

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**EVALUACIÓN DE LOS APORTES NUTRICIONALES DEL ABONO  
LÍQUIDO FERMENTADO (BIOL), EN LA DISPONIBILIDAD Y  
COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA EN EL PASTO *Brachiaria  
decumbens* EN EL PERIODO LLUVIOSO.**

**YOBANIS Y. RUÍZ D.**

**9-726-686**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2013**

**i**

**EVALUACIÓN DE LOS APORTES NUTRICIONALES DEL ABONO  
LÍQUIDO FERMENTADO (BIOL), EN LA DISPONIBILIDAD Y  
COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA EN EL PASTO *Brachiaria  
decumbens* EN EL PERIODO LLUVIOSO.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**

**MIEMBROS DEL COMITÉ:**

**APROBACIÓN DE TESIS**

**DIRECTOR: M.Sc. ARTURO FUENTES\_\_\_\_\_**

**MIEMBRO: M.Sc.EFRAÍN STAFF.\_\_\_\_\_**

**MIEMBRO: Ph.D. JOSÉ BINNS.\_\_\_\_\_**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2012**

**ii**

# EVALUACIÓN DE LOS APORTES NUTRICIONALES DEL ABONO LÍQUIDO FERMENTADO (BIOL), EN LA DISPONIBILIDAD Y COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA EN EL PASTO *Brachiaria decumbens* EN EL PERIODO LLUVIOSO.

## RESUMEN

El Biol es una alternativa de fertilización natural para los pastos y suelos, a la vez reducimos la contaminación por excretas. Un total de 60 muestras de pasto fueron evaluadas en una finca ubicada en la Provincia de Chiriquí; Distrito de Bugaba, Corregimiento de Santa Marta, a 290 Metros sobre el nivel del mar, con un suelo franco arenoso con un pH muy ácido de 5.1. Se estableció un diseño de bloque al azar, subdividido por cinco tratamientos, que fueron de 25, 50, 75 y 100 por ciento de biol y el testigo. El muestreo se realizó a los 21 días por cuatro periodos seguidos, el pesaje se realizó con una balanza electrónica. El ANOVA en la disponibilidad no indicó diferencia significativa entre bloques ( $P > 0.05$ ), los tratamientos y los periodos si mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), las medias de los tratamientos cinco, cuatro, tres, uno y dos fueron 1291.75, 1134, 1103.75, 1066, y 1012.65 gramos respectivamente. Los resultados obtenidos parecen indicar una fuerte relación de la disponibilidad de forraje con el incremento de la concentración de biol. La materia seca y proteína no indicaron diferencias significativas entre periodo tampoco entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). La aplicación del fertilizante (biol) en diferentes concentraciones no ejerce efecto alguno en la alteración de la materia seca y proteína del pasto *Brachiaria decumbens*. La ceniza y fibra indicaron diferencias altamente significativas entre periodo ( $P < 0.01$ ), no así entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). El testigo resultó con el promedio más alto con un 10.07% de ceniza, lo que quiere decir que el biol no modifico la concentración de ceniza ni de la fibra. La grasa indicó diferencias altamente significativas entre periodos ( $P < 0.01$ ) y entre tratamientos hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Las medias de los tratamientos cinco, cuatro, tres, dos y uno fueron de 5.1, 5.43, 4.55, 4.31, 5.02 % respectivamente destacándose el tratamiento cuatro y cinco lo que indica que el biol aumenta el porcentaje de grasa en el pasto. El nitrógeno, potasio, magnesio y sodio no indicaron diferencias significativas entre periodo y tratamientos ( $P > 0.05$ ). El fósforo, cobre y calcio indicaron diferencias altamente significativa entre periodo no así entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ). La aplicación del fertilizante en diferentes concentraciones no tuvo ningún efecto en el porcentaje de N, K, Mg, Na, P, Cu, Fe, Proteína y Calcio en el pasto. Manganeso, Zinc y Grasa mostraron tener diferencias significativas tanto en los periodos como entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ) lo que quiere decir que el fertilizante alteró la concentraciones de estos elementos en el pasto. La aplicación del fertilizante biol solo mejoró la disponibilidad significativamente.

**PALABRA CLAVE.** Biol, fertilización, pasto, muestreo, periodo, tratamientos, disponibilidad, materia seca.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los estiércoles no se recomiendan aplicarlos directamente al suelo, ya que en el proceso de transformación de este material orgánico a humus se originan varios ácidos (ácidos húmicos, ácidos fulvicos, entre otros) nocivos para las plantas. Por tal motivo estos materiales deben ser sometidos a un proceso de fermentación.

El deterioro progresivo de los suelos utilizados en las actividades agrícolas en parte podría explicarse por la incorrecta utilización de las técnicas y manejo de los cultivos con prácticas y herramientas inadecuadas. Actividades, que en conjunto, han contribuido a la modificación de las propiedades física, químicas y biológicas del suelo y que se traducen en una reducción de su nivel productivo.

Una opción para contribuir a rehabilitar los suelos afectados por los problemas de degradación de materia orgánica, mediante la aplicación de abonos orgánicos, ya sea en forma de estiércol, abonos verdes, compost, vermiabono y abonos líquidos fermentados; de esta manera, además de aportar nutrientes para el desarrollo y producción de los cultivos, se mejoran las condiciones físicas de los suelos.

Los problemas de contaminación, asociados a la disposición inadecuada de los desechos y residuos orgánicos, han propiciado la búsqueda de alternativas que mejoren su utilización. El reciclado de los desechos sólidos biodegradables en la producción de compostas, para ser usados en la agricultura, es una alternativa viable.

Una forma de mejorar el manejo del estiércol para evitar la pérdida de nutrimento es separar el estiércol fresco en su fracción sólida y líquida, e incorporar e inyectar la fracción líquida al suelo o cualquier otro sustrato en distintos sistemas de producción.

Una forma de hacerlo es la biodigestión, al usar un biodigestor se utiliza los nutrimentos contenidos en los estiércoles, y además, se reduce la contaminación ambiental, ya que se convierten los estiércoles que contienen microorganismos patógenos como bacteria, protozoos, en residuos útiles sin riesgo de transmisión de enfermedades.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR**

La ganadería en la medida que se ha ido intensificando, con la búsqueda de una mayor producción, ha requerido de menores áreas e infraestructuras apropiadas, generando una alta cantidad de excretas, orines y otros desechos que se han convertido en un problema por su manejo y en un contaminante del ambiente. (Botero, 2004).

Actualmente en las lecherías se produce muchos desechos orgánicos, no se puede permitir que dichos desechos lleguen a fuentes de agua ya que el impacto causado al medio ambiente es enorme y de graves repercusiones para el hombre y todo lo que le rodea. Es por ello que se han generado tecnologías para producir beneficios de los desechos orgánicos y reducir la contaminación de los mismos,

Por otro lado los pastos y forrajes y sus formas conservadas constituyen la principal fuente de alimentación del ganado, sin embargo los niveles de rendimiento y calidad que se obtienen de los mismos aún son bajos en comparación con sus posibilidades reales, principalmente en áreas de pastoreo (Lozano, 1992).

Es por esto que la utilización de los bioles es una alternativa de fertilización natural para los pastos y suelos, como también reducimos la contaminación por excretas al procesarlas para la elaboración del biol.

## **1.2. ANTECEDENTES**

Si la naturaleza misma desde miles de años antes que aparezcan los fertilizantes sintéticos, se auto-fertilizaba con la descomposición de hojas y otros residuos orgánicos, desde que el hombre comenzó a cultivar y a incorporar materia orgánica que entra en un proceso de descomposición y ello repercute en beneficio, a tal modo que hoy en día pequeños, medianos y grandes agricultores agregan materia orgánica con su jugo biol que antes lavaban y ven las mejoras en campo y mejor aún si es tratado con microorganismos eficaces. Ello me lleva a pensar que siendo el biol parte de la naturaleza dirigido por el hombre hoy en día mediante un proceso controlado, que siempre ha existido naturalmente, en definitiva no puede ser adverso de ningún modo. Lo que hay que considerar es que todo en la vida tiene que tener un equilibrio.

Los ganaderos productores de leche en pastoreo (pequeños, medianos y grandes) saben que el pastoreo presenta una gran estacionalidad provocando que existan momentos de grandes excedentes de pastos y o forrajes mientras que en otros períodos, el forraje producido es insuficiente para mantener el ganado bajo estos

sistemas pastoriles, de ahí, la importancia de una suplementación asesorada y rentable para lograr objetivos de rentabilidad y continuación de las empresas de este giro pecuario.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En la búsqueda insaciable y cada vez más exigentes de fuentes de energía, el hombre ha sido el responsable directo del severo deterioro del medio ambiente.

En el campo la agricultura y la ganadería en pequeña y gran escala, además de la tala de bosques y la baja reforestación, están afectando significativamente. Por ello es necesario desarrollar métodos eficientes y de bajo costo para la producción. Este es el caso de los biofermentos, mediante el cual, a partir de estiércol animal, se genera combustible, abono orgánico y se reduce la contaminación que generan las materias fecales y las aguas servidas en los sistemas agropecuarios.

La producción de biofertilizantes foliares ha venido desarrollándose desde hace mucho tiempo. Los biofermentos constituyen una herramienta agrícola con la que se pueden reducir o sustituir los abonos químicos de alta solubilidad; permitiendo al productor disminuir su dependencia de insumos externos. Por otro lado, los biofermentos fortalecen la autogestión campesina en una inmensa gama de sistemas productivos y constituyen además un excelente vehículo para fomentar la investigación participativa y la creatividad de los agricultores en sus propias fincas.

Los biofermentos pueden jugar un papel sumamente importante; disminuyendo así, la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, al colonizar las superficies de las plantas. Los microorganismos presentes en este tipo de abonos fermentados presentan relaciones antagónicas y de competencia con diferentes microorganismos fitopatógenos, colaborando de esta forma en la prevención y combate de enfermedades en las plantas.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia y el aporte nutricional del biofermento (biol), hecho a partir de desechos orgánicos, sobre la disponibilidad y composición de los pastos, aplicado en diferentes concentraciones.

### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 🌱 Evaluar la disponibilidad de nutrientes del abono líquido fermentado en las diferentes concentraciones.
- 🌱 Evaluar la composición y bromatología de los pastos sometidos al abono líquido fermentado.
- 🌱 Evaluar la respuesta de la nutrición y el crecimiento del pasto sometido a aplicaciones foliares del abono líquido fermentado.

## 1.5. Hipótesis

**Ho:** la utilización de biofermentos en diferentes concentraciones no cambia significativamente la disponibilidad y composición bromatológica de los pastos.

**Ha:** la utilización de biofermentos en diferentes concentraciones si cambia significativamente la disponibilidad y composición bromatológica de los pastos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Característica de Sistema de Producción de Leche Intensivo.**

Los pastos y forrajes y sus formas conservadas constituyen la principal fuente de alimentación del ganado, sin embargo los niveles de rendimiento y calidad que se obtienen de los mismos aún son bajos en comparación con sus posibilidades reales, principalmente en áreas de pastoreo (Lozano, 1992).

La producción de leche puede llevarse a cabo en varios sistemas de pastoreo, tal pueden ser: en forma extensiva, semi- intensivo e intensivo, para cada uno de ellos existen ventajas y desventajas. En este tema nos concentraremos en la producción de leche bajo sistemas intensivos de pastoreo, (Lozano, 1992).

Los objetivos primordiales de una suplementación para ganado lechero bajo condiciones de pastoreo intensivo son obtener mayores ingresos, abatiendo costos de producción de leche, y no menos importante no comprometer en lo más mínimo el desempeño productivo - reproductivo y salud de los animales involucrados en dicho sistema,(Lozano, 1992).

#### **2.1.1. Intensivo**

Es maximizar tus beneficios en el mínimo tiempo posible, por eso lo de intensivo (intensidad). Es minimizar la mano de obra, abaratar los costos, optimizar el uso de tecnologías e insumos, dar alimentos balanceados nutritivamente y al mínimo Costo; en resumen tener una, función de producción óptima y propia para tu rodeo. Ciclo completo, se entiende que es intensificar la producción de ganado desde los vientres -madres- hasta tu producto final (novillos para matadero o leche), lo cual requieres al menos tres años de producción,(Álvarez, *et al* 1995).

Este sistema se caracteriza por sustentarse en la utilización de los potreros apoyados de una suplementación energética – proteica balanceada, considerando que éste suplemento sea diseñado de acuerdo a sí los potreros son de pastizales cultivados con o sin manejo agronómico o si son manejados intensivamente con forrajes mejorados o sé está utilizando la grama nativa con gran valor nutricional; sin olvidar los minerales, reforzados con vitaminas, todo esto con objeto de lograr producciones de leche muy por arriba de la media normal. El principal componente de la dieta, no puede generalizarse definiendo un único sistema de alimentación ya que tanto la producción y estacionalidad como la disponibilidad y calidad de los suplementos alternativos contribuyen a la variabilidad entre las distintas cuencas productivas de cualquier región (Álvarez, *et al* 1995).



## **2.2 Producción de Excretas**

De las excretas de los bovinos que se generan en la sala de ordeño, galera o corrales, el estiércol es el mayor interés no solo por el volumen sino también por su calidad y diversidad de uso que puede dársele en la propia finca e incluso como fuente adicional de ingreso. La producción de estiércol varía con la especie, la edad estación del año, incluso con la alimentación y el consumo de agua de los animales, (Botero, 2004).

En términos generales se estima que un animal adulto produce entre 25 a 30 kilogramos de estiércol y orina por día, también se tiene un calculado de siete kilogramos por cada 100 kilogramos de peso vivo. Atendiendo a esto, un animal de 450 kilogramos estaría produciendo 28 kilogramos por día o unos 10,220 kilogramos por año de estiércol o sea algo más de 20 metros cúbicos. En función al tamaño del hato y el número de horas en galeras se puede estimar la producción de estiércol fresco. A la producción de estiércol en confinamiento o semiconfinamiento hay que sumarle la producción de orine cuyo volumen está influenciado en gran medida por la estación del año y el consumo del agua pero que varía entre seis a 30 litros por día de acuerdo a la raza, edad, y alimentación (Botero, 2004).

### **2.2.1 Composición Química de las Excretas**

La composición de las excretas de los animales varía de acuerdo a la especie y al alimento que consumen, además del manejo que reciben durante el proceso de conservación a abonos (Mendoza, 1997), también del régimen de alimentación y de la naturaleza de la cama en caso de estabulación.

Las heces de los ovinos, caprinos, y equinos son más concentrados y poseen menos agua que las de los bovinos y suinos, la condición física, edad y desempeño en trabajo de los animales también determinan la calidad de las heces. Animales adultos y gordos y en descanso dan excretas más ricas que los pequeños, flacos y sometidos a trabajos intensos. Animales alimentados con granos, pastos fertilizados y/o asociados con leguminosas también producen excretas de mayor calidad. (Mendoza, 1997)

### **2.2.2 Características de la Bovinasa**

El estiércol de vacuno es un material integral si lo comparamos con los abonos producidos por métodos químicos. Además, el efecto como abono es suave y el valor de su uso como material para el mejoramiento del suelo es alto, aunque se le

aplique solo, ya que el componente inorgánico de los vacunos y aves es poco (Yasukawa y Quintero, 1995).

Según Restrepo (2001), el estiércol vacuno que se encuentra expuesto en menor proporción a la luz solar y los provenientes de animales encontrado en establos poseen mayor composición de microorganismo y un alto contenido de nitrógeno, sin embargo, los estiércoles no tan solo poseen nitrógeno como único componente nutrimental sino también contenido cálcico, fosforo, magnesio, manganeso, hierro, cobre potasio y sodio.

### **2.3 Bocashi**

De acuerdo con Tabora (1999), bocashi en japonés significa materia orgánica fermentada. Para su elaboración se puede utilizar todo material orgánico como desecho de plantas, de cocina cascarilla de arroz, melaza, excretas de animales y otros.

El fertilizante del bocashi se hace fermentando una mezcla de materia orgánica, tal como gallinaza y tierra de bosque que contenga microorganismos. Incluso en panamá, mucha gente en el campo agrícola está familiarizada con el bocashi. La ventaja de este fertilizante es que toma menos tiempo para hacerlo y se pueden hacer con una variedad de ingredientes, es gentil con las plantas y causan menos daños que el uso directo del abono. Además, la gallinaza contribuye a mejorar el suelo activando microorganismos. Estos microorganismos transforman los nutrientes del suelo dejándolos en una forma fácilmente disponible para la planta.

El bocashi se produce por medio de un proceso químico llamado fermentación. Por lo tanto, en buenas condiciones de humedad y temperatura los microorganismos comienzan a descomponer la fracción más simple del material orgánico como lo son los azúcares, almidones y las proteínas, ocurriendo así la liberación de los nutrientes a través de los microorganismos. La fermentación termina con la descomposición de la fracción más compleja de la materia como es la celulosa, lignina, lípidos, taninos y cera,(Tabora, 1999).

La fermentación del bocashi empieza en la fase de pila y termina en el proceso después de su incorporación al suelo, liberando lentamente los nutrientes. Además, para el suelo es un inóculo que suministra alimentos a los macro y microorganismos del suelo. Estos se encargaran de llevar a cabo procesos de fermentación y/o descomposición del material orgánico (Tabora, 1999).

Según Restrepo (1998),la fabricación de abonos orgánicos fermentados es el proceso de descomposición aeróbico y hemofílico de residuos orgánicos a través de poblaciones de microorganismos químicos organotróficos, que existen en los propios residuos, bajo condiciones controladas, que producen material parcialmente estables de lenta descomposición en condiciones favorables.

### 2.3.1 Componentes Básicos de la Elaboración del Bocashi

La composición del bocashi puede variar considerablemente y se ajusta a las condiciones y materiales existentes en las fincas, entre los ingredientes más comunes que pueden formar parte de los abonos orgánicos están las siguientes. Estiércol de vaca (80por ciento), fibra (20 por ciento) y aplicación diaria de EM. Para acelerar el proceso de fermentación (Botero, 2004).

Según Restrepo (1998), la fabricación de abonos orgánicos fermentados es el proceso de descomposición aeróbica y hemofílica de residuos orgánicos a través de poblaciones de micro orgánicos, químicos órgano-tróficos, que existen en los propios residuos, bajo condiciones controlados, que producen material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables.

La ventaja que representa el proceso de fabricación de abonos orgánicos fermentados son.

- La no fermentación de gases tóxicos y malos olores
- El manejo del volumen, facilitando su almacenamiento, transporte y la disposición de los materiales para fabricarlos
- La desactivación de agentes patógenos, muchos de ellos perjudiciales a los cultivos
- La posibilidad de utilización del producto final en los cultivos en un periodo relativamente corto y a costos muy bajos, (Restrepo 1998).

En el proceso de la fabricación de abonos orgánicos fermentados existen dos etapas bien definidas. La primera etapa, por donde pasa la fermentación del abono es la estabilización donde la temperatura de la misma puede llegar a alcanzar entre 70 y 75 grados centígrados, debido al incremento de la actividad microbiana. Posteriormente, la temperatura del abono comienza a caer nuevamente, debido al agotamiento o disminución de la fuente energética que retroalimenta el proceso. En este momento, el abono comienza su estabilización y solamente sobresalen los materiales que presentan una mayor dificultad para su degradación a corto plazo a partir de este momento, el abono pasa la segunda etapa que es la maduración, donde la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen es más lenta, para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización,(Restrepo, 1998).

### **2.3.2 Características Físicas del Bocashi**

Según Mendoza (1997), el bocashi después de haber pasado el proceso de fermentación posterior a su maduración y temperatura ambiente, su color es gris claro, seco con un aspecto a polvo arenoso y de consistencia suelta (este es el caso de materia vegetal, ya que con solo estiércol el aspecto es chocolate oscuro, seco con aspecto a tierra). De aquí que Mendoza (1997), manifestó la importancia de los siguientes factores en la producción de abonos orgánicos.

### **2.3.3 Temperatura**

Está en funcional incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza luego después de la etapa de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de 14 horas de haberlo preparado, el abono debe presentar temperaturas que puedan superar fácilmente los 40 grados centígrados, lo que es buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. La actividad microbiológicas puede ser perjudicial por la falta de oxigenación y humedad (Mendoza, 1997).

Salazar (2008), nos dice que, el día dos y tres forma parte de la fase de calentamiento, el día tres al 14 encontramos la fase del pico máximo de calentamiento no más de 60 grados centígrados y después de los 15 días la temperatura baja gradualmente.

Es importante que la temperatura de fermentación este alrededor de 50 grados centígrados, incluso no debe exceder a mas de 60 grados centígrados. Si se mueren los microorganismos de los fermentos de la mezcla por una temperatura alta, las sustancias nutritivas evaporan en la atmosfera dejando como resultado una calidad baja de bocashi. Mezclando el bocashi la temperatura desciende momentáneamente, pero cuando se amontona la mezcla otra vez, la fermentación se reanuda y la temperatura comienza a elevarse de nuevo (Botero, 2002).

Cuando la temperatura alcanza 50 grados centígrados la mezcla tienen que ser revuelta para liberar el calor. Por eso, tiene que ser revisada constantemente para mantener su temperatura por debajo de los 50 grados centígrados. Si la temperatura se eleva rápidamente, la altura de la mezcla puede ser bajada y la cubierta plástica se quita a fin de hacer más lento el proceso (Salazar, 2008).

### **2.3.4 La Humedad**

La humedad óptima para lograr la máxima eficacia del proceso de la fermentación del bocashi oscila entre un 50 y 60 por ciento. Abajo del 40 por ciento de humedad, hay una descomposición aeróbica muy lenta de los materiales orgánicos que hacen parte del compuesto. Por otro lado, cuando la humedad

supera el 60 por ciento, las cantidad de poros que están libres de agua son muy pocos, lo que dificulta la oxigenación de la fermentación, resultando un proceso anaeróbico, que no es lo que se quiere ni es lo ideal para obtener un bocashi de buena calidad (Mendoza, 1997).

### **2.3.5 Aireación**

La presencia de oxígeno es necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del bocashi. Se calcula que lo mínimo debe existir entre un cinco a un diez por ciento de concentración de oxígeno en los macro poros de la masa. Sin embargo, cuando los micro poros se encuentran en estado anaeróbico por un exceso de humedad, pueden perjudicar la aireación del proceso y consecuentemente obtener un producto de mala calidad (Mendoza, 1997).

### **2.3.6 El Tamaño de las Partículas de los Ingredientes**

La reducción de tamaño de las partículas de los componente del abono, pueden presentar la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológicas de los mismos. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeños pueden llevar fácilmente a una compactación favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, lo que no es ideal para obtener un buen abono orgánico fermentado(Mendoza, 1997).

### **2.3.7 Relación Carbono - Nitrógeno**

La relación teórica e idealpara la fabricación de un buen abono de rápida fermentación se calcula que sea entre 25 –35 %. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización. Por otro lado, relaciones mayores resultan en una fermentación más lenta (Mendoza, 1997).

### **2.3.8 pH**

La fabricación de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre un seis y 7.5 por ciento, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación del los materiales, (Mendoza, 1997).

### **2.3.9 Como se Utiliza el Abono Orgánico Bocashi**

1. En los semilleros se puede mezclar con tierra cernida y con carbón vegetal pulverizado en proporción de 60 a 90 por ciento de tierra y 40 a diez por ciento de bocashi.
2. Abonado directo en la base del hoyo donde se coloca la planta, una vez que se trasplanté, teniendo cuidado de cubrir el bocashi con un poco de tierra para que la

raíz de la planta no quede en contacto directo con el abono ya que así se puede quemar.

3. Abonado a los lados de las plantas. Este sistema sirve para hacerle una segunda y tercera abonada de mantenimiento a los cultivos

4. Abonado directo a los surcos donde se irá a establecer el cultivo que se quiere sembrar. Independientemente de la forma como lo utilizemos, el Bocashi siempre se debe cubrir con tierra para que no se pierda y así obtener mejores resultados,(Mendoza, 1997).

#### **2.3.9.1 Algunas Dosis Sugeridas:**

- 🌱 hortalizas de hojas > de diez a 30 gramos, en la base.
- 🌱 hortalizas de tubérculo o que forman cabeza > hasta 80 gramos.
- 🌱 Tomate y pimentón > de 100 a 120 gramos.
- 🌱 Pastos de corte > de uno a cinco kilogramos. Por metros cuadrados,(Mendoza, 1997).

### **2.4 Biodigestor**

Un biodigestor es un sistema natural y ecológico que aprovecha la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de las bacterias para transformar el estiércol en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere energía eléctrica. El fertilizante, llamado biol, inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está considerando de la misma importancia, o mayor, que el biogás ya que provee un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas,(López, 2010).

Son tres los límites básicos de los biodigestores: la disponibilidad de agua para hacer la mezcla con el estiércol que será introducida en el biodigestor, la cantidad de ganado y la apropiación de la tecnología (López, 2010).

#### **2.4.1 Ventajas de los Biodigestores**

- Proporciona combustible (biogás) para suplir las principales necesidades energéticas rurales.
- Reduce la contaminación ambiental al convertir las excretas que contienen microorganismo patógeno, larvas, huevos, pupas de invertebrados y semillas de plantas agresivas para los cultivos, en residuos útiles.
- Producir abono orgánico (bioabono) con un contenido mineral similar a las excretas frescas, pero de mejor calidad nutricional para las plantas y para el desarrollo del fitoplancton utilizados por algunos peces y crustáceos en su alimentación.

- La utilización del efluente como bioabono reduce el uso del fertilizante químico cuya producción y aplicación tiene consecuencias negativas para el medio ambiente.
- Reduce el riesgo en la transmisión de las enfermedades, puesto que al reciclar en conjunto las excretas animales y humanas en biodigestores que operan en rangos de temperaturas internas entre 30 y 35 grados centígrados, es posible destruir hasta el 95 por ciento de los parásitos y casi todas las bacterias y protozoarios causante de enfermedades gastrointestinales, (Gómez y Viniegra, 1979).

#### **2.4.2 Proceso de Fermentación**

Es un proceso biológico que consiste en la descomposición o degradación del estiércol o cualquier otro de desechos orgánicos por la acción de bacterias en un ambiente carente de oxígeno durante el cual libera una mezcla de gas metano (60-70 por ciento) y dióxido de carbono (30-40 por ciento). Durante la fermentación el material orgánico se fragmenta y cuando sale del digestor se vuelve más líquido, (López, 2010).

#### **2.4.3 Tipos de Biodigestores**

Hay dos tipos genéricos de biodigestores, clasificados de acuerdo a la forma de llenado en biodigestores de flujo discontinuo (bache) y flujo continuo, (López, 2010).

##### **2.4.3.1 Flujo Discontinuo**

Los biodigestores de flujo discontinuo o bache corresponde a aquellos diseños cuyo llenado con influente (mezcla de agua y materia orgánica) es hecho en un solo momento y son vaciados luego de un tiempo prudencial, una vez que el material interno (influyente) se ha degradado y ha generado el gas, momento en que deben ser llenado de nuevo.

Dentro de este tipo de biodigestores, el más utilizado es el de barril, en especial para trabajo de investigación o el lugar donde no hay disponibilidad constante de materia y agua, (López, 2010).

##### **2.4.3.2. Flujo Continuo**

El tipo de biodigestores de flujo continuo pertenecen a aquellos que como su nombre lo indica, permiten la entrada y salida constante de fluido (para el caso, líquidos). Hoy existen muchos diseños y forma según su estructura, entre los cuales se destacan:

### **a) De Estructura Solida Fija.**

Son aquellos armados con una sola estructura que por regla general es hecha en materiales rígidos (concreto, bloques o ladrillos). Debido a la atura presión que pueden alcanzar en su interior y a la constante variación de la misma, se recomienda su construcción bajo tierra en suelos estables y firmes, evitar cualquier tipo de grieta o fisura en la estructura e impermeabilizar la misma (en su interior) para no permitir el escape de líquidos y gases. Estos factores hacen obligatorios el uso de mano de obra altamente calificada para su diseño y construcción,(López, 2010).

### **b) De Estructura Solida Móvil**

Los biodigestores de este grupo tienen dos estructuras: la primera al igual que en los de estructura solida fija, va enterrada y hecha en concreto, bloques o ladrillos; la segunda en la mayoría de los casos es una campana de acero que flota sobre la primera estructura. Los de este grupo son los únicos que logran mantener una presión constante del gas que generan, pero requieren una inversión bastante alta en la hechura de la estructura, de la campana, y en el mantenimiento de la misma para controlar su corrosión,(López, 2010).

### **c) De Estructura Flexible**

La estructura de digestión consiste en un cilindro hecho en alguna membrana impermeable a los gases y líquidos (Nylon, Caucho, PVC, polietileno) que es depositado en forma horizontal en una fosa excavada en el suelo.

Aunque este modelo trabaja a presiones bastantes bajas, no funciona con residuos orgánicos fibrosos y la duración del cilindro es unos cinco años (aunque de fácil reemplazo). Este es el modelo menos costoso en su construcción, pues su precio máximo es la décima parte que el modelo menos costoso en otras versiones,(López, 2010).

## **2.4.4 Instalación de Biodigestores.**

### **2.4.4.1 Localización de la Fosa para Situar los Biodigestores.**

Se excava una fosa en suelo firme (sirve como aislante térmico, protección y sostén para el biodigestores), de tal forma que sus paredes no se derrumben y no queden rocas corto punzantes o raíces salientes.

En ares con topografía quebrada la fosa debe ser excavada a través de la pendiente para lograr que su piso quede a nivel, permitir el flujo diario de líquido (entrada y salida) y aprovechar el efecto físicos de los vasos comunicantes. Se recomienda almacenar el efluente (residuo líquido que sale del biodigestor de tal forma que sea fácil usarlo por gravedad para irrigar y fertilizar cultivos o en estanques piscícolas, (López, 2010).



## **2.4.5 Factores y Condiciones que Inciden en el Funcionamiento de Biodigestores.**

### **2.4.5.1 Valores de pH en la Fase Líquida.**

El rango de pH para lograr mayor eficiencia en la producción de biogás va de 6.5 a 7.5. El pH se mantiene en ese rango solo si el biodigestor opera correctamente. Si se torna muy ácido, la acción de las bacterias metanogénicas se inhibe y aumenta la proporción de gas carbónico, (FILMTEX. 2008).

En el biogás las causas por las que se puede acidificar la fase líquida contenida dentro del biodigestor son:

- Cambio excesivo de la carga
- Permanencia por largo tiempo sin recibir carga
- Presencia de productos tóxicos en la carga
- Cambio amplio y repentino de la temperatura interna

La alta acidez se puede corregir al adicionar agua con cal a la fase líquida.(FILMTEX, 2008).

### **2.4.5.2 Relaciones Carbono: Nitrógeno en las Excretas.**

El carbono en el estiércol es el elemento que las bacterias convierten en metano ( $\text{CH}_4$ ). El nitrógeno es utilizado para la multiplicación bacteriana y como catalizador en el proceso de producción de biogás; niveles altos de nitrógeno pueden llegar a detener la generación de metano. El contenido de carbono en el estiércol bovino es excesivo, al igual que el contenido de nitrógeno en el estiércol porcino (alimentados con dietas de alto nivel proteico). De allí la posibilidad y ventaja de alimentar el biodigestor con las excretas mezcladas de varias especies animales, lo que permite balancear su contenido de nutrientes e incrementar así la eficiencia del proceso de biogás,(FILMTEX, 2008).

### **2.4.5.3 Rangos de Temperatura.**

La tasa de fermentación anaeróbica de los sólidos orgánicos y su conversión parcial en biogás están directamente relacionadas con la temperatura interna de operación. Aunque el proceso se lleva a cabo en un amplio rango de temperatura que va de 15 a 60 grados centígrados, la mayor eficiencia de conversión se obtiene en los rangos de temperatura mesofílicos (30 a 40 grados centígrados) y termofílicos (55 A 60 grados centígrados). La mayoría de las bacterias metanogénicas digieren la materia orgánica más eficientemente en el rango mesofílico que puede ser alcanzado por la fase líquida, no solamente por efecto de la temperatura ambiental sino también por la temperatura interna,(Soto, 2004) Esta se incrementa debido a la generación de calor ocurrida durante la fermentación de la materia orgánica (proceso exotérmico); por esta razón, a

medida que disminuye la temperatura ambiental por efecto de la altura sobre el nivel del mar, es conveniente recolectar el agua del lavado de las instalaciones pecuarias para la alimentación del biodigestor, bien durante las horas más cálidas del día o utilizando calentadores solares para ellos, (FILMTEX, 2008).

#### **2.4.5.4 Proporción entre Agua y Excretas.**

Las excretas sólidas (estiércol) contienen en promedio de 20 por ciento de materia seca. Deben ingresar al biodigestor como una suspensión en agua del cuatro al cinco por ciento de materia seca; esto significa en términos prácticos una mezcla de cuatro partes de agua por una parte de estiércol fresco. Se pueden utilizar hasta diez partes de agua por una de estiércol, según el número y especie de animales; por ejemplo, el estiércol de cerdo es más metanogénico que el de otras especies animales, (FILMTEX, 2008).

#### **2.4.5.5 Tiempo de Retención y Cantidad Diaria de Excretas.**

El tiempo de retención para la digestión anaeróbica de la materia orgánica diluida es de 50 días, en clima caliente (>30 grados centígrados) se baja a 40 ó 30 días. La cantidad diaria de excretas para alimentar el biodigestor se calcula dividiendo el volumen de su fase líquida entre 50 días de retención, (FILMTEX. 2008).

#### **2.4.5.6 Valor del Efluente del Biodigestor como Fertilizante.**

El efluente del biodigestor es un abono orgánico, puesto que la digestión anaeróbica comparada con la descomposición de las excretas al aire libre, disminuye las pérdidas de nitrógeno del 18 al uno por ciento y del 33 al siete por ciento para el carbono. Dentro del biodigestor no existen pérdidas apreciables para el fósforo, potasio y calcio contenidas en las excretas, (FILMTEX. 2008).

### **2.5 Abono Líquido Fermentado (BIOL).**

Se define como abono líquidos fermentados a los afluentes que se generan del proceso de la fermentación de materiales orgánicos como el estiércol, planta verde, y frutos. Comúnmente se llaman biofermentos y en algunos lugares se les conoce con el nombre de bioles o biofertilizante (Restrepo, 2001).

Los abonos líquidos fermentados en su mayoría, son fabricados a partir de estiércol, melaza, microorganismo y agua, para después ser sometido a un proceso de fermentación antes de aplicarlos, vía foliar a los cultivos ( Uribe, et al, 2004). Por lo general, al preparar los abonos líquidos fermentados, se mezcla agua con alguna fuente de nitrógeno como estiércol o leguminosa y una fuente energética como melaza o jugo de caña. Dicha mezcla puede ser enriquecida con harina de rocas molidas y sales minerales. Finalmente, para la fabricación del abono líquido fermentado es necesario adicionar algunas fuentes de

microorganismos (levadura, leche, suero) que se encargaran de la transformación orgánica (Restrepo, 1996-2001 y 2002).

El biol posee además hormonas de crecimiento vegetal, por lo que se puede aplicar tanto al follaje, como a la semilla; es decir, no tiene restricciones en cuanto al lugar de abonamiento (lozano, 1992).

### **2.5.1 Usos de Abonos Líquidos Fermentados.**

En viveros favorece la nutrición de las plántulas y reduce costos de producción y pérdidas de plántulas. Existen evidencias de la bondades de la asociación plantas microorganismos promovidas por los abonos líquidos fermentados en diferentes cultivos; favoreciendo el incremento del rendimiento y reduciendo el uso de fertilizantes de origen sintético. Sustituyen a los fertilizantes químicos industriales altamente seguros y fortalecen el equilibrio nutricional a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas entre otros (Restrepo 2001).

#### **2.5.1.1 Recomendaciones para el Uso del Abono Líquido Fermentado (BIOL).**

Restrepo (1996) recomienda que los insumos básicos requeridos para la elaboración de abonos líquidos fermentados sean:

- Agua no clorada ni contaminada
- Estiércol fresco principalmente de vacuno (sin desparasitarte ni con animales que pasten sobre potrero con herbicida.
- Leche cruda o suero.
- Melaza o jugo de caña, estas materias se utilizan como energizantes, ya que favorecen la multiplicación de la actividad microbiológica, además contienen potasio, calcio, magnesio y boro.

#### **2.5.1.2 Otros Insumos que se Usan, Según el Grado de Complejidad que se quieran son:**

- Hoja de ortiga o de glericidiasepium.
- Hoja fresca y suave
- cinco frutas que no sean acidas.
- Cenizas, principalmente de bagazo de caña.
- Agua oxigenada.
- Roca fosfórica.
- Cal dolomita.
- Sulfato de zinc, Magnesio, Cobre, potasio, Manganeso, hierro, Cobalto.
- Bórax (no ácido bórico), óxido de sodio, molibdato de sodio, cloruro de calcio y Fuentes de minerales.

Debe tenerse cuidado de que las fuentes de minerales a aplicar sean permitidas en la normativa de la agricultura orgánica (Restrepo 1996).

### **2.5.2 Importancia de los Abonos Orgánicos.**

La importancia que han merecido los abonos orgánicos, se debe entre otros motivos al valor que tienen como mejoradores del suelo especialmente en aquellos con bajo contenido de materia orgánica, pobres en contenido de nutrientes y bajos en población microbiana. Esta situación es común en los suelos agrícolas sometidos a la aplicación continua de fertilizantes químicos, en suelos erosionados y compactados. Los resultados obtenidos a lo largo del tiempo muestran que la aplicación prolongada de abono orgánico mejora la estructura del suelo, incrementa la cantidad y diversidad de microorganismos relacionados con la fertilidad, favorece la aireación, la infiltración, retención de la humedad, mejorando la fertilidad en general y favoreciendo directamente el desarrollo y el rendimiento de los cultivos, (Restrepo 2001).

Según Restrepo (2001), los abonos orgánicos, se clasifican de la siguiente manera:

- a) Sin procesar
  - excreta de animales
  - Desecho (orgánicos) vegetales
  - Abonos verdes
- b) procesado
  - Sólido
  - Compost
  - Bocashi
  - Lombricompost
  - Ácidos húmicos
- c) líquidos
  - Abono líquido fermentado
  - Te de compost
  - Ácidos húmicos
  - Extractos de alga
  - Te de estiércol

### **2.5.3 Proceso de Fermentación.**

La fermentación anaeróbica es un proceso muy complejo desde el punto de vista microbiológico; al estar enmarcado en el ciclo anaeróbico del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transforman las sustancias orgánicas en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HS}$ ,  $\text{N}_2$  y  $\text{CH}_4$ , (Salazar, 1993).

Esto naturalmente ocurre en el tracto digestivo de animales y debajo de aguas estancadas o pantanos pero también pueden realizarse en depósitos cerrados herméticamente, llamados biodigestores. Estos se utilizan cuando se quieren captar todos los productos obtenidos de la descomposición anaeróbica, ya que al haber en su interior un ambiente oscuro y sin aire se favorece el medio óptimo para el cultivo intensivo de bacterias anaeróbicas (Salazar, 1993).

El método básico consiste en alimentar al digestor con materiales orgánicos y agua, dejándolo un periodo de semanas o meses, a lo largo de las cuales, en condiciones ambientales químicas favorables, el proceso bioquímico y la acción bacteriana se desarrollan simultáneamente y gradualmente, descomponiendo la materia orgánica hasta producir grandes burbujas que forzan su salida a la superficie donde se acumula el gas (Salazar, 1993).

La fermentación anaeróbica de la materia orgánica produce un residuo orgánico de excelentes propiedades fertilizantes, incitando en esta forma la competencia que se podría presentar en el aprovechamiento tradicional de los residuos animales y agrícolas con fines fertilizantes o como combustibles. La composición del bioabono en promedio tiene 8.5 por ciento en materia orgánica, 2.6 por ciento de nitrógeno, 1.5 de fósforo, un por ciento de potasio y un pH de 7.5 (Botero y Thomas 1987).

#### **2.5.4 Proceso Bacteriológico de la Digestión Anaeróbica.**

La digestión anaeróbica es el resultado de la interacción de distintos grupos de bacterias, que actúan de forma simbiótica. Se caracteriza por la existencia de tres fases diferenciadas del proceso de degradación del sustrato (término genérico para designar el elemento de los microorganismos): hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis interviniendo diversas poblaciones bacteriológicas (Velo, 2006)

#### **2.5.5 Fases de la Fermentación Anaeróbica y Poblaciones Bacterianas.**

La digestión anaeróbica, a partir de polímeros naturales y en ausencias de compuestos inorgánicos, se realizan tres etapas:

##### **2.5.5.1 Hidrólisis y Fermentación.**

La materia orgánica es descompuesta por la acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias que hidrolizan las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos, y la transformas en monómeros y compuestos simples solubles, (Velo, 2006).

### **2.5.5.2 Acetogénesis y Deshidrogenación.**

Donde los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético,  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$  que son los sustratos de las bacterias metanogénicas, (Jarauta, 2006).

### **2.5.5.3 Metanogénicas.**

En la que se produce metano a partir de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$ , a partir de la actividad de bacterias metanogénicas (Thauer, 1998). Las dos primeras fases se llevan a cabo un primer grupo de bacterias, las hidrolíticas acidogénica y la acetogénica que hidrolizan y fermentan las cadenas complejas de la materia orgánica, en ácido orgánico simple; siendo estos procesos el origen del  $\text{H}_2$ . Son bacterias anaerobias facultativas (pueden consumir oxígeno molecular para su metabolismo, se adapta a la presencia de  $\text{O}_2$ ) y estrictas (no crecen en presencia de  $\text{O}_2$  molecular, el  $\text{O}_2$  resulta tóxico en mínimas cantidades).

El consumo de  $\text{O}_2$  molecular del aire produce el ambiente anaerobio ideal para el desarrollo de las bacterias estrictas. El crecimiento bacteriano en esta etapa es rápido, en esta primera etapa. No habrá reducción de la demanda química de  $\text{O}_2$  (DQO) del sustrato, puesto que las cadenas orgánicas más complejas se transforman en cadenas más cortas, si consumo o reducción de la materia orgánica presente (Thauer, 1998).

El otro grupo metanogénicas; la hidrogenófilas consumen el hidrógeno generado en la primera parte de la reacción y lo convierte en biogás. En estas condiciones el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férricos y mangánicos, debido a la ausencia de oxígeno. Estas últimas bacterias son fundamentales para el equilibrio de las condiciones ambientales de la reacción, puesto que una acumulación de hidrógeno alteraría la biodigestión de la materia orgánica, (Thauer, 1998).

Las tasas de crecimiento de las bacterias metanogénicas son cinco veces menores que las de las fases anteriores por ello serán las que limitaran el proceso de degradación anaeróbica. Serán también las que condicionaran el tiempo de retención del reactor durante las fases de diseños, así como las temperaturas de trabajo, (Thauer, 1998).

La concentración de hidrógeno juega un papel fundamental en la regulación del flujo del carbono en la biodigestión. Los microorganismos que en forma secuencial intervienen en el proceso son:

- Bacterias hidrolíticas y fermentadoras
- Bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno (sintroficas)
- Bacterias sulfato reductoras (sintroficas facilitativas) son consumidores de hidrógeno

- Bacterias homoacetogénicas
- Bacterias metanogénicas
- Bacterias desnitrificantes. Para que el proceso de digestión se lleve a cabo de forma eficiente, el tanque de fermentación debe estar herméticamente cerrado, (Marsh, 2005).

### **2.5.6 Preparación de Biol.**

1. Recolectar estiércol
2. Estiércol 50 por ciento bovino; 25 por ciento gallinaza o porcino
3. Poner leguminosa picada
4. Llenar el tanque con agua
5. Cerrar el tanque herméticamente y dejar fermentar 36 días en la costa, 90 días en la sierra
6. Filtrar el BIOL, (Jarauta, 2006).

#### **2.5.6.1 Formas de Aplicación.**

De acuerdo a ensayos realizados en varios cultivos se encontró que el Biol da mejores resultados (en plantas y en rentabilidad económica) cuando la dosis de aplicación es alrededor del 30 por ciento, por lo que la dosis por hectárea sería de 130 a 150 Litros de biol / 400 Litros de agua por hectárea para hortalizas y arbustos y de 300 a 400 Litros de biol/1000 Litros de agua por hectárea para árboles frutales. El biol también se puede aplicar al suelo alrededor de las plantas diluido en agua (para bajar la salinidad) durante el riego y en aplicaciones foliares ambas que sean semanales para obtener un mejor resultado, (Marsh, 2005).

## **2.6 Origen Distribución y Adaptación de Especies Forrajeras.**

La *Brachiaria decumbens* es oriunda de África, extendidas en las zonas este y central y ampliamente estudiada por investigadores, la misma crece desde el nivel del mar hasta los 2,200 metros, se adapta a climas cálidos y es resistente a sequías, prospera bien en zonas de alta precipitación, resistente al pastoreo y a condiciones de suelos ácidos, ricos en hierro y aluminio y pobres en nutrientes. Su periodo vegetativo es perenne con una larga temporada de crecimiento, desde la primavera hasta fines de otoño, la temporada óptima para su crecimiento oscila entre 30 a 35 centímetros, (Enríquez, 1994).

El pasto *Brachiaria decumbens*, es una especie nativa de África y fue introducida en Panamá por el SICAP en 1953, y que esta especie se comporta bien en las

cuencas lecheras de las zonas alta de Chiriquí a los 1200 metros sobre el nivel del mar e incluso en zonas más bajas de 23 metros sobre el nivel del mar.

Ávila y Pinzón (1992), reportan que para las tierras altas de Chiriquí *Brachiaria decumbens* y *Cynodonlemfuensis*(estrella africana) han presentado una excelente adaptación debido a sus características de ser rastreras, estolonífera y por la gran cantidad de raicillas en sus núcleos, características estas que la sitúan como una especie que está sustituyendo gradualmente las pasturas nativas, (Enríquez, 1994).

### **2.6.1 Valor Nutritivo.**

Church (1987), señala que el valor nutricional de los alimentos de baja calidad puede mejorarse con frecuencia en forma considerable con un complemento adecuado o por medio de algunos métodos adecuados para mejorar la proporción de los nutrientes. Sin embargo, el ganadero deberá utilizar su criterio para seleccionar el forrajero apropiado para una clase y especie de animal.

A la vez indica que la fertilidad del suelo, las técnicas de fertilización o ambos pueden alterar la concentración de nutrientes y el consumo de las plantas para forrajes.

Factores como la recolección, almacenajes, la radiación solar, la lixiviación producida por las lluvias, la manipulación, la humedad, la fertilización entre otros. Son factores que pueden intervenir en gran medida en el valor nutritivo de los forrajes, (Church, 1987).

La composición química y digestibilidad de los forrajes es influida por diversos factores, entre los cuales se encuentran: el fotoperíodo (Sinclair *et al.*, 2001), temperatura ambiente (Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar, 2007), edad de la planta (Pérez *et al.*, 2004; Arthington y Brown, 2005), disponibilidad de agua en el suelo (Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar, 2007) y la fertilidad del suelo (Johnson *et al.*, 2001).

Con respecto a la fertilización Restrepo (1991), señalan que si se afecta el valor nutritivo de los forrajes, no solamente debe tomarse en cuenta el aumento de toneladas obtenidas en un pasto fertilizado, sino el aumento de su valor nutritivo. El valor nutritivo es el principal elemento en la obtención de un forraje de alto rendimiento y calidad. Entre otros factores que afectan el valor nutritivo de los forrajes, esta la parte de la planta que consume el ganado, la edad del pasto (la proteína aumenta hasta determinada edad del pasto después de fertilizada, pero después comienza a disminuir), la época de pastoreo, entre otros factores. También nos indica que según la especie de que proceden, del contenido químico



del suelo, de los métodos de cultivos utilizados y del estado de desarrollo de la planta al ser cortada, tanto si son utilizadas en verde, henificados, deshidratados o ensilados.

Por otro lado Heinemann, *et al* (2005), en su investigación señalo; que valor nutritivo de un alimento debe ser medido en termino del nivel de producción de leche, carne o lana que se consigue cuando este es ofrecido al animal.El contenido de proteína cruda tiene por lo general rangos que van desde tres al 20 por ciento; e inclusive son mayores en las plantas más jóvenes. El contenido disminuye a medida que se desarrolla el pasto.

Gonzales (2001), demostró que la fertilización en pastura, aunque aumente poco el valor nutritivo de los forrajes, pueden elevar significativamente la producción de forraje permitiendo mayor carga animal, resultando en mayor producción de leche y carne por área. La fertilización nitrogenada, dependiendo de la especie forrajera, fertilidad del suelo, dosis aplicada y sistema de manejo, puede elevar la producción forrajera en hasta 54 kilogramo de materia seca de nitrógeno.

El mejor intervalo de corte es a los 42 días de rebrote obteniéndose producciones promedio de 8.75 toneladas de materia seca por hectárea en comparación con otros intervalos.

Un buen pasto siempre ira a disminuir los costos de producción bovina.

Sin embargo, tenemos que tener presente que aun manejando las pasturas en forma adecuada durante la estación lluviosa, que incluye fertilización y periodo de descanso y pastoreos adecuados, no resuelven el problema de falta de forraje durante la estación seca, lo que obliga como alternativa a suplementar durante ese periodo si queremos mantener los animales con buena condición corporal y rendimiento de carne y leche, puesto que las pasturas constituyen la base de sustentación de la ganadería, además la producción animal está en función del consumo y el valor nutritivo (composición química y la digestibilidad) y de la eficiencia de utilización del forraje disponible,(Gonzales 2001),

### **2.6.2 Nutrición Vegetal.**

Las plantas absorben elementos nutritivos a través del sistema radicular, hojas y tallos verdes. Con frecuencia se afirma que ciertas plantas se desarrollan mejor con la adición de vitaminas exógenas, lo cual es discutible, debido a que las plantas elaboran todas las moléculas orgánicas que necesitan para vivir; sin embargo, existen elementos esenciales en cuya ausencia, no podrían completar

su ciclo de vida ni formar las moléculas que necesitan para vivir (Salisbury y Ross, 1992).

Algunos de estos elementos, los macro elementos, son utilizados en cantidades grandes, mientras otros únicamente se absorben en dosis pequeñas por lo cual se les conoce con el nombre de micro elementos o micro nutrientes (García y García, 1982).

Ambos grupos de elementos son indispensables para el desarrollo de las plantas, y si alguno de ellos falta, el crecimiento de las mismas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos (FAO, 2002).

Los elementos considerados como macro nutrientes son nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), Magnesio (Mg) y azufre (S), los cuales son indispensables para el crecimiento de los cultivos. Los mismos se encuentran en los tejidos meristémicos, o de crecimiento, en las raíces, las hojas, flores y frutos (García y García, 1982). Por otro lado, los micro nutrientes no toman parte en procesos de formación de células y tejidos, pero son constituyentes fundamentales en la composición y funcionamiento de enzimas. Ellos cumplen una función esencial en el metabolismo de algunas sustancias indispensables para procesos como la reproducción y nutrición (Campos, 1981). Los siete micro elementos considerados esenciales para la planta son Hierro, (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdeno (Mb) y Cloro (Cl), los cuales son proveídos a las plantas en rangos muy pequeños (FAO, 2002).

Las plantas toman los nutrientes que necesitan del aire y del suelo. Si la presencia o disponibilidad de estos es baja o insuficiente, será necesario proveer al cultivo de las cantidades que le permitan desarrollarse y expresar su potencial,(FAO, 2002).

### **2.6.3 Fertilización Foliar.**

Una de las vías por las cuales es posible proveer a la planta de los nutrientes que necesita es la fertilización foliar, la cual es una técnica utilizada desde hace muchos años. Un ejemplo de ello es que en 1844 se realizaban aplicaciones foliares de sulfato ferroso para corregir deficiencias de hierro en plantas de vid (Aguilar y Santos, 2000; Juárez *et al.*, 2000). Actualmente se ha demostrado que este tipo de fertilización es altamente eficiente para suministrar micro-nutrientes a las plantas, por lo que es recomendada como complemento a las aplicaciones de macro nutrientes al suelo; aunque estos últimos también pueden ser aplicados eficientemente por vía foliar (FAO, 2002; Juárez *et al.*, 2000).

En la fertilización foliar la hoja es el órgano más importante para el aprovechamiento de los nutrientes presentes en el fertilizante foliar. En el caso de los micros nutrientes existe información que sugiere que el mecanismo de absorción de este tipo de los elementos se lleva a cabo de manera similar a la de los macro nutrientes en las raíces (Moore, 1972).

De acuerdo a lo anterior, cuando una solución es aplicada sobre la superficie de la hoja entra en contacto con los ecto-desmata, donde se realiza un intercambio iónico a través de estos conductos que atraviesan la pared celular y la epidermis, lugar donde se lleva a cabo la absorción activa de los nutrimentos. En esta absorción activa participan los transportadores que al incorporar el elemento al citoplasma de la célula, forman metabolitos que son posteriormente translocados a los sitios de mayor demanda para el crecimiento y rendimiento de la planta (Aguilar y Santos, 2000).

Es importante anotar que el pH de la solución que se aplica vía foliar, influye en la absorción de los nutrientes (García y García, 1982). Los solutos se absorben y acumulan por procesos selectivos por lo que algunos elementos, como el fósforo, penetran más fácilmente cuando la solución es ácida, caso contrario del potasio, que requiere una solución alcalina para ser absorbido y transportado. Los micro elementos hierro, zinc, manganeso y cobre, son relativamente insolubles si se suministran comúnmente como sales inorgánicas, por lo que es necesario que otros agentes los mantengan en solución para su aprovechamiento, como son los quelatos (Salisbury y Ross, 1992).

Debido a esta elevada selectividad, se han desarrollado fertilizantes mediante sustancias especiales, ya sea en formas quelatadas, metalosatos o sustancias activadoras, tales como el humus, para favorecer el aprovechamiento de ciertos nutrientes (Salisbury y Ross, 1992). La mayor parte de los quelatos son resultados de la combinación de un agente orgánico con micro elementos capaces de formar este tipo de complejos insolubles, fácilmente aprovechables para las plantas, siendo de esta manera más disponibles para los cultivos.

En la actualidad, existen en el mercado gran variedad y cantidad de formulaciones foliares para proveer a la planta de nutrientes. Sin embargo, este tipo de productos muchas veces representa un insumo de alto costo, especialmente para pequeños agricultores.

Es por ello que en la agricultura a pequeña escala es común que los productores preparen abonos foliares, a partir de plantas, remanentes de cosecha o excretas animales, desarrollados a partir de distintas formas de fabricación, utilizando su creatividad e innovación, ajustando sus técnicas de preparación a través de la prueba y el error (Restrepo, 1996). Entre los diversos abonos foliares que son elaborados en pequeñas fincas, se encuentran los abonos líquidos fermentados (ALF), preparados con excretas bovinas y enriquecidos con sales inorgánicas. A pesar de que es muy común encontrar estos abonos foliares, elaborados con

métodos tradicionales, existe muy poco estudio sobre los mismos, si se compara con otros productos preparados de fuentes orgánicas tales como el bocashi y el compost. Aún existen interrogantes en cuanto a los procesos que su preparación conlleva, así como los posibles efectos que este tipo de productos puedan tener sobre la planta, aplicados vía foliar, por lo cual se hace necesaria la investigación en esta línea, (Salisbury y Ross, 1992).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Sitio Experimental.

El presente estudio se realizó en la Provincia de Chiriquí; Distrito de Bugaba, Corregimiento de Santa Marta, con las siguientes coordenadas 0313515 UTM 0943367, con una altitud de 290 Metros sobre el nivel del mar, con un suelo arenoso franco y con un pH muy ácido de 5,1. El escenario de la investigación fue la finca “Los Faraones”, propiedad del Sr. Rubén Darío Sarracín. Productor de leche grado A. En dicha finca se da un sistema de pastoreo constante.

La misma abarca aproximadamente 80 hectáreas divididas en 65 mangas de pasto mejorado de los cuales predominan: *Brachiariabrizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiariaarrecta*; está dividida con cercas perimetrales de árboles nativos, frutales y las mangas por cercas eléctricas. Privilegiada por las aguas del río Divalá y la quebrada camarón, además por un pozo brocal.

#### 3.1 Metodología.

La investigación se estableció en un diseño de bloque al azar, cada bloque está subdividido por cinco tratamientos, la aplicación del biol se realizó con la ayuda de una bomba de espalda con capacidad de 16 litros; los tratamientos fueron evaluados en diferentes concentraciones del biol los cuales fueron a razón de 25 por ciento, 50 por ciento, 75 por ciento, 100 por ciento y el testigo; con una aplicación de dos litros de solución por parcelas.

El muestreo se realizó cada 21 días por cuatro muestreos seguidos, fueron a 10 centímetros del suelo, obtenidas en un área de 0.25 metros cuadrados, se les realizó el pesaje inmediato con una balanza electrónica para luego ser llevada al laboratorio para su respectivo análisis bromatológico.

Una vez llegada dichas muestras al laboratorio fueron pesadas y colocadas al horno para un pre secado a una temperatura de 65 grados por un tiempo de 48 horas, cumplido este tiempo se retiraron del horno nuevamente pesadas para luego su trituración con la ayuda de un molino en la cual se debe realizar minuciosamente, ya que este resultado se envió al laboratorio para la determinación química del contenido de nutrientes.

### 3.2 Tamaño de la Muestra.

El muestreo se realizó en cuatros periodos, cada periodo se recolectó 20 muestras, para el final del periodo, se obtuvo un total de 60 muestras.

### 3.3 Unidad Experimental.

La unidad experimental consistió de parcelas de dos por dos metros cuadrados en donde se aplicaron los cinco tratamientos con tres bloques o repeticiones para un total de 15 unidades experimentales y los muestreos se tomaron en los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre del 2011.

### 3.4 Parámetros a Evaluar.

- Disponibilidad de forraje verde( Gr/M)
- Análisis Bromatológico cada muestra. (MS, CENIZA, GRASA, FIBRA, PROTEINA, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Na).

### 3.3 Diseño Experimental.

El resultado de disponibilidad y análisis de laboratorio; fueron introducidos y analizados con el programa SAS. Se utilizó un diseño de parcela dividida con arreglo de bloque completamente al azar para la variable disponibilidad.

Para analizar el efecto de tratamientos se utilizó un análisis de varianza (ANOVA), el modelo estadístico fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + BT_{ij} + P_k + TP_{jk} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable dependiente o parámetro a evaluar.

$\mu$  = Media general.

$B_i$  = Efecto de bloque.

$T_j$  = Efecto de tratamiento.

$BT_{ij}$ =Interacción de bloque por tratamiento (error a).

$P_k$ =Efecto de periodo.

$TP_{jk}$ =Interacción tratamiento por periodo.

$E_{ijk}$ =Error general.

Y para la variable diseño de bloque completamente al azar.

$$Y_{iJK} = \mu + B_i + T_j + E_{ijk}$$

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **4.1 Análisis de la Variable Disponibilidad de Forraje.**

El análisis de la variable disponibilidad no indicó diferencia significativa entre bloques ( $P > 0.05$ ), sin embargo, entre los tratamientos y los periodos si mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), (cuadro I).

Al realizar las comparaciones de los tratamientos en el tiempo podemos observar que el tratamiento en donde se aplicó 100 por ciento de biol, fue superior en todos los periodos. En este tratamiento el valor más alto fue alcanzado en el segundo periodo con 1509 gramos, el más bajo se obtuvo en el cuarto periodo, éste fue de 976 gramos, (figura uno). En este periodo fue donde se registraron las cifras más bajas para todos los tratamientos. Este último periodo coincidió con la mayor incidencia de lluvias de la época.

Al analizar las medias de la disponibilidad encontramos que el valor más alto fue para el tratamiento cinco (100 por ciento). Rindiendo un promedio de 1291.75 gramos, seguido esta el tratamiento cuatro (75 por ciento), donde alcanzó un promedio de 1134 gramos, el tratamiento tres (50 por ciento) indicó un promedio de 1103.75 gramos, para el tratamiento dos (25 por ciento) arrojó un promedio de 1012.25 gramos este valor se encuentra por debajo del tratamiento uno (testigo) que alcanzó un valor de 1066 gramos, (Figura dos).

Los resultados obtenidos parecen indicar una fuerte relación de la disponibilidad de forraje con el incremento de la concentración de biol, ya que al aplicar el biol concentrado se obtuvo mayores rendimientos de forraje verde, lo que de acuerdo con (Muñoz, 1994), es de esperar ya que se aumenta la fertilidad de los suelos ácidos y mejora la textura del suelo como resultados de la aplicación de abonos orgánicos.

CUADRO I: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DISPONIBILIDAD.

<b>F V</b>	<b>G.L</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	2	65855.53	2.20	0.12 NS
<b>Tratamiento</b>	4	134750.64	4.49	0.005 *
<b>bloq*trat</b>	8	156515.88	5.22	0.0004 Error A
<b>periodo</b>	3	759649.05	25.34	0.0001 **
<b>trat*per</b>	12	35231.22	1.18	0.34 NS
<b>error</b>	30	29981.85		

\*\*=altamente significativo (P<0.01)

\*=significativo (P < 0.05)

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 1: ANÁLISIS ENTRE TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DISPONIBILIDAD EN EL TIEMPO

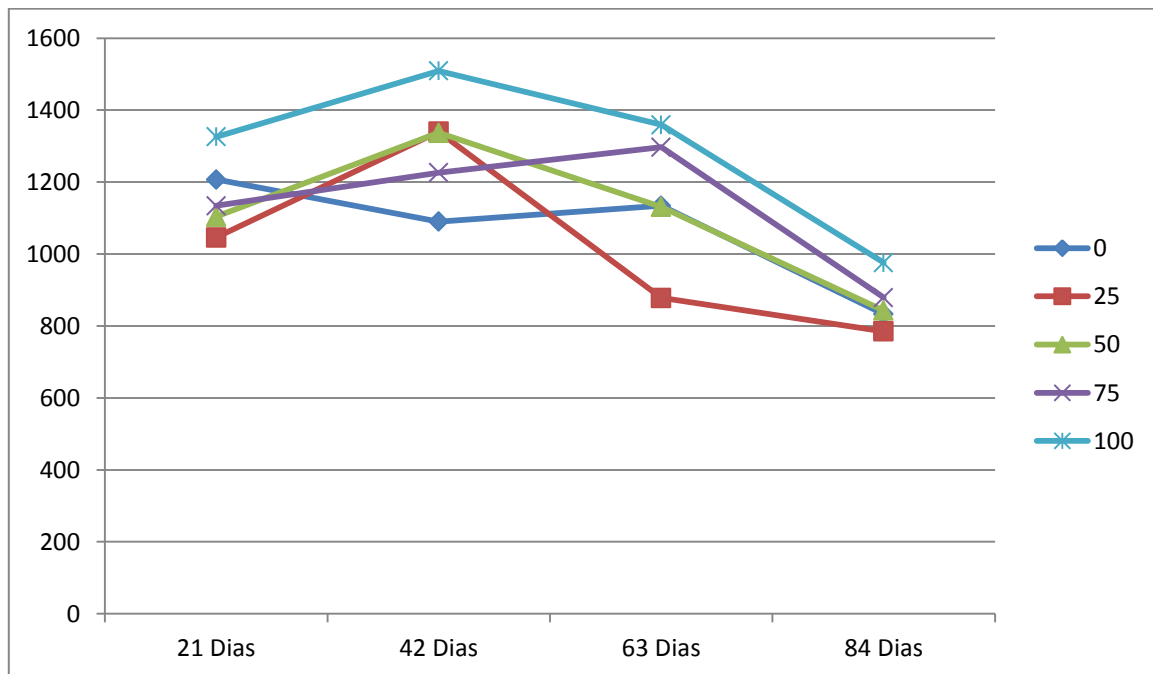
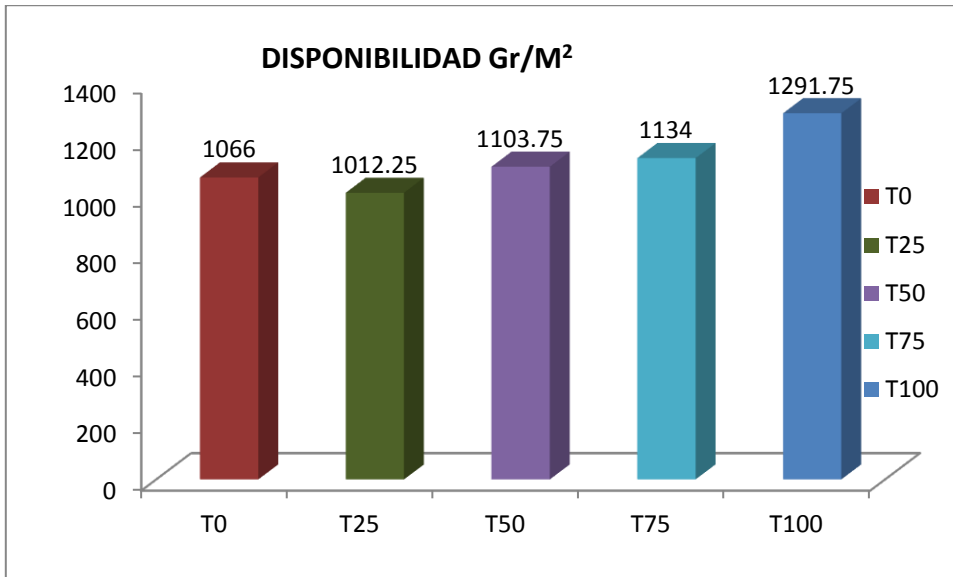




FIGURA 2: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DISPONIBILIDAD.



#### 4.2. Análisis de la Materia Seca.

El análisis de varianza para la variable materia seca no indicó diferencias significativas entre periodo tampoco entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro II).

El análisis de la materia seca, indica que los dos primeros valores más altos fueron el tratamiento cinco correspondiente a la concentración del 100 por ciento fue el más favorecido en todos los periodos alcanzando un 22.5 por ciento en el primer periodo y un 15 por ciento en el cuarto periodo, es seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento) que alcanzó un valor de 21.60 por ciento para el más alto y 14.5 por ciento para el más bajo, observándose que los valores fueron disminuyendo gradualmente.

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento cinco (100 por ciento) fue el más alto con un promedio de 19.6 por ciento, seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento) con un promedio de 18.9 por ciento, el tratamiento tres (50 por ciento) que alcanzó un promedio de 17.9 por ciento, el tratamiento uno (testigo) alcanzó un promedio de 17.6 por ciento, el tratamiento dos (25 por ciento) que alcanzó un promedio de 16.3 por ciento (figura 4).

La aplicación de biol en diferentes concentraciones no mostro efecto alguno en la materia seca del pasto *Brachiaria decumbens*.

CUADRO II: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MATERIA SECA.

<b>F V</b>	<b>G.L</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Periodo</b>	<b>3</b>	<b>0.07</b>	<b>1.040.41</b>	<b>NS</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>4</b>	<b>0.12</b>	<b>1.87</b>	
<b>error</b>	<b>12</b>	<b>0.07</b>	<b>0.18</b>	<b>NS</b>

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo (P<0.01)

\*=significativo (P < 0.05)

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 3: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO LA VARIABLE MATERIA SECA EN EL TIEMPO.

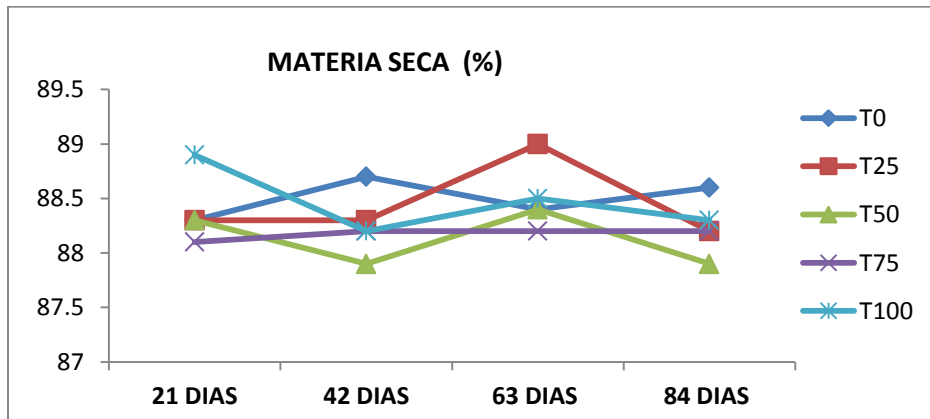
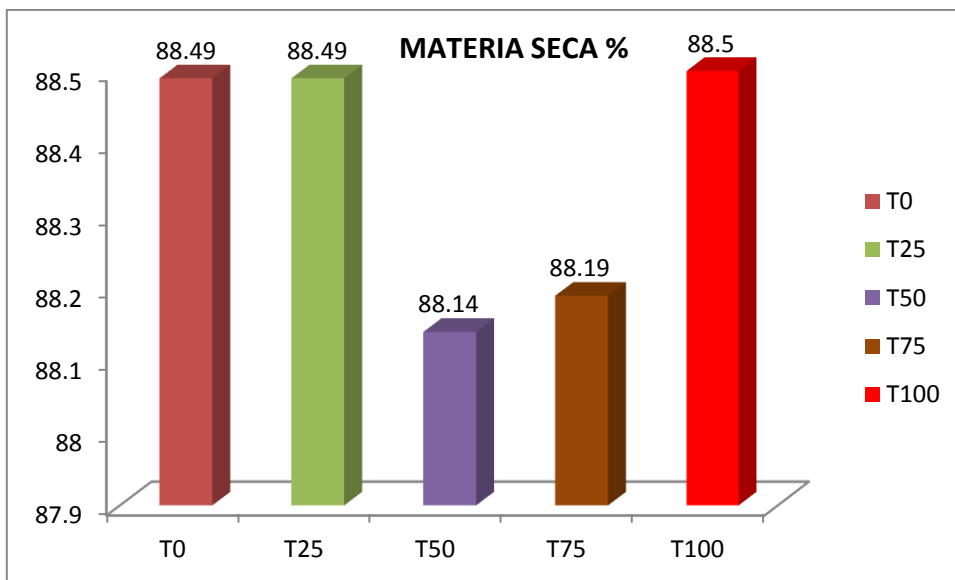


FIGURA 4: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE MATERIA SECA.



#### 4.3 Análisis para la Variable Ceniza.

El análisis de varianza para la variable ceniza indicó diferencias altamente significativas entre periodos ( $P < 0.01$ ), Sin embargo, entre tratamientos no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). (Cuadro III).

El análisis entre tratamientos para ceniza, indicó que los valores más altos corresponden al tratamiento uno (testigo); fue el más favorecido en todos los periodos, alcanzando 11.7 por ciento en el cuarto periodo y un 10.56 por ciento en el tercer periodo, es seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento) con un valor de 10.95 por ciento.

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento uno (testigo), fue el más alto con un promedio de 10.07 por ciento, seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento) con un promedio de 9.81 por ciento, seguido por el tratamiento tres (50 por ciento) que alcanzó un promedio de 9.71 por ciento, el tratamiento cinco (100 por ciento) alcanzando un promedio de 9.6; el tratamiento dos (25 por ciento) alcanzó un promedio de 9.55 por ciento (figura seis).

El fertilizante biol no modifico en lo absoluto el porcentaje de ceniza en el pasto ya que el testigo obtuvo el mayor porcentaje de ceniza.

CUADRO III: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CENIZA

F V	G.L	CM	Valor F	Pr > F
Periodo	3	3.86	18.530.0001	**
Tratamiento	4	0.16	0.8	0.54 NS
error	12	0.20		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo (P<0.01)

\*=significativo (P < 0.05)

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 5: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE CENIZA.

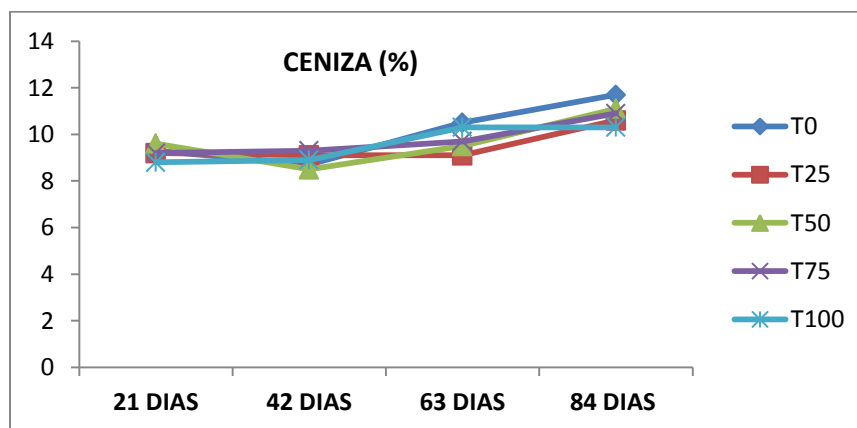
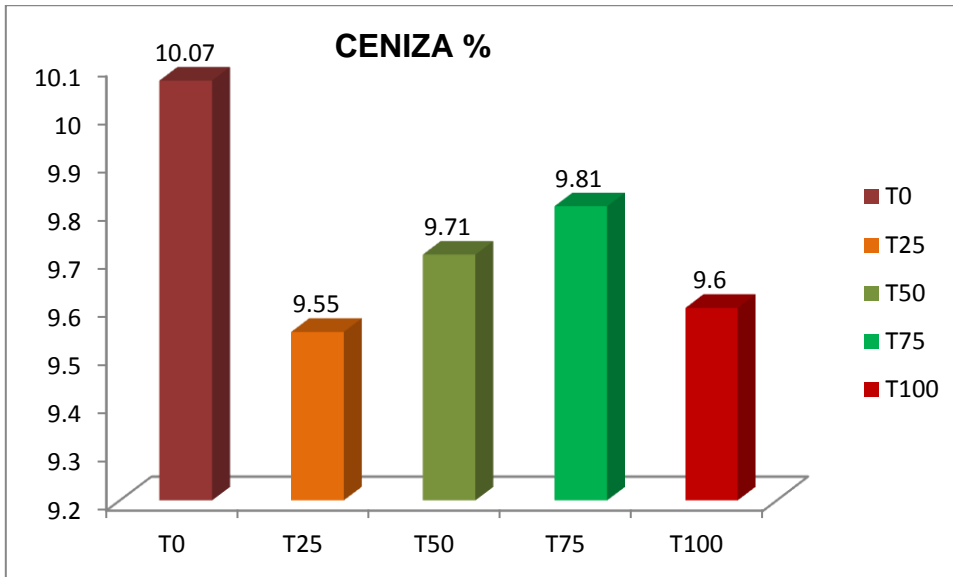


FIGURA 6: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE CENIZA.



Al observar los datos del biol aplicado en diferentes concentraciones, no influye en el porcentaje de ceniza con respecto al testigo.

#### 4.4. Análisis para la Variable Grasa.

El análisis de varianza para la variable grasa indicó que si hay diferencias altamente significativas entre periodos ( $P < 0.01$ ) Sin embargo, entre tratamiento hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). (Cuadro IV).

El análisis entre tratamiento para grasa, indicó que en el cuarto periodo el tratamiento cuatro (75 por ciento) mostró ser más alto con un valor de 6.4 por ciento, seguido por el tratamiento cinco (100 por ciento) con 6.3 y el testigo (0 por ciento) estuvo un valor de 6.1 (figura siete).

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento cuatro (75 por ciento), fue el más alto con un promedio de 5.43 por ciento, luego seguido por el tratamiento cinco (100 por ciento) con un promedio de 5.1 por ciento, el testigo (0 por ciento) que alcanzó un promedio de 5.02 por ciento, el tratamiento tres (50 por ciento) alcanzando un promedio de 4.55 por ciento, el tratamiento dos (25 por ciento) alcanzó un promedio de 4.31 por ciento (figura ocho).

CUADRO IV: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GRASA.

F V	G.L	CM	Valor F	Pr > F
Periodo	3	3.23	11.36	0.0008 **
Tratamiento	4	0.8	2.83	0.07 *
error	12	0.28		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo (P<0.01)

\*=significativo (P < 0.05)

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 7: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE GRASA.

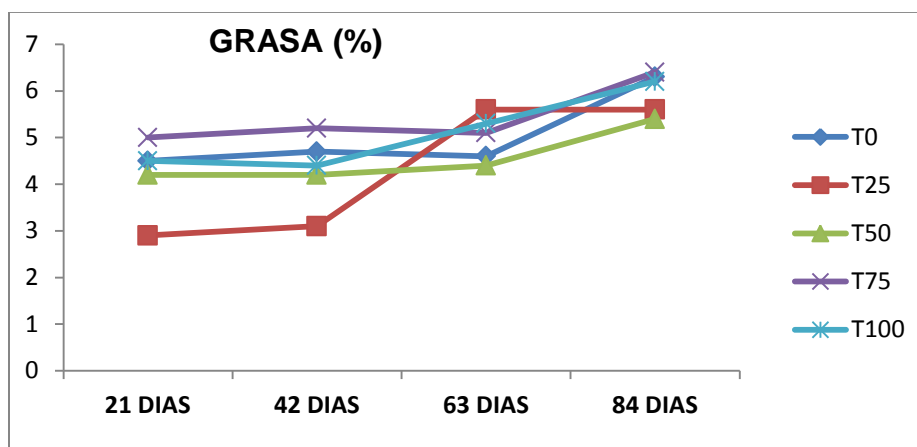
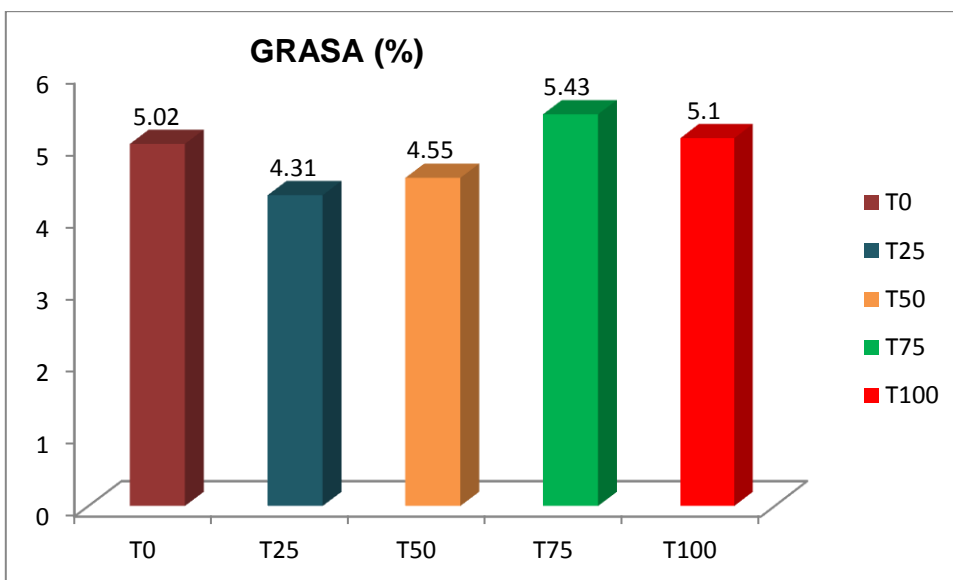


FIGURA 8: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE GRASA.



La utilización de biol al 75 por ciento incrementó levemente la concentración de grasa en el pasto *Brachiaria decumbens*.

#### 4.5 Análisis para la Variable Fibra.

El análisis de varianza para la variable fibra indicó que hay diferencias altamente significativas entre los periodos ( $P < 0.01$ ); sin embargo no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro V).

Al analizar los tratamientos de la variable fibra, indicó que en el periodo uno el tratamiento 0 (testigo) fue el más alto; alcanzando un valor de 28.88 por ciento; en el periodo dos el tratamiento cinco (100 por ciento), alcanzó un valor de 26.74, posteriormente en el periodo tres, el tratamiento dos (25 por ciento) con un valor de 29.19 por ciento, seguido por el periodo cuatro, el tratamiento tres (75 por ciento) que alcanzó un valor de 29.03 por ciento.

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que el tratamiento dos (25 por ciento), fue el más alto con un promedio de 27.93 por ciento, seguido por el tratamiento cinco (75 por ciento) con un promedio de 27.84 por ciento, seguido por el tratamiento tres (50 por ciento) que alcanzó un promedio de 27.50 por ciento, el tratamiento uno (0 por ciento) alcanzando un promedio de 27.20 por

ciento, por último el tratamiento cuatro (75 por ciento) que alcanzó un promedio de 26.87 por ciento (figura diez).

CUADRO V: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE FIBRA

F V	G.L	CM	Valor F	Pr > F
Periodo	3	6.0	4.890.01**	
Tratamiento	4	0.78	0.64NS	
error	12	0.12	0.64NS	

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo (P<0.01)

\*=significativo (P < 0.05)

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 9: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIBRA.

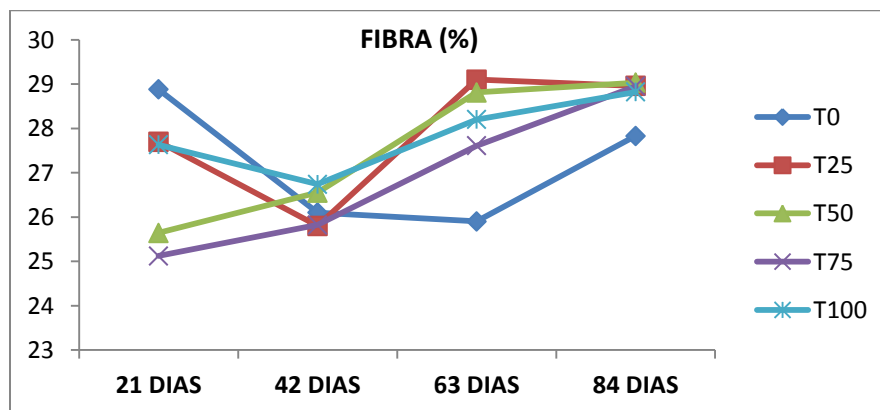
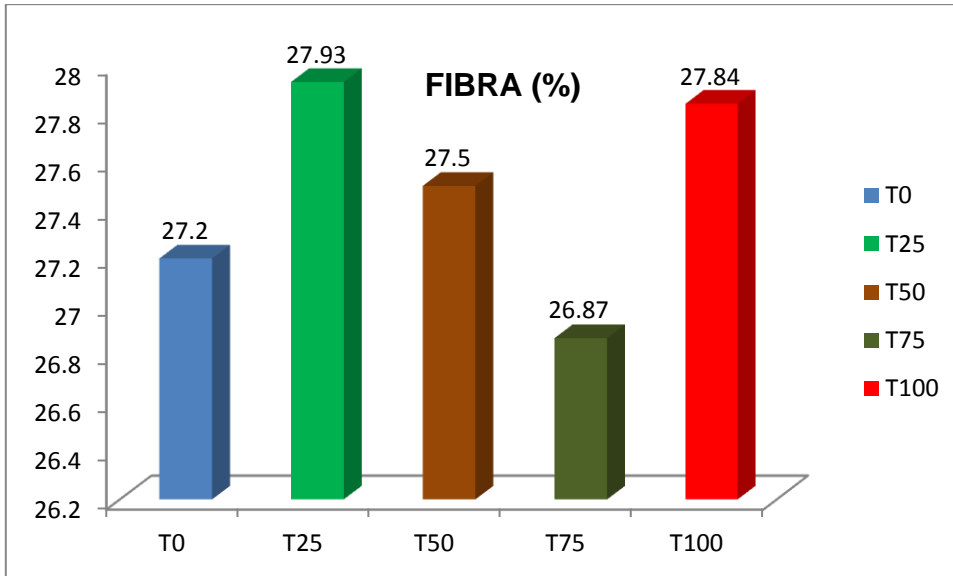




FIGURA 10: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIBRA.



La fibra no se vio afectada por las diferentes concentraciones de biol, los valores del testigo son similares a las concentraciones de biol al 100 por ciento.

#### 4.6 Análisis de la Variable Proteína.

El análisis de varianza para la proteína cruda, indicó que no existe diferencias significativas entre los periodos y tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro VI).

El análisis entre tratamiento para proteína, indicó que en el primer periodo el tratamiento tres (50 por ciento), fue el valor más alto alcanzado 4.44 por ciento; sin embargo, como se observa; los tratamientos uno y cuatro (testigo y 75 por ciento) mostraron obtener un mismo valor de 3.36 por ciento, luego en el tercer periodo los tratamientos cuatro y cinco (75 y 100 por ciento) obtuvieron igual valor de 3.89 por ciento), por ultimo en el periodo cuatro los tratamiento mostraron un valor similar.

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento uno (testigo), fue el más alto con un promedio de 2.16 por ciento, seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento) con un promedio de 1.87 por ciento, seguido por el tratamiento cinco (100 por ciento) que alcanzó un promedio de 1.83 por ciento, el tratamiento dos (25 por ciento) alcanzando un promedio de

1.7 por ciento fue mayor que el del tratamiento tres (50 por ciento) que alcanzó un promedio de 1.53 por ciento (figura 12).  
Estos datos están basados en como ofrecido.

El fertilizante orgánico (biol), no ejerce un efecto sobre la proteína bruta del pasto estudiado durante los cuatro periodos a una edad de corte de 21 días. Al parecer, los beneficios de la fertilización orgánica no resultan evidentes en la proteína bruta del pasto *Brachiariadecumbens* a una edad temprana de corte (21 días).

Hay que considerar que los valores bajos de proteína, se pudieron dar por el estado de madurez de los pastos y el manejo agronómico (fertilización), lo que concuerda con Zúniga (1996) quién encontró en pasto *Setaria* que el contenido de proteína cruda disminuyó con la edad. También Velarde (1993) y Pizani (1971) encontraron la misma tendencia en ocho especies forrajeras.

CUADRO VI: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PROTEINA.

F V	G.L	CM	Valor F	Pr > F
Periodo	3	1.8	0.930.45	NS
Tratamiento	4	1.09	0.55	NS
error	12	1.97	0.69	NS

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo (P<0.01)

\*=significativo (P < 0.05)

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 11: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE PROTEÍNA.

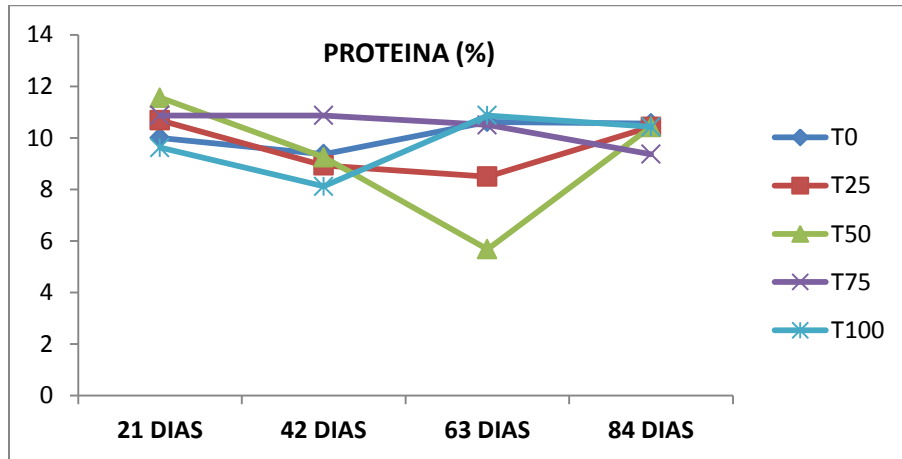
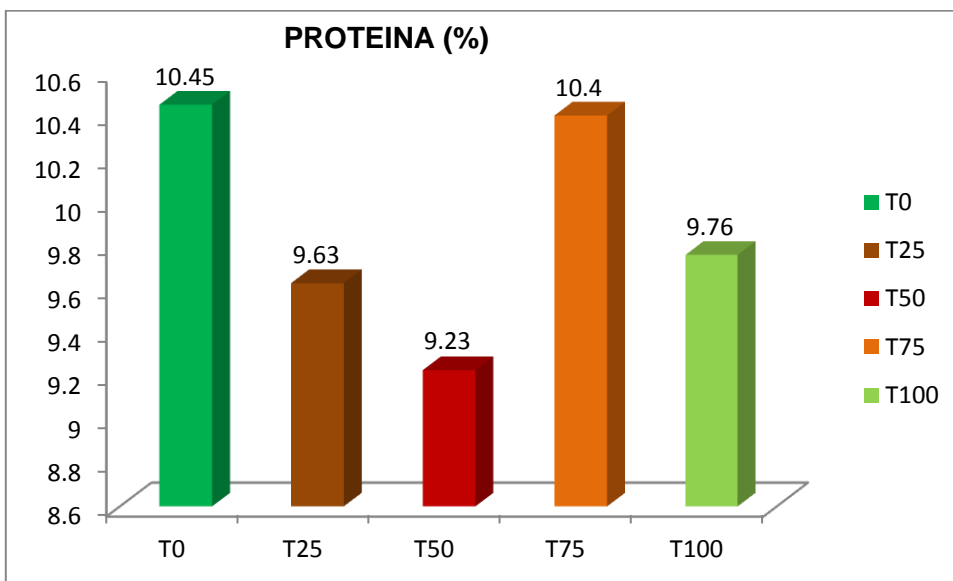


FIGURA 12: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE PROTEÍNA.



#### 4.7 Análisis del Variable Nitrógeno.

El análisis de varianza para la variable nitrógeno indicó que no existen diferencias significativas entre periodos y tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro VII).

El análisis entre tratamiento para nitrógeno indicó que en el primer periodo el tratamiento tres (50 por ciento) fue el más alto alcanzando un valor de 1.85 por ciento, sin embargo, como se observa en el periodo dos, los tratamientos uno y cuatro (testigo y 75 por ciento) mostraron igual tendencia con un valor de 1.50 por ciento, a partir del tercer periodo los tratamientos cuatro y cinco (75 y 100 por ciento) alcanzaron un valor de 1.74 por ciento, y en el cuarto periodo el tratamiento uno (testigo) superó con un valor de 1.69 por ciento.

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento cuatro (75 por ciento), fue el más alto con un promedio de 1.66 por ciento, seguido por el tratamiento uno (testigo) con un promedio de 1.62 por ciento, el tratamiento cinco (100 por ciento) que alcanzó un promedio de 1.56 por ciento, el tratamiento dos (25 por ciento) alcanzó un promedio de 1.54 por ciento, por último el tratamiento tres (50 por ciento) que obtuvo un promedio de 1.47 por ciento (figura 14).

El contenido de nitrógeno del testigo supera al tratamiento de mayor concentración de biol por lo que podemos deducir que el biol no aporta nitrógeno significativamente a los pastos.

CUADRO VII: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NITRÓGENO

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	0.07	1.820.19	NS
Tratamiento	4	0.02	0.48	0.74 NS
error	12	0.04		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 13: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE NITRÓGENO.

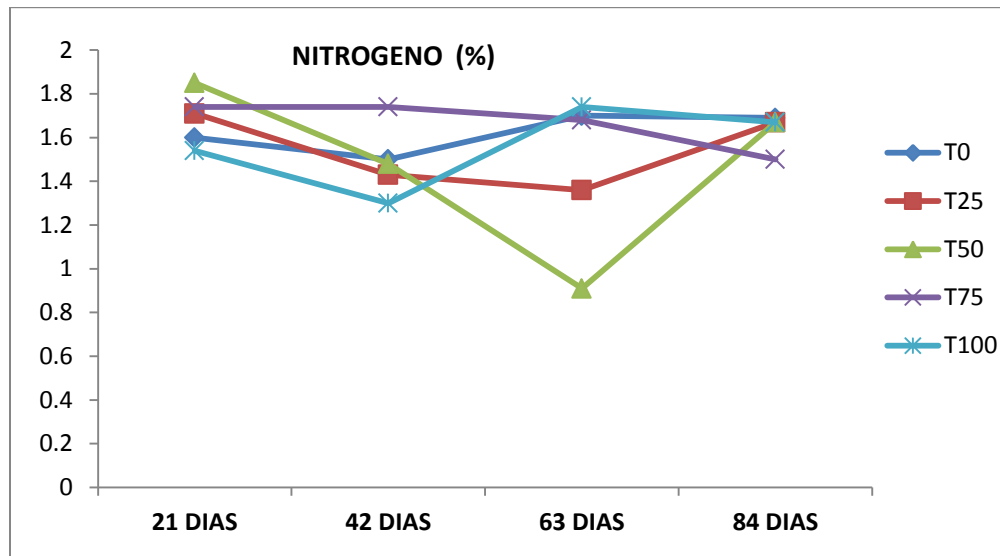
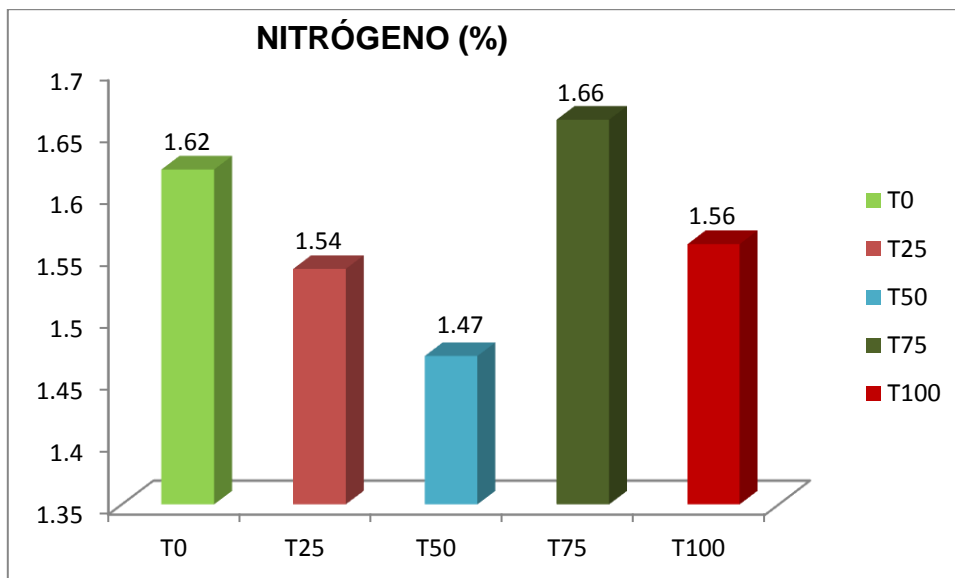


FIGURA 14: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE NITRÓGENO.



#### 4.8 Análisis de la Variable Fósforo.

El análisis de varianza para la variable fósforo indicó que hay diferencias altamente significativas entre periodos ( $P < 0.01$ ), sin embargo no mostró diferencia significativa entre tratamiento ( $P > 0.05$ ). (Cuadro VIII).

El análisis entre tratamiento para fósforo indicó que en el periodo uno el tratamiento uno (testigo) mostró mayor valor alcanzando un 0.25 por ciento, seguido por el periodo dos; el tratamiento tres (75 por ciento) alcanzó un valor de 0.25 por ciento, luego en el periodo tres el tratamiento uno (testigo) obtuvo un valor de 0.27 por ciento y por último en el periodo cuatro el tratamiento cinco (100 por ciento) alcanzó valor máximo de 0.28 por ciento (figura 15).

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento uno (testigo), obtuvo el valor más alto con un promedio de 0.25 por ciento, seguido por los tratamientos tres y cinco (75 y 100 por ciento) con igual promedio de 0.23 por ciento, el tratamiento cuatro (75 por ciento) alcanzó un promedio de 0.22 por ciento, por último el tratamiento dos (25 por ciento) que alcanzó un promedio de 0.21 por ciento. (Figura 16).

El fósforo es un elemento deficiente en nuestros suelos y los resultados muestran que el fertilizante biol no aportó fósforo a los pastos ya que el testigo resultó con mayor contenido de fósforo.

CUADRO VIII: Análisis de Varianza para la Variable Fósforo.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	0.002	8.34	0.002 **
Tratamiento	4	0.0007	2.190.13	NS
error	12	0.0003		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 15: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE FÓSFORO.

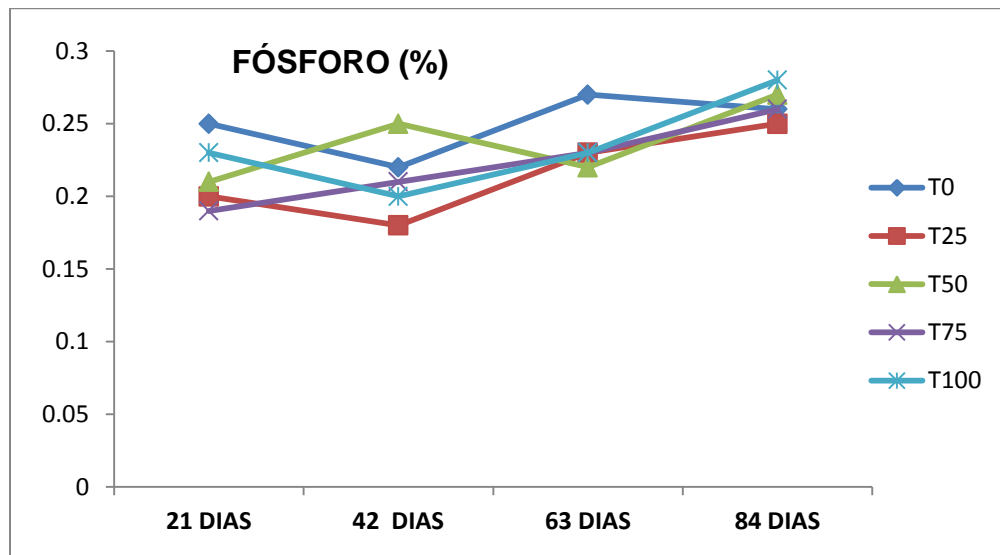
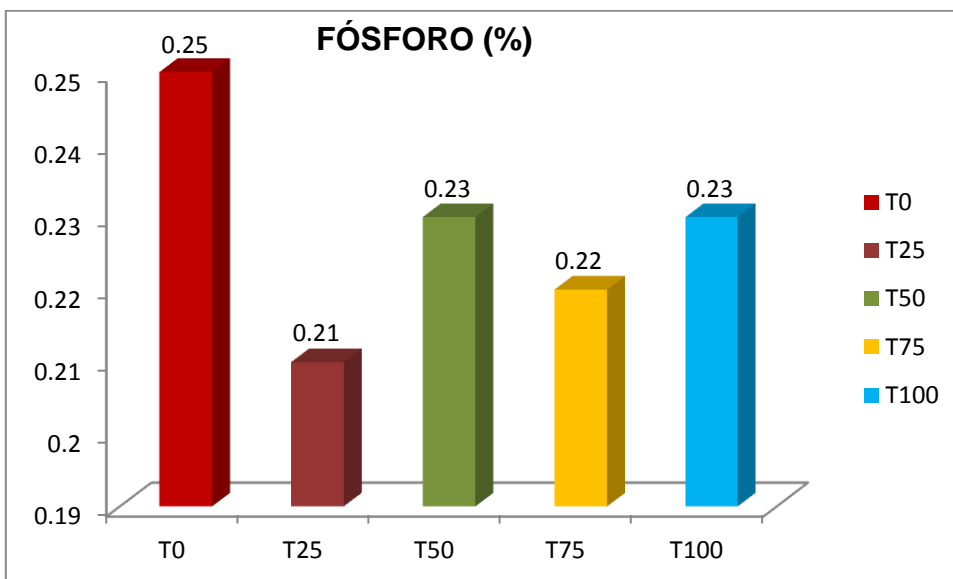


FIGURA 16: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FÓSFORO.



#### 4.9 Análisis del Variable Potasio.

El análisis de varianza para la variable potasio indicó que no existen diferencias significativas entre periodos y tratamientos ( $P < 0.05$ ), (Cuadro IX).

El análisis entre tratamiento para el potasio mostró que en el periodo uno, el tratamiento cinco (100 por ciento) obtuvo el valor más alto de 2.00 por ciento, en el periodo dos el tratamiento dos (25 por ciento) incrementó con 2.32 por ciento, luego en el periodo tres y cuatro el tratamiento uno (testigo) obtuvo mayores valores con respecto a los demás tratamientos, (figura 17).

Se observa que la media del tratamiento uno (testigo), obtuvo el valor más alto con un promedio de 2.14 por ciento, seguido por el tratamiento dos (25 por ciento) con un promedio de 1.99 por ciento, el tratamiento tres (50 por ciento) alcanzó un promedio de 1.90 por ciento, el tratamiento cinco (100 por ciento) alcanzó un promedio 1.75 por ciento y el tratamiento cuatro (75 por ciento) que obtuvo un promedio de 1.74 por ciento (figura 18).

En términos cuantitativos, el potasio es uno de los nutrientes que en mayores cantidades requieren las plantas, Cualitativamente, tiene un gran interés en muchas de las reacciones metabólicas vegetales, ya que, aunque no realiza una intervención estructural, su presencia es indispensable para procesos fundamentales como la respiración y el metabolismo de los azúcares, que prácticamente quedarían interrumpidos sin él.

CUADRO IX: Análisis de Varianza para la Variable Potasio.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	0.30	2.670.09 NS	
Tratamiento	4	0.11	1.0	0.44 NS
error	12	0.11		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.



FIGURA 17: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE POTASIO.

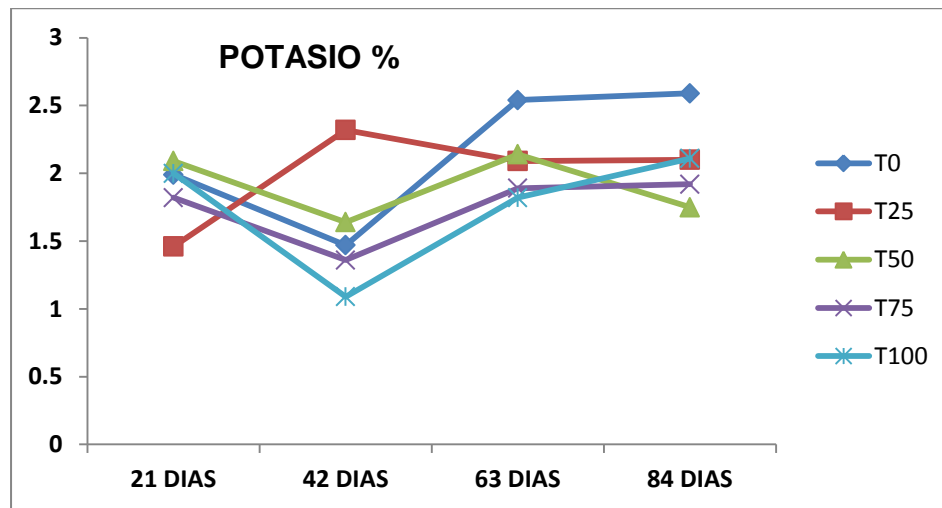
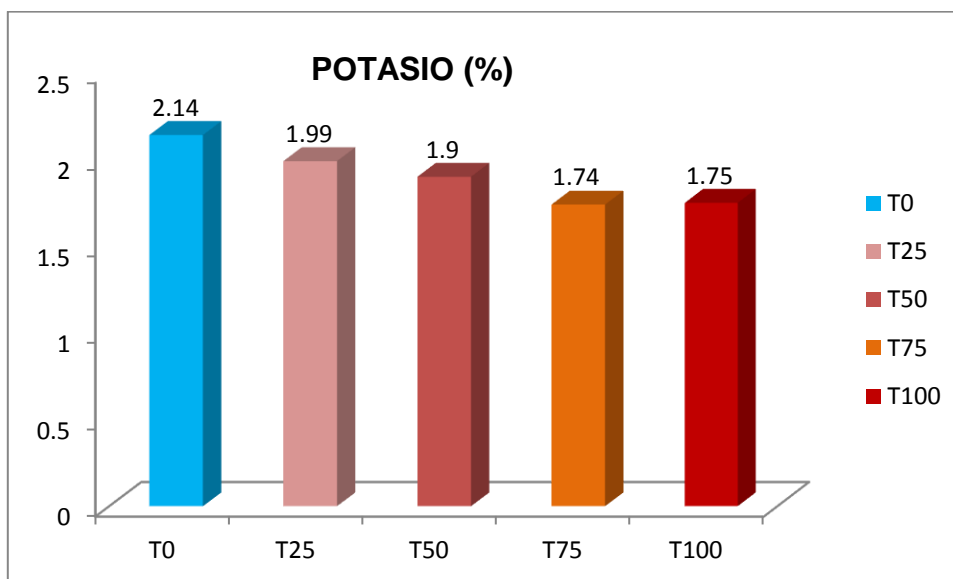


FIGURA 18: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE POTASIO.



#### 4.10 Análisis del Variable Calcio.

El análisis de varianza para la variable calcio indicó que existen diferencias altamente significativas entre los periodos ( $P < 0.01$ ), sin embargo no existen diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro X).

Entre tratamiento; el calcio indicó que en el periodo uno; el tratamiento tres (50 por ciento) alcanzó un valor 0.56 por ciento, luego en el tratamiento uno (testigo) en el periodo dos mostró mayor valor en un 0.70 por ciento, sin embargo en el cuarto periodo el tratamiento cuatro (75 por ciento), alcanzó un valor máximo de 0.77 por ciento siendo este el mayor en todos los periodos y tratamientos, (figura 19).

Sin embargo; al analizar las medias de los tratamientos, observamos que la media del tratamiento cuatro (75 por ciento), obtuvo el valor más alto con un promedio de 0.63 por ciento, seguido por el tratamiento cinco (100 por ciento) con un promedio de 0.62 por ciento, el tratamiento uno (testigo) alcanzó un promedio de 0.60 por ciento, el tratamiento tres (50 por ciento) alcanzó un promedio de 0.58 por ciento y por último el tratamiento dos (25 por ciento); el cual alcanzó un promedio de 0.55 por ciento (figura 20).

Como bien el calcio desempeña un doble papel en la nutrición de las plantas: por una parte, tiene participación directa en la formación de paredes y orgánulos celulares y por otra parte, interviene indirectamente en el complejo absorbente del suelo, como intermediario en la adsorción del potasio.

CUADRO X: Análisis de Varianza para la Variable Calcio.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	0.04	6.40.007 **	
Tratamiento	4	0.009	1.16NS	
Error	12	0.007	0.37NS	

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 19: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE CALCIO.

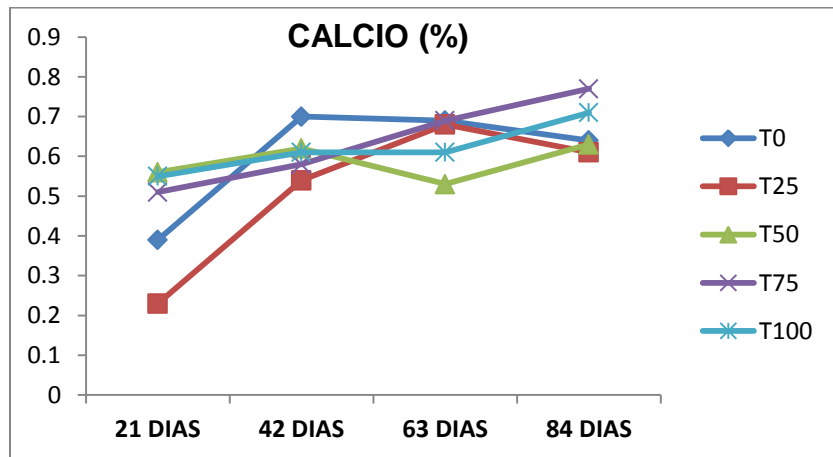
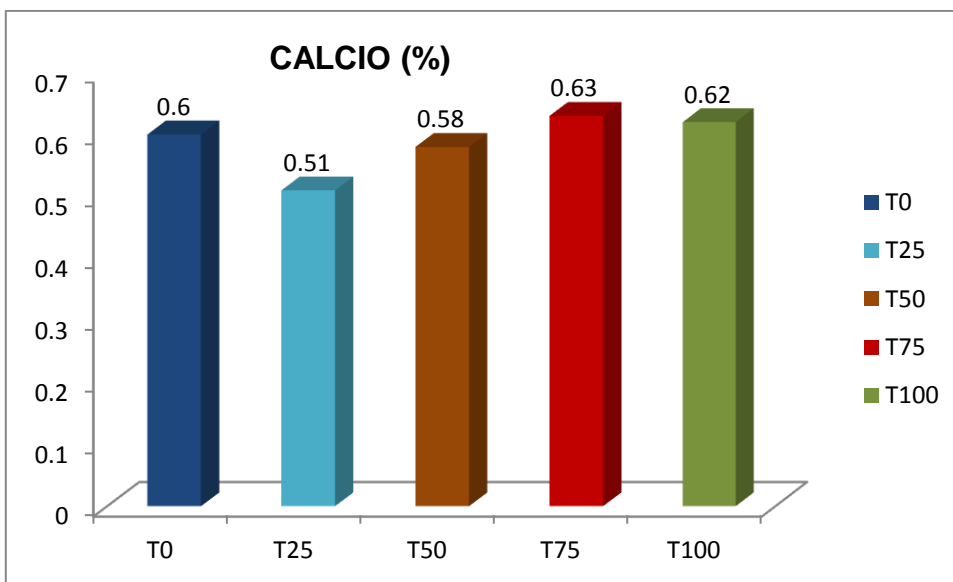


FIGURA 20: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE CALCIO.



#### 4.11 Análisis del Variable Magnesio.

El análisis de varianza para la variable magnesio indicó que no existen diferencias significativas entre periodos, tampoco entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro XI).

El análisis entre tratamiento para el magnesio indicó que el tratamiento cinco (100 por ciento) en el periodo uno obtuvo un promedio de 0.12 por ciento, luego el tratamiento uno (testigo) en el periodo dos mostró mayor valor de 0.13 por ciento para entonces en el periodo tres el tratamiento dos (25 por ciento) obtener un valor de 0.17 por ciento; pero en el periodo cuatro el tratamiento cinco (100 por ciento) alcanzó un valor máximo de 0.20 por ciento, (figura 19). Reflejándose con estos datos las mejoras del pasto *Brachiaria decumbens* en cuanto al tratamiento cinco con concentración de un 100 por ciento de biol con la variable magnesio.

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento dos (25 por ciento), obtuvo el valor más alto de 0.12 por ciento, seguido por los tratamiento uno y cinco (testigo y 100 por ciento) con promedios similares de 0.10 por ciento, el tratamiento tres (50 por ciento) alcanzó un promedio de 0.19 por ciento, el tratamiento cuatro (75 por ciento) obtuvo promedio mínimo de 0.07 por ciento (figura 20).

CUADRO XI: Análisis de Varianza para la Variable Magnesio.

<b>F V</b>	<b>G.L</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Periodo	3	0.005	2.08	0.15 <b>NS</b>
Tratamiento	4	0.001	0.43	0.78 <b>NS</b>
error	12	0.002		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 21: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE MAGNESIO.

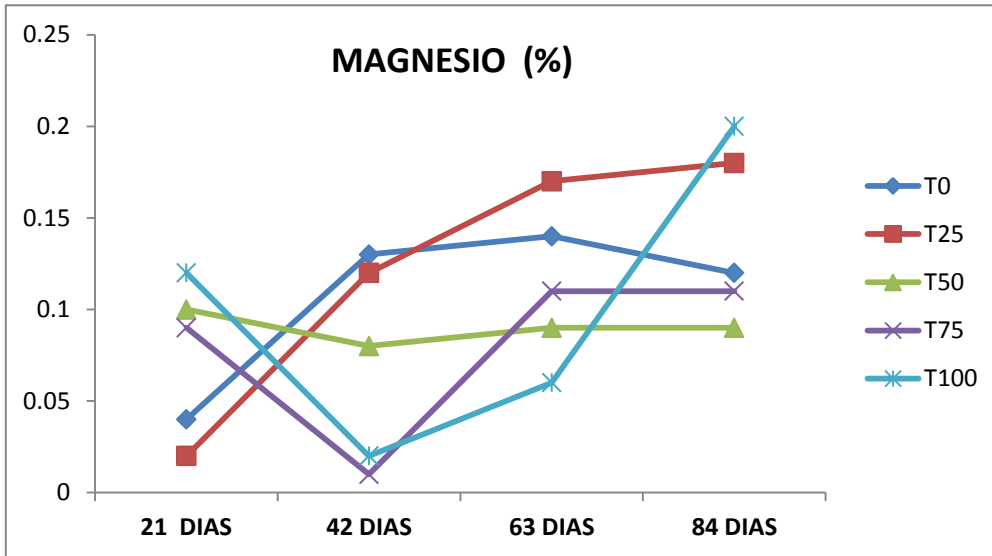
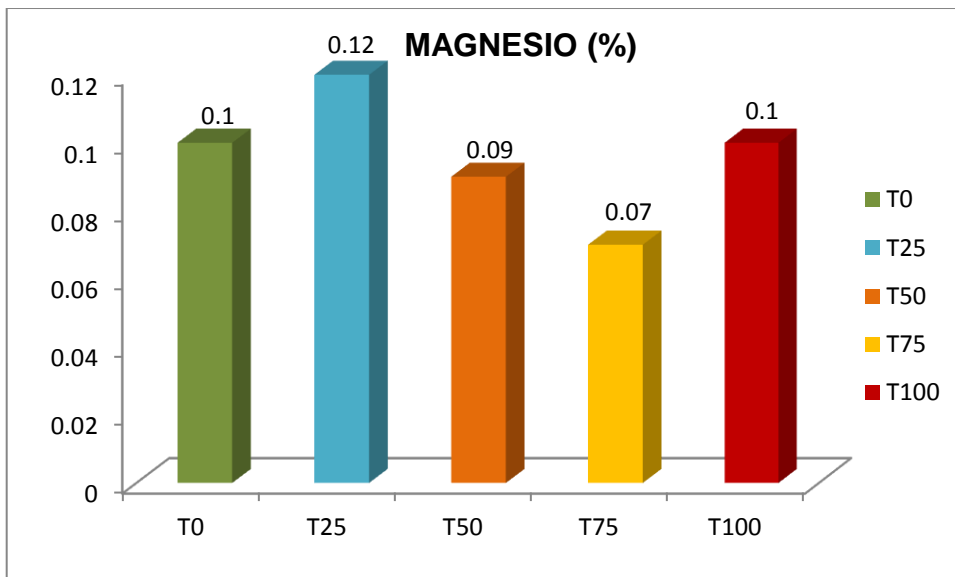


FIGURA 22: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE MAGNESIO.



#### 4.12 Análisis de la Variable Hierro.

El análisis de varianza para la variable hierro indicó que no existen diferencias significativas entre los periodos como también entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) (Cuadro XII).

El análisis entre tratamiento para el hierro indicó que el tratamiento uno (testigo) mostró los valores más altos en el primer periodo con 2 Miligramos/Litro, disminuye en segundo y tercer periodo; pero en el cuarto nuevamente superar al resto de los tratamientos con valor de 1.95 Miligramo /Litro, (figura 23).

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento uno (testigo), obtuvo el valor más alto con un promedio de 1.24 Miligramo/Litro, seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento) con un promedio de 0.79 Miligramo/Litro, el tratamiento cinco (100 por ciento) alcanzó un promedio de 0.70 Miligramo/Litro, el tratamiento dos (25 por ciento) alcanzó un promedio de 0.65 Miligramo/Litro y el tratamiento tres (50 por ciento) que alcanzó un promedio de 0.60 Miligramo/Litro, (figura 24).

Analizando las graficas se observa que el tratamiento uno (testigo) fue el que mayor ventaja obtuvo con la variable hierro en comparación al resto de los demás tratamientos, indicando que el biol no logró mejoras en el pasto *Brachiaria decumbens* en esta época del año.

CUADRO XII: Análisis de Varianza para la Variable Hierro.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	0.19	0.98	1.43 <b>NS</b>
Tratamiento	4	0.26	1.34	1.31 <b>NS</b>
error	12	0.19		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 23: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE HIERRO.

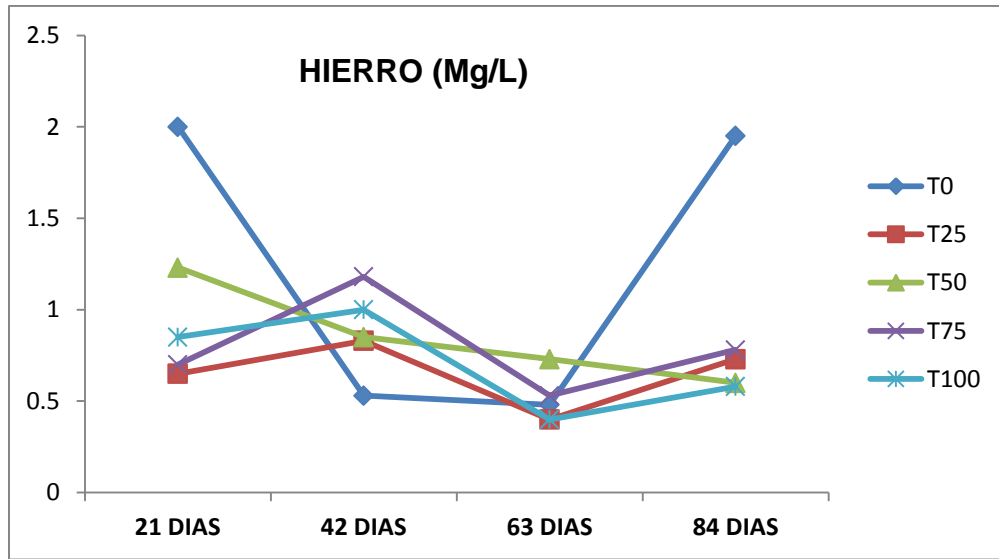
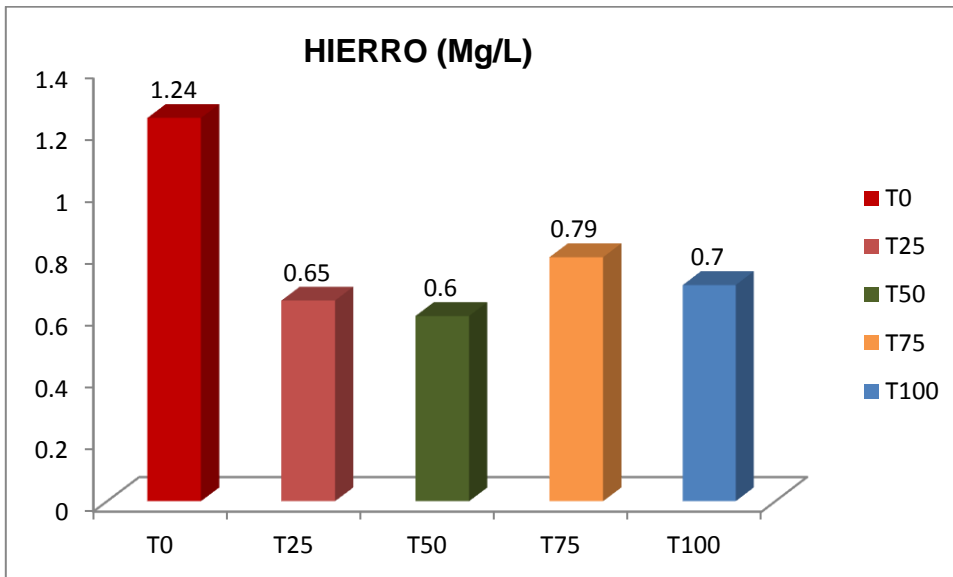


FIGURA 24: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE HIERRO.



#### 4.13 Análisis del Variable Cobre.

El análisis de varianza para la variable cobre indicó que existe diferencias significativas entre los periodos ( $P < 0.01$ ), mas no así entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro XIII).

El análisis entre tratamiento para el cobre indicó que el tratamiento tres (50 por ciento) mostró los valores más altos en el primer periodo con 6.66 Miligramos/Litro, disminuyendo progresivamente en el periodo dos y tres, seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento); que se mantuvo con un rango de 5.92 Miligramo/Litro en los tres primeros periodo; aumentando en el cuarto periodo con promedio de 6.66 Miligramos /Litro, (figura 25).

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento cuatro (75 por ciento), obtuvo el valor más alto con un promedio de 6.10 Miligramo/Litro, seguido por los tratamientos dos y tres (25 y 50 por ciento) con un promedio de 5.73 Miligramo/Litro, luego los tratamientos uno y cinco (testigo y 100 por ciento) que alcanzaron un promedio de 5.54 Miligramo/Litro. (Figura 26).

De acuerdo a investigaciones el cobre desempeña funciones de activador de diversas reacciones metabólicas en las plantas. En la mayoría de los suelos hay cobre suficiente como para garantizar sus necesidades y por ello no se producen problemas de deficiencia. Puede ocurrir que se insolubilice en algunas ocasiones, como, por ejemplo, a consecuencia de una exagerada fertilización fosfatada, y entonces es posible que aparezcan síntomas de deficiencia

CUADRO XIII: Análisis de Varianza para la Variable Cobre.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	1.2	3.40.05 *	
Tratamiento	4	0.21	0.59	0.67 NS
error	12	0.35		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.



FIGURA 25: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE COBRE.

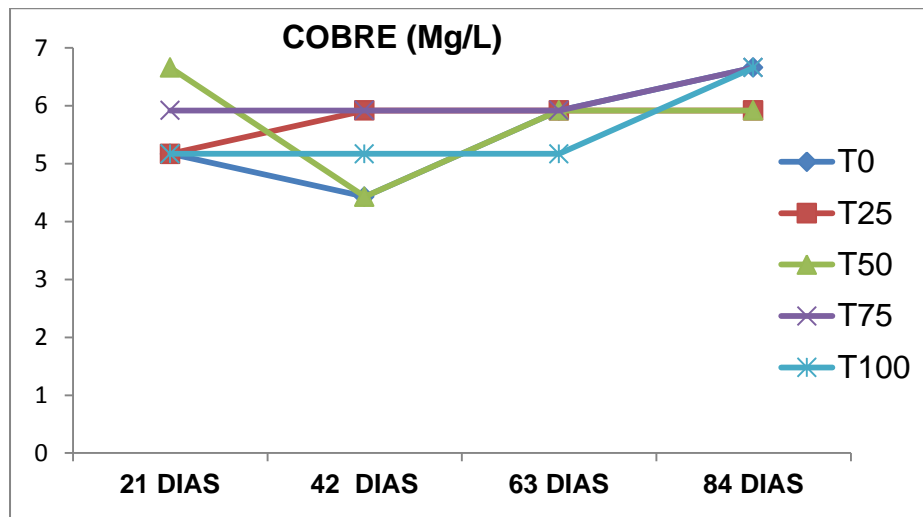
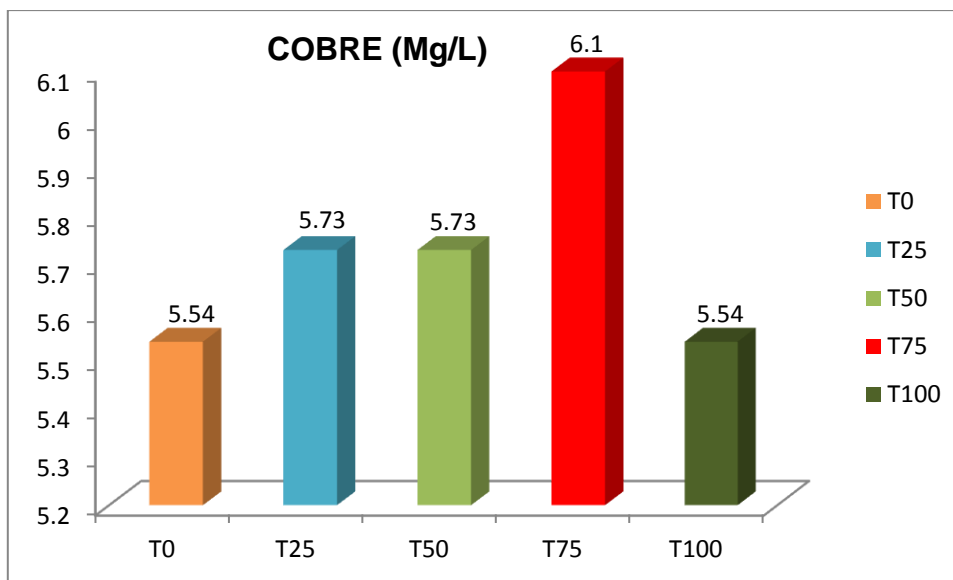


FIGURA 26: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE COBRE.



#### 4.14 Análisis del Variable Manganeseo.

El análisis de varianza para la variable manganeso indicó que existen diferencias altamente significativas entre periodo ( $P < 0.01$ ), también mostró diferencia significativa entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), (Cuadro XIV).

El análisis entre tratamiento para el manganeso mostró que el tratamiento cuatro (75 por ciento) mostró los valores más altos en los periodos uno, tres y cuatro; seguido del tratamiento tres (50 por ciento) con un valor de 28.98 por ciento en el primer periodo, dando una mejor tendencia los tratamiento 75 y 100 por ciento, (figura 27).

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento cuatro (75 por ciento), obtuvo el valor más alto con un promedio de 28.75 Miligramo/Litro, el tratamiento cinco (100 por ciento) con un promedio de 24.47 Miligramo/Litro, el tratamiento uno (testigo) alcanzó un promedio de 20.42 Miligramo/Litro, el tratamiento tres (50 por ciento) alcanzó un promedio de 19.52 Miligramo/Litro y el tratamiento dos (25 por ciento) alcanzó un promedio de 19.07 Miligramo/Litro, (figura 28).

CUADRO XIV: Análisis de Varianza para la Variable Manganeso.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	107.6	6.02	0.009 **
Tratamiento	4	67.9	3.8	0.03 *
error	12	17.8		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 27: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE MANGANESO.

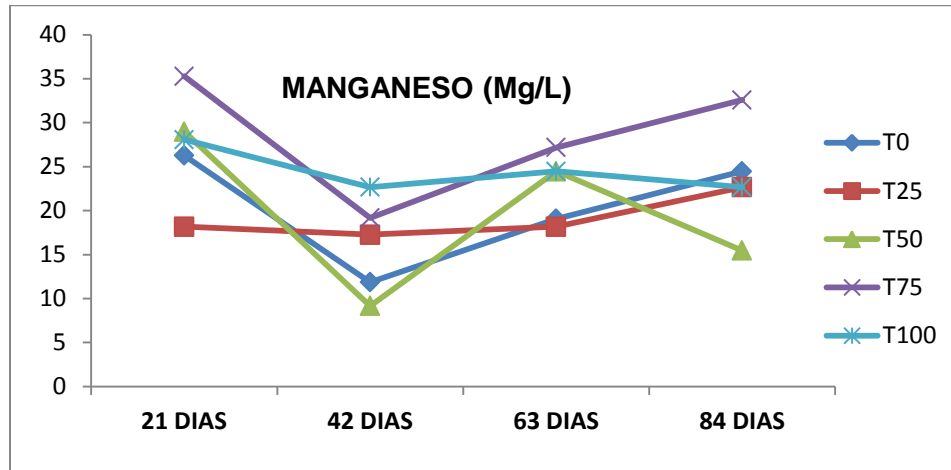
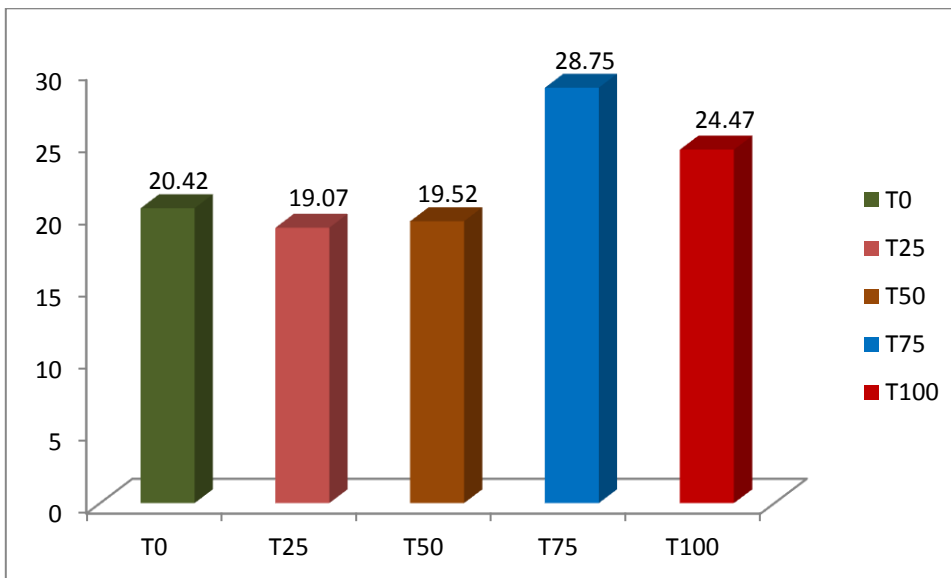


FIGURA 28: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE MANGANESO.



#### 4.15 Análisis de la Variable Zinc.

El análisis de varianza para la variable zinc indicó que hay diferencias altamente significativas entre los periodos, como también entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ) (Cuadro XV).

El análisis entre tratamiento para la variable zinc mostró que el tratamiento uno (testigo) obtuvo en los periodos uno tres y cuatro los valores más altos; seguido por el tratamiento dos (25 por ciento) que alcanza un valor de 29.37 en el tercer periodo Miligramo/Litro, (figura 29).

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que la media del tratamiento uno (testigo), obtuvo el valor más alto con un promedio de 29.09 Miligramo/Litro, seguido por el tratamiento cinco (100 por ciento) con un promedio de 28.15 Miligramo/Litro, el tratamiento dos (25 por ciento) alcanzó un promedio de 27.09 Miligramo/Litro, el tratamiento tres (50 por ciento) alcanzó un promedio de 26.54 Miligramo/Litro y el tratamiento cuatro (75 por ciento) alcanzó un promedio de 26.32 Miligramo/Litro (figura 30).

El riesgo de que su insolubilización haga imposible el suministro de zinc asimilable por las plantas crece a medida que aumenta el pH del suelo, (Terranova. 1995). Estos se manifiestan fundamentalmente en alteraciones del crecimiento, como atrofiamiento y reducción de la talla de las hojas.

CUADRO XV: Análisis de Varianza para la Variable Zinc.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	4.8	6.04	0.009 **
Tratamiento	4	5.4	6.82	0.004 **
Error	12	0.79		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 29: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE ZINC.

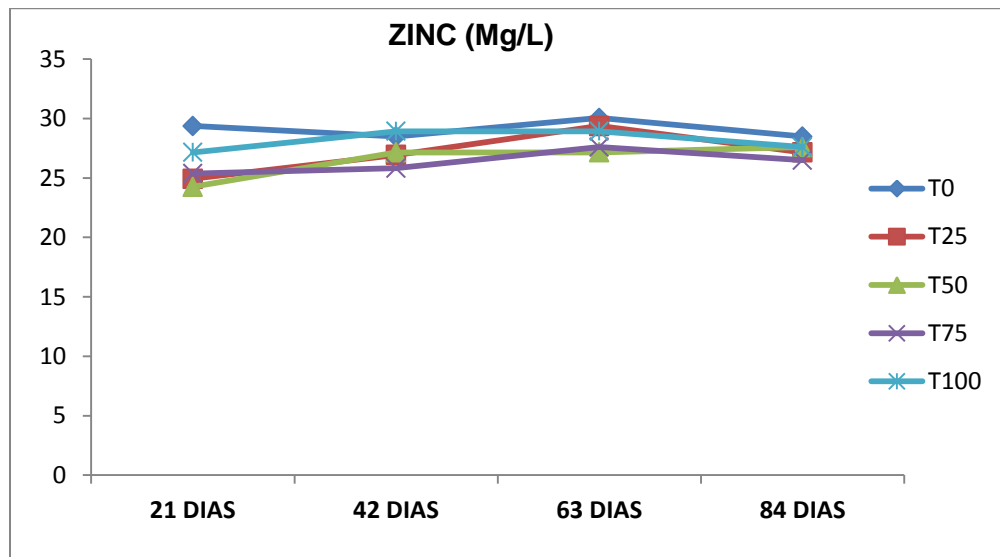
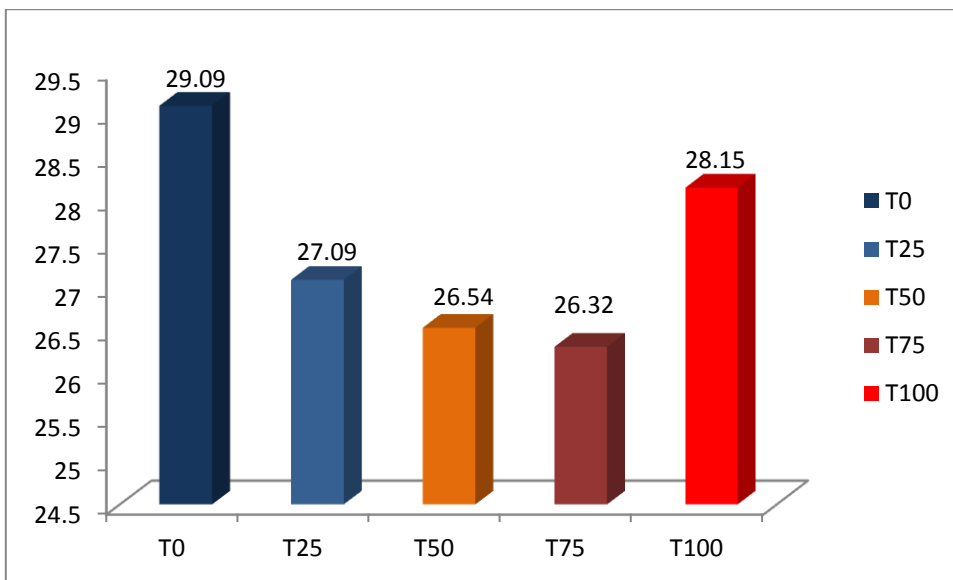


FIGURA 30: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE ZINC.



#### 4.16 Análisis de la Variable Sodio.

El análisis de varianza para la variable sodio indicó que no existen diferencias significativas entre los periodo; tampoco entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), (Cuadro XVI).

El análisis entre tratamiento para la variable sodio, el tratamiento tres (50 por ciento) en el primer periodo; obtuvo el valor más alto de 35.42 Miligramo/Litro, pero el tratamiento uno (testigo) alcanzó el valor más alto en el periodo tres con 39.98 Miligramo/Litro; siendo este el valor más alto en todos los periodos (figura 31).

Al analizar las medias de los tratamientos observamos que; el tratamiento tres (50 por ciento), obtuvo el valor más alto de 29.25 Miligramo/Litro, seguido por el tratamiento cuatro (75 por ciento) con 28.44 Miligramo/Litro, el tratamiento dos (25 por ciento) con 27.46 Miligramo/Litro, el tratamiento cinco (100 por ciento) con 27.38 Miligramo/Litro y el tratamiento uno (testigo) con 26.08 Miligramo/Litro, (figura 32).

CUADRO XVI: Análisis de Varianza para la Variable Sodio.

<b>F V</b>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Periodo	3	29.8	0.52	0.67 <b>NS</b>
Tratamiento	4	5.7	0.10	0.98 <b>NS</b>
Error	12	57.04		

Periodo = bloque

\*\*=altamente significativo ( $P < 0.01$ )

\*=significativo ( $P < 0.05$ )

NS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 31: COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTO PARA LA VARIABLE SODIO.

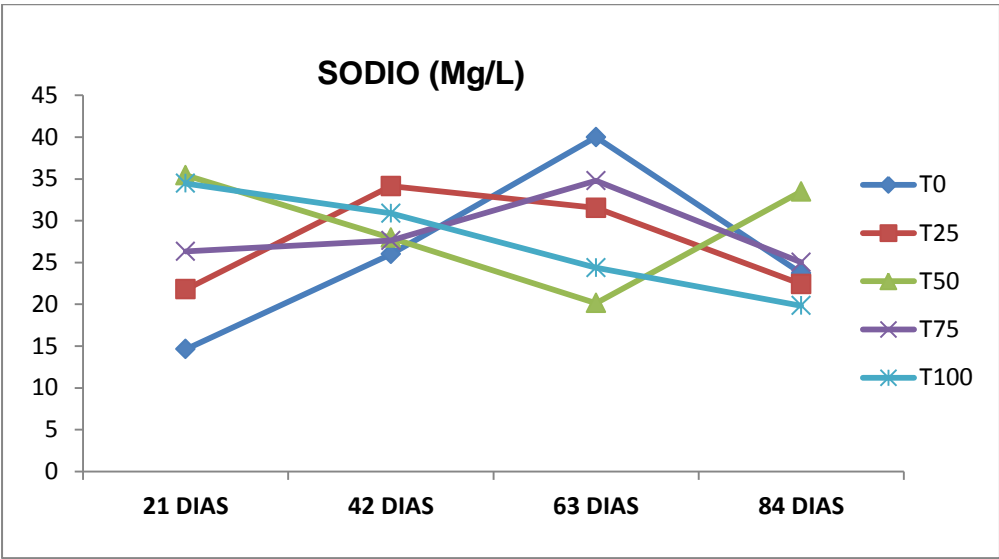
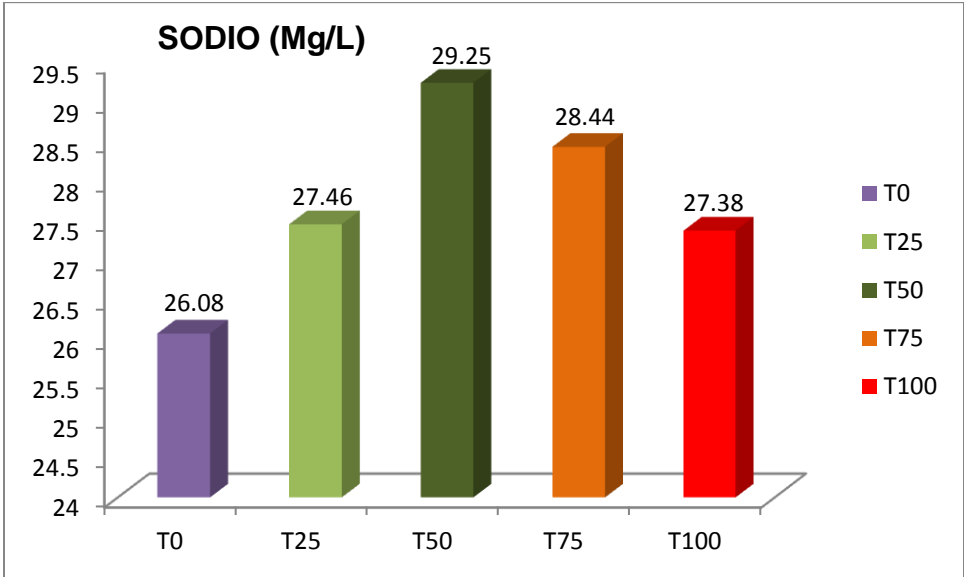


FIGURA 32: COMPARACIÓN DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SODIO.



## **5. RECOMENDACIONES**

1. Antes de realizar alguna práctica sobre el uso de abonos orgánicos líquidos, es conveniente contar con una base o fuente de información que proporcione cómo aplicar los fertilizantes para que estos sean eficientes, ya que al igual que los abonos inorgánicos el uso inadecuado afecta la composición química del suelo.
2. Llevar a cabo una investigación sobre el uso del abono líquido fermentado (biol), específicamente en época seca; debido a que los resultados generados en esta investigación obedecen únicamente a la época lluviosa.
3. Realizar una investigación fertilizando el pasto a base de abono líquido fermentado biol considerando un adherente para la fijación del abono líquido (biol) a la planta; en época lluviosa.
4. Repetir la investigación en otras condiciones agroecológicas.



5. Realizar esta práctica pero con diferentes periodo de descanso bajo las mismas condiciones agroecológicas.
6. Insertar la variable pluviosidad en investigaciones futuras.

## **6. CONCLUSIONES**

La aplicación del fertilizante orgánico biol en el pasto *Brachiaria decumbens*, en las diferentes concentraciones, demostró una mejora significativa en la disponibilidad del forraje verde con la aplicación de biol al 100 por ciento.

Con la aplicación del fertilizante orgánico biol, se logró obtener un incremento en el pasto *Brachiaria decumbens* el contenido de: Mn, Na, Zn.

La aplicación del fertilizante orgánico biol en el pasto *Brachiaria decumbens* no se logró obtener mejoras en el contenido de los siguientes nutrientes: Cu, Fe, Mg, N y Proteína, Ca, K,P, grasa, fibra y ceniza.

Las aplicaciones foliares del abono líquido fermentado (biol), en diferentes concentraciones en el pasto *Brachiaria decumbens*, mejoro el crecimiento.

## Bibliografía

**Álvarez, H., Santini, F. y Rearte, D. 1995.** Efectos de la suplementación con grano de maíz húmedo y seco sobre la producción y composición de leche, el consumo y el ambiente ruminal de vacas lecheras en condiciones de pastoreo. Resúmenes XIV Reunión de ALPA. Pags. 480-483. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Mar del Plata, Argentina.

**Aguilar, D; Santos, A. 2000.** Fertilización foliar, un respaldo importante para la fertilización de los cultivos (en línea). Revista Terra Latinoamericana 17(3):237-245. Consultado 18 oct. 2005. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>

**Banco de México. FIRA. 1966.** Estudio de rentabilidad lechera, Banca Privada y Banco de Desarrollo.

**Bonilla J. 2009.**Reciclaje de excretas de animales a través de los enmiendas, departamento animal. Revista ECAG abril-junio escuela centroamericano de ganadería. Disponible [www.ECAG.ac.cr](http://www.ECAG.ac.cr)

**Botero, R. 2002.** Producción de abono orgánico fermentado bocashi con excretas de animales. Disponible en <http://lead.vitoalcentro.org/es/enl/keinote/.htm>

**Botero, R. 2004.** Manejo de excretas en sistemas agropecuarios integrados amigables con el ambiente tropical. Disponible [www.manejodeexcretasreducido.pdf.com](http://www.manejodeexcretasreducido.pdf.com)

**Botero, R. y Thomas Preston. 1995.** Biodigestores de plástico de flujo continuo de bajo costo para la producción de gas y bioabono a partir de excretas y aguas servidas.

**Cedeño, J. 2002.** Descripción del sistema de producción y determinación del contenido macro y micronutrientes del bocashi de la lechería EARTH. Guácimo, Costa Rica. Lep.

**Campos, I. 1981.** Suelos, abonos, y fertilizantes. Barcelona, ES, Ed. De Vecchi. 174 p.

**Church, D., W. Pond. 1992.**Fundamentos de Nutrición y alimentación de animales. Limusa. México. p.18

**Da Silva-Souza, F.A.P., Dutra, S. e Serrão, E.A.S. 1992.**Productividade estacional e composição química de *Brachiariahumidicola* e pastagem nativa de campo cerrado do estado de Amapá, Brasil. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 14: 11-16.

**Enríquez, J.F., Meléndez, F. y Bolaños, E.D. 1999.** Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Fundación Produce Tabasco A.C. Libro Técnico N° 7. División Pecuaria. Veracruz, México. 262 pp.

**Enríquez, J.F. 1994.***Brachiarias* en el trópico, producción y manejo. En: XVIII Simposium de ganadería tropical. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Posta, Veracruz, México. Publicación Especial N° 6. 90 pp.

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2002.** Los Fertilizantes y su uso (en línea). Roma, IT. Consultado 26 sep. 2005. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/X4781S/X4781S00.PDF>

**FILMTEX. 2008.** Bogotá Colombia. Manual para la elaboración de biogás y bioabono a partir del estiércol en la industria agropecuaria. Capítulo 2. Descripción de los sistemas de aprovechamientos de las porquerizas (SPA).

**García, J; García, R. 1982.** Edafología y fertilización agrícola: técnicas agropecuarias. Barcelona, ES, AEDOS. 256 p.

**Gómez J. y G. Viniera. 1979.** Uso de estiércol bovino digerido anaeróbicamente como fertilizante para vegetales. 4:25-29.

**Gonzales, A; Valiente, F. 2001.** Evaluación del efecto de un abono líquido orgánico fermentado sobre el crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Emperador) en la Finca Integrada Orgánica de EARTH, Costa Rica. Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr. Guácimo, CR, Universidad EARTH. 32 p.

**Heinemann, A.B., Fontes, A.J., Paciullo, D.S.C., Rosa, B., Macedo, R., Moreira, P. e Aroeira, L.J.M. 2005.** Potencial productivo e composição bromatológica de seis gramíneas forrageirastrópicasobduas doses de nitrógeno e potasio. *Pasturas Tropicales*, 27: 123.

**Jarauta L.2005.** Digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos-El caso de Perú.PFC, ETSEIB, Barcelona.

**Johnson, C.R., Reiling, B.A., Mislevy, P. and Hall, M.B. 2001.** Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *J. Anim. Sci.*, 79: 2439-2448.

**Juárez, H.J., Bolaños, E.D. and Reinoso M. 2004.** Content of protein per unit of dry matter accumulated in tropical pastures. *Cuban J. Agr. Sci.*, 38: 415-422.

**Juárez, M; Sala, N; Sánchez, J. 2000.** La fertilización foliar de los cultivos (en línea). España, FERTIBERIA. Consultado 6 nov. 2005. Disponible en <http://www.fertiberia.es/>

**Juárez-Hernández, J. y Bolaños-Aguilar, E.D. 2007.** Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*. 23: 81-90.

**Keftasa, D. 1990.** Effects of development stages at harvest nitrogen application and moisture availability on the yield and nutritional value of Rhodes (*Chlorisgayana*) and lucre (*Medicagosativa*). Pasture Science Swedish. Univ.OfAgric. Sci. S. L. U. Repro.Uppsala

**López Pérez; Antonio Carlos. 2010.** Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de biogás». Colombia: asociación colombiana de porcicultores-fondo nacional de la porcicultura.

**Lozano Maqueira, J. A. 1992.** TesisDiagnóstico del sistema de producción de leche en la Granja "La Barbarita", Empresa Pecuaria Genética Camilo Cienfuegos. Instituto de Ciencias Agropecuarias de La Habana.

**Mendoza A. 1997.** Evaluación de calidad de abono fermentado tipo bocashi elaborados con desechos que se generan en la fincas del trópico húmedo de Costa Rica. EARTH.PG. guácimo, CR.31P.

**Marsh M. 2005.** Biomethane from Dairy Waste - A Sourcebook for the Production and Use of Renewable Natural Gas in California, Western United Dairymen, [http://www.suscon.org/news/biomethane\\_report/Full\\_Report.pdf](http://www.suscon.org/news/biomethane_report/Full_Report.pdf)

**Moore, DP. 1972.** Mechanisms of micronutrient uptake by plants. *In* Mortverdt, J.J. Ed. Micronutrients in agriculture. 2 ed. Madison, US, Soil Science Society of América. p. 171-192.

**Moura, L.O., Braga, C.M., Bastos de Veiga, J. e Amador da Costoa, N. 2002.** Avaliação de pastagem de quicúio-da-amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt) en sistema de pastejo rotacionado intensivo, en Belén, Pará. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 24: 30-39.

**Muñoz, A.R. 1994.** Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. En: Silva, M.F. (ed.). Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Santa Fe de Bogotá. Colombia. pp. 293-304.

**Navarro, D.L. y Vásquez, D. 1997.** Respuesta de *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada en un suelo de la mesa de Guanipa. *Zootecnia Tropical*, 2: 135-158.

**Pérez, J.A., García, E., Enríquez, J.F., Quero, A.R., Pérez, J. y Hernández, A. 2004.** Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.). *Téc. Pecu. Méx.*, 42: 447-458.

**Pizani, J. 1971.** Efecto de cinco fechas de cosecha en la calidad del forraje y producción de mazorca en tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) en apodaca, N. L. durante el verano de 1970. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México. 74 p.

**Restrepo, J. 2002.** Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca: preguntas directas, respuestas prácticas. Cali, CO, Fundación Juquira Candiru. 105 p.

**Restrepo, J. 2001.** Elaboración de abono orgánico fermentado y biofertilizantes foliares. Experiencia con agricultura en Mesoamérica y Brasil. San José, US, IICA. 155P

**Restrepo, J. 1996.** Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE. 51 P.

**Restrepo, J. 1998.** La idea y el arte de fabricar los abonos líquidos fermentados SIMAS, Managua-Nicaragua.

**Reyes, P.A., Bolaños-Aguilar, E.D. e Izquierdo, R.F. 2004.** Producción de materia seca de 21 genotipos de *Brachiariahumidicola* durante la estación seca. En: Memoria de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Yucatán, Mérida. Yucatán, México. p. 165.

**Rodríguez Hesse, M. 1994.** Sembradores de Esperanza. Editorial Guaymuras y Comunica. Primera Edición. P. 149-154.

**Rodríguez, I., Crespo, G. y Fraga, S. 2001.** Efecto de las excreciones del ganado vacuno en el rendimiento y composición mineral del pasto y en la composición química del suelo. En: Primer foro Latinoamericano Pastos y Forrajes. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. pp. 6-12.

**Rodríguez, M. Y Paniagua, G. 1994.** Horticultura orgánica: Una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Fundación Guilombe, San José Costa Rica, Serie No.1, Vol.2, 7p.

**Salazar, J. 2009.** Compostaje de animales muertos. Revista ECAG. Abril-junio escuela centroamericana de ganadería. [www.ECAG.ac.cr](http://www.ECAG.ac.cr)

**Sánchez, J. 1995.** No más desiertos verdes Una experiencia en agricultura orgánica. Primera edición. San José, CODÉESE.

**Salisbury, F; Ross,F. 1992.** Fisiología vegetal. 4 ed. México, Iberoamérica.139 p.

**Sinclair, T.R, Mislevy, P. and Ray, J.D. 2001.** Short photoperiod inhibits winter growth of subtropical grasses. *Planta*, 213; 3: 488-491.

**Soto, G et al. 2004.** Determinación de la inocuidad de biofermentos a partir de boñiga, suero de leche y melaza (en línea). Turrialba, CR, CATIE. Consultado 22 oct. 2005. Disponible en

<http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev71/Boletin%20PITTA.pdf?CodSeccion=48>

**Tabora, P. 1999.**La microbiología del bocashi- EM del banano y el compost común, una comparación. Guácimo, EARTH, CR.7p.

**Thauer, R. K. (1998).** Biochemistry of Methanogenesis: a Tribute to Marjory Stephenson. *Microbiology*, 144: 2377-2406

**Teixeira, N.J.F., Lourenço, J.J.B., Couto, W.S., Camargo, A.P. e Moraes, M.P.S. 1999.** Proteína bruta e toores de minerais em Brachiaria humidicola na lha de majaró Pará. Brasil. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 21: 49-53.

**Terranova. 1995.** Enciclopedia agropecuaria. Terranova editores, Ltda.

**Velarde, R. 1993.** Evaluación agronómica de ocho especies forrajeras bajo condiciones de corte en suelos de baja fertilidad. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 54 p.

**Velasco, T.J.A., Camargo, G.J.C., Andrade, C.H.J. e Ibrahim, M. 1999.** Mejoramiento del suelo por Acacia mangium en un sistema silvopastoril con Brachiaria humidicola.

**Velo García E. 2006.** Aprovechamiento energético de la biomasa, en: Energía, participación y sostenibilidad, Ingeniería sin Fronteras, Barcelona.

**Yasukawa, K. y Quintero, M. 1995.** El sistema de agricultura orgánica. Panamá programa de agricultura orgánica convenio MIDA JICA. Volumen Nº 15.

**Zúniga, D.A. 1996.** Respuesta del pasto Setaria (*Setaria splendida*) a tres niveles de fertilización con nitrógeno, tres con magnesio y tres edades de corte. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 49 p.