

Frecuencia de corte de pasto elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumach

Cutting frequency of purple elephant grass *Pennisetum purpureum* Schumach

Frequência de corte capim napier *Pennisetum purpureum* Schumach

NELSON JOSÉ VIVAS-QUILA¹, MILVIA ZULEIDA CRIOLLO-DORADO²,
MARÍA CAMILA CEDEÑO-GÓMEZ²

RESUMEN

*Para definir condiciones de manejo de forrajes de corte para el trópico y verificar la capacidad de recuperación de elefante morado (*Pennisetum purpureum*), se evaluó la frecuencia de corte en Popayán - Colombia, a 1780 msnm, en bosque húmedo premontano bajo (bh-PM). Para el momento óptimo del corte, se evaluaron a diferentes edades de rebrote las variables vigor, altura de planta, producción de forraje verde, porcentaje de materia seca e incidencia de plagas y enfermedades, se consideró la calidad nutricional, análisis de costos y se realizó la curva de crecimiento; bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, se delimitaron 20 parcelas experimentales de 9 m², el factor bloqueado fue pendiente del terreno como presunción de variaciones de fertilidad del suelo. Cada tratamiento correspondió a una edad diferente de rebrote al momento del*

Recibido para evaluación: 1 de Mayo de 2017.

Aprobado para publicación: 10 de Marzo de 2018.

- 1 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria. Profesor Titular, Doctor en Ciencias Agrarias. Popayán, Colombia.
- 2 Ingeniera agropecuaria, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

Correspondencia: nvivas@unicauca.edu.co

corte, evaluando a 50, 60, 70, 80 y 90 días de rebrote, (T1, T2, T3, T4, y T5 respectivamente). Se hicieron evaluó en dos épocas diferentes (Lluvias y seca). Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, análisis de varianza ($P=0,05$) y prueba de Duncan (SPSS V 15). Se concluyó que el momento óptimo de corte del pasto elefante morado es a los 70 días con una producción de 25,4 ton/Ms/ha/año y proteína del 8%.

SUMMARY

In order to define the conditions of management of cuttings for the tropics and to verify the recoverability of the purple elephant (*Pennisetum purpureum*), the cutting frequency was evaluated in Popayan - Colombia, at 1780 masl, in low premontane humid forest (bh -PM). At the optimum cutting time, different ages of sprouts were evaluated for variables: vigor, plant height, green forage production, dry matter and incidence of pests and diseases, the nutritional quality, cost analysis and the growth curve was performed for the mentioned species, a randomized complete block experimental design, with 5 treatments and 4 replicates, was used, 20 experimental plots of 9 m² were delimited, where the factor blocked Was the slope of the land as a presumption of variations in soil fertility through it. Each treatment corresponded to a different age of regrowth at the time of the cut, evaluating at 50, 60, 70, 80 and 90 days of regrowth, corresponding to treatments T1, T2, T3, T4, and T5 respectively. They were evaluated in two different seasons (Rain and dry). The results were analyzed using descriptive statistics, analysis of variance ($P=0,05$) and Duncan's test (SPSS V 15). It was concluded that the optimum cutting time of purple elephant grass is 70 days with a yield of 25,4 ton/Ms/ha/ year and 8% protein.

RESUMO

Para definir as condições de condução forragem colhida para as regiões tropicais e verificar a capacidade de resistência roxo (*Pennisetum purpureum*), a frequência de corte em Popayán avaliadas - Colômbia, 1780 m, em baixo floresta premontane (BH-PM). Para tempo ideal de corte, foram avaliados em diferentes idades de rebrota as variáveis de força, altura da planta, produção de forragem verde, a percentagem de matéria seca e incidência de pragas e doenças, qualidade nutricional foi considerado análise, custo e executada a curva de crescimento; sob delineamento experimental de blocos aleatórios completos com 4 repetições e 5 tratamentos, 20 parcelas experimentais de 9 m² é delimitado, o factor foi bloqueada terrenos inclinados como presunção de variações de fertilidade do solo. Cada tratamento correspondeu a um intervalo de corte diferente no momento do corte, a avaliação das 50, 60, 70, 80 e 90 dias recrescimento, (T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente). Eles não avaliada em dois tempos diferentes (molhado e seco). Os resultados foram analisados usando a estatística descritiva, a análise de variância ($P=0,05$) e o teste de Duncan (SPSS V 15). Concluiu-se que o tempo ideal para a grama do corte é elefante roxo 70 dias, com produção de 25,4 ton/Ms/ha/ ano e 8% de proteína Ms.

PALABRAS CLAVE:

Corte óptimo, Calidad nutricional, Producción forraje.

KEYWORDS:

Optimus cut, Nutritional quality, Forage production.

PALAVRAS-CHAVE:

Corte ideal, Qualidade nutricional, A produção de forragem.

INTRODUCCIÓN

En los países en desarrollo del trópico, se produce la mayor parte de la carne y la leche del mundo en desarrollo y casi la mitad de los sistemas son mixtos de cultivo y ganadería [1,2]. Plantear mejoras del rendimiento de los cultivos y animales es esencial para la intensificación sostenible y contribuir a la mitigación del impacto medioambiental derivado de la intensificación [3,4]. Los sistemas tropicales de producción pecuaria se basan en forrajes [5], bajo este marco, se habla hoy de "Livestock plus" [6, 7], como concepto de manejo ecoeficiente de la ganadería y es en este campo que la eficiencia en sistemas de producción de forraje para corte y acarreo cobra vital importancia.

La ganadería Bovina en el Departamento del Cauca participa con el 50% del Producto Interno Bruto (PIB) regional y ocupa más del 50% de la población económicamente activa, que genera aproximadamente el 13,5% del PIB nacional. Del total del producto agropecuario, aproximadamente el 30% se origina en el sector pecuario, donde la ganadería bovina de carne y leche constituye el 90% de este sector, motor del desarrollo socioeconómico del departamento, pero objeto de constantes críticas, puesto que se basa en sistemas ganaderos extensivos, que han deteriorado los recursos naturales (suelo, aguas, fauna y flora) [8].

Los suelos de la formación Popayán, "proviene de materiales de origen volcánico (Andisoles) y de la meteorización de los diferentes tipos de rocas de acuerdo a su formación geológica (rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias). En general son suelos recientes y jóvenes (Entisoles e Inseptisoles). En una menor proporción se presentan los suelos formados a partir de materiales orgánicos clasificados en el orden taxonómico de los Histosoles" [9,10].

Es 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 [11,6].

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 se hace notorio un creciente interés y al mismo tiempo una alta demanda por el cultivo de forrajes para corte y acarreo, los cuales tienen la capacidad de producir mayor cantidad de biomasa por unidad

de área [12]. Esto implica minimizar el desperdicio de forraje eliminando el pisoteo, evitando el gasto de energía durante el pastoreo y disminuyendo la selección del animal que normalmente deja un residuo considerable en los potreros [13, 14].

En la investigación con pasto elefante morado o camerun (*Pennisetum purpureum* Schumach) [15], se evaluó la producción de forraje verde a los 50, 60, 70, 80 y 90 días de rebrote y valorar su calidad nutricional en términos de proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y la digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIVMS); definir el momento óptimo de corte y elaborar su curva de crecimiento y producción bajo condiciones de manejo en el peniplano de Popayán; Se determinó el momento óptimo de cosecha respecto a la producción y calidad forrajera.

MÉTODO

Para el desarrollo de la investigación se trabajó bajo la norma de la Red Internacional de Evaluación de Forrajes Tropicales RIEPT descrita por Toledo (1982), la cual se detalla a continuación [16].

Área de estudio

El trabajo se realizó en el municipio de Popayán, bosque húmedo premontano bajo (bh-PM); 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.

Material experimental

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

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 m para un área de 9 m² sembradas de manera contigua con surcos cada 0,5 m, para un área total del lote de 180 m². El factor a bloquear fue la pendiente del terreno, como una presunción de

variaciones de fertilidad del suelo a través del mismo; 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.

Modelo estadístico

Se tomó toda la parcela para hacer las evaluaciones de cada repetición en los tratamientos, los cuales fueron: 50, 60, 70, 80 y 90 días de rebrote, lo que correspondió a los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente. Se evaluó en dos épocas; seca y lluvias. Es importante anotar que en la época seca se regó en correspondencia al manejo técnico que se le da a este cultivo en la finca. El modelo estadístico correspondió a la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

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.

VARIABLES EVALUADAS

Se empleó la metodología de Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales [17]. Las variables evaluadas fueron:

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 [12].

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 [17]. Se tomó la altura promedio de tres plantas por parcela.

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

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.

Producción de materia seca (MS). Para la obtención de la MS, se tomó 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 y luego se pesó, para por diferencias de pesos obtener el porcentaje de materia seca de la muestra.

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 [17]:

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.

Presencia de enfermedades. Se procedió a recorrer las parcelas, se consideran plantas afectadas las que presentan síntomas de enfermedades y se califican de 1 a 4 así [17]:

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.

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).

Curva de crecimiento. Se realizaron evaluaciones cada 7 días, de la altura de las plantas, producción de biomasa fresca total y contenido de materia seca. Para la medición de la altura del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach), se realizó un corte de estandarización y a partir de ese momento se midieron de forma semanal hasta llegar a los 90 días de rebrote.

Corte de uniformidad. El corte se realizó a ras del suelo con el propósito de de homogenizar el ensayo [17].

Cosecha. Se realizaron 3 cortes (uno de uniformidad y 2 de evaluación) por cada tratamiento.

RESULTADOS

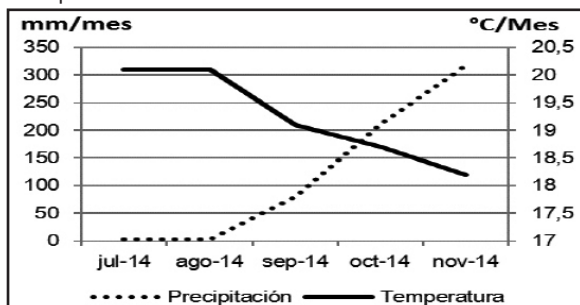
Condiciones climáticas

La investigación se vio influenciada por el comportamiento ambiental propio del peniplano de Popayán; donde las precipitaciones fueron bajas durante los meses de Julio y Agosto con lluvias entre 3 y 6 mm/mes y con precipitaciones extremas entre 210,22 y 316,85 mm/mes correspondientes a los meses de Octubre y Noviembre del año 2014 [18].

Durante la investigación se presentaron temperaturas de 18,2 a 20,1°C, propias de la zona de estudio [19,18].

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 133,25 g/kg.

Figura 1. Comportamiento de la precipitación y temperatura en el periodo de estudio.



Análisis de las 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 del suelo y la pendiente no afectaron el desempeño productivo del pasto durante la fase evaluada.

Producción de forraje verde en materia seca

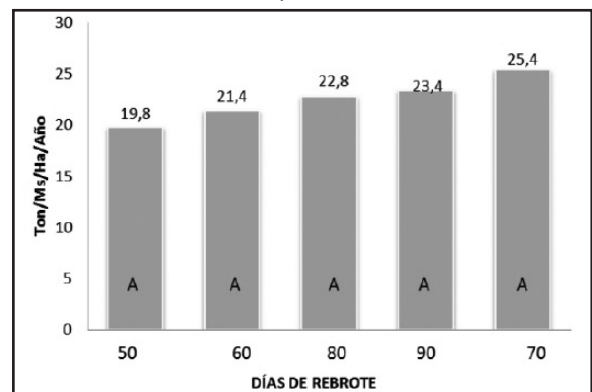
Se realizó análisis de varianza, tanto para el efecto de bloques, como el de la época de corte y los tratamientos evaluados, en el cuadro 1 se presentan el promedio en ton/Ms/ha/año por tratamiento y por época.

Entre los diferentes tratamientos (50, 60,70,80 y 90 días de rebrote) durante la fase de estudio (época seca con riego y época de lluvias) no se presentaron 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 2), resultados similares a los reportados para la región [20].

Cuadro 1. Producción promedio de elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en dos épocas de rebrote y 5 edades de rebrote ton/Ms/ha/año.

Edad rebrote	Época seca	Época lluvias	Promedio total
50 días	22	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

Figura 2. Producción de forraje de *Pennisetum purpureum* Schumach (ton/Ms/Ha/Año) por tratamientos.



Respecto a las épocas de rebrote, la producción general de *Pennisetum purpureum* Schumach, no presentó 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 rebrote, 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 3).

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 4).

Vigor

Durante las evaluaciones se encontraron diferencias estadísticas ($P=0,05$) respecto al vigor, por lo cual se realizó una prueba de rangos múltiples de Duncan, la cual mostró 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 con mayor vigor fue a los 90 días de corte con un valor de 4,6, y el menor vigor a los 50 días con un valor de 3,6.

En la evaluación de las épocas de rebrote 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 4,2 el cual superaba la época seca con riego que tuvo un vigor de 4, 2.

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 rebrote 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.

Figura 3. Producción de forraje de *Pennisetum purpureum* Schumach (ton/Ms/ha/año) en época de baja precipitación.

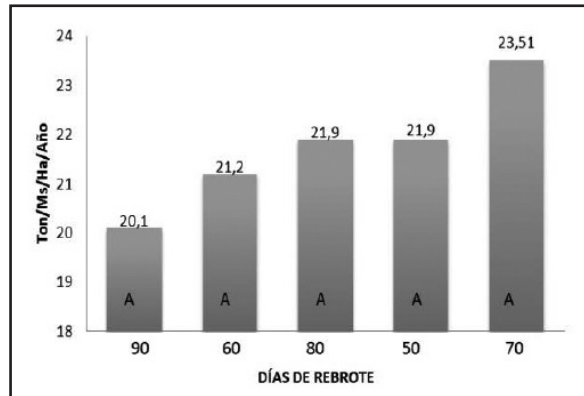
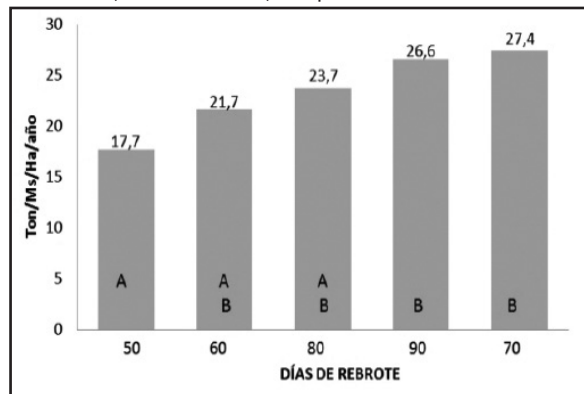


Figura 4. Producción de forraje de *Pennisetum purpureum* Schumach (ton/Ms/ha/año) en época de lluvias.



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 3,5.

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 evidenciaron 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 2,19 m y los 50 días la menor altura con 1,50 m.

En relación a las épocas de rebrote 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 m superando la época seca con un promedio de 1,6 m 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 2,1 m, respecto a T1, T2, T3 y T4. En época de lluvia no se encontraron diferencias estadísticas ($P=0,05$) entre los tratamientos.

Cobertura

No se presentaron entre los tratamientos diferencias estadísticas ($p=0,05$) para la variable cobertura.

Respecto a época, *Pennisetum purpureum* Schumach, se diferenció estadísticamente ($P=0,05$) 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, 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 60, 80 y 90 días, finalmente el tercero 60, 70 y 90 días, el mejor porcentaje de cobertura se alcanzó a los 70 días de rebrote con un 90% mientras que el menor fue a los 50 días con un 72%.

Materia seca (MS)

En cuanto a los tratamientos, no hubo diferencias estadísticas ($P=0,05$) para MS [13], sin embargo, se observó que el mayor contenido en porcentaje de materia seca (MS) es a los 70 días (17,%) y a los 60, 90, y 80 días se presentó un contenido de MS de 15,9, 15,1 y 15% respectivamente (Figura 5).

Respecto a las épocas de rebrote, 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 al realizar la prueba Duncan se observan dos subconjuntos el primero conformado por los rebrotes 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 6).

Figura 5. Contenido de Materia Seca en porcentaje del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en los diferentes tratamientos.

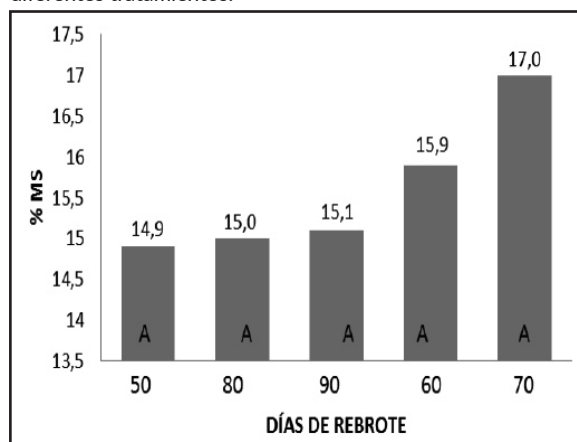
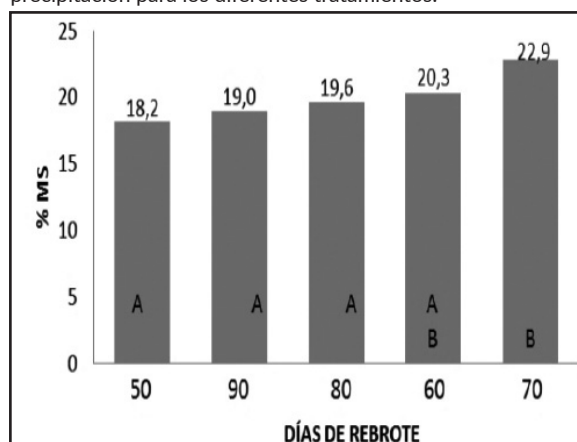


Figura 6. Porcentaje de M.S en pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en época de baja precipitación para los diferentes tratamientos.



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 fue en el corte a los 50 días con 11,7% y el menor a los 80 días con un 10,4% (Figura 7).

Presencia de plagas y enfermedades

La incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de *Pennisetum purpureum* Schumach fue 1 para cada caso según la metodología propuesta [17], se observaron algunas plagas como masticadores los cuales no causaron daños significativos a la planta y 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* Schumach es el gusano falso medidor (*Mocis spp*) y la mosca pinta o salivazo (*Zulia spp*, *Ae-*

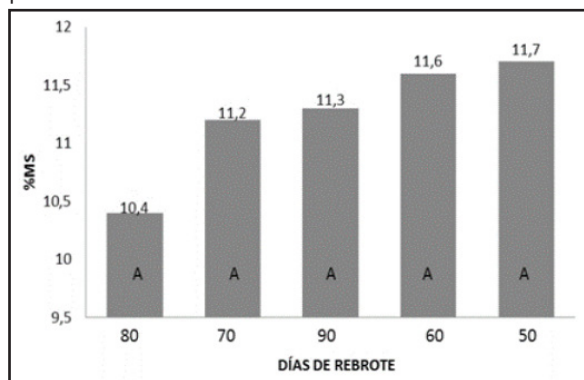
nolema spp), por lo que es necesario vigilar el desarrollo de la planta durante la época de lluvias.

Análisis bromatológico

Para la caracterización nutricional de *Pennisetum purpureum* Schumach a diferentes edades de rebrote, se realizaron análisis bromatológicos con los siguientes resultados (Cuadro 2), referenciados en la calidad nutricional reportada [21].

Como se aprecia en el cuadro 2, a los 50 días de rebrote el forraje es más nutritivo, y menos 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 (Cuadro 2 y figura 2), 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

Figura 7. Porcentaje de MS en pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) en época de lluvias para los diferentes tratamientos.

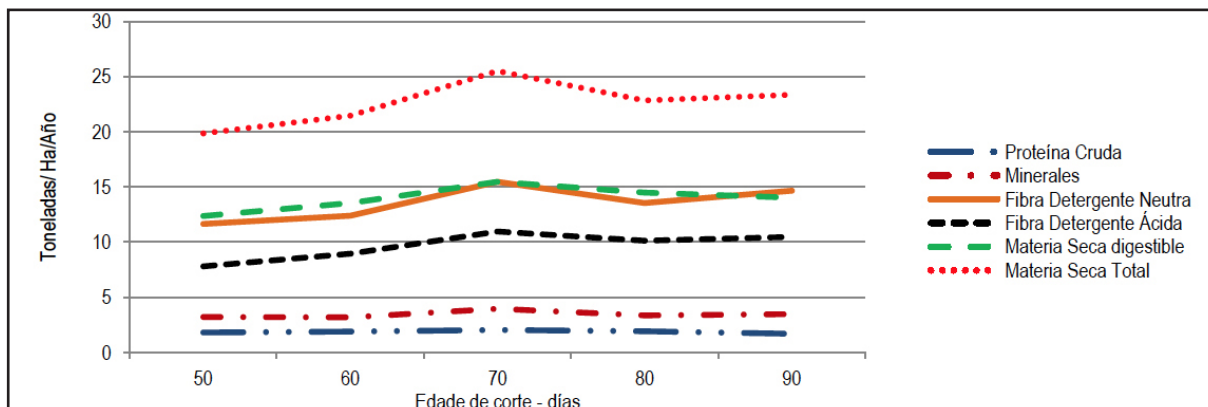


Cuadro 2. Composición nutricional del *Pennisetum purpureum* Schumach a diferentes edades de rebrote.

Ítem	Edad de Rebrote (días)				
	50	60	70	80	90
PC %	9,1	8,8	8,0	8,4	7,2
CEN %	16,2	14,7	15,5	14,7	14,8
FDN %	58,7	57,8	60,6	59,3	62,8
FDA %	39,3	41,7	43,0	44,3	44,9
DIVMS %	62,2	63,1	60,7	63,5	60,1

PC = proteína cruda, CEN= cenizas, FDN= fibra en detergente neutro, FDA= fibra en detergente ácido, DIVMS = Digestibilidad in vitro de la materia seca.

Figura 8. Producción de forraje y nutrientes del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferentes edades de rebrote.



días respectivamente 0,22 ton más que a los 50 y 0,35 ton más que a los 90 días de rebrote (Cuadro 3).

Curva de crecimiento del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schumach)

La curva de crecimiento para *Pennisetum purpureum* Schumach (figura 9), 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 figura anterior, se observa el crecimiento del forraje desde el corte de estandarización hasta los 90 días. El 93% de la variación presentada corresponde a la forma de obtención de las variables, lo que hace confiable la curva aquí presentada. Su comporta-

miento 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 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. Así mismo, este comportamiento coincide con los reportes bibliográficos al respecto tanto para pasto elefante como para otras especies [20, 22, 23].

CONCLUSIONES

La producción de forraje verde de *Pennisetum purpureum* Schumach fue superior a los 70 días de rebrote, 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.

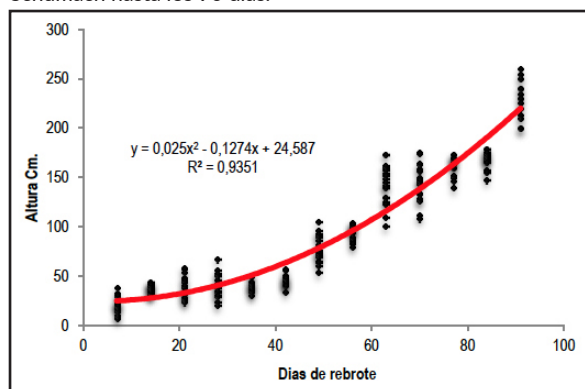
Teniendo en cuenta la calidad nutricional, la frecuencia de corte y la producción anual en MS del pasto Elefante morado *Pennisetum purpureum*, el punto óptimo de corte entre los 5 tratamientos evaluados es a los 70 días, pues en este momento del cultivo, se alcanza la mayor producción de forraje verde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

Cuadro 3. Producción de nutrientes de *Pennisetum purpureum* Schumach a diferentes edades de rebrote (ton/ha/año).

Ítem	Edad de rebrote días				
	50	60	70	80	90
PC%	1,81	1,88	2,04	1,92	1,69
CEN %	3,22	3,17	3,94	3,36	3,47
FDN %	11,64	12,39	15,45	13,54	14,66
FDA %	7,79	8,94	10,94	10,12	10,48
DIVMS %	12,35	13,53	15,46	14,49	14,03

PC = proteína cruda, CEN= cenizas, FDN= fibra en detergente neutro, FDA= fibra en detergente ácido, DIVMS = Digestibilidad in vitro de la materia seca.

Figura 9. Curva de crecimiento de *Pennisetum purpureum* Schumach hasta los 90 días.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Cauca y al Grupo de Investigación nutrición agropecuaria Facultad de Ciencias Agrarias, por la orientación y apoyo. A la “Granja Integral Mamá Lombriz” por permitir realizar la investigación.

REFERENCIAS

- [1] RAO, I.M., PETERS, M., CASTRO, A., SCHULTZE-KRAFT, R., WHITE, D., FISHER, M. and TAPASCO, J. Livestock Plus: the sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. CIAT Publication, 407, 2015, 40 p.
- [2] OVANDO, A.L., RODRIGUEZ, A., ARCE, L. y CARDENAS, A. Características generales y uso de *Leucaena leucocephala* en la ganadería [Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista]. Buenavista (México): Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División Ciencia Animal, Departamento Recursos Naturales Renovables, 2016.
- [3] LEMAIRE, G., FRANZLUEBBERS, A., CARVALHO, P.C.F. and DEDIEU, B. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190, 2014, p. 4-8, DOI: 10.1016/j.agee.2013.08.009
- [4] VIVAS, N.J. Caupí (*Vigna unguiculata*) y Canavalia (*canavalia brasiliensis*) como materias primas no convencionales en alimentación de pollos de engorde [Doctoral dissertation]. Palmira (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad Ciencias Agrarias, 2014.
- [5] PETERS, M. *et al.* Tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. En: Hershey, CH and Neate, P, eds. *Eco-efficiency: From vision to reality*. Cali (Colombia): International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2013 a., p. 171-190.
- [6] MORALES-VELASCO, S., VIVAS-QUILA, N.J., y GOMEZ-MEDINA, V. Variable biophysics of twelve systems agrosilvopastoriles in the plateau of Popayán-Cauca. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 2015, p. 11-21.
- [7] ACHIPIZ-FAJARDO, J., GÁLVEZ-CAMPO, G., MORALES-VELASCO, S. y VIVAS-QUILA, N.J. Guarango (*Mimosa quitensis*) an forage option for coldweather livestock systems. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 2014, p. 71-80.
- [8] RAO, I. *et al.* LivestockPlus: The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 3, 2015, p. 59-82, DOI: 10.17138/TGFT(3)59-82
- [9] VIVAS, N. Evaluación agronómica de 137 accesiones de *Desmodium velutinum* en suelos ácidos [Tesis Maestría en Ciencias Agrarias]. Palmira (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad Ciencias Agrarias, 2005.
- [10] ROJAS, L.S. y GUZMÁN, C.E.G. Segunda fase de la evaluación comparativa de los pastos maralfalfa, elefante verde y morado en el municipio de Pitalito, Huila (Colombia). *Revista de Investigaciones UNAD*, 9(2), 2015, p. 533-540.
- [11] POMA, A.F. Propuesta de mejoramiento de potreros para la alimentación del ganado bovino de leche en el sector minas, barrio Zamora Huayco, cantón Loja [Tesis Licenciatura]. Loja (Ecuador): Universidad Nacional de Loja, 2016, 93 p.
- [12] FORTES, D., HERRERA, R.S., CRUZ, A.M. and ROMERO, A. *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 used as biomass bank. Morphophysiological indicators. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 49(4), 2016, p. 521-527.
- [13] TOLEDO, J. Manual para la evaluación Agronómica. Cali (Colombia): CIAT, Red Internacional de Pastos Tropicales, 1982.
- [14] DE LA CRUZ, J.M. y MUÑOZ, G.A. Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y cambio de uso del suelo del área de influencia del programa de reforestación de la Federación Nacional de Cafeteros en el municipio de Popayán, Cauca [Tesis Especialización en Sistema de Información Geográfica]. Manizales (Colombia): Universidad de Manizales, 2016.
- [15] GÓMEZ, F.A.M. Susceptibilidad a la erosión hídrica de suelos en la zona Andina del departamento del Cauca Colombia. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 1(26), 2014, p. 43-48.
- [16] CALZADA-MARÍN, J.M., ENRÍQUEZ-QUIROZ, J.F., HERNÁNDEZ-GARAY, A., ORTEGA-JIMÉNEZ, E. y MENDOZA-PEDROZA, S.I. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en clima cálido subhúmedo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2), 2014, p. 247-260.
- [17] TOLEDO, J. Manual para la evaluación Agronómica. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Red Internacional de Pastos Tropicales, 1982.
- [18] MORALES-VELASCO, S., VIVAS-QUILA, N.J. y TERAN-GOMEZ, V.F. Livestock eco-efficient and adaptation to climate change. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1), 2016, p. 135-144.

-
- [19] UNIVERSIDAD DEL CAUCA. FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL. Estación meteorológica. Popayán (Colombia): 2014.
- [20] CARDONA, D. y LEÓN, O. Establecimiento de tres gramíneas forrajeras de corte en el peniplano de Popayán [Tesis Ingeniería Agropecuaria]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, 2015.
- [21] GONZÁLEZ, I. *et al.* Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum sp.*) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia tropical*, 29(1), 2011, p. 103-112.
- [22] CALZADA-MARÍN, J., ENRÍQUEZ-QUIROZ, J., HERNÁNDEZ-GARAY, A., ORTEGA-JIMÉNEZ, E. and MENDOZA-PEDROZA, S. Growth analysis of maralfalfa grass (*Pennisetum sp.*) in a warm humid climate. *Revista mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(2), 2014, p. 247-260.
- [23] VIVAS-QUILA, N.J. and CHARO-ELVIRA, L.E. Response of the palm grass (*Setaria poiretiana*) to the somber: a choice of production in systems silvo-pastoral. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 2014, p. 161-169.