43 %; resultados congruentes con los expuesto por Arteaga *et al.*, (1985) (Citado por González, 1995) en los que el uso de abonos orgánicos y la combinación de estos con los minerales, estimulan una mayor concentración de materia seca en la planta.

Figura 15. Porcentaje de materia seca (%MS) en cada uno de los tratamientos, con cortes cada 30 días



En el tratamiento Bioabono (T4), El pasto guinea Mombaza mostró el menor porcentaje de MS con 21.5%. En ninguno de los tratamientos el porcentaje de MS en el pasto estuvo por debajo del 17%, por lo tanto, según Verite y Joumete (1970) citados por Sánchez (1998), el consumo voluntario de la misma por parte de los rumiantes no estaría comprometido.

Cuadro 7. Valores medios del rendimiento de materia seca y forraje verde del pasto Guinea mombaza dependiendo de la fertilización.

T	M. S	F. V	% MS
0	3.2	13,6	23,4%
1	5,7	23,5	24,2%
2	5,6	21,0	26,5%
3	3,6	14,2	25,4%
4	2.9	13,3	21,5%

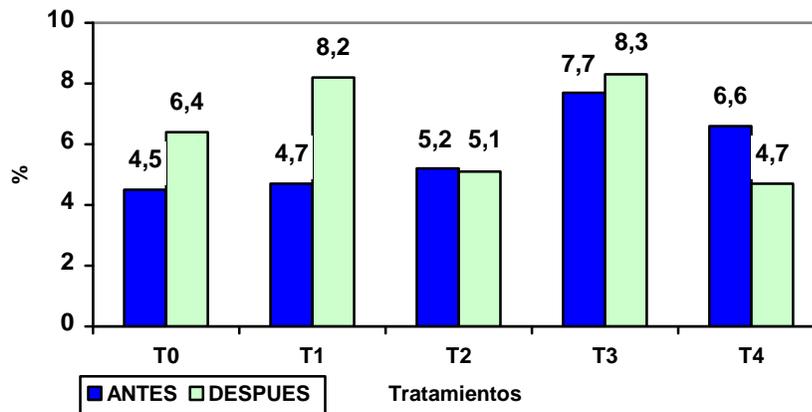
4.6 VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO GUINEA

No se realizó análisis estadístico de los resultados de la composición química del forraje, ya que sólo se recolectó una muestra de cada tratamiento, antes y después de aplicados los tratamientos. Sin embargo, fueron evidentes algunas variaciones en los parámetros evaluados, por lo

cual, se considera de gran importancia presentar los datos como información adicional.

4.6.1 Contenido de proteína bruta (PB): Al realizar una descripción de los resultados mostrados en la figura 16, se puede inferir que al término del análisis bromatológico, el que presentó los mayores índices de proteína fue Lombricompost (T3) con un valor de 8.3 %, seguido de DAP+UREA (T1) con 8.2 % y, por el testigo (T0) con 6.2 %, incrementando la cuantía inicial de PB en el pasto Guinea mombaza en 7.79 %, 74.46 % y 42.22 % respectivamente.

Figura 16. Porcentaje de proteína antes y después de la fertilización en cada tratamiento.



En el tratamiento Bioabono (T4) se halló la mínima respuesta para esta variable; con una disminución sensible del 28.78 % con relación al contenido inicial de proteína.

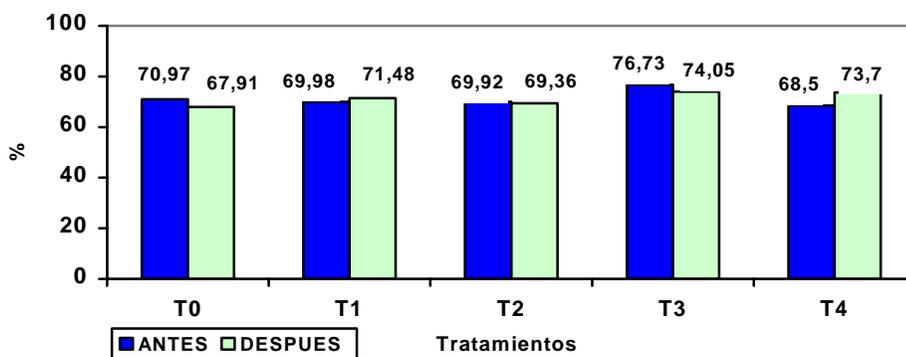
Por información general, se ha determinado que los rumiantes requieren de un mínimo de 7% de proteína cruda en la dieta, para que el consumo y la digestibilidad de la materia seca sean óptimos (Milford y Minson (1965), Ellis y Lippke, (1976) citados por Sánchez (1998)). La investigación determinó que solo los tratamientos DAP+UREA (T1) y Lombricompost (T3), lograron

sobrepasar dicho valor límite, siendo superiores a los publicados por Juárez *et al.*, (2004), con 5.12 % pero a la vez inferiores a los reportados por CORPOICA (2003) con 13.2 % a los 45 días y Coauro, (2004), con 9 % a los 55 días; para una fecha igual y similar a la de corte.

Los bajos porcentajes de PB determinados en esta investigación, pueden estar asociados a una menor actividad metabólica en la planta y menor proporción de contenido celular que es donde se encuentra la mayor parte de la proteína de la planta. Si se tiene en cuenta que, el contenido de PB presenta un patrón de comportamiento inverso al crecimiento de la planta, es decir, el contenido de la misma disminuye con la edad (Juárez, 2001).

4.6.2 Contenido de fibra en detergente neutro (FDN): el contenido de FDN se encuentra asociado al crecimiento del forraje, por lo tanto también se ve incrementado, con una correlación entre el % MS de 0.93. El contenido de pared celular representada por la FDN, alcanzó el mayor valor en el tratamiento Lombricompost (T3) con 74.05 % (pero disminuyó en un 3.49 % con referencia al valor inicial); seguidamente se hallan Bioabono (T4) y DAP+UREA (T1), con valores de 73.7 % y 71.48 %, con incrementos del 7.59 % y 2.14 % respectivamente, indicando una mayor deposición de material estructural en la célula (Juárez, 2001).

Figura 17. Porcentaje de FDN antes y después de la fertilización en cada tratamiento



Los mínimos valores para pared celular registrados durante la investigación, se hallaron en los tratamientos Testigo (T₀) y D+U+L (T₂), con porcentajes de 67.91 % y 69.36 %; dichos valores decrecieron con respecto a los iniciales en un 4.31 % y 0.8 % respectivamente.

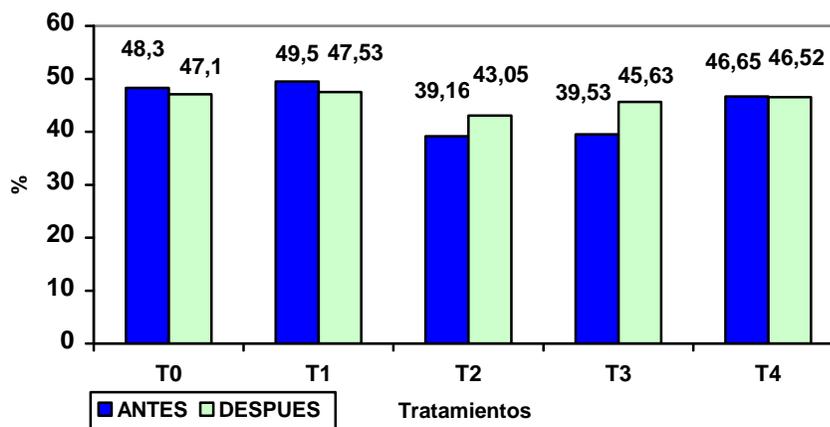
Químicamente, la FDN esta conformada principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina pero además presenta cantidades variables de proteínas, pectinas y cenizas ligadas a esta fibra (Mertens, 1996; por Correa, 2003). Por lo que al presentarse mayores porcentajes o contenidos de FDN, se espera que la digestibilidad y aportes de energía sean menores. Por otro lado, y dado que el contenido de FDN está correlacionado positivamente con la densidad del forraje y el llenado del rumen, un mayor contenido de FDN significa un menor consumo de materia seca (CMS), (Mertens 1987; Belyea *et al*, 1996; por Correa, 2003). Basado en lo anterior podría esperarse que el pasto guinea Mombaza sin fertilizar (Testigo) y el fertilizado (Abono orgánico-mineral, D+U+L (T₂)), dados los resultados en esta investigación, se espera que estos sean de mejor valor nutritivo que los demás.

Según la categorización en la calidad de los alimentos asignada por la Americana Forage and Grassland Council (Parsi, 2001) y la hecha por Ospina (2004) citado por Bassi (2006), Cuadros 2 y 3 respectivamente, el pasto guinea Mombaza, bajo las condiciones de estudio, en todos los tratamientos presentó valores FDN superiores al 65%, por tanto, nutricionalmente clasifica como un pasto de quinta, en una escala de uno a cinco, con bajo valor nutritivo.

4.6.3 Contenido de fibra en detergente ácido (FDA): a diferencia de la FDN, la FDA está compuesta por celulosa y la mayor parte de la lignina y presentan contenidos variables de pectina, hemicelulosa, cenizas y proteínas asociadas a esta fracción de la fibra (Mertens, (1996) por Correa, (2003). La

figura 18, muestra que después de haber sido aplicados los tratamientos, los mayores contenidos de FDA, fueron encontrados en DAP+UREA (T1) con un porcentaje de 47.53 %, seguido de Testigo (To) con 47.10 %; en contraste Bioabono (T4), Lombricompost (T3) y D+U+L (T2), presentaron los mínimos porcentajes de FDA respectivamente. Valores similares fueron reportados por CORPOICA (2003), para el pasto Guinea mombaza a los sesenta (60) días, aunque con contenidos de proteína mucho mayor.

Figura 18. Porcentaje de FDA antes y después de la fertilización en cada tratamiento



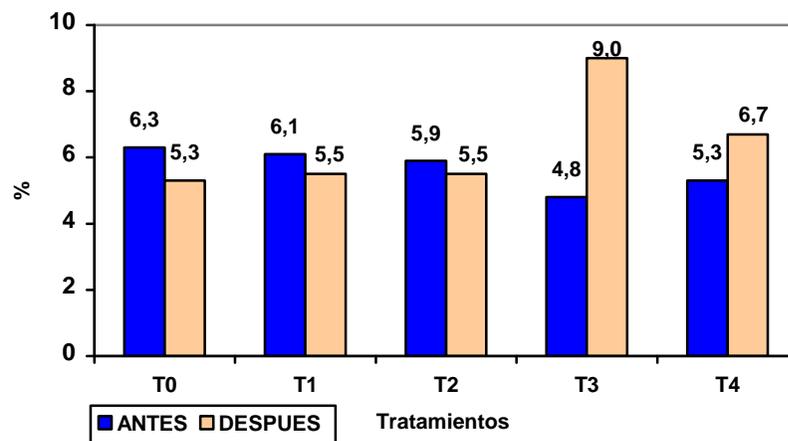
Según la categorización en la calidad de los alimentos asignada por la American Forage and Grassland Council (Parsi, 2001), Cuadros 2 y 3 respectivamente, el pasto Guinea mombaza, bajo las condiciones de estudio, en todos los tratamientos presentó valores de FDA superiores al 43 % y FDN mayores de 65 %, por ende clasifica nutricionalmente como un pasto de cuarta a quinta categoría con un bajo valor nutritivo.

La importancia de estas fracciones reside en que son utilizadas para la estimación de la digestibilidad verdadera de los carbohidratos no estructurales (CNE) la primera, y la digestibilidad verdadera de la PC, la segunda para calcular el contenido energético de los alimentos. La relación

entre estas fracciones y la energía es negativa de tal manera que un mayor contenido de estas fracciones implica un menor contenido energético del forraje (Correa, 2003). Por consiguiente se esperaría que el pasto guinea mombaza, a pesar de ser fertilizado, y en las condiciones agroecológicas de la zona, con una edad de corte de 30 días, presente un bajo aporte de energía.

4.6.4 Contenido de lignina: En la Figura 19, se hallan consignados los resultados de los distintos tratamientos. En ellos se aprecia que posiblemente el uso del Lombricompost (T3) incrementa el contenido de lignina o acelera el proceso lignificación de los tejidos vegetales en la planta, como se puede ver, éste tratamiento presenta el valor más alto, con 9,0 %, siendo superior entre los 2,3 y 3,7 puntos porcentuales a los contenidos en el resto de los tratamientos. Es de resaltar que solo en los tratamientos Lombricompost (T3) y Bioabono (T4) se presentaron incrementos en esta variable, de 1.87 y 1.26 veces, respectivamente.

Figura 19. Porcentaje de lignina antes y después de la fertilización en cada tratamiento



Según anotaciones del curso virtual de (2005) el contenido de lignina debe ser inferior al 10%; en todos los casos presentados, el contenido de la

misma fue menor a dicho valor, por los que no se corre el riesgo de provocar en los rumiantes lesiones papilares y desgaste dental.

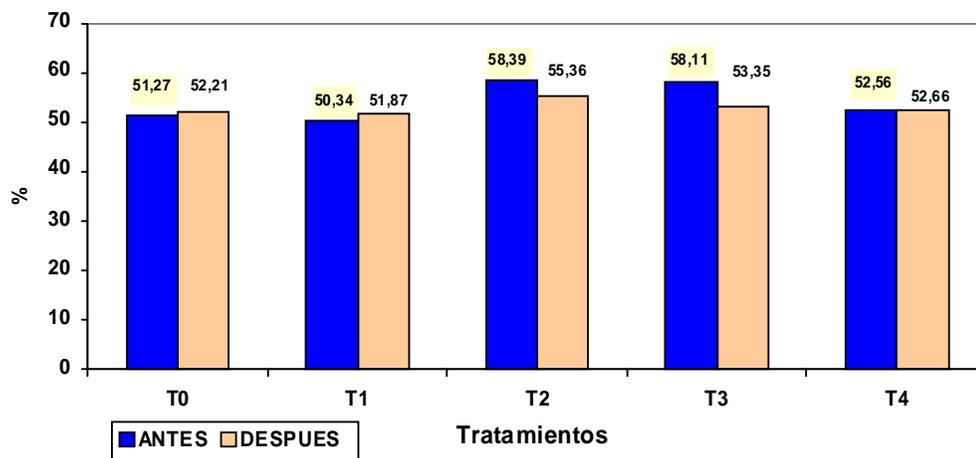
La lignina es un polímero fenólico que no puede ser digerido por las enzimas de los mamíferos (Van Soest, (1994) por Correa, 2003) y, por mecanismos aún no completamente comprendidos (López (2005) y Correa, 2003), inhibe la digestión de los componentes de las paredes celulares siendo más pronunciado su efecto en forrajes maduros (Fukushima y Dehority, (2000); por Correa, 2003). Es por ello que el contenido de lignina ha sido utilizado para estimar la digestibilidad de la fibra y, a partir de esta, el aporte de energía disponible de la FDN). En base a lo anterior y según López, (2005), el hecho de fertilización orgánica con Lombricompost incrementara el contenido de lignina en el pasto, sea causa de la disponibilidad de nutrientes, influyendo en la movilidad de nutrientes de la planta para formar tejidos y sostener una tasa de crecimiento incrementada, por ello la tendencia a disminuir más rápidamente su calidad nutricional en pro de la producción de biomasa.

4.6.5 Digestibilidad de la Materia Seca (DMS): La DMS se ha correlacionado más estrechamente al contenido de la FDA que a la concentración de la FDN (Goering y Van Soest, 1970), por ello se ha utilizado con más frecuencia para estimar el contenido de energía de los forrajes. Actualmente es muy utilizado para estimar el valor relativo de los forrajes (Linn *et al.*, 1989; Citados por Correa, 2003); por ello los valores han sido calculados teniendo en cuenta solamente al contenido de FDA ($DMS = 88.9 - (0.779 \times \%FDA)$), cuyos resultados se consignaron en la figura 20.

Los resultados muestran que el pasto de las parcelas con el tratamiento D+U+L (T2), de fertilización orgánico-mineral, presentó la mayor digestibilidad de MS con el 55,36 %, le sigue el pasto procedente del

tratamiento con Lombricompost (T3) con un 53,35 % de materia digestible. Por otro lado, el pasto proveniente de las parcelas abonadas con minerales fue el menos digestible de todos (DMS=51,87 %MS). Sin embargo, es bajo el rango (<5 puntos porcentuales) de variación del porcentaje de materia digestible entre los tratamientos.

Figura 20. Porcentaje digestible de la MS antes y después de la fertilización en cada tratamiento



La digestibilidad de la materia seca (DMS) presentada se encuentra entre los rangos normales para pastos tropicales; pues en promedio la fracción potencialmente digerible de la MS varía entre 47 y 63 % (Van Soest, 1994; por Pirela, 2006).

La digestibilidad aparente de un pasto, expresa la proporción en que se encuentran los nutrientes digestibles y su utilización con respecto al total del alimento ingerido por el animal. Una digestibilidad del 65 % en un forraje es indicativo de un buen valor nutritivo y permite un consumo adecuado de energía en la mayoría de los animales (Pírela, 2006); es probable que el pasto guinea mombaza con los porcentajes de DMS mostrados en el presente estudio; no permita que el rumiante utilice más del 50% de la fracción potencialmente digerible. De acuerdo a Ellis *et al.*, (2005), citado

Pírela (2006), la producción que se obtiene de los animales alimentados a base de gramíneas tropicales con estos valores estaría limitada por una relativamente baja digestibilidad y poco consumo de materia seca.

La digestibilidad se encuentra negativamente correlacionada con la madurez de la planta, debido al creciente contenido de las fracciones de la pared celular. A medida que la planta madura su contenido de celulosa y lignina aumenta y la primera se torna cristalina, lo que la hace más difícil de digerir (Campling, 1970; Crowder *et al.*, 1982; Vicente *et al.*, 1983; citados por Sandoval, 2007)

El Pasto guinea Mombaza acorde a los porcentajes de FDN que se encuentran entre 65 – 80 %, la Lignina con un porcentaje entre 5 – 10 %, y los valores de digestibilidad presentados por el pasto al término de la investigación, manejados entre un rango de 45 – 55 %, muestran que ésta gramínea posee un valor nutritivo BAJO.

5. CONCLUSIONES

1. El análisis estadístico solamente mostró diferencias significativas en dos de las variables evaluadas, las cuales fueron: número de rebrotes y rendimiento del forraje verde; revelando ser las variables con mayor sensibilidad a la fertilización orgánica y/o mineral.
2. En los tratamientos en los que se usó el Lombricompost como fertilizante único o parcialmente; se hallaron los mayores rendimientos de forraje verde y porcentajes materia seca en el pasto Guinea mombaza.
3. A pesar de los rendimientos alcanzados con la aplicación de los fertilizantes, la calidad del pasto Guinea mombaza, con edad de corte de 30 días, clasifica como un pasto de quinta, de baja digestibilidad y menor valor nutricional; de acuerdo al análisis realizado en los resultados bajo las condiciones evaluadas.
4. La aplicación del bioabono líquido mostró resultados contrarios a lo esperado, presentando los más bajos rendimientos de forraje verde, menores número de rebrote, altura de planta y área foliar.

6. RECOMENDACIONES

- 1.** Profundizar en el análisis sobre el efecto de la fertilización con abonos orgánicos y minerales, con aportes de micronutrientes, sobre la calidad del pasto guinea mombaza y su variabilidad en el tiempo, con el fin de determinar la edad óptima de corte y definir los días de descanso, bajo las condiciones agroclimáticas de la Sub-región Sabanas del Departamento de Sucre.
- 2.** En busca de un sistema productivo más rentable y sostenible, se sugiere estudiar la mezcla de gramíneas con leguminosas y la preferencia de los rumiantes en este caso; para definir la mejor combinación de estas especies y así reducir los requerimientos de insumos externos.
- 3.** Realizar análisis financieros de modelos productivos basados en las variables de fertilización y mezcla de gramíneas con leguminosas.
- 4.** Analizar las propiedades físicas y químicas del bioabono líquido y realizar estudios con base en la aplicación de éste por vía foliar en el pasto guinea mombaza.
- 5.** Estudiar la variación del Nitrógeno disponible en el suelo para la planta y su relación con los microorganismos provenientes del rumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. 1984. Official methods of official Analysis (15th). Association of Official Chemists. Washington.D.C.

ARÉVALO, G.H (1986): La materia orgánica: origen, propiedades y su relación con la calidad /salud del suelo. En: IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Paipa, octubre 21 – 24 de 1986. p. 161 – 187

ARIAS, Juan Pablo; GONZÁLEZ, Jaidith y RIOBUENO, Carlos Manuel (2002). Fertilización química Vs orgánica. En: Revista Arroz. Bogotá. Vol. 50, no. 439 (Julio – Agosto 2002); p. 24 – 29.

BASSI, Tabaré (2006) Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Cátedra de Manejo de Pasturas Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Lomas de Zamora

BERNAL E., J. 2003. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. Banco ganadero. Cuarta edición. Bogotá. p 417 – 421

BOWEN, John E. y KRATKY Bernard A. (1986) El estiércol y el suelo. En: Revista Agricultura de Las Américas. Vol. 35. no 9; p. 11 – 15.

COAURO, M (2004). Composición química y digestibilidad *in vitro* de tres cultivares de guinea (*Panicum maximum jacq.*) a tres edades de corte en bosque seco tropical. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Pastos y forrajes: Gramíneas.

CORPOICA, (2003). Informe final proyecto: evaluación de cultivos forrajeros para alimentación de bovinos en el trópico bajo. P 5-8.

CORREA C., H., Ramírez J. y Mercado K. J. (2003) Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades. Artículos técnicos. Área: Ganadería de carne.
www.engormix.com/s_main_area.asp?AREA=GDC

COUNCIL, A.; CRUZ, A.; MARTINS, C.; e FREITAS, V. (1993): Modificação da composição botânica em pastagens de capimcordura e panucun, sob pastejo. Pasturas Tropicales 15 (2): 9-12.

CUADRADO, H.; BALLESTEROS, J.; y TORREGROZA, L. (1998): Producción, composición química y digestibilidad del pasto colosoana (*Botriochloa pertusa*) en diferentes épocas y edad de rebrote. Proyección Investigativa. 4: 104-117.

CUADRADO, Mejía 2002. Ensilaje del pasto guinea (*Panicum maximum*) cultivar mombaza para romper la estacionalidad de la producción. CORPOICA –Turipaná. Cereté-Córdoba.

CURSO virtual de Agrostología. Capítulo 1: Gramíneas y leguminosas forrajeras
<http://www.uned.ac.cr/PMD/recursos/cursos/agrostologia/files/1-06.htm>

DENIUN J. K (1976): Efectos climáticos sobre el desarrollo y crecimiento de los forrajes. Revista Ciencia Animal No 4. Cuba p. 16-21

DONAHUE, Roy. L.; MILLER, Raymon y SHICKLUNA, John (1977). Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Bogotá: Editorial Prentice Hall Internacional. p. 42 – 71.

FAO, (2006): Cálculos observatorios agro cadenas en: producción y consumo per capital de carne en Colombia.

FEDEGAN (2004): Inventario Bovino y otras especies en la Costa Atlántica. En: www.fedegan.org.com

FEDEGAN (2006): Última actualización 13 de enero del 2006, cifras de referencia.

FEDEGAN, FONDO NACIONAL DEL GANADO (2005): Gerencia técnica, programa nacional de erradicación de fiebre aftosa. Departamento de sucre, ciclo 2, p16.

MARINO, G.H (1999). Fertilización de forrajes en la región pampeana: Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. Instituto de la Potasa y el Fósforo - INPOFOS Cono Sur

GARCÍA, M; SÁNCHEZ, C; MARÍN, C; y CARUCI, P. (2002): Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Bogotá: Editorial Prentice Hall Internacional. p. 42 – 71.

GOERING, H.K. y Van Soest, P.J. (1970). Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agric. Handbook*. EE.UU. P. 376.

GOBERNACIÓN DE SUCRE (2005): Agenda interna de productividad y competitividad de Sucre. Apuesta productiva Carnicol - Lácteos. Secretaría de Desarrollo económico y Medio Ambiente.

GONZÁLEZ S. (1995): A. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del buffel (*Cenchrus ciliaris* c. v. texas-4464) en el trópico seco. Tesis de maestría en ciencias agropecuarias. Universidad de Colima. Colima-México.

HERNÁNDEZ, M y CARDENAS, M. (2001). Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Perico, Matanzas, Cuba. Respuesta de la hierba guinea (*Panicum maximum jacq.*) a la fertilización fosfórica. Revista Pastos y Forrajes Vol. 7, No. 1,

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, IGAC (1998): Estudio general de suelos y zonificación de tierras en el Departamento de Sucre. Santa fe de Bogotá: IGAC. p. 84

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, IGAC. Estudio general de suelos de los municipios de Buenavista, Sincé, Galeras, San Pedro, Los palmitos, San Juan de Betulia (Departamento de Sucre) y Magangué (Departamento de Bolívar). Bogotá: IGAC, 1976. p. 217 – 229

JEHNE, W. (1999): Endomicorrizas y productividad de pastos tropicales: Potencial para el mejoramiento y su racionalización practica. En Evaluación productiva de las micorrizas.

JUÁREZ R.; TRUJILLO, P.; RIVERA, B. (2004) Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovino. Universidad de Veracruz. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.

JUÁREZ F. (2001). Tasa de cambios con relación a edad en rendimiento, composición química y digestibilidad de cinco pastos tropicales. Décima cuarta reunión científica - tecnológica forestal y agropecuaria. Veracruz.

LÓPEZ R., A. (2005) Evaluación agronómica, botánica y energética de la Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en el municipio de San Pedro de los Milagros (bmh) 42 p. Universidad Nacional De Colombia. Facultad De Ciencias Agropecuarias. Medellín.

PAREDES Guerrero D. J (2007): Evaluación del comportamiento agronómico de los cultivos de los híbridos de *Brachiaria híbrido* CIAT 36061 y *Brachiaria híbrido* CIAT 36087 en época de lluvia y sequia en la granja perico de la universidad de Sucre, Sampués – Sucre, Colombia.

PARSI J. (2001). Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Curso de Producción animal. FAV – UNRC. <http://www.produccion-animal.com.ar/>

PÉREZ, Z. Ing. Agr. 2006. Importancia de conocer la calidad de los pastos. CETAPAR. Sección Producción Animal

PIRELA F., M. Ing. Agr., M.Sc. (2006) Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

RODRÍGUEZ Quiroz Carlos y SUÁREZ Pérez Francisco (2007): Efecto de la fertilización y el pasto guinea mombaza (*Panicum maximum*) sobre algunas propiedades físicas y químicas en un suelo con características vérticas en la finca Pekín (Sincé – Sucre), Universidad de Sucre.

ROMERO V., L. A. (2002): Manejo y utilización sostenible de pasturas. Universidad Nacional De Colombia. Departamento de Producción Animal. Medellín.

SANDOVAL, LUIS (2007): La ganadería bovina en Colombia. En problemas agrarios colombianos, Absalón Machado (coordinador); pp 331 – 368, Bogotá.

SÁNCHEZ, J (1998) Calidad nutricional de los forrajes en zonas con niveles bajos de producción de leche, en la zona norte de costa rica. Revista Agronomía Costarricense 22(1): 69-76.

SIURA M. Felipe (2006): La materia orgánica: origen, propiedades y su relación con la calidad /salud del suelo. En: IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Paipa, octubre 21 – 24 de. p. 161 – 187

SOTO, (2003): Abonos Orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en la Agricultura Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San José-Costa Rica.

VARGAS, B. R. (2002): Pastos y forrajes. Serie Tecnología Agropecuaria No 6. ICFES. Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda., p. 106-112

VILORIA DE LA HOZ (2003): Documento de trabajo sobre economía regional. En: www.banrep.gov.co/docum/pdf-econom-region.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Descripción del perfil del suelo.

Época de descripción: seca

Localización: Finca Pekín, Municipio de Sincé – Sucre.

Fecha: Abril de 2006

Geología: Sedimentitas de ambiente fluvial o lagunar, principalmente arcillositas y areniscas

Geomorfología: Colinas

Relieve: Ligeramente ondulado, pendiente de 2 – 6%

Material geológico: Arcillolitas

Temperatura ambiental: 27 °C

Precipitación anual: 1000 - 2000 mm

Drenaje interno: Lento

Drenaje externo: Rápido

Drenaje natural: Bien drenado

Presencia de grietas: Medias

Uso actual: Pasto de corte (Guinea mombaza)

Profundidad efectiva: Ligeramente profundo (100 cm)

Describieron: Carlos Rodríguez y Francisco Suárez

Anexo 2: Descripción del perfil de suelo en el lote con pasto guinea mombaza (*Panicum maximum*)

Horizonte	Observaciones y características
Ap (0 – 30 cm)	Color en seco gris muy oscuro (10 YR 3/1) y en húmedo negro (5Y 2.5/1); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débil; consistencia dura en seco, friable en húmedo, adherente y plástico en mojado; abundante actividad de microorganismos; abundante presencia de raíces; no calcáreo y muy fuerte efervescencia al H ₂ O ₂ .
AB (30 – 50 cm)	Color en seco café oliva claro (2.5Y 5/6) y en húmedo oliva (5Y 5/6); textura arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, medios, moderados; consistencia blanda en seco, firme en húmedo y adherente y plástico en mojado; presencia de raíces, no calcáreo y fuerte efervescencia al H ₂ O ₂ .
B (50 – 90 cm)	Color en seco amarillo oliva (2.5Y 6/8) y en húmedo amarillo oliva (5Y 6/8); textura franco arenosa; estructura en bloques angulares, fina y débil; consistencia blanda en seco, friable en húmedo, no adherente y no plástico en mojado; ligeramente calcáreo y mediana efervescencia al H ₂ O ₂ .
C (90 – x cm)	Color en seco amarillo oliva (5Y 7/6) y en húmedo amarillo oliva (5Y 6/6); textura arcillosa, sin estructura (masiva), consistencia en seco duro, en húmedo firme y en mojado adherente y ligeramente plástico, ligeramente calcáreo y ligera efervescencia al H ₂ O ₂ .

OBS: Nivel freático profundo, características vérticas, como presencia de grietas y superficies de deslizamiento, presencia de materia orgánica en los horizontes más profundos debido a la pedoturbación.

Anexo 3. Análisis de caracterización de suelos



UNIVERSIDAD DE SUCRE
CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS
 “UNIVERSIDAD CON CALIDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL”

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	23 de abril de 2006	ANÁLISIS N°:	104
DEPARTAMENTO:	Sucre	MUNICIPIO:	Sincé
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Pekín
PROPIETARIO:	Antonio Merlano	CULTIVO:	
Fecha de entrega	9 de mayo de 2006		

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1,P/V)	7.87	Medianamente Alcalino	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	11.12	A	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	625.27	E	15 – 30
C.I.C. (meq./100 gr .suelo)	23.65	B	10 – 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	8.5	B	5 – 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	7.17	A	2 – 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	2.22	E	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	3.42	E	< 1.0
Aluminio intercambiable	----	----	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)		Migajosa	
Arena (%)			20 – 50
Arcilla (%)			20 – 60
Limo (%)			20 – 70
Saturación de calcio (%)	35.94	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	30.32	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	14.46	B	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	--	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.19	Estrecha	2 - 4 (normal)

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
- B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
- C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
- D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
- E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
- F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 1 (Lombricompost)

Analizó
 Antonio Tovar Ortega
 Jefe Laboratorios De Aguas y Suelos

Anexo 4. Fracciones de Carbohidratos y Proteína en Pasto Mombaza (*Panicum maximum* var *Mombaza*)

Edad	% MS	FDN % MS	Lig % FDN ¹	PC % MS	Sol % de PC ²	NNP % P.Sol ³	PIDN % PC ⁴	PIDA % PC ⁵	EE % MS	Min % MS	FDN disp %MS ⁶	FDN no disp %MS ⁷	CNE % MS ⁸
7	14.94	64.85		14.34	92.39	45.54	7.61	1.39	3.59	11.11			
14	18.29	63.90		12.46	91.09	20.53	8.91	1.63	4.68	11.78			
21	15.77	65.43		8.51	87.73	17.21	12.27	2.35	3.60	12.58			
28	19.26	65.95		7.29	86.89	49.88	13.11	2.32	4.06	12.96			
35	16.63	66.15		7.29	92.97	31.18	7.03	1.90	3.59	13.77			
42	17.75	66.35		6.91	93.25	24.95	6.75	1.78	3.59	10.90			
49	20.18	66.52		4.68	90.81	37.86	9.19	2.95	3.32	32.85			
56	21.33	66.75		5.12	91.25	35.85	8.75	2.40	1.19	11.91			
63	25.46	67.75		4.08	89.11	23.07	10.89	3.39	1.93	15.69			
70	26.79	68.75		4.57	86.53	16.70	13.47	3.02	1.44	27.42			
77	26.61	69.20		3.18	83.87	7.77	16.13	4.37	1.96	10.14			
96	24.82	69.60		3.07	81.51	11.18	18.49	4.03	1.26	10.91			

¹ Lig % FDN = (Lig. % MS * 100) / FDN, % MS
² Solubilidad % de PC = (P. Sol., % MS * 100) / PC % MS en donde: P. Sol., % MS = PC % MS – PIDN % MS
³ NNP, % P. Sol. = (NNP (6.25), %MS * 100) P. Sol. % MS
⁴ PIDN, % PC = Proteína Insoluble en Detergente Neutro
⁵ PIDA, % PC = Proteína Insoluble en Detergente Acido
⁶ FDN disp., %MS = FDN, % MS – (Lig., % FDN * 2.4)
⁷ FDN no disp., %MS = FDN %MS – (PC, % MS * (PIDN / 100)) – FDN Disp.
⁸ CNE % MS = 100 – PC % MS – EE – Cenizas – FDN Disp – FDN No Disp.

REGISTRO FOTOGRÁFICO.

Anexo 5: Pasto *Guinea mombaza* establecido en la finca Pekín



Anexo 6. Toma de muestras para el análisis de suelos



Anexo 7. Calicata para la descripción del perfil de suelo



Anexo 8. Corte de uniformidad



Anexo 9. Pesaje del pasto húmedo



Anexo 10. Mediciones en hojas del pasto *Guinea mombaza*.



Anexo 11. Conteo de rebrotes del pasto *Guinea mombaza*.



Anexo 12. Tratamiento Testigo (To), testigo



Anexo 13. Tratamiento DAP+UREA (T1), de fertilización mineral (úrea + DAP)



Anexo 14. Tratamiento D+U+L (T2), fertilización mineral + Lombricompost.



Anexo 15. Preparación del bioabono líquido.



Anexo 16. Aplicación del bioabono líquido.



ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Anexo 17. Promedios de cada variable evaluada por tratamiento.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO EN F.V TON/Ha	ALTURA Cm	ÁREA FOLIAR Cm ²	RELACION H:T	Nº REBROTOS
DAP+UREA (T1)	23.5	86,00	178.73	2,45	66,09
D+U+L (T2)	21	83,33	169.16	2,5	61,63
Lombricompost (T3)	14.2	83,00	178.03	3,21	55,13
Testigo (To)	13.6	81,66	171.50	2,65	68,12
Bioabono (T4)	13.3	79,33	164.73	2,76	52,12

Anexo 18. Correlaciones entre variables

	RENDIMIENTO	ALTURA	ÁREA FOLIAR	RALCION H:T	Nº REBROTOS
RENDIMIENTO	1				
ALTURA	0,9280037	1			
ÁREA FOLIAR	0,6055550	0,814264	1		
RALCION H:T	-0,400958	-0,31606	0,210338384	1	
Nº REBROTOS	0,3523957	0,563896	0,359013152	-0,6295	1
Resumen					
Estadísticas de la regresión					
Coeficiente de correlación múltiple					1
Coeficiente de determinación R ²					1
R ² ajustado					65535
Error típico					0
Observaciones					5