

**EVALUACIÓN DE LA FRECUENCIA DE CORTE DE PASTO ELEFANTE MORADO
(*Pennisetum purpureum* Schumacher) EN EL PENIPLANO DE POPAYÁN**



**MARÍA CAMILA CEDEÑO GÓMEZ
MILVIA ZULEIDA CRIOLLO DORADO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2015**

**EVALUACIÓN DE LA FRECUENCIA DE CORTE DE PASTO ELEFANTE MORADO
(*Pennisetum purpureum* Schumach) EN EL PENIPLANO DE POPAYÁN**

**MARÍA CAMILA CEDEÑO GÓMEZ
MILVIA ZULEIDA CRIOLLO DORADO**

**Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar el título de
Ingenieras Agropecuarias**

**Director
M. Sc. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2015**

Nota de aceptación

Los Directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autoras y lo encuentran satisfactorio.

M.Sc. NELSON VIVAS QUILLA
Director

Presidente del Jurado

Jurado

Popayán, ____ de _____ de 2015

DEDICATORIA

A mis padres Ana Lucía Gómez y Armando Cedeño, por su amor, confianza y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Carolina Cedeño y Luis Cedeño, por su respaldo y acompañamiento.

A mis tíos, Jorge Gómez y Jesús Gómez por sus consejos y apoyo incondicional.

María Camila Cedeño Gómez

A mis padres Eloy Criollo Tintinago y Lida Neira Dorado, por el apoyo incondicional, por sus valiosos consejos y confianza en todo momento de mi vida.

A mis hermanos Eider Fabián Criollo Dorado y Merlin Jhirley Criollo Dorado por su respaldo y confianza.

Milvia Zuleida Criollo Dorado

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitir que nuestra investigación culminara con éxito.

A nuestros padres por su constante apoyo en todo momento y a lo largo de nuestra carrera.

A la Universidad del Cauca, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias por permitimos ser parte de su comunidad.

Al Grupo de Investigación nutrición agropecuaria facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad del Cauca, por su financiación.

Al director de la investigación M.Sc. Nelson Vivas Quilla por su valiosa, colaboración, conocimiento, orientación y constante apoyo en este trabajo.

Al señor Jorge Gómez y Ana Lucia Gomez, por permitir que nuestra investigación se realizara en la "Granja Integral Mamá Lombriz".

A los docentes y administrativos por su colaboración y amistad durante nuestra formación académica.

A nuestros amigos y compañeros por su amistad.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 GANADERÍA EN COLOMBIA	16
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA GANADERÍA LECHERA EN COLOMBIA	16
1.3 GANADERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA	17
1.4 <i>Pennisetum purpureum Schumach</i>	17
1.4.1 Descripción botánica	17
1.4.2 Origen y distribución	18
1.4.3 Usos	18
1.4.4 Valor nutricional del <i>Pennisetum purpureum Schumach</i>	19
1.5 CAPACIDAD DE REBROTE DE UNA PLANTA	19
1.6 MATERIA SECA	19
1.7 VIGOR	20
1.8 PLAGAS Y ENFERMEDADES	20
1.9 CURVA DE CRECIMIENTO	20
1.10 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	21
2. METODOLOGÍA	22
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	22
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	22
2.4 MODELO ESTADÍSTICO	22

2.5 DESIGNACIÓN DE BLOQUES	23
2.6 VARIABLES EVALUADAS	23
2.6.1 Vigor	24
2.6.2 Altura de plantas	24
2.6.3 Cobertura	24
2.6.4 Producción de forraje verde	25
2.6.5 Producción de materia seca	25
2.6.6 Presencia de plagas	25
2.6.7 Presencia de enfermedades	26
2.6.8 Calidad Nutricional	26
2.6.9 Curva de crecimiento	26
2.7 CORTE DE UNIFORMIDAD	27
2.8 COSECHA	27
3. RESULTADOS	28
3.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS	28
3.2 ANÁLISIS DE VARIABLES	28
3.2.1 Producción de forraje verde en materia seca	29
3.2.2 Vigor	30
3.2.3 Altura	31
3.2.4 Cobertura	31
3.2.5 Materia Seca	32
3.2.6 Presencia de plagas y enfermedades	33
3.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	34
3.4 CURVA DE CRECIMIENTO DEL PASTO ELEFANTE MORADO (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach)	35

3.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
4. CONCLUSIONES	40
5. RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pasto elefante morado (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach	18
Figura 2. <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach. A) Cultivo previamente establecido; B) Distancias de siembra del cultivo; C) cultivo con sistema de riego	22
Figura 3. Parcelas de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach. A) Delimitación de parcelas; B) Modelo superficial de las parcelas; C) Identificación de tratamientos	23
Figura 4. Diagrama de campo	24
Figura 5. Medida de la altura del <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach	24
Figura 6. Cálculo de producción de forraje verde. A) Corte de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach; B) Pesaje de forraje verde	25
Figura 7. <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach para materia seca. A) Recolección de forraje verde; B) Submuestras en el horno de ventilación; C) Pesaje de submuestra para la obtención de MS	25
Figura 8. Plagas. A) Insectos comedores de follaje; B) Follaje afectado	26
Figura 9. Toma de muestras para el laboratorio. A) Recolección de submuestras para bromatológico; B) Submuestra en el refrigerador	27
Figura 10. Corte de estandarización del <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach	27
Figura 11. Comportamiento de la precipitación y temperatura en el periodo de estudio de la investigación	28
Figura 12. Producción de forraje de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach (Ton/Ms/Ha/Año) por tratamientos	29
Figura 13. Producción de forraje de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach (Ton/Ms/Ha/Año) en época de baja precipitación	30
Figura 14. Producción de forraje de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach (Ton/Ms/Ha/Año) en época de lluvias	30
Figura 15. Contenido de Materia Seca en porcentaje del pasto elefante morado (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach) en los diferentes tratamientos	32

Figura 16. Porcentaje de M.S en pasto elefante morado (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach) en época de baja precipitación para los diferentes tratamientos	33
Figura 17. Porcentaje de M.S en pasto elefante morado (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach) en época de lluvias para los diferentes tratamientos	33
Figura 18. Producción de forraje y nutrientes del pasto elefante morado (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach) a diferentes edades de corte	35
Figura 19. Curva de crecimiento de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach hasta los 90 días	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del pasto elefante morado, en el Noroccidente de Venezuela y peniplano de Popayán.	19
Tabla 2. Producción promedio de elefante morado (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach) en dos épocas de corte y 5 edades de rebrote Ton/Ms/Ha/Año	29
Tabla 3. Composición nutricional del <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach a diferentes edades de rebrote	34
Tabla 4. Producción de nutrientes de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach a diferentes edades de rebrote (ton/ha/año)	34

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato de evaluación de las frecuencias de corte del pasto elefante morado (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach) en el peniplano de Popayán	47
Anexo B. Formato de curva de crecimiento del <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach	48
Anexo C. Análisis bromatológico de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach endiferentes edades de corte	49
Anexo D. Análisis de suelos finca Mamá Lombriz	51
Anexo E. Análisis estadístico Anova y pruebas de significancia múltiple, por tratamientos para las diferentes variables evaluadas	52
Anexo F. Análisis estadístico Anova y pruebas de significancia múltiple por bloques para las diferentes variables evaluadas	54
Anexo G. Análisis estadístico Anova y pruebas de significancia múltiple por épocas para las diferentes variables evaluadas	55
Anexo H. Análisis estadístico Anova y pruebas de significancia múltiple por época seca para las diferentes variables evaluadas	56
Anexo I. Análisis estadístico Anova y pruebas de significancia múltiple por época de lluvia para las diferentes variables evaluadas	57

RESUMEN

Con el fin de definir el momento óptimo de corte del pasto elefante morado también llamado napier (*Pennisetum purpureum* Schumach), bajo las condiciones edafoclimáticas del peniplano de Popayán, y teniendo en cuenta la producción y calidad del forraje, se hizo la evaluación de diferentes edades de corte del pasto en la finca Mamá Lombriz, ubicada en el peniplano de Popayán vereda Río blanco parcelación el Tablón, en la localización geográfica N 20° 30.6' 58" – W 76° 33.6' 06", a una altura (rango): 1.779 – 1.815 m.s.n.m. Se dispuso de un lote ya establecido con elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumach de aproximadamente un año y medio de edad, con una distancia de siembra de 50 centímetros entre surcos.

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, se delimitaron 20 parcelas de 3 X 3 m², para eliminar el efecto de bordes se dejó un metro alrededor del área experimental, en donde el factor a bloquear fue la pendiente del terreno como una presunción de variaciones de fertilidad del suelo a través de la misma. Cada tratamiento corresponde a una edad diferente de corte disponiéndose de la siguiente manera: T1: Corte a los 50 días, T2: Corte a los 60 días, T3: Corte a los 70 días, T4: Corte a los 80 días, T5: Cortes a los 90 días, y cada repetición en los tratamientos fue evaluada dos veces correspondiendo con dos tiempos diferentes.

Las variables evaluadas fueron vigor, altura de la planta, producción de forraje verde, porcentaje de materia seca, incidencia de plagas y enfermedades (Toledo, 1982). Adicionalmente se realizó la curva de crecimiento para *Pennisetum purpureum* Schumach, trabajados en una parcela adicional de 1 metro por 9 metros, con evaluaciones cada 7 días; las mediciones de la altura del pasto elefante morado se realizaron desde el corte de estandarización hasta los 90 días de edad.

Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva y se realizó análisis de varianza ($P=0.05$) y prueba de rangos múltiples de Duncan mediante el software SPSS V 15.

En el análisis económico se determinó que el momento óptimo de corte del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach), es a los 70 días con una producción de 25,4 Ton/Ms/Ha/Año y una proteína del 8 %.

SUMARY

In order to define the optimum moment to cut purple elephant grass also called napier (*Pennisetum purpureum* Schumach), taking into account the production and quality of forage on the soil and climate in the edaphoclimatic peniplano of Popayan, it realized an evaluation about the different ages of the forage on the Granja Mamá Lombríz, located in Rio Blanco lane - plat 'El Tablón', on the geographic location N 20 ° 30.6 '58 " - W 76 ° 33.6' 06", at a height (range): 1,779 - 1,815 meters for its realization were available and established a batch *Pennisetum purpureum* Schumach purple elephant; the cultivation has about a year and a half, with a planting distance of 50 cm between grooves.

For the field evaluation was performed an experimental design completely randomized blocks, with 5 treatments and 4 replications, 20 plots of 3 x 3 m² were delimited, to eliminate the edge effects it leaves one meter around the experimental area, where the factor to block was the slope as a presumption of variations in soil fertility through it. Each treatment corresponds to a different age of cutoff arranged as follows: T1. to cut forage at 50 days, T2. Cut at 60 days, T3. Cut at 70 days, T4. to cut at 80 days, T5. Cuts at 90 days, and each iteration in the treatments was assessed twice corresponding in to two different times.

The variables evaluated were effective, plant height, forage production, percentage of dry matter, incidence of pests and diseases (Toledo, 1982). Additionally, the growth curve for *Pennisetum purpureum* Schumach was held, worked in an additional plot of 1 meters by 9 meters, with assessments every 7 days; measurements of the height of the purple elephant grass were made from cutting standardization to 90 days of age.

The results were analyzed using descriptive statistics and analysis of variance (P = 0.05) and multiple range test of Duncan was performed using SPSS software V 15.

In the economic analysis it was determined that the optimal time to cut the purple elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach), it's at 70 days with a production of 25.4 tons / DM / ha / year and 8% protein.

INTRODUCCIÓN

El departamento del Cauca posee una gran tradición ganadera especializada en ceba y lechería (doble propósito), que aprovecha los diferentes pisos térmicos y las ventajas en la ubicación geográfica pastos y fuentes hídricas disponibles en el departamento; Cuenta con 450.000 hectáreas de praderas de las cuales 750 tienen irrigación, adicionalmente la infraestructura y capacidad instalada para la actividad garantiza, un abastecimiento suficiente y la posibilidad de sostener un incremento en la producción, un hato ganadero superior a las 200.000 UGG, en donde se requiere diferenciación mediante valor agregado, cumpliendo con parámetros de calidad higiénica, sanitaria y composicional, con una base genética en proceso de mejoramiento y adaptada a las eco regiones y pastos potenciales que pueden mejorar. De acuerdo con el censo realizado el primer trimestre del año 2011, se reportaron 243.542 cabezas de ganado en el departamento (Pérez, 2013).

En cuanto mayor sea la base forrajera disponible (cantidad de alimento total producido) mayor será la carga animal del predio en uso ganadero. Es por eso que hoy en día se hace notorio un creciente interés y al mismo tiempo una alta demanda por el cultivo de pastos de corte, los cuales por su talla tienen la capacidad de producir mayor cantidad de pasto por unidad de área destinada a este tipo de cultivos (Rua 2008) Esto implica minimizar el desperdicio de forraje eliminando el pisoteo, evitando el gasto de energía durante el pastoreo y en alguna forma se disminuye la selección del animal que normalmente deja un residuo considerable en los potreros (Dávila y Urbano, 2005).

En esta investigación se trabajó con pasto de corte elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en donde se determinó el momento óptimo de cosecha respecto a la producción y calidad forrajera para las condiciones agroecológicas del peniplano de Popayán.

Los objetivos que se plantearon para la investigación fueron: evaluar la producción de forraje verde de *Pennisetum purpureum* Schumach a los 50, 60, 70, 80 y 90 días después del corte ; valorar el contenido de proteína cruda, fibra en detergente neutro, fibras en detergente ácido y digestibilidad “*in vitro*” de la materia seca de *Pennisetum purpureum* Schumach, en cinco periodos de recuperación ; definir el momento óptimo de corte del pasto elefante morado en el peniplano de Popayán y elaborar la curva de crecimiento y producción de biomasa de *Pennisetum purpureum* Schumach bajo condiciones de manejo en el peniplano de Popayán.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 GANADERÍA EN COLOMBIA

La ganadería colombiana ha mostrado importantes avances en las últimas décadas. Este proceso ha implicado políticas institucionales del Estado Colombiano y el esfuerzo gremial de la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Permitidos importantes logros en aspectos como el sanitario, de transferencia tecnológica y de modernización de los procesos de sacrificio y transformación de carnes (FEDEGAN, 2006).

En la actualidad la ganadería colombiana, participa con cerca de 3,6% del PIB Nacional, un porcentaje apreciable para una actividad individual y sobretodo rural. Dentro del sector agropecuario su importancia es indiscutible, con un 27% de participación dentro del PIB agropecuario y un 64% de PIB pecuario (FEDEGAN, 2006).

Los datos recogidos durante los ciclos de vacunación del año 2005 arrojan una población inmunizada cercaba a los 22 millones de animales. No obstante, se estima el tamaño total del hato es del orden de los 23 millones de cabezas (FEDEGAN, 2006).

Estructuralmente el inventario ganadero bovino está compuesto por un 56% en hembras y 44 % son machos. De acuerdo con cifras del DANE, 60% del hato se destina a la producción de carne (cría, levante y ceba), el 38% al doble propósito (producción de carne y leche) y el restante 2% a la lechería especializada. Dentro del inventario que está destinado a la producción de leche, se estima q existe alrededor de 4.337.837 Hembras de más de dos años en sistema doble propósito y 345. 431 en sistema de leche especializada. (FEDEGAN, 2006).

1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA GANADERÍA LECHERA EN COLOMBIA

La actividad lechera se ha destacado por su gran dinámica durante los últimos 30 años, lo que se ve reflejado en susaltos niveles de expansión. En el país, se caracterizan dos tipos de sistemas encargados de la producción de leche: el especializado y el doble propósito. El sistema especializado es más intensivo y se encuentra ubicado en general en zonas frías del trópico alto cerca de los centros urbanos. Mientras que los sistemas doble propósito se ubican en zonas tropicales bajas y frecuentemente en áreas marginales, distantes de los centros urbanos (Holmann et al, 2006).

En Colombia la producción de leche se ha dividido en regiones de la siguiente manera:

Región Atlántica: Cesar, Magdalena, Córdoba, Atlántico, Guajira, Sucre y Bolívar. (40%)

Región Occidental: Antioquia, Caquetá, Huila, Quindío, Caldas y Risaralda. (17%)
Región Central: Cundinamarca (Sabana de Bogotá), Boyacá, Meta y Santanderes. (34%)
Región Pacífica: Valle del Cauca, Nariño, Cauca, y Alto Putumayo. (9%). (Confecampo, 2008; CORPOICA, 2006).

Las metas de la ganadería Colombiana, para el año 2019 contemplan un hato con 48.000.000 de cabezas, logrando un sacrificio anual de 9.600.000 animales, para una tasa de extracción del 20% y se alcanzaría una producción de 9.045 millones de litros anuales de leche fresca. Con tales niveles de producción, el país alcanzara un consumo per cápita de carne de 30 Kg año y un consumo de leche de 163 litros año. La capacidad de exportación, ascenderá a 50.000 toneladas anuales de carne con alto valor agregado. De las cuales, 400.000 toneladas anuales serán ubicadas en mercados vecinos; los productos lácteos a exportar (leche líquida) equivalen a 1.254 millones de litros anuales (PEGA, 2012).

Actualmente se encuentran 10 millones de hectáreas no aptas para ganadería, dedicadas a esta actividad y debido a esta situación se pretende realizar una devolución de esta área a la naturaleza, con el fin de obtener mayor disposición para reforestación y otros cultivos que aprovechen las oportunidades futuras de mercado y de esta forma continuar con la actividad ganadera, pero ya en condiciones favorables o amigables con el medio ambiente(PEGA, 2012).

1.3 GANADERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

El Departamento del Cauca está situado en la zona sur-occidental de Colombia y hace parte de las regiones Andina, Pacífica y Amazónica, con una superficie aproximada de 29.308 km², equivalente al 2.7% del país y es el doceavo Departamento en extensión, con una altitud desde el nivel del mar hasta los 5.780 metros. Limita Al norte con el Departamento del Valle del Cauca, al oriente con los Departamentos de Huila, Tolima y Caquetá, al sur con los Departamentos de Putumayo y Nariño y al occidente con el Océano Pacífico. (Gobernación del Cauca, 2012).

Cuenta con suelos en prácticamente todos los pisos térmicos, de variadas fertilidades, profundidades, pendientes y con diversas vocaciones para su uso. Aunque existen tierras con fertilidades altas, la gran mayoría de los suelos se encuentran clasificados con fertilidades “bajas” o “muy bajas”. Las tierras fértiles se encuentran en la parte norte y en su mayoría tienen usos agrícolas y pecuarios (Gamarra, 2007).

El departamento del Cauca posee una gran tradición ganadera de doble propósito, que aprovecha los diferentes pisos térmicos y las ventajas en la ubicación geográfica pastos y fuentes hídricas disponibles en el departamento; Cuenta con 450.000 hectáreas de praderas. Adicionalmente la infraestructura y capacidad instalada para la actividad

garantiza un abastecimiento suficiente y la posibilidad de sostener un incremento en la producción. De acuerdo con el censo realizado el primer trimestre del año 2011, se reportaron 243.542 cabezas de ganado en el departamento (Pérez, 2013).

1.4 *Pennisetum purpureum* Schumach

El pasto Elefante (*Pennisetum sp.*), también llamado napier, es una gramínea forrajera que ha mostrado una excelente adaptación a las condiciones de suelo y clima del trópico bajo latinoamericano (Mármol, 2006). Esta especie puede ser suministrada para la alimentación animal, principalmente bajo tres formas: pastoreo, corte y ensilaje, mostrando un potencial productivo de 40 a 50 t MS/ha/año. Los pastos de alto rendimiento, como los *Pennisetum*, permiten incrementar la producción por hectárea y con ello la capacidad de carga, factores determinantes en la mejora de la productividad de los sistemas de producción de leche y la rentabilidad de las fincas (Urbano et al., 2008)

1.4.1 Descripción botánica. Las gramíneas pertenecen a la familia Poaceae, en donde se encuentra el género *Pennisetum* el cual agrupa a cerca de 80 especies, pertenece al Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Liliopsida, Orden Poales, Subfamilia Panicoideae, Especie *Pennisetum. purpureum* Schumach (Dawson. y Hatch, 2002),

Figura 1. Pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach



Es una especie perenne, usualmente alta de 2 a 3 m, las hojas son lanceoladas, la panícula es parecida a una espiga dura y cilíndrica de 30 cm de largo. Forma macollas y tiene rizomas.

Se caracteriza por tener un crecimiento erecto desde la base alcanzando una altura promedio de 1,8 a 2 metros en su madurez fisiológica (edad a la que se registra su mayor tasa de crecimiento), desarrollando tallos y hojas delgadas, más largas las hojas que los tallos. La altura varía durante el período de invierno de 1,67 metros a los 60 días después del corte, en plantaciones más viejas se han encontrado alturas superiores a los 4,5

metros. Cuenta con una inflorescencia en forma de espiga con abundante grano en los ápices de los tallos y es sostenida por un largo pedúnculo y pubescente(Rodríguez ,1983)

1.4.2 Origen y distribución. El pasto elefante morado *Pennisetum purpureum*Schumach se desarrolló en Tifton, Georgia, E.E.U.U., de origen africano por selección de una progenie autopolinizada del pasto Merkeron, el cual es un híbrido alto seleccionado de un cruce de pasto elefante enano x pasto elefante alto. Este cultivar es introducido en Venezuela en la década de los 80, se presenta en la mayoría de los países tropicales y subtropicales.

Su principal característica es que posee originalmente en su componente genético un gen recesivo que le da una coloración púrpura de donde obtiene su segundo nombre en la clasificación de la respectiva especie (Rojas, 2009).

1.4.3 Usos. Es un pasto esencialmente para corte y ensilaje aunque también se puede utilizar bajo pastoreo y en asociaciones con leguminosas, debe dársele un período de establecimiento entre 90 y 120 días después de la siembra para garantizar un buen desarrollo radicular, lo cual se traducirá en que este pasto tenga una larga vida productiva. La edad de corte apropiada para obtener un forraje tierno y de buena calidad es de 7 a 9 semanas cuando la planta alcanza una altura entre 145 y 165 centímetros, en pastoreo con buenas condiciones de humedad y fertilidad, se puede usar cada 35 a 40 días, con una altura de 0,90 a 100 centímetros. (Rodríguez, 1983)

1.4.4 Valor nutricional del *Pennisetum purpureum* Schumach. El valor nutritivo varía con la época de corte y la edad, los contenidos de proteína, calcio y fósforo disminuyen con el incremento de la edad, mientras aumenta la materia seca.

Tabla 1. Composición nutricional del pasto elefante morado, en el Noroccidente de Venezuela y en el peniplano de Popayán

Componente %	Venezuela	Popayán
	60 días	60 días
Materia seca	13,03	64,85
Proteína cruda	9,56	9,91
Extracto etéreo	1,41	
Cenizas	14,47	14,15
Fibra detergente neutro	73,78	64,94
Fibra detergente ácido	46,53	38,48
Celulosa	34,38	
Hemicelulosa	27,25	
Lignina	12,15	

Fuente: González,2011; Cardona et al., 2015.

1.5 CAPACIDAD DE REBROTE DE UNA PLANTA

El mecanismo del rebrote está dado por las sustancias de reservas que se acumulan en los estolones y del área foliar remanente de las hojas más jóvenes. Bajo defoliación frecuente, para el rebrote depende de la fotosíntesis. Cuando la planta es defoliada totalmente, por ejemplo por corte, el rebrote depende de las reservas en los estolones. (Olivares, 2008).

1.6 MATERIA SECA

La materia seca se refiere a la cantidad de forraje verde menos el agua contenida en el mismo, bajo un proceso donde se somete a un calor moderado (típicamente 65°C por 48 horas) de tal modo que toda el agua se evapore, lo que queda es la porción de materia seca de ese alimento (Ramírez, 2011).

La materia seca de los alimentos está constituida por una fracción orgánica y otra inorgánica. El componente inorgánico está dado por los minerales que posee el vegetal, principalmente potasio y silicio. Pero también, la mayoría de los compuestos orgánicos contienen elementos minerales como componentes estructurales, por ejemplo, las proteínas contienen azufre, y muchos lípidos y carbohidratos y fósforo. El componente orgánico está constituido por carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos y vitaminas. Los carbohidratos son los más abundantes en todos los vegetales y en la mayoría de las semillas. Esto se debe a que los carbohidratos, principalmente celulosa y hemicelulosa, son los principales componentes de la pared celular de los vegetales ya que constituyen la mayor fuente de almacenamiento de energía en forma de almidón y fructosanos (Universidad Nacional de Lomas de Zamora).

1.7 VIGOR

El vigor en una planta es la expresión de todas las características internas y externas, que se traducen en la presencia de ella en un medio determinado y que cumplen la función que le corresponde. No es necesario que una planta sea alta, gruesa, verde para que sea considerada como el mayor vigor. Todas tienen ese vigor que las hace sobrevivir en su medio.

1.8 PLAGAS Y ENFERMEDADES

La enfermedad más común escausada por un hongo *Helminthosporium sacchari*, conocida como Mancha púrpura, la cual ocasiona una lesión de color pardo púrpura y tiene el aspecto de una quemadura, daña las hojas de la planta reduciendo la capacidad fotosintética (Rojas, 2009).

1.9 CURVA DE CRECIMIENTO

Explican Hunt (1978, 2003) y Hunt et al. (1984), que el análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa, que usa datos simples y básicos, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, seminatural o controlado. (Barrera, 2004)

La curva de crecimiento representa gráficamente el desarrollo de los pastos, y su estudio permite optimizar el manejo de las pasturas y facilitar la toma de decisiones en relación al manejo pastoril (Pedreira et al., 2007).

Se debe tener en cuenta que las características de la planta pueden ser afectadas por las estrategias de manejo y la interceptación luminosa, influyendo sobre el proceso de rebrote, constituye una herramienta básica para estimar la producción forrajera. Las mismas caracterizan la dinámica de crecimiento de las pasturas para las condiciones agronómicas y ecológicas en que fueron determinadas, tales como el nivel de fertilización mineral y el tipo de suelo y clima. El régimen de cortes que se realiza para determinar las tasas de crecimiento sigue un protocolo específico que minimiza las pérdidas de material por senescencia y descomposición. La articulación entre la oferta de forraje y las demandas del ganado requiere, necesariamente, del cálculo de dicha oferta y de un proceso de monitoreo y ajuste a las situaciones de cada año y de cada pastura.

Los modelos de análisis funcional se generan a partir de curvas que son ajustadas a modelos no lineales de tipo exponencial, sigmoidea, logístico, polinomial y de Gompertz, según sea el caso. Los parámetros de elección del modelo apropiado están dados por el grado de ajuste del modelo o R². La determinación del modelo apropiado se puede realizar por medio de paquetes estadísticos. (Barrera et al., 2004)

1.10 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según el IGAC (2009), la vocación de uso de la zona en la cual se realizó el trabajo de investigación, el suelo es apto para pastos y cultivos densos o de semibosques adaptados a las condiciones climáticas realizando adecuadas prácticas de conservación.

Se caracteriza por tener un clima templado húmedo con relieve fuertemente ondulado con pendientes hasta del 25%; los suelos son muy profundos a muy superficiales, fuertemente ácidos y baja fertilidad.

2. METODOLOGÍA

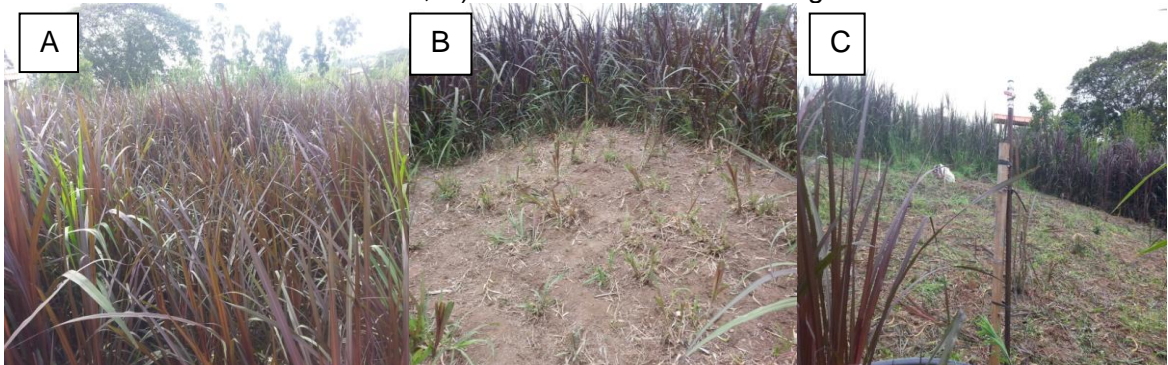
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo se desarrolló en la finca Mamá Lombriz ubicada en el Municipio de Popayán, vereda Rio Blanco parcelación el Tablón, en la localización geográfica N 20° 30.6' 58" – W 76° 33.6' 06", a una altura 1800 m.s.n.m., temperatura media de 18°C.

2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la realización de este trabajo, se dispuso de un lote ya establecido con elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumach, con aproximadamente un año y medio de edad del cultivo, sembrado a una distancia de 50 cm entre surcos (Figura 2). El riego se realizó por aspersión hasta obtener su capacidad de campo.

Figura 2. *Pennisetum purpureum* Schumach. A) Cultivo previamente establecido; B) Distancias de siembra del cultivo; C) cultivo con sistema de riego



2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

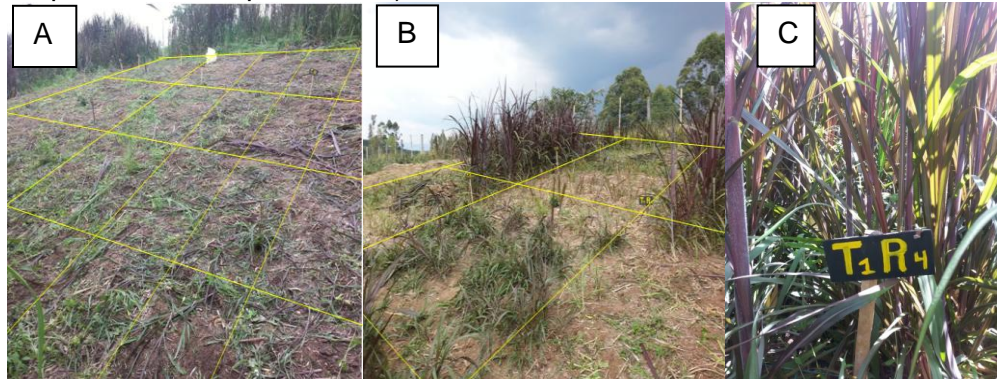
Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 5 tratamientos y 4 bloques (repeticiones). Cada parcela de 3 X 3 metros para un área de 9m² sembradas de manera contigua con surcos cada 0.5 m, para un área total del lote de 180 m² (Figura 3). El factor a bloquear fue la pendiente del terreno, como una presunción de variaciones de fertilidad del suelo a través de la misma.

2.4 MODELO ESTADÍSTICO

Se tomó toda la parcela para hacer las evaluaciones de cada repetición en los tratamientos, los cuales fueron: T1. Corte a los 50 días, T2. Corte a los 60 días, T3. Corte

a los 70 días, T4. Corte a los 80 días, T5. Corte a los 90 días. Se evaluó en dos épocas, seca y lluvias. Es importante anotar que durante la época seca se regó en correspondencia al manejo técnico que se le da a este cultivo en la finca.

Figura 3. Parcelas de *Pennisetum purpureum* Schumach. A) Delimitación de parcelas; B) Modelo superficial de las parcelas; C) Identificación de tratamientos



El modelo estadístico correspondiente a la siguiente ecuación.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}: Variable respuesta de tratamientos con j repeticiones.

μ: Efecto de la media general.

T_i: Efecto de los tratamientos.

B_j: Efecto del bloque.

E_{ij}: Efecto del error experimental.

2.5 DESIGNACIÓN DE BLOQUES

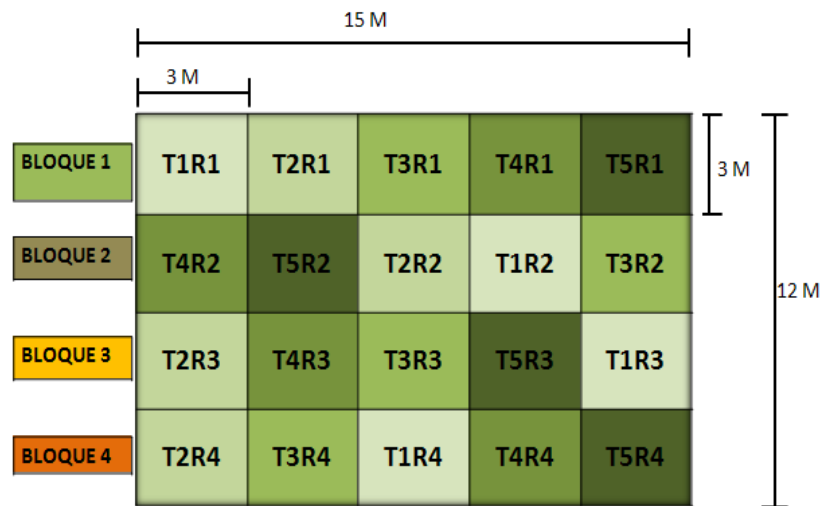
La designación de bloques se dispuso de forma que quedara a favor de la pendiente de 1 a 4, y en cada bloque se distribuyeron y enumeraron los tratamientos al azar. Para eliminar el efecto de bordes, se dejó un metro alrededor del área experimental (Figura 4).

2.6 VARIABLES EVALUADAS

Para la evaluación de las diferentes variables que se encontraron en campo, se empleó la metodología de Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales (Toledo, 1982). Se

utilizó un formato (Anexo A) para recopilar la información en campo, las variables que se evaluaron fueron:

Figura 4. Diagrama de campo



2.6.1 Vigor. Expresado por el estado de la planta, color, crecimiento y sanidad en una escala de 1 a 5, siendo 1 el peor y 5 el mejor. El patrón de comparación fue todo el ensayo (Toledo, 1982).

2.6.2 Altura de plantas. Medida como la distancia desde el piso hasta la parte más alta de las plantas en su estado natural, medida en centímetros (Toledo, 1982), se tomó la altura promedio de tres plantas por parcela.

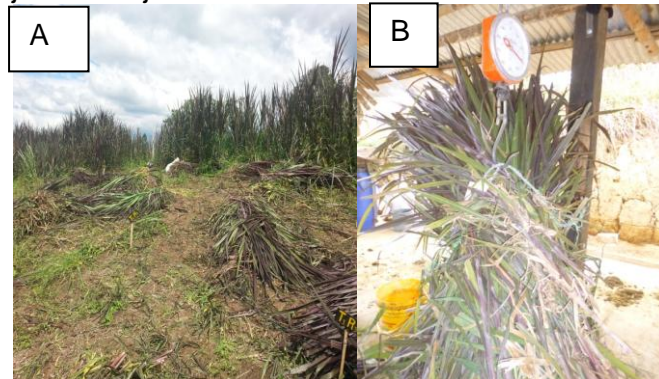
Figura 5. Medida de la altura del *Pennisetum purpureum* Schumach



2.6.3 Cobertura. Se observó la cantidad de forraje en cada parcela y se calificó en porcentaje (100%).

2.6.4 Producción de forraje verde. Para esta evaluación se registró el peso de una muestra por metro cuadrado, mediante el método gravimétrico se registró la producción de forraje verde.

Figura 6. Cálculo de producción de forraje verde. A) Corte de *Pennisetum purpureum* Schumach; B) Pesaje de forraje verde



2.6.5 Producción de materia seca. Para la obtención de la MS, se recogió de cada parcela una submuestra de forraje verde por cada tratamiento, de aproximadamente 200 gr previamente picada y luego empacada en una bolsa de papel, esta fue puesta en un horno de ventilación controlada a 70°C por 72 horas (3 días) y luego se pesó, para por diferencias de pesos obtener el porcentaje de materia seca de la muestra.

Figura 7. *Pennisetum purpureum* Schumach para materia seca. A) Recolección de forraje verde; B) Submuestras en el horno de ventilación; C) Pesaje de submuestra para la obtención de MS



2.6.6 Presencia de plagas. Para la evaluación la incidencia y severidad causada por insectos comedores de follaje, la evaluación del daño se hizo en una escala de 1 a 4, así: (Toledo, 1982).

- 1 Presencia de algunos insectos: la parcela no presenta área foliares consumidas.
- 2 Daño leve: se observa en la parcela de 1 a 10% del follaje consumido.
- 3 Daño moderado: el consumo del follaje en la parcela es del 11 al 20 %.
- 4 Ataque grave: más del 20 % del follaje de la parcela ha sido consumido por el insecto.

Figura 8. Plagas. A) Insectos comedores de follaje; B) Follaje afectado



2.6.7 Presencia de enfermedades. Se procedió a recorrer las parcelas, se consideran plantas afectadas las que presenten síntomas de enfermedades y se califican de 1 a 4 así: (Toledo, 1982).

- 1 Presencia de la enfermedad: 5%de plantas afectadas.
- 2 Daño leve: 5-20 % de plantas afectadas.
- 3 Daño moderado: 20-40 % de plantas afectadas.
- 4 Daño severo o grave: más de 40 % de plantas afectadas.

2.6.8 Calidad Nutricional. Para la caracterización nutricional se tomaron muestras de forraje verde previamente picadas, de 1 Kg en el segundo corte de cada parcela (una por tratamiento), las cuales se enviaron al laboratorio de análisis de calidad de alimentos del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, se evaluó su contenido de Proteína cruda (PC), digestibilidad “*in vitro*” de la materia seca (DIVMS). Fibra en detergente neutro (FDN) y Fibra en detergente ácido (FDA) (Figura 9).

2.6.9 Curva de crecimiento. Se realizaron evaluaciones cada 7 días, donde los parámetros evaluados fueron: altura de las plantas, producción de biomasa fresca total y contenido de materia seca.

Las mediciones de la altura del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach), se realizaron desde el corte de estandarización hasta los 90 días de edad y a partir de ese momento se midieron de forma semanal hasta llegar a los 90 días.

Figura 9. Toma de muestras para el laboratorio. A) Recolección de submuestras para bromatológico; B) Submuestra en el refrigerador



2.7 CORTE DE UNIFORMIDAD

El corte se realizó a ras del suelo igual al manejo que se le daba anteriormente en la finca con el propósito de de homogenizar el ensayo (Toledo, 1982).

Figura 10. Corte de estandarización del *Pennisetum purpureum* Schumach



2.8 COSECHA

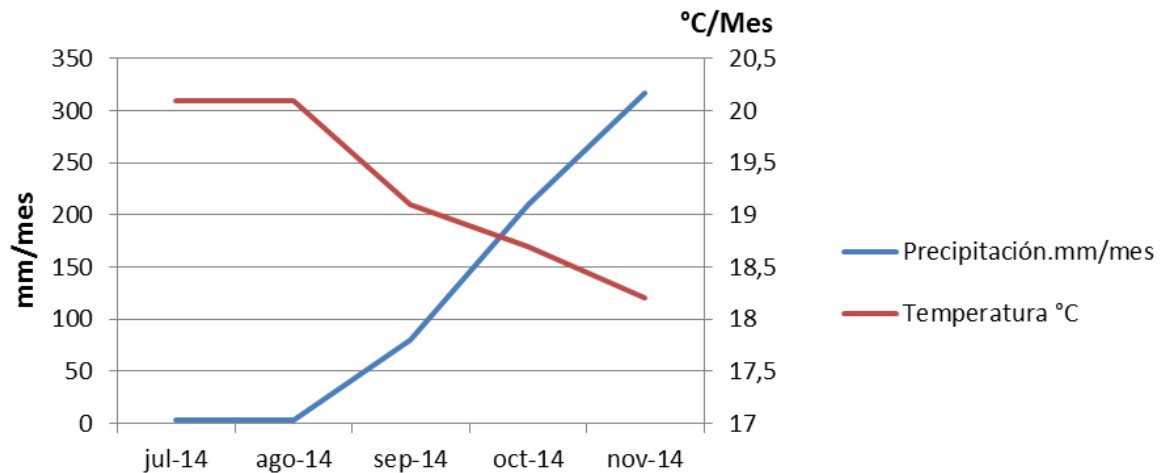
Se realizaron tres cortes (uno de uniformidad y dos de evaluación) por cada tratamiento.

3. RESULTADOS

3.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

La investigación se vio influenciada por el comportamiento ambiental propio de la meseta de Popayán; donde las precipitaciones fueron bajas durante los meses de Julio y Agosto con lluvias entre 3 - 6 mm/mes y con precipitaciones extremas entre 210,22 – 316,85 mm/mes correspondientes a los meses de Octubre y Noviembre del año 2014 (Estación meteorológica Universidad del Cauca Facultad de Ingeniería Civil, 2014).

Figura 11. Comportamiento de la precipitación y temperatura en el periodo de estudio de la investigación



Fuente: Estación meteorológica Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, 2014.

Durante la investigación se presentaron temperaturas de 18,2 – 20,1 °C. (Estación meteorológica Universidad del Cauca facultad de Ingeniería Civil, 2014)

Según los resultados obtenidos con el análisis de suelo, se cuenta con un pH de 6,05, con una capacidad de intercambio catiónico de 38,95 cmol/Kg, su textura es franca y tiene un contenido de materia orgánica de 133,25g/Kg.

3.2 ANÁLISIS DE VARIABLES

Los resultados del análisis de varianza no arrojaron diferencias estadísticas ($P=0,05$) para ninguna de las variables evaluadas respecto al efecto de bloques, por lo tanto es factible afirmar que las condiciones de suelo y la pendiente no afectaron el desempeño productivo del pasto durante la fase evaluada.

3.2.1 Producción de forraje verde en materia seca. Ver tabla 2.

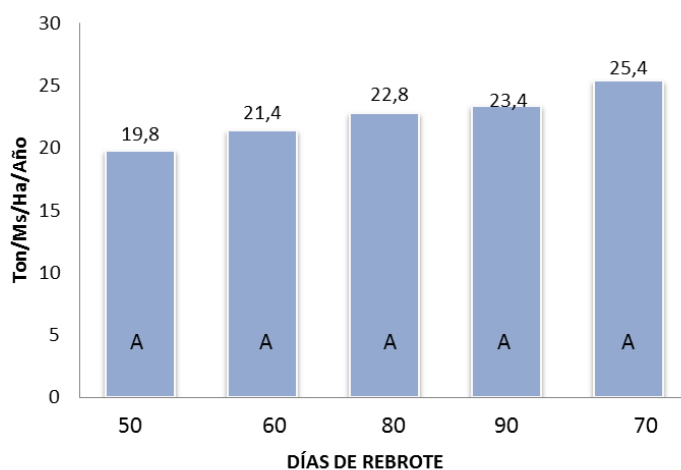
Tabla 2. Producción promedio de elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en dos épocas de corte y 5 edades de rebrote Ton/Ms/Ha/Año

Tratamiento	Época seca	Época lluvias	Promedio total
50 días	22,0	17,7	19,8
60 días	21,2	21,7	21,4
70 días	23,5	27,4	25,5
80 días	21,9	23,7	22,8
90 días	20,1	26,6	23,3

Para la información, se realizó análisis de varianza, tanto para el efecto de bloques, como el de la época de corte y los tratamientos evaluados, en la tabla 2 se presenta el promedio en Ton/Ms/Ha/Año por tratamiento y por época.

Entre los diferentes tratamientos (50, 60,70,80 y 90 días de corte) durante la fase de estudio (época seca con riego y época de lluvias) no hubo diferencias estadísticas ($p=0.05$) para la producción de materia seca (ton/Ha/año), no obstante se puede apreciar que a los 70 días, la producción fue mayor , alcanzando 25,4 ton/Ms/ha/año, 2.1, 2.6, 4 y 5.6 toneladas más que el corte a los 90, 80, 60 y 50 días respectivamente (Figura 12).

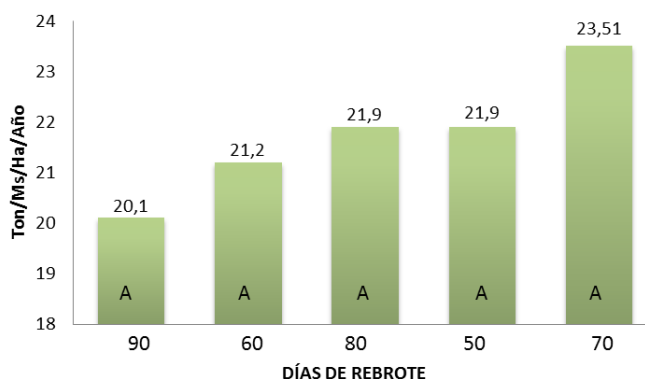
Figura 12. Producción de forraje de *Pennisetum purpureum* Schumach (Ton/Ms/Ha/Año) por tratamientos



Respecto a las épocas de corte, la producción general de *Pennisetum purpureum* Schumach, no presento diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre la época seca con riego y la época de lluvias, no obstante en lluvias se alcanzó una producción media de 23 ton/Ms/ha/año, 1,7 toneladas más que cuando la fuente de agua fue solo riego 4 horas una vez por semana.

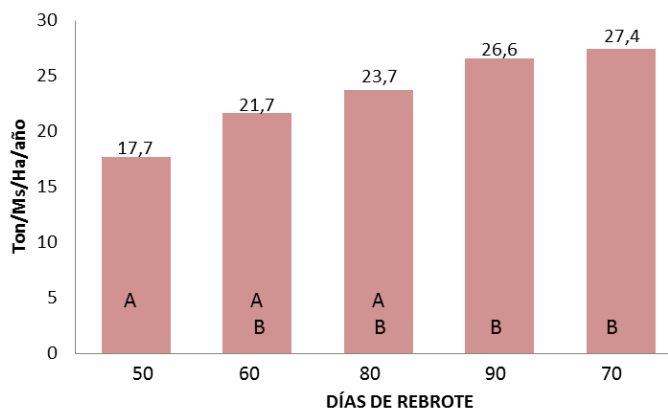
Para la producción de forraje verde en materia seca en la época de baja precipitación, no existieron diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre los tratamientos, se puede apreciar como a los 70 días de corte (Anexo i), se observó la mayor producción (23,5 ton/Ms/ha/año) y a los 90 días se expresó la menor producción 20,1 ton/Ms/ha/año(Figura 13).

Figura 13. Producción de forraje de *Pennisetum purpureum* Schumach (Ton/Ms/Ha/Año) en época de baja precipitación



En la época de lluvias, aunque tampoco se presentaron diferencias estadísticas ($p=0.05$), al realizar una prueba de rangos múltiples de Duncan se observaron dos agrupamientos, el primero conformado por los cortes a los 50, 60 y 80 días y el segundo con los cortes a los 60, 80, 90 y 70 días. La mayor producción se alcanzó a los 70 días con 27,4 ton/Ms/ha/año), mientras que a los 90, 80, 60 y 50 días se alcanzaron producciones de (26.6, 23.7, 21.7 y 17.7 ton/Ms/ha/año respectivamente) (Figura 14)

Figura 14. Producción de forraje de *Pennisetum purpureum* Schumach (Ton/Ms/Ha/Año) en época de lluvias



3.2.2 Vigor. Durante las evaluaciones se encontraron diferencias estadísticas ($p=0.05$) respecto al vigor, por lo que se realizó una prueba de rangos múltiples de Duncan, la

cualmostró 2 grupos, lo que indica que entre el tratamiento a los 50 y los tratamientos 70, 80 y 90 días de corte hay diferencias, se apreció que el tratamiento que mayor vigor tuvo fue a los 90 días de corte con un valor de 4,60, y el menor vigor fue a los 50 días con un valor de 3,63.

En la evaluación de las épocas de corte no se observaron diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre la época seca con riego y la época de lluvias, sin embargo en época de lluvia se presentó un vigor de 4,26 el cual superaba la época seca con riego que tuvo un vigor de 4, 20.

Respecto a los tratamientos en la época de baja precipitación, no existieron diferencias estadísticas ($p=0.05$), pero se puede apreciar a los 90 días de corte se obtuvo el mayor vigor con una media de 4,50 y a los 50 y 60 días se evidenció el menor vigor con una media de 4.

En época de lluvias se presentaron diferencias estadísticas ($p=0.05$) y se realizó una prueba de rangos múltiples de Duncan en el cual se observaron dos agrupamientos, el primero conformado por T1 y el segundo con los tratamientos 2,3,4 y 5, en donde la mayor producción se alcanzó a los 90 días con un valor de 5, siendo el de menor valor el T1 con 3,50 (Anexo j).

3.2.3 Altura. En el análisis se observó que durante todo el ensayo, entre los tratamientos se presentaron diferencias estadísticas ($p=0.05$) para la variable altura, por lo que se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan en el que se evidencian 4 grupos de los cuales se afirma que no hay una diferencia en la altura cuando pasaban 10 días entre los cortes pero si se evidenció cuando la diferencia entre cortes fue de 20 días, observando como es lógico, que a los 90 días alcanza la mayor altura con 2,19m y los 50 días la menor altura con 1,50m (Anexo F).

En relación a las épocas de corte en el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas ($p=0.05$) en donde el comportamiento en época de lluvia fue mejor que la época seca con riego, alcanzando una altura promedio de 2,04 m superando la época seca con un promedio de 1,63m respectivamente de lluvia y riego.

En la época de baja precipitación, se observaron diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre los tratamientos, por consiguiente se realizaron las pruebas de rangos múltiples de Duncan, en el cual se aprecian 4 subconjuntos en donde el T5 es superior con un valor de 2,07m, respecto a T1, T2, T3 y T4 (Anexo i). En época de lluvia no se encontraron diferencias estadísticas ($p= 0.05$) entre los tratamientos.

3.2.4 Cobertura. En cuanto a los tratamientos no hubo diferencias estadísticas ($p=0.05$) para la variable cobertura.

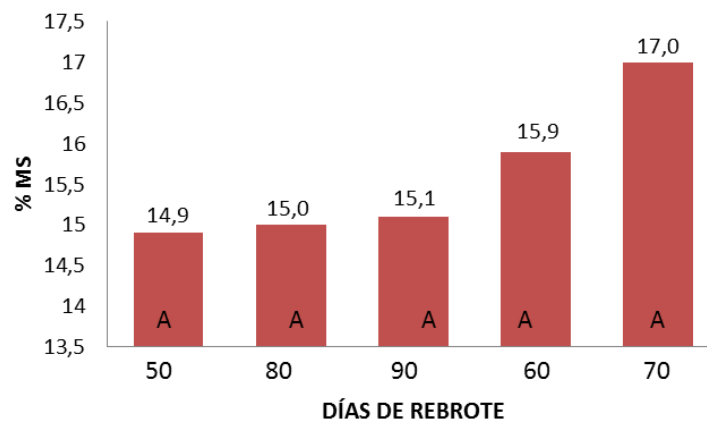
En cuanto a la época, la variable cobertura en *Pennisetum purpureum* Schumach, si se presentaron diferencias estadísticas ($p=0,05$) entre época con riego y época de lluvias, en época de lluvias se logró una cobertura media del 83%, siendo 12% mayor que en época seca.

No se presentaron diferencias estadísticas ($p=0,05$) entre los tratamientos (Anexo i), se observó que en el corte a los 60 días se logró el mayor porcentaje de cobertura (75%) y a los 50 días el menor con un (65%)

En época de lluvias se presentaron diferencias estadísticas ($p=0,05$) en la cobertura, por lo tanto, se realizó la prueba de Duncan, donde se apreciaron 3 subconjuntos conformados así: el primero 50, segundo 80, 60 y 90 días, finalmente el tercero 60, 90 y 70 días, el mejor porcentaje de cobertura se alcanzó a los 70 días con un 90% mientras que la menor fue a los 50 días con un 72%

3.2.5 Materia Seca. En cuanto a los tratamientos, no hubo diferencias estadísticas ($p=0,05$) para MS, sin embargo se observó que el mayor contenido en porcentaje de materia seca (MS) es a los 70 días (17,0%) y a los 60, 90, y 80 días se presentó un contenido de MS de 15,9, 15,1 y 15,0% respectivamente (Figura 15).

Figura 15. Contenido de Materia Seca en porcentaje del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en los diferentes tratamientos

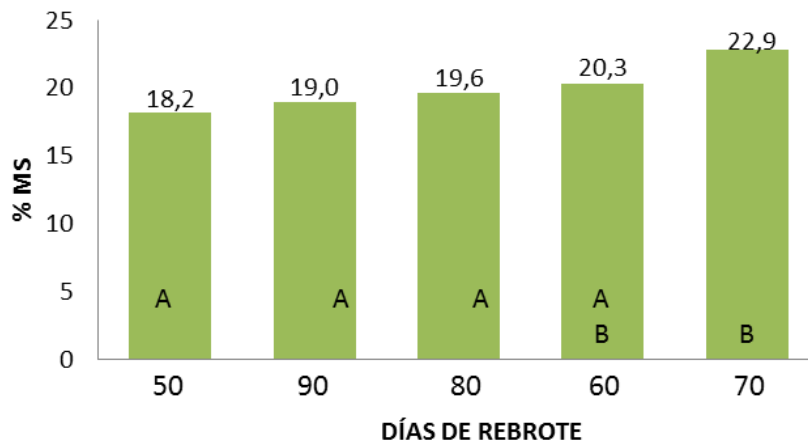


Respecto a las épocas de corte, en la MS en *Pennisetum purpureum* Schumach, presentaron diferencias estadísticas ($p=0,05$) entre la época seca y la época de lluvias, en época seca se obtuvo un 20% y en lluvias se alcanzó un 11,24%

En la época de baja precipitación se encontraron diferencias estadísticas ($p=0,05$) entre los tratamientos (Anexo i) al realizar la prueba Duncan se observan dos subconjuntos el primero conformado por los cortes a los 50, 90, 80 y 60 días y el segundo por los cortes a

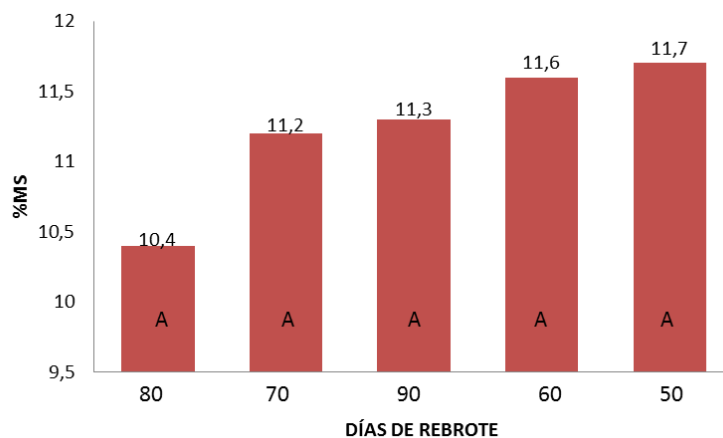
los 60 y 70 días. el mayor porcentaje de MS se alcanzó a los 70 días con 22,9 %, mientras que a los 60,80, 90 y 50 días se lograron porcentajes de 20.3, 19.6 , 19 y 18.2 respectivamente (Figura 16).

Figura 16. Porcentaje de M.S en pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en época de baja precipitación para los diferentes tratamientos



En tanto en época de lluvias no se encontraron diferencias estadísticas ($p=0,05$) entre los tratamientos, se puede apreciar que el mayor porcentaje de MS fué en el corte a los 50 días con 11.7% y el menor a los 80 días con un 10.4% (Figura 17).

Figura 17. Porcentaje de M.S en pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en época de lluvias para los diferentes tratamientos



3.2.6 Presencia de plagas y enfermedades. La incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de *Pennisetum purpureum* Schumach fue uno para cada caso según la metodología propuesta (Toledo 1982), se observaron algunas plagas como masticadores

los cuales no causaron daños significativos a la plantay no fue un factor de influencia en la toma de datos durante el desarrollo de la investigación.Las posibles plagas que pueden afectar al *Pennisetum purpureum*Schumaches el gusano falso medidor y la mosca pinta o salivazo, por lo que es necesario vigilar el desarrollo de la planta durante la época de lluvias.

3.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Para la caracterización nutricional de *Pennisetum purpureum*Schumacha diferentes edades de rebrote, se realizaron análisis bromatológicos de las muestras de los diferentes tratamientos en el laboratorio de calidad de forrajes del CIAT de la ciudad de Palmiradepartamento del valle del cauca (Anexo C). Las muestras enviadas al laboratorio arrojaron los siguientes resultados (Tabla 3).

Tabla 3. Composición nutricional del *Pennisetum purpureum*Schumach a diferentes edades de rebrote

Ítem	Edad de rebrote				
	50 Días	60 Días	70 Días	80 Días	90 Días
Proteína Cruda %	9,12	8,75	8	8,4	7,24
Minerales %	16,23	14,77	15,48	14,72	14,85
Fibra Detergente Neutra %	58,67	57,79	60,64	59,34	62,8
Fibra Detergente Ácida %	39,25	41,71	42,95	44,34	44,87
DIVMS %	62,22	63,11	60,68	63,51	60,1

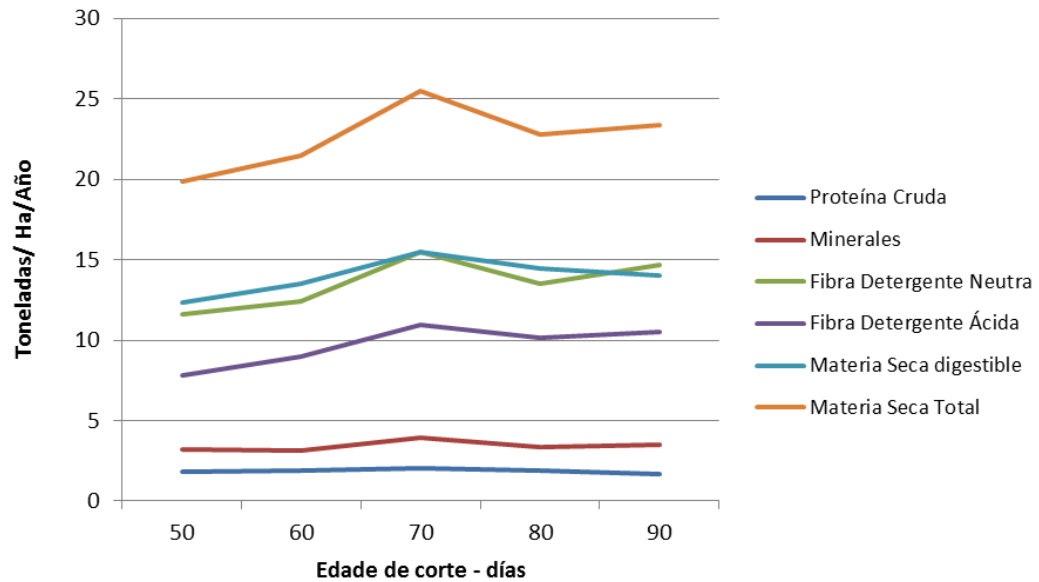
DIVMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

Como se aprecia en la tabla 3, no existen variaciones grandes en la composición nutricional a las diferentes edades de rebrote, siendo en general más nutritivo el forraje a los 50 días de rebrote menos nutritivo a los 90 días de rebrote; al calcular la producción de nutrientes por Ha/año, combinando los resultados del laboratorio con la producción de forraje verde en materia seca obtenida en promedio por tratamiento al año(Tabla 4 y figura 18), se puede apreciar que a los 70 días la producción total de proteína cruda por unidad de área es ligeramente mayor, alcanzando 0,12 y 0,16 ton de PC más por hectárea que a los 80 y 60 días respectivamente 0,22 m ton más que a los 50 y 0,35 ton más que a los 90 días de corte.

Tabla 4. Producción de nutrientes de *Pennisetum purpureum* Schumach a diferentes edades de rebrote (ton/ha/año)

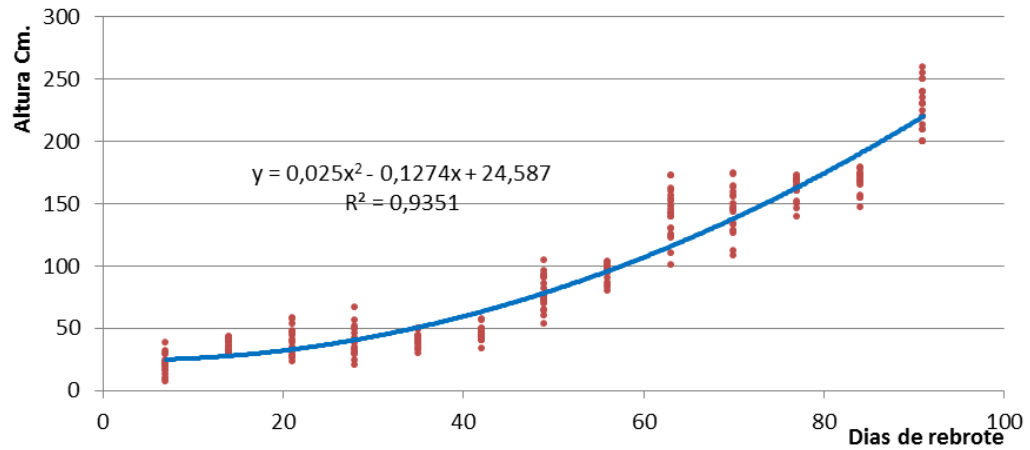
Ítem	Edad de rebrote				
	50 Días	60 Días	70 Días	80 Días	90 Días
Proteína Cruda	1,81	1,88	2,04	1,92	1,69
Minerales	3,22	3,17	3,94	3,36	3,47
Fibra Detergente Neutra	11,64	12,39	15,45	13,54	14,66
Fibra Detergente Ácida	7,79	8,94	10,94	10,12	10,48
Materia seca digerible	12,35	13,53	15,46	14,49	14,03

Figura 18. Producción de forraje y nutrientes del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferentes edades de corte



3.4 CURVA DE CRECIMIENTO DEL PASTO ELEFANTE MORADO (*Pennisetum purpureum* Schumach)

Figura 19. Curva de crecimiento de *Pennisetum purpureum* Schumach hasta los 90 días



En la figura 19 se muestra la curva de crecimiento para *Pennisetum purpureum* Schumach, la cual obedece a una curva polinómica ($R^2 = 0,9351$). Este modelo presentó los mejores resultados y mostró los mayores valores de R^2 y elevada significación del modelo completo ($P < 0.001$) y sus parámetros ($P < 0.05$, $P < 0.001$). Por ello, se consideró que es el de mejor bondad de ajuste, teniendo en cuenta su forma sigmoideal, que guarda una relación lógica con el crecimiento de las plantas.

En la anterior figura, se observa el crecimiento del forraje desde el corte de estandarización hasta los 90 días, el eje (Y) pertenece a la altura del pasto en centímetros y el eje (X) a los días de rebrote. El 93% de la variación presentada corresponde a la forma de obtención de las variables, lo que hace confiable la curva aquí presentada. Su comportamiento se caracterizó por un rápido crecimiento desde las primeras edades aunque fue muy homogéneo y constante hasta los 42 días de edad del forraje con resultados desde 20,6 cm hasta 45,6 cm y tiene una fase de crecimiento rápida después de los 42 días llegando a los 90 días con una altura de 227,9 cm.

3.5 DISCUSIÓN

Según Rodríguez (1983) en condiciones óptimas de suelo, humedad y fertilidad, algunas variedades sobrepasan las 300 toneladas de forraje verde por año, sin embargo, lo más frecuente es esperar rendimiento que fluctúen entre 180 y 200 ton/ha/año de materia verde; Montero (2006) afirma que el pasto elefante es un gran productor de forraje y se ha comprobado que un metro cuadrado de pasto elefante produce más de seis (6) kilogramos (kg.) de forraje verde por corte, cada 36 días, en suelos fértiles, clima y humedad apropiada; es decir que, bajo fertilización, clima y riego adecuado, el elefante puede producir más de 60 ton de forraje verde por hectárea, a intervalos de 5 a 6 semanas durante todo el año.

En el presente trabajo se puede apreciar como al avanzar la edad de rebrote para el corte hay mayor producción de forraje pero a la vez no compensa cuando se trata de evaluar la producción en un periodo de tiempo dado, ejemplo al año de producción, aunque a los 90 días se dé más forraje, el número de cortes al año es menor, no se compensa la disminución de los cortes con la mayor producción. Por esta razón se puede afirmar que los cortes a 70 días no solo incrementaron la producción anual de forrajes si no que la composición nutricional del pasto a esta edad de corte es superior.

En este estudio, la producción de materia seca (MS) fue muy similar en la evaluación por bloques, época seca con riego, época de lluvia y entre épocas, donde se observó que la mayor producción se logró a los 70 días con un valor de 25,5 ton/Ms/Ha/año equivalente a un 17% y una PC del 8%, siendo el de menor producción el tratamiento a los 50 días de corte con una producción de 19,8 ton/Ms/Ha/año, obteniendo una diferencia de 5,6 ton/Ms/Ha/año y una PC del 9,12%.

Según Rodríguez (1983) afirma que el valor nutritivo del pasto varía con la época de corte y la edad, los contenidos de proteína, calcio y fósforo disminuyen con el incremento de la edad, mientras aumenta la materia seca y los niveles de fibra; el realizo un análisis en 3 edades de cosecha: a los 60, 75 y 90 días, en donde se encontraron valores en la materia seca de 13,03%, 13,79%, y 14,43% respectivamente, y un porcentaje de proteína de 9,56%, 8,7%, 8,42% respectivamente, los datos obtenidos en la investigación superan lo dicho por el autor. Sin embargo Peters et al., (2011) afirma que la producción promedio del elefante morado es de 40 a 50 ton de ms/ha/año, proteína de 7 a 10 %, digestibilidad de

50- 60 %. Para la investigación se evidencio una digestibilidad *in vitro* de materia seca de 60% a los 70 días.

Según Salinas (2011), con referencia a la irrigación, la misma no llega a influir en gran medida sobre el rendimiento, pues no llega a corregir la estacionalidad de la producción (verano-invierno). Así, con irrigación se puede obtener un rendimiento de 24 toneladas de materia seca por hectárea por año, evidenciándose de esta forma que la respuesta está entre 20 a 25% a más, si esto comparamos con el costo que representa la irrigación, la misma resulta antieconómica en este caso.

Gonzales (2011) señala que las gramíneas forrajeras tropicales, inician su crecimiento con un alto valor de PB, un rendimiento bajo de MS, y un contenido de Lignina bajo, sin embargo a medida que el pasto madura, podemos observar que los rendimientos de materia verde y rendimientos de materia seca y demás componentes de la pared celular (FND, FAD y LAD) se incrementan, mientras que los de PB disminuyen; comportamiento similar aunque muy inferiores fueron reportados por Cáceres y Santana (1988) con reducciones de 46% en el contenido de proteína a medida que el pasto Elefante alcanza los 70 días de edad. Este comportamiento está relacionado a su rápido crecimiento, maduración y en nuestras condiciones tropicales, posiblemente a la época del año, lo cual sin duda, afecta la calidad nutricional de los pastos.

En cuanto a la fibra detergente acida (FDA) se evidencia que entre mayor sea la edad del pasto, esta irá incrementando como lo muestran los resultados en donde el corte a los 50 días de edad equivale al 39,25% siendo el más bajo, y a los 90 días el más alto con 44,87%.

la composición química que presentó el pasto, concentraciones promedios de proteína de 16 % y en fibras (FND, FAD y LAD) de 53,4; 36,1 y 4,38 %; valores muy por encima del alcanzado por Cáceres y Santana (1988), Brow et al. (1988), FAO (1982) y Santana et al. (1985), en pastos tropicales y por Núñez et al. (2004) para maíz forrajero, donde registraron valores en proteína de 6,38, 3,69, 6,10 y 8,5 % y valores en fibra de 28,6 y 40 %, respectivamente e inferiores a los reportados por Rosthoj y Branda (2001) para dicho cultivar (Gonzales, et, al. 2011).

Según el NRC (2001) citado por Sánchez (2001) los requerimientos de fibra detergente neutro de las vacas con niveles de producción de 25 a 54 kg de leche por día son de 25 a 35% de la materia seca, donde los forrajes deben de proveer entre 19 y 15% de fibra detergente neutro. Las necesidades de fibra detergente ácida son de 17 a 21%, para esos mismos niveles de producción. Si estimamos una buena disponibilidad y consumo de forrajes, todos estos pastos, más los alimentos balanceados para ganado lechero de uso común en nuestros países (con aproximadamente 20% de fibra detergente neutro), pueden satisfacer las necesidades de los diferentes tipos de fibra que requieren nuestras vacas en producción para mantener un rumen saludable.

Con relación a la curva de crecimiento de *Pennisetum purpureum* Schumacherse determinó que la mayor altura se alcanzó a los 90 días de edad en época de lluvia, con un promedio de 2,04 m; los datos obtenidos estuvieron en los rangos señalados por Patiño (2006), quien menciona que el pasto elefante morado es una especie perenne de porte alto, crece en macollos, los tallos presentan una altura que varía de 2-3 m, según Rodríguez et al., (1983) afirma que la altura varía durante el período de invierno de 1,67 metros a los 60 días después del corte, y en plantaciones más viejas se han encontrado alturas superiores a los 4,5 metros. Comparando con la presente investigación, en época de lluvia a los 60 días alcanza una altura de 1,80m, según Rojas (2009) menciona que su madurez de cosecha o edad a la que alcanza su floración, fructificación o semillamiento se da dependiendo la región y época del año entre el día 50 y 70 después de la cosecha anterior, momento en el que produce su inflorescencia, la cual no se evidenció al momento del último corte de los 90 días en esta investigación, afirmando La edad de corte apropiada para obtener un forraje tierno y de buena calidad es de 7 a 9 semanas cuando la planta alcanza una altura entre 145 y 165 cm.

Según Crespo, 1986; 1999 citado por Fernández et al., (2007) el crecimiento y el rendimiento potencial de los pastos está regulado por la vía metabólica utilizada para llevar a cabo la fotosíntesis y su relación con la respiración. Esto hace que la productividad de los pastizales dependa de la eficiencia de conversión del CO₂ atmosférico, de los nutrientes, de la humedad del suelo y de la energía solar. Señala que, bajo condiciones ambientales no limitantes, el crecimiento de las gramíneas, es expresado a través del aumento de peso o altura, que describe una curva sigmoidea, en la cual se distinguen tres fases o estados biológicos, como resultado de las diferentes velocidades en que se desarrolla el proceso de crecimiento. Al respecto, con el presente trabajo, el crecimiento del pasto Elefante morado hasta los 90 días de rebrote corresponde a una curva polinómica, en donde se aprecia una relación directa ($R^2 = 0,93$) entre la altura y la edad de rebrote.

El pasto muestra que obtuvo una fase de crecimiento rápida después de los 42 días llegando a los 90 días con una altura de 227,9 cm. Herrera, Ruíz y Martínez (1993) señalan que el tiempo en que se alcanza el punto de máximo de rendimiento difiere entre las especies de gramíneas, aunque generalmente es 5-8 semanas en las gramíneas y de 18-22 semanas en las de porte alto como en los *Pennisetum* (Fernández et al., 2007).

Siendo esta una especie con una alta producción por unidad de área, esta investigación refleja un aumento en la capacidad de carga, de 4,99 UGG (unidad gran ganado) a los 70 días de edad de corte. Chamorro (1992) citado por Arias (2007) afirma que el *P. purpureum* que es una especie de elevado potencial de producción de materia seca, alta palatabilidad y calidad nutritiva, que en pastoreo puede soportar una capacidad de carga de 5 UGG.

El análisis de calidad nutricional mostró un nivel promedio de proteína cruda de 11,14% con un valor máximo de 13,8% de pc para la época de lluvia, y una DIVMS de 70,30%; los

estudios en pastoreo han demostrado que constituyen una reserva alimenticia adecuada y estable para la producción animal con énfasis en épocas de mínima precipitación.

4. CONCLUSIONES

La producción de forraje verde de *Pennisetum purpureum* Schumach fue superior a los 70 días de corte, tanto en época de lluvia como en época seca, alcanzando en promedio 25,5 ton/Ms/ha/año.

En cuanto a la proteína cruda, aumento progresivamente hasta los 80 días(8,4%)disminuyendo notablemente a los 90 días (7,24%) correspondiendo con la baja de proteína en el follaje al inicio de la floración (80 – 90 días).

El crecimiento del pasto Elefante morado hasta los 90 días de rebrote corresponde a una curva polinómica , en donde se aprecia una relación directa ($R^2=0,93$)entre la altura y la edad de rebrote.

Teniendo en cuenta la calidad nutricional, la frecuencia de corte y la producción anual en MS del pasto Elefante morado *Pennisetum purpureum* , el punto óptimo de corte entre los 5 tratamientos evaluados es a los 70 días , pues en este momento del cultivo , se alcanza la mayor producción de forraje verdecon una producción de 25,4ton/Ms/Ha/Año , una proteína del 8 %.y de nutrientes por unidad de área.

5. RECOMENDACIONES

Evaluar la composición nutricional y la producción de forraje en materia seca del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en rangos de tiempo comprendidos entre 60 y 70 días para obtener mayor precisión en la determinación de la época de corte.

Ampliar la investigación en torno al manejo de gramíneas para corte en el sistema ganadero.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS AYALA, L. Caracterización nutricional de dos arreglos silvopastoriles de *pennisetum purpureum* o *panicum maximum* asociadas con *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* con novillas en pastoreo en el Alto Magdalena. Universidad de la Salle, Facultad de zootecnia. Bogotá: 2007.

AGNUSDEI, M.G., COLABELLI, M.R. y FERNÁNDEZ GRECCO, R.C. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sudeste bonaerense. 2001. Disponible en internet en: <http://vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/LecRecom/Boletin%20152.pdf>

BARRERA, J.; SUÁREZ, D. y MELGAREJO, L.M. Análisis de crecimiento en plantas. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia. 2004, pág. 25-37. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/5/04_Cap02.pdf.

BURBANO, E. y TRÓCHEZ, L. Respuesta a diferentes edades de rebrote de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Trabajo de grado (Ingeniería Agropecuaria), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. Popayán, Colombia: 2010. 28-63p.

CÁCERES, C. y H. SANTANA. Influencia de la edad de cosecha sobre valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos de tres gramíneas forrajeras. 1988. En: Pastos y Forrajes. Vol. 11, pág. 183-189.

CARDONA, D y LEÓN, O. establecimiento de tres gramíneas forrajeras de corte en el peniplano de Popayán. 2015

CONFECAMPO. Análisis del mercado de la leche en Colombia. 2008. Tomado de: www.confecampo.com/COOAGROCAMPO--LECHE.ppt

CORPOICA. La visión de CORPOICA para el mejoramiento del hato bovino nacional. 2006. Tomado de: <http://www.asodoble.com/doc/mejoramiento-ganaderia-corpoica.pdf>

CETAPAR/JICA, C. Pasto elefante. 2001 [citado en 20 de abril de 2014]. Disponible en internet <http://www.cetapar.com.py/uploads/elefante.pdf>.

DÁVILA, C. y URBANO, D. Producción de leche según el tipo de leguminosa arbórea asociada y el nivel de concentrado, en el trópico húmedo. BIOTAM. Nueva Serie. Edición Especial Tomo I, 2005, pp. 677-680.

DAWSON, S y HATCH, T. Morfología y taxonomía de las gramíneas, 4ª ed. Buenos Aires-Argentina: 1980. Edit. Limusa. pp 90,117.

Estación meteorológica Universidad del Cauca Facultad de Ingeniería Civil. Popayán, Colombia:2014.

FEDEGAN. Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. Bogotá: 2006. Disponible en internet en:http://portal.fedegan.org.co/Documentos/pega_2019.pdf

FERNÁNDEZ, E., et al. Avances en la producción y sostenibilidad de los pastos y forrajes para la producción de leche en el trópico. 2007. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos43/pastos-y-forrajes/pastos-y-forrajes2.shtml#ixzz3Wlnr2w5n>

GAMARRA, J. Pobreza rural y transferencia de tecnología en la Costa Caribe. 2007. Disponible en internet en: <http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/documentos/DTSER-89.pdf>

GONZÁLEZ, I. et al. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela. 2011. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2901/pdf/2901_gonzalez_i.pdf

HOLMANN, F., RIVAS, L., CARULLA, J., RIVERA, B., GIRALDO, L., GUZMÁN, S., MARTÍNEZ, M., MEDINA, A., FARROW, A. Producción de leche y su relación con los mercados. Caso colombiano. Seminario de pastos y Forrajes (10: CIAT, Cali, Colombia) Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2006.

IGAC INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento del Cauca. Bogotá: 2009. ISBN 978-958-8323-31-2.

KHOURY, C. Pasto para corte alternativa mundial para mantenimiento de rumiantes. El pasto para corte como método de consumo directo y ensilaje por sacos como alternativa mundial para el mantenimiento y engorde de rumiantes. 2009. Disponible en internet <https://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/industria-lechera/foros/pasto-corte-alternativa-mundial-t18070/472-p0.htm#post188743> .

LÓPEZ, I. y ENRIQUEZ, J. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur – Sureste de México Trópico Húmedo. 2011 Paquete Tecnológico Zacate Pennisetum purpureum Establecimiento y producción.

MONTERO, R. Como sostener 30 animales por hectárea. 2006. [Citado en 8, septiembre, 2006]. Disponible en internet en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/como-sostener-animales-hectarea-t923/124-p0.htm>.

MÁRMOL, J. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. 2006.

MAHECHA, L.; GALLEGU, L. y PELAÉZ, F. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Universidad de Antioquia. Medellín: 2002.

NRC. Pared celular y carbohidratos no fibrosos en los pastos tropicales. Satisfaciendo las necesidades de fibra del Ganado Lechero. Centro de Investigación en Nutrición Animal Universidad de Costa Rica. Costa Rica: 2001. Disponible en internet en: <http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/pccnfpt.htm>

OLIVARES, A. La morfología de especies forrajeras como base del manejo de pastizales. 2008. [Citado en noviembre de 2009]. Disponible en internet en: http://agronomia.uchile.cl/extension/circular_extensio_panimal/CIRCULAR%20DE%20EXTENSION/N_34/Circular%20Extensi%F3n%20n%B0%2034/La%20morfologia%20de%20las%20especies%20forrajeras%20como%20base%20del%20ma.pdf

PATIÑO, A. Caracterización de producción de forrajes tropicales para alimentación de conejos. Universidad de Quindío, Facultad de Ciencias Agroindustriales, Tecnología Agropecuaria. Quimbaya-Quindío: 2006. 26 pp.

PETERS, M.; FRANCO, L.; SCHIMIDT, A. e HINCAPIE, B. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano. CIAT. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán, Colombia: 2011.

PÉREZ, D. Apoyo técnico al manejo y establecimiento de un sistema silvopastoril en fincas de pequeños productores de las veredas San Isidro y San Juan con visión de sostenibilidad ambiental en el municipio de Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Popayán, Colombia: 2013.

RAMÍREZ, H. Pastos forrajes y manejo de praderas. Definición de materia seca en forrajes. México: 2011. Disponible en internet en: <http://pastosypraderasuis.blogspot.com/2011/10/definicion-de-materia-seca-en-forrajes.html>

RODRÍGUEZ, S. Pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*, Schumacher), originario de África .FONAIAP. 1983 [Citado 13, abril, 2014]. Disponible en <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd12/texto/pasto%20elefante.htm>

RODRÍGUEZ, A., et al. Dinámica de crecimiento de pasturas con manejo rotacional en diferente topografía en un sistema de producción de carne vacuna en Córdoba, Colombia: 2011. Citado por: PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA C.G. y DA SILVA, S. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de brachiaria brizantha cultivar xaraés em resposta a estratégias de pastejo. pesquisa agropecuaria brasileira. 2007. Vol. 42, no. 2, pág. 281-287. Disponible en url: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0100-204x2007000200018

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA C.G. y DA SILVA, S. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de brachiaria brizantha cultivar xaraés em resposta a estratégias de pastejo. pesquisa agropecuaria brasileira. 2007. Vol. 42, no. 2, pág. 281-287. Disponible en url: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0100-204x2007000200018

ROJAS, S. Análisis bromatológico pasto elefante morado *Pennisetum purpureum*. 2009. [Citado 15, abril, 2014] Disponible en internet en: <http://www.buendato.com/profiles/blogs/analisis-bromatologico-pasto>.

RONCALLO, B.; SIERRA, A. y CASTRO, E. Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en Caribe Seco. Revista científica Corpoica. 2014.

RODRÍGUEZ, L., et al. Modelación de la dinámica de acumulación de biomasa en *Pennisetum purpureum* vs. king grass en el occidente de Cuba. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 47, núm. 2, pp. 119-124 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba: 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193028751002>

RUA FRANCO, M. Pastos de corte para el trópico. Colombia: 2008.

SALINAS, A. Sistemas de corte y pastoreo. 2011. Disponible en internet <http://www.lni.unipi.it/stevia/Suplemento/PAG4806.HTM>.

SENA SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE. Prácticas agrícolas y suelos. Bogotá: 2008.

TOLEDO, J. Manual para la evaluación Agronómica .CIAT. Red Internacional de Pastos Tropicales .Cali: 1982.

URBANO, D.; DÁVILA, C. y CASTRO, F. Producción de pastos y forrajes, base de la alimentación sustentable para los bovinos. Maracaibo: 2008.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA . Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Disponible en internet <http://www.cerealesyforrajes.com.ar/TechNotes/PDF/TechNote03.PDF>

VIVAS, Q. Evaluación agronómica de 137 accesiones de *Desmodium velutinum* en suelos ácidos .Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Palmira – Valle: 2005.

ANEXOS

ANEXO A. FORMATO DE EVALUACIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE CORTE DEL PASTO ELEFANTE MORADO (*Pennisetum purpureum* Schumach) EN EL PENIPLANO DE POPAYÁN

UNIVERSIDAD DEL CAUCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS FORMATO DE EVALUACION DE LAS FRECUENCIAS DE CORTE DEL PASTO ELEFANTE MORADO EN EL PENIPLANO DE POPAYAN.												
FECHA			FINCA: MAMÁ LOMBRIZ 2014. <i>Primer corte</i>									
			PARCELA		VIGOR 1-5	ALTURA Cm	COBERTURA %	PLAGAS 1-4	ENFERMEDADES 1- 4	MV gr	PESO SUB gr	PESO SUB SECA gr
DIA	MES	AÑO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN								
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
			11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
			21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
			31.	32.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.
			41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.	49.	50.
			51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	59.	60.
			61.	62.	63.	64.	65.	66.	67.	68.	69.	70.
			71.	72.	73.	74.	75.	76.	77.	78.	79.	80.
			81.	82.	83.	84.	85.	86.	87.	88.	89.	90.
			91.	92.	93.	94.	95.	96.	97.	98.	99.	100.
			101.	102.	103.	104.	105.	106.	107.	108.	109.	110.
			111.	112.	113.	114.	115.	116.	117.	118.	119.	120.

ANEXO C. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE *Pennisetum purpureum* Schumach EN DIFERENTES EDADES DE CORTE



Animal Nutrition & Forages Quality Laboratory
TROPICAL FORAGES
Analisis Report

Origen Popayán, Cauca
Ciente Universidad del Cauca - Nelson Vivas
Tipo de Muestra Material Vegetal
Fecha de Recepcion 09-Dic-14
Fecha Emisión de Resultados 3-Feb-15

# Muestra	%M.S	%Cenizas	%M. O	%FDN	%FDA	%DIVMS
1	95.08	13.24	86.76	68.03	39.63	66.30
2	95.14	15.48	84.52	64.41	36.52	62.75
3	95.09	14.15	85.85	64.94	38.48	64.85
4	95.17	14.35	85.65	66.76	38.50	67.26
5	95.07	13.11	86.89	69.34	39.77	65.82
6	94.36	12.64	87.36	70.30	40.00	61.33
7	95.28	14.85	85.15	62.80	44.87	60.10
8	94.89	14.72	85.28	59.34	44.34	63.51
9	95.11	15.48	84.52	60.64	42.95	60.68
10	95.06	14.77	85.23	57.79	41.71	63.11
11	94.91	16.23	83.77	58.67	39.25	62.22

M.S = Materia Seca a 105°C
M.O = Materia Organica a 550°C
FDN = Fibra detergente neutra
FDA= Fibra detergente acida
DIVMS = Digestibilidad in vitro de materia seca

Muestra 1: Cuba 22. *Pennisetum purpureum*. Día de corte 7/12/14. Vda la rejoya.
Muestra 2: Kingrass Morado. *Saccharum sinense*. Día de corte 7/12/14. Vda rejoya
Muestra 3: Elefante Morado. *Pennisetum purpureum*. Día de corte 7/12/14. Vda la rejoya.
Muestra 4: Maralfaja. *Pennisetum sp.* Día de corte 07/12/14. /Vereda la rejoya
Muestra 5: Elefante Verde. *Pennisetum purpureum*. Día de corte 07/12/14. Vda. La rejoya
Muestra 6: Kingrass verde. *Saccharum jinense*. Día de corte 07/12/14. Vereda La rejoya
Muestra 7: *Pennisetum purpureum*. Corte 90 días. Tratamiento 1
Muestra 8: *Pennisetum purpureum*. Corte 80 días. Tratamiento 2
Muestra 9: *Pennisetum purpureum*. Corte 70 días. Tratamiento 3
Muestra 10: *Pennisetum purpureum*. Corte 60 días. Tratamiento 4
Muestra 11: *Pennisetum purpureum*. Corte 50 días. Tratamiento 5

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical
Laboratorio de Servicios Analíticos

Informe de Análisis de la Solicitud

Solicitante	Johanna Mazabel	Fecha Muestreo	Ene 20 del 2015	Centro de Costo	EFC38A
No Serial	T2015-10	Entrega Muestras	Ene 20 del 2015	Observaciones	
No Muestras		11 Fecha Solicitud	Feb 11 del 2015		
Procedencia	Popayan	Entrega Resultados	Feb 11 del 2015		Ext: 3355

Muestra	Descripcion	Proteina (g/kg)
1	1	82,75
2	2	108,16
3	3	99,08
4	4	103,42
5	5	88,51
6	6	76,51
7	7	72,45
8	8	83,95
9	9	79,95
10	10	87,57
11	11	91,99

- Notas:
1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizadas.
 2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.
 3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %.
 Los Límites de Cuantificación del Método, LCM, están expresados en mg/L.
 4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras

Proteina (g/kg) Proteina

Laboratorio de Servicios Analíticos
 Tel. 445-01-00 Ext. 3351- 3678

Centro Internacional de Agricultura Tropical
 Km. 17 recta Cali- Palmira

ANEXO D. ANÁLISIS DE SUELOS FINCA MAMÁ LOMBRIZ

CIAT-Centro Internacional de Agricultura Tropical

Solicitante	Dr. Michael Peters/	Fecha Muestreo	Mar 26 del 2014	Centro de Costo	FG37A
No Serial	S2014-87	Entrega Muestras	Mar 31 del 2014	Observaciones	EXT: 3541
No Muestras	2	Fecha Solicitud	Abr 21 del 2014		
Procedencia	POPAYAN	Entrega Resultados	May 8 del 2014		

Muestra	Descripcion	pH (Un)	MO (g/kg)	P-Brayll (mg/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Na (cmol/kg)	K (cmol/kg)	Al (cmol/kg)	CIC (cmol/kg)	CICE (Cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	B (mg/kg)	S (mg/kg)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura (Tex)
1	MAMA LOMBRIZ - MAMA LOMBRIZ -	6,05	133,25	4,09	9,33	1,67	0,05	0,20	0,00	38,95	0,00	2,05	0,12	1,53	11,11	0,57	27,55	51,62	8,87	39,51	2,00
2	TE 2.VARIANTE - MAMA LOMBRIZ - 20	5,34	234,29	2,63	2,26	0,44	0,00	0,29	0,80	47,40	0,00	0,91	0,03	0,86	17,98	0,72	45,16	53,76	11,78	34,47	8,00

- Nota: 1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizad:
 2. Este informe solo debe ser reproducido en forma total y con el visto bueno del Laboratoric
 3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %

Determinaciones

pH (Un)
 MO (g/kg)
 P-Brayll (mg/kg)
 Ca (cmol/kg)
 Mg (cmol/kg)
 Na (cmol/kg)
 K (cmol/kg)
 Al (cmol/kg)
 CIC (cmol/kg)
 CICE (Cmol/kg)
 Fe (mg/kg)
 Cu (mg/kg)
 Zn (mg/kg)
 Mn (mg/kg)
 B (mg/kg)
 S (mg/kg)
 Arena (%)
 Arcilla (%)
 Limo (%)
 Textura (Tex)

Métodos

pH Agua 1:1
 Materia Organica Walkley-Black Espe
 Foforo Bray II Espectrometria
 Calcio Intercambiable (Ab.At.)
 Magnesio Intercambiable Ab. At.
 Sodio Intercambiable Ab. At.
 K-Intercambiable A.A
 Aluminio Cambiable (KCl 1M) Vol.
 Capacidad Int. Cationico (Amonio Ace
 Capacidad de Intercambio Cationica I
 Hierro Extract. Doble Acido Ab.At.
 Cobre Extract. Doble Acido Ab.At.
 Zinc Extract. en Doble Acido Ab.At.
 Manganeso Extract. doble Acido Ab.A
 Boro en Agua Caliente (Espectromet. .
 Azufre Extractable (Fosfato Ca) Turbid
 Arena (Bouyucos)
 Arcilla (Bouyucos)
 Limo (Bouyucos)
 Textura Bouyucos

Tabla de conversión para Textura. Los números corresponden a las siguientes descripciones:			
1	Arcilloso	7	Franco Arcilloso
2	Franco	8	Franco Arenoso
3	Arenoso	9	Franco Limoso
4	Limoso	10	Arenoso Franco
5	Arcillo Arenoso	11	Franco Arcillo Arenoso
6	Arcillo Limoso	12	Franco Arcillo Limoso

**ANEXO E. ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA
MÚLTIPLE, POR TRATAMIENTOS PARA LAS DIFERENTES VARIABLES
EVALUADAS**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VIGOR	Inter-grupos	5,058	4	1,265	3,184	,025
	Intra-grupos	13,901	35	,397		
	Total	18,960	39			
ALTURA	Inter-grupos	2,304	4	,576	7,915	,000
	Intra-grupos	2,547	35	,073		
	Total	4,851	39			
COBERTU	Inter-grupos	871,250	4	217,813	2,198	,089
	Intra-grupos	3468,750	35	99,107		
	Total	4340,000	39			
MS	Inter-grupos	25,831	4	6,458	,258	,903
	Intra-grupos	877,151	35	25,061		
	Total	902,982	39			
PRODUCCI	Inter-grupos	142,398	4	35,599	1,355	,269
	Intra-grupos	919,346	35	26,267		
	Total	1061,744	39			

**PRUEBAS POST HOC
SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS**

VIGOR

TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	8	3,63	
2	8	4,06	4,06
4	8		4,31
3	8		4,54
5	8		4,60
Sig.		,174	,128

ALTURA

TRATA MI	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
1	8	1,50			
2	8	1,66	1,66		
3	8		1,86	1,86	
4	8			1,97	1,97
5	8				2,19
Sig.		,239	,146	,433	,108

COBERTURA

TRATAM I	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	8	68,75	
4	8	75,00	75,00
5	8		79,38
2	8		80,63
3	8		81,25
Sig.		,218	,261

**ANEXO F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA
MÚLTIPLE POR BLOQUES PARA LAS DIFERENTES VARIABLES EVALUADAS**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VIGOR	Inter-grupos	,211	3	,070	,135	,939
	Intra-grupos	18,749	36	,521		
	Total	18,960	39			
ALTURA	Inter-grupos	,037	3	,012	,093	,963
	Intra-grupos	4,814	36	,134		
	Total	4,851	39			
COBERTU	Inter-grupos	125,000	3	41,667	,356	,785
	Intra-grupos	4215,000	36	117,083		
	Total	4340,000	39			
MS	Inter-grupos	2,358	3	,786	,031	,992
	Intra-grupos	900,625	36	25,017		
	Total	902,982	39			
PRODUCCI	Inter-grupos	105,004	3	35,001	1,317	,284
	Intra-grupos	956,740	36	26,576		
	Total	1061,744	39			

**ANEXO G. ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA
MÚLTIPLE POR ÉPOCAS PARA LAS DIFERENTES VARIABLES EVALUADAS**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VIGOR	Inter-grupos	,030	1	,030	,061	,807
	Intra-grupos	18,929	38	,498		
	Total	18,960	39			
ALTURA	Inter-grupos	1,629	1	1,629	19,202	,000
	Intra-grupos	3,223	38	,085		
	Total	4,851	39			
COBERTU	Inter-grupos	1440,000	1	1440,000	18,869	,000
	Intra-grupos	2900,000	38	76,316		
	Total	4340,000	39			
MS	Inter-grupos	767,288	1	767,288	214,873	,000
	Intra-grupos	135,694	38	3,571		
	Total	902,982	39			
PRODUCCI	Inter-grupos	29,361	1	29,361	1,081	,305
	Intra-grupos	1032,383	38	27,168		
	Total	1061,744	39			

**ANEXO H. ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA
MÚLTIPLE POR ÉPOCA SECA PARA LAS DIFERENTES VARIABLES EVALUADAS**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VIGOR	Inter-grupos	,700	4	,175	,250	,905
	Intra-grupos	10,500	15	,700		
	Total	11,200	19			
ALTURA	Inter-grupos	1,642	4	,411	13,125	0,000
	Intra-grupos	,469	15	,031		
	Total	2,111	19			
COBERTU	Inter-grupos	230,000	4	57,500	,556	0,698
	Intra-grupos	1550,000	15	103,333		
	Total	1780,000	19			
MS	Inter-grupos	50,676	4	12,669	3,390	,036
	Intra-grupos	56,062	15	3,737		
	Total	106,738	19			
PRODUCCI	Inter-grupos	25,258	4	6,314	,228	,918
	Intra-grupos	415,218	15	27,681		
	Total	440,476	19			

**PRUEBAS POST HOC
SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS**

ALTURA

TRATAM I	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
1	4	1,26			
2	4	1,41	1,41		
3	4		1,65	1,65	
120.1.1.				120.1.5.	
	120.1.2.	120.1.3.	120.1.4.	,8	120.1.6.
				0	
5	4				2,07
Sig.		,255	,073	,253	1,000

MS

TRATAM I	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	4	18,2225	
5	4	19,0075	
4	4	19,6275	
2	4	20,2775	20,2775
3	4		22,8825

Sig. | | ,186 | | ,076 |

ANEXO I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA MÚLTIPLE POR ÉPOCA DE LLUVIA PARA LAS DIFERENTES VARIABLES EVALUADAS

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VIGOR	Inter-grupos	6,200	4	1,550	8,455	,001
	Intra-grupos	2,750	15	,183		
	Total	8,950	19			
ALTURA	Inter-grupos	,000	4	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	15	,000		
	Total	,000	19			
COBERTU	Inter-grupos	757,500	4	189,375	7,836	,001
	Intra-grupos	362,500	15	24,167		
	Total	1120,000	19			
MS	Inter-grupos	4,263	4	1,066	,647	,637
	Intra-grupos	24,692	15	1,646		
	Total	28,955	19			
PRODUCCI	Inter-grupos	248,465	4	62,116	2,713	,070
	Intra-grupos	343,441	15	22,896		
	Total	591,907	19			

**PRUEBAS POST HOC
SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS**

VIGOR

TRATAM I	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	4	3,50	
2	4		4,50
4	4		4,75
3	4		5,00
5	4		5,00
Sig.		1,000	,148

COBERTURA

TRATAM I	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
1	4	72,50		
4	4		80,00	
2	4		86,25	86,25
5	4		86,25	86,25
3	4			90,00

Sig.		1,000	,108	,323
------	--	-------	------	------