

# INTERSEDES

## REVISTA ELECTRÓNICA DE LAS SEDES REGIONALES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



Mural de colectivo artístico de Guanacaste

**Productividad del pasto Camerún (*Pennisetum purpureum*)  
con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona  
seca de Costa Rica**

*Roberto Cerdas  
Eithel Vajellos*

---

WWW.INTERSEDES.UCR.AC.CR  
VOL. XI, N°22 (2010)  
ISSN 2215-2458

## Productividad del pasto Camerún (*Pennisetum purpureum*) con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona seca de Costa Rica <sup>1</sup>

Productivity of Camerun grass (*Pennisetum purpureum*) under different nitrogen fertilizer doses and harvest frequencies in the dry tropical forest of Costa Rica.

Roberto Cerdas <sup>2</sup>  
Eithel Vallejos <sup>3</sup>

Recibido: 21 de setiembre

Aprobado: 25 octubre

### Resumen

Los ensayos se realizaron en dos localidades del bosque seco tropical de Guanacaste, Costa Rica, ubicadas en Liberia a 85 msnm, con precipitación promedio de 1644 mm.año<sup>-1</sup>, y en Santa Cruz, a 54 msnm, con una precipitación promedio de 1834 mm.año<sup>-1</sup>. Se evaluó la producción de biomasa verde, biomasa seca y el crecimiento del pasto Camerún sometido a cuatro dosis de fertilización nitrogenada (0, 150, 300 y 450 kg.ha<sup>-1</sup>) por año y tres edades de corte (30, 60 y 90 días). Fue utilizado un diseño irrestricto, al azar, con arreglo de tratamientos de parcelas divididas y los resultados mostraron diferencias y valores crecientes para producción de biomasa verde, producción de biomasa seca y crecimiento de biomasa para los efectos de dosis de nitrógeno y edad. La producción de biomasa seca para Liberia fue de 8557, 11485, 12725 y 13723 kg.ha<sup>-1</sup>, con la aplicación anual de 0,150, 300 y 450 kg.N.ha<sup>-1</sup> y, en Santa Cruz, fue de 5935, 9838, 12291 y 14434 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. También, la biomasa seca incrementó con las edades de corte con 8855, 11297 y 14715 kg.ha<sup>-1</sup>, para 30, 60 y 90 días respectivamente en Liberia y, en Santa Cruz, de 5036, 10326 y 16512 kg.ha<sup>-1</sup>. Se calcularon ecuaciones múltiples para las variables evaluadas. Se recomienda, en pasto Camerún, la aplicación de 450 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y cosechar a la edad de 90 días.

**Palabras clave:** Pennisetum, pasto Camerún, biomasa, nitrógeno, frecuencias de corte

### Abstrac

The experiments were conducted in two sites: Liberia and Santa Cruz, Guanacaste in the dry tropical forest of Costa Rica. These two sites are located at 85 and 54 meters above sea level (masl), and have annual precipitation averages of 1,644 mm and 1,834 mm respectively. The purpose of this research was to evaluate the daily biomass growth of the Camerun grass and its production of green and dry biomass under four nitrogen fertilizer treatments (0, 150, 300 y 450 kg.ha<sup>-1</sup>) per year and within three harvest frequencies of 30, 60 and 90 days. A completely randomized design was used with a split plot treatment array. The results showed significant differences (p<0,0001) of rate of biomass growth and overall green and dry biomass between fertilizer treatments and harvest intervals. The production of dry biomass recorded in Liberia was 8557, 11485, 12725 and 13723 kg.ha<sup>-1</sup> with annual applications of

<sup>1</sup> Los autores desean agradecer al MSc. Carlos Echandi, de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, por el apoyo en los análisis estadísticos.

<sup>2</sup>Docente e investigador de la Sede Guanacaste. Universidad de Costa Rica. Email: rcerdasr@hotmail.com

<sup>3</sup> Docente e investigador de la Sede Guanacaste. Universidad de Costa Rica

0,150, 300 y 450 kg.N.ha<sup>-1</sup>, and of 5935, 9838,12291 y 14434 kg.ha<sup>-1</sup> in Santa Cruz with the application of the same dosage, respectively. The dry biomass increased with the harvest frequencies of 30, 60 and 90 days by 8855, 11297 and 14715 kg.ha<sup>-1</sup>, for Liberia; and 5036, 10326 y 16512 kg.ha<sup>-1</sup> in Santa Cruz. Multiple equations were calculated for the observed variables. It is recommended to apply 450 kgN.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> and to harvest after 90 days for the Camerun grass.

**Keywords:** Pennisetum, Camerun grass, biomass, nitrogen, harvest frequencies

## **Introducción**

La zona de Guanacaste, en Costa, Rica presenta un período seco de cinco meses y dos períodos lluviosos a través del año, de mayo a junio y de agosto a noviembre. Durante los períodos lluviosos es necesario producir forraje para soportar los meses de sequía y satisfacer la creciente demanda de forraje de los sistemas de producción animal estabulados (sin pastoreo) y semiestabulados (con poco pastoreo). De los forrajes disponibles, el pasto gigante es la especie más utilizada por su fácil establecimiento, disponibilidad de semilla, tolera plagas y enfermedades, soporta la sequía, presenta buena persistencia, alta producción de biomasa de mediana a alta calidad y permite elevar la carga animal de la finca (Urbano et al. 2008).

Antes de los años setenta los ganaderos utilizaban varios cultivares de pasto gigante como Candelaria, Merker y Taiwán. Luego apareció el King grass, introducido desde Panamá, con una excelente productividad pero muy pubescente, lo que afectaba especialmente a los pequeños productores que acarreaban el pasto al hombro. En los últimos años han ingresado a los sistemas ganaderos dos cultivares promisorios: Camerún y Maralfalfa. El primero, con gran palatabilidad por el alto contenido de azúcares y, el segundo, con alta productividad.

Ambos pastos tienen el problema de contener mucha humedad, bajan la productividad con los años y los productores los utilizan muy tiernos, a los 45 días, por falta de información sobre la edad óptima de cosecha y cantidad de fertilizantes por utilizar por hectárea. El pasto Camerún es un pasto gigante con coloración púrpura de las hojas, los tallos y las flores. Para mantener la productividad y persistencia de las áreas de corte de la finca se debe fertilizar para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas y reponer y corregir deficiencias de nutrimentos del suelo. Pero debido a los altos costos de los fertilizantes, esta práctica se ha dejado de realizar y sólo se puede aplicar en las zonas de uso intensivo de la finca y en los forrajes de corte (Cerdas 2010). Es importante conocer la edad a la que se debe hacer el corte del pasto Camerún, porque un régimen intensivo de corte podría eliminar las cepas. Las plantas forrajeras que crecen erectas, con la mayor parte del área foliar en el estrato superior, como los pastos de corte, dependen casi completamente de las reservas de carbohidratos no estructurales

para el rebrote, ya que la mayor parte del área foliar es removida durante el corte (Bernal y Espinoza 2003).

El presente ensayo se realizó con el propósito de obtener respuestas para los ganaderos de Guanacaste, relacionadas con el uso de la fertilización nitrogenada y edades de corte en el pasto Camerún.

## **Materiales y métodos**

### **Ubicación y caracterización del área experimental**

El estudio se realizó en dos localidades de Guanacaste, pertenecientes a la Universidad de Costa Rica, ambas dentro de bosque seco tropical (Holdridge 1982): la primera, en la Sede de Guanacaste en Liberia y, la segunda, en la Finca Experimental en Santa Cruz. La localidad de Liberia se encuentra a una altitud de 85 msnm, con precipitación promedio de 1644 mm.año<sup>-1</sup>, temperatura media anual de 27,1°C, con evaporación media diaria de 6,8 mm. y radiación solar global diaria de 15,9 MJ. El régimen pluviométrico es bimodal, con valores mínimos de diciembre a abril y dos períodos lluviosos: de mayo a junio y de agosto a noviembre (Instituto Meteorológico Nacional 2011). En los últimos cinco años, no se ha presentado sequía en el mes de julio en Liberia ni en Santa Cruz.

El suelo donde se realizó el experimento se clasifica dentro del orden Entisol, gran grupo Ustorthent, con un horizonte A de 20 cm y AC de 40 cm de profundidad y textura franco-arcillosa (Rivas 1990). Santa Cruz se encuentra a una altitud de 54 msnm, con precipitación promedio de 1834 mm.año<sup>-1</sup>, temperatura media anual de 27,9°C, con evaporación media diaria de 6,8 mm. y radiación solar global diaria de 18,7 MJ. Esta localidad presenta valores pluviométricos mínimos de diciembre a abril y dos períodos lluviosos de mayo a junio y de agosto a noviembre. El suelo en la Finca Experimental de Santa Cruz, donde se realizó el experimento, se clasifica como Vertic Rhodustalf, orden Alfisol, subgrupo Vertic de textura arcillosa (Chavarría 1990). Para calcular las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, a utilizar en los ensayos, se realizaron análisis del suelo en ambas localidades (Cuadro 1).

**Cuadro1. Condiciones edáficas de las localidades en las que se realizaron los Experimentos.**

Localidad	$H_2O$		$cmol(+).L^{-1}$				$mg.L^{-1}$			
	pH	K	Ca	Mg	AcE	P	Fe	Cu	Zn	Mn
Liberia	6.1	0.75	5.0	1.21	0.16	11	151	4	3.5	10
Santa Cruz	5.8	0.53	16.1	5.30	0.13	8	71	15	2.9	46

### Establecimiento del pasto

El pasto Camerún se sembró con material vegetativo utilizando estacas o esquejes de tres nudos de longitud, colocados horizontalmente y traslapados en forma continua dentro de surcos de 10 centímetros de profundidad. Se sembró a una distancia entre surcos de 0,7 metros utilizando cerca de 3500 kilogramos de semilla vegetativa por hectárea. El control de malezas se realizó con 2,4 D +picloran para arvenses de hoja ancha y para poaceas en forma manual y con glifosato en la periferia. El fertilizante se colocó en el fondo del surco y se cubrió con tierra antes de colocar la semilla y las dosis utilizadas se calcularon con el análisis del suelo. En el período de establecimiento se aplicaron en Liberia 26 kg de nitrógeno por hectárea y 74 kilogramos de fósforo por hectárea a la siembra; en Santa Cruz, se aplicaron 26 kg de nitrógeno y 81 kg de fósforo. Se adicionó 12 kg de potasio por hectárea sólo en Santa Cruz, 15 días después de la siembra al lado del surco.

A los 30 días, en ambas localidades, se aplicó 1,0 litro por hectárea de fertilizante foliar completo (N: 110,  $P_2O_5$ : 80,  $K_2O$ : 60, S: 1500, B: 400, Co: 20, Zn: 800, Cu: 400, Mo: 50, Ca: 250, Mn: 400, Fe: 500 y Mg:250 mg/L) y la última fertilización de establecimiento se aportó a los 45 días, con 81 kg de nitrógeno por hectárea en Liberia y Santa Cruz.

### Manejo del experimento

El ensayo inició con el corte de uniformidad, a ras de suelo, a los 9 meses de la siembra del pasto, al empezar las lluvias del año siguiente. La fertilización se realizó a los 7 días del corte, con los tratamientos de nitrógeno y la aplicación adicional de 170 kg de fósforo por hectárea por año al ensayo de Liberia, y 185 kg de fósforo por hectárea por año al de Santa Cruz, con el propósito de corregir las deficiencias del suelo y satisfacer las necesidades de nutrientes del pasto *Pennisetum*. Las cantidades anteriores se dividieron en tres fracciones iguales durante el año para su aplicación. El nitrógeno se aplicó como nitrato de amonio, el

fósforo como triple superfosfato y se aportó cloruro de potasio para suplir las necesidades de potasio.

### **Tratamientos evaluados**

Se evaluaron dos ensayos en forma independiente, en Liberia y Santa Cruz con cuatro dosis de fertilizante nitrogenado: 0, 150, 300 y 450 kg de nitrógeno por hectárea por año, y las edades de cosecha fueron a los 30, 60 y 90 días desde el corte de uniformidad. Se sembraron cuatro repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue de 50 m<sup>2</sup>, rodeada de callejones de 2 metros de ancho y compuesta de 7 surcos de 10 metros cada uno. Para el muestreo se tomaron sólo los 3 surcos centrales, eliminando un metro al inicio y final del surco. Las muestras se secaron en una estufa para forrajes a 65 °C durante 72 horas. Alrededor del grupo de parcelas de cada nivel de nitrógeno, se excavó un surco de 30 cm de profundidad para evitar la contaminación por arrastre del fertilizante.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Cada ensayo se planteó en el campo como un diseño irrestricto, al azar, con un arreglo de tratamientos factorial en parcelas divididas, donde el factor edades de corte correspondió a la parcela grande y, las dosis de nitrógeno y la interacción, a la parcela pequeña.

Los datos de las variables evaluadas, a saber, producción de biomasa verde, producción de biomasa seca y crecimiento de biomasa, se analizaron mediante el correspondiente análisis de varianza (InfoStat 2002) y el análisis ulterior se basó en la comparación de las medias de los tratamientos combinados, según la prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ). De igual forma, en vista de que los factores principales presentaron niveles crecientes de nitrógeno y edades de corte, se utilizó una partición de la variabilidad a partir de pruebas comparativas de un grado de libertad mediante el empleo de coeficientes polinomiales (Gómez y Gómez 1984). Esta aproximación permitió particionar la correspondiente variabilidad a la interacción siguiendo los criterios anteriores dentro de los factores principales, de modo que permitiese estimar los parámetros de un análisis de regresión múltiple a partir de las fuentes de variación significativas.

### **Resultados y discusión**

#### **Producción de biomasa verde**

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas en producción de biomasa verde para las dosis de nitrógeno (N) y la edad (E) del corte ( $p \leq 0,0001$ ) en la localidad de Liberia y para el nitrógeno, la edad y la interacción NxE en Santa Cruz ( $p \leq 0,0001$ ). Todas las dosis de nitrógeno aplicadas al pasto Camerún mostraron diferencias significativa entre medias y fueron superiores en producción de biomasa verde (kg. ha<sup>-1</sup>) que cuando no se aportó nitrógeno

(Cuadro 2), en Liberia y Santa Cruz. En la localidad de Santa Cruz, esta producción fue inferior a la encontrada en Liberia en 18%. Sin embargo, en Santa Cruz la fertilización nitrogenada incrementó la disponibilidad de biomasa verde al compararla con no fertilizar en 95%, mientras que en Liberia en un 46%, como se puede calcular en el Cuadro 2. Aunque el modelo de análisis no contempló la comparación entre localidades, la diferencia anterior parece estar asociada al tipo de suelo, ya que las deficiencias de estos fueron corregidas con la fertilización básica y se observa un rendimiento de forraje verde en Santa Cruz, inferior (39%) al de Liberia, aun cuando no se fertilizó. Los valores de biomasa verde encontrados, en ambas localidades en este ensayo, fueron superiores a los reportados por Araya y Boschini (2005) de 35457 kg.MV.ha<sup>-1</sup> aplicando 262 kg de nitrógeno por hectárea por año en pasto Camerún.

**Cuadro 2. Producción de biomasa verde del pasto Camerún en Liberia y Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, 2009.**

<i>Efecto</i>	<i>Liberia</i>	<i>Santa Cruz</i>
<b><i>Nitrógeno</i></b>	<b><i>Biomasa Verde</i></b>	
<b><i>kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup></i></b>	<b><i>kg.ha<sup>-1</sup></i></b>	
0	44097 d	27125 d
150	57792 c	43139 c
300	64333 b	53417 b
450	70583 a	61736 a
<b><i>Edad, días</i></b>		
30	49760 c	28625 c
60	59427 b	44521 b
90	68417 a	65917 a

*a,b,c,d muestran diferencias significativas  $p \leq 0,05$  LSD Fisher.*

El Cuadro 2 presenta diferencias significativas de la producción de biomasa verde entre las edades de corte: 30, 60 y 90 días en las dos localidades. La producción en las diferentes edades también fue superior en Liberia que en Santa Cruz. Los incrementos calculados del Cuadro 2 indican una respuesta promedio debida a la edad, de 86% en Liberia y de 66% en Santa Cruz. A pesar de que los mayores valores de biomasa verde se dieron a los 90 días de edad, otras evidencias nos hacen suponer que el valor nutritivo de la biomasa a esa edad podría

Ensayo de pasto Camerún, Liberia, Guanacaste



Flor del pasto Camerún comparada con las de otros Pennisetum, Liberia, Guanacaste



ser bajo. Durante el ensayo, se observó el inicio de la floración (en las parcelas de mayor dosis de nitrógeno), luego de los 75 días en el pasto Camerún y en la cosecha de 90 días, se pudo determinar que cerca de un 5% del área experimental en Liberia había florecido y un 15% en Santa Cruz durante la época lluviosa. También se presentó mayor floración con el nivel más alto de nitrógeno (450 kgN por hectárea por año). Se realizó un análisis de regresión y se calculó una ecuación múltiple de producción de biomasa verde en Liberia y Santa Cruz, con los siguientes resultados:

#### **Ec. (1) Liberia**

$$BVI = 27700 + 56,83N + 307,8704E \quad R^2=0,97 \quad (p \leq 0,0000001)$$

Todos los coeficientes de la ecuación (1) para Liberia fueron significativos

( $p \leq 0,000002$ ).

#### **Ec. (2) Santa Cruz**

$$BV_s = -15820,83 + 151,33N + 1170,49E - 5,99E^2 - 4,07NE + 0,04NE^2$$

$$R^2=0,99 \quad (p \leq 0,00001)$$

donde: BV= biomasa verde, kg. ha<sup>-1</sup>, N= dosis de nitrógeno en kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y E= edad en días.

Los coeficientes de la ecuación (2) para Santa Cruz fueron significativos ( $p \leq 0,01$ ).

#### **Producción de biomasa seca**

Se encontraron diferencias en la producción de biomasa seca para dosis de nitrógeno (N) y edad (E) del corte ( $p \leq 0,0001$ ) en Liberia y para el nitrógeno, edad y la interacción NxE en Santa Cruz ( $p \leq 0,0001$ ), como lo muestra el Cuadro 3. La producción de biomasa seca en Santa Cruz fue inferior para las dosis de 0 y 150 kg de nitrógeno, similar para 300 kg de nitrógeno y superior para la dosis de 450 kg N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> que la de Liberia. El comportamiento anterior se debe en parte al mayor contenido de materia seca (%) de la biomasa cosechada en Santa Cruz (17-26%) comparada con Liberia (17-22%), asociado con la edad del corte y las

dosis altas de nitrógeno. Todas las medias de los tratamientos incrementaron conforme se aplicaron dosis crecientes de nitrógeno.

La producción de biomasa seca presentó diferencias significativas entre las edades de corte: 30, 60 y 90 días en las dos localidades, siendo superior en Liberia que en Santa Cruz. (Cuadro 3). Los valores de producción de biomasa seca encontrados en este ensayo son similares a los reportados por Turcios (2002) de 11850 kg.ha<sup>-1</sup>, superiores a los encontrados por González et al. (2007) de 4670 kg.ha<sup>-1</sup>, pero inferiores a los de Faría et al. (2007) de 22400 kg.ha<sup>-1</sup>, en pasto Camerún.

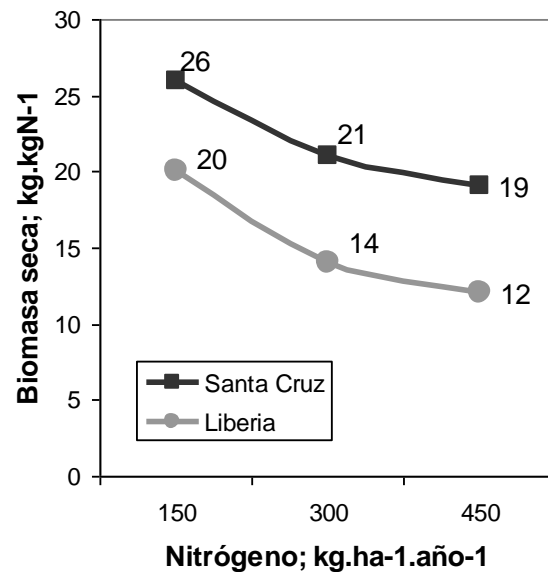
Con los datos del Cuadro 3, se calculó la eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado en ambas localidades, expresado como kilogramos de biomasa seca producida por kilogramo de nitrógeno aplicado por hectárea por año (Figura 1). La eficiencia de utilización del nitrógeno disminuye con la cantidad de nitrógeno aplicado al pasto Camerún. La misma Figura 1 indica mayor eficiencia en Santa Cruz. Con los resultados expresados, es difícil decidir sobre la mejor dosis de fertilizante y edad de corte, debido a que no se tienen datos del valor nutritivo, por lo que sólo se puede utilizar como referencia la mayor producción de forraje seco y concluir que la cosecha se debe hacer a los 90 días. Contrario a la recomendación anterior y acorde a las observaciones de inicio de la floración luego de los 75 días en ambas localidades de este ensayo, Márquez et al. (2007), Carneiro et al. 2005 y Dall-Agnol et al. 2004, citados por Márquez et al. (2007) recomiendan, cosechar a los 63 días, Urbano et al. (2005) a los 60 días y Araya y Boschini (2005) a los 70 días. Clavero y Razz (2009) explican que la disminución del contenido de proteína del pasto con la edad, se debe, al incremento en el material muerto de la planta y lignificación de las paredes celulares.

**Cuadro 3. Producción de biomasa seca del pasto Camerún en Liberia y Santa Cruz,**

<i>Efecto</i>	<i>Liberia</i>	<i>Santa Cruz</i>
<b>Nitrógeno</b>	<b>Biomasa Seca</b>	
<b>kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup></b>	<b>kg.ha<sup>-1</sup></b>	
0	8557 d	5935 d
150	11485 c	9838 c
300	12725 b	12291 b
450	13723 a	14434 a
<b>Edad, días</b>		
30	8855 c	5036 c
60	11297 b	10326 b
90	14715 a	16512 a

Guanacaste, Costa Rica, 2009. *a,b,c,d* muestran diferencias significativas  $p \leq 0,05$  LSD Fisher.

**Fig. 1. Utilización del nitrógeno en producción de biomasa seca del pasto Camerún, Guanacaste, Costa Rica, 2009.**



Se calculó una ecuación múltiple de producción de biomasa seca luego del análisis de regresión para Liberia y Santa Cruz, con los siguientes resultados:

**Ec. (3) Liberia**

$$BSI = 3217,87 + 11,092N + 98,123E \quad R^2=0,97 \quad (p \leq 0,0000003)$$

Todos los coeficientes de la ecuación (3) para Liberia fueron significativos ( $p \leq 0,0003$ ).

**Ec. (4) Santa Cruz**

$$BSs = -596,1 + 7,101N + 117,135E + 0,003NE^2 \quad R^2=0,99 \quad (p \leq 0,00000004)$$

donde:  $BS$ = biomasa seca,  $kg.ha^{-1}$ ,  $N$ = dosis de nitrógeno en  $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ ,  $E$ = edad en días

Los coeficientes de la ecuación (4) para Santa Cruz fueron significativos ( $p \leq 0,01$ ).

**Crecimiento de biomasa diario**

El análisis de las medias de crecimiento de biomasa diario, en kilogramos de biomasa por hectárea y por día (Cuadro 4), muestra diferencias estadísticas para las dosis de nitrógeno (N) y la edad (E) del corte ( $p \leq 0,0001$ ) en la localidad de Liberia y para el nitrógeno, edad y la interacción  $N \times E$  en Santa Cruz ( $p \leq 0,0001$ ).

La fertilización causó un incremento considerable en el crecimiento diario de biomasa, tanto para la localidad de Liberia como para Santa Cruz.

Este incremento, producto de la aplicación de nitrógeno, fue 65% superior respecto del testigo sin fertilizante en Liberia y 46% mayor en Santa Cruz. Márquez et al. (2007) encontraron incrementos de 230 kg de materia seca por hectárea y por día, acordes con los observados en este ensayo en pasto Camerún.

El efecto de la edad del corte fue superior a los 30 días de crecimiento en Liberia, de acuerdo a lo esperado (Cuadro 4) y similar a lo encontrado por otro autor al estudiar varios cultivares del género *Pennisetum*, con crecimientos de biomasa de 120.1 kg de materia seca por hectárea por día, con el uso de 400 kg de nitrógeno por hectárea por año, a los 60 días de corte (Quesada 1989).

En Santa Cruz no se encontró diferencia entre los 30 y 60 días de edad, pero se presentó un mayor crecimiento a los 90 días, este comportamiento anormal, se debe posiblemente al incremento de biomasa madura, producto de la floración que se dio a los 90 días de edad, pero por falta de datos sobre el valor nutritivo no se puede cuantificar la calidad de esa biomasa.

Para definir el momento de corte del forraje, es necesario considerar el estado de desarrollo y la altura de la planta, porque éste busca que el aumento en el contenido de N compense por la reducción en la producción de materia seca, para maximizar la producción de proteína (Bernal y Espinoza 2003).

**Cuadro 4. Crecimiento de biomasa diaria del pasto Camerún en Liberia y**

<i>Efecto</i>	<i>Liberia</i>	<i>Santa Cruz</i>
<b><i>Nitrógeno</i></b>	<b><i>Crecimiento Biomasa</i></b>	
<b><i>kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup></i></b>	<b><i>kg.MS.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup></i></b>	
0	154 d	93 d
150	212 c	164 c
300	237 b	203 b
450	260 a	236 a
<b><i>Edad, días</i></b>		
30	295 a	168 b
60	188 b	172 b
90	164 c	184 a

Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, 2009. *a,b,c,d muestran diferencias significativas.  $p \leq 0,05$  LSD Fisher.*

### **Conclusiones y recomendaciones**

La disponibilidad de biomasa aumentó conforme se incrementaron las dosis de nitrógeno aplicadas al suelo (150, 300 ó 450 kgN.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) en ambas localidades. A pesar de los altos costos del fertilizante, la eficiencia de utilización del nitrógeno y la influencia de los niveles altos de nitrógeno y la edad del corte sobre la floración de pasto Camerún observados en este ensayo, se aconseja utilizar anualmente menos de 450 kg de nitrógeno por hectárea por año.

A mayor edad del corte (30, 60 ó 90 días) se produjo mayor cantidad de biomasa. Debido a que no se realizaron evaluaciones de calidad del forraje y basado sólo en la producción de biomasa del pasto Camerún se sugiere cosechar a los 90 días de edad. Se recomienda la utilización de los Cuadros A1 y A2, producto de las ecuaciones 1 para Liberia y 2 para Santa Cruz, con el propósito de predecir la producción de biomasa verde en las localidades de Liberia y Santa Cruz, bajo condiciones edafoclimáticas similares.

### **Referencias bibliográficas**

- Araya M., Boschini C. (2005) Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16(1):37-43.
- Bernal J., Espinosa J. (2003) Manual de nutrición y fertilización de pastos. Potash and Phosphate Institute of Canada. 94p.
- Cerdas R. (2010) Fertilización de forrajes. Sede de Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Liberia, Costa Rica. 8p.
- Chavarría F. (1990) Gramíneas de pastoreo bajo fertilización nitrogenada y riego durante la época seca de Guanacaste Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 83 p.
- Clavero T., Razz R. (2009) Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*P. purpureum x P. glaucum*) en condiciones de defoliación. *Rev.Fac.Agron. (LUZ)* 23:78-87.
- Faría J., González B., Chirinos Z. (2007) Producción forrajera de cuatro germoplasmas de *P. purpureum* en sistemas intensivos bajo corte. In: *Memorias XII Jornada de Producción Animal. AIDA*. p 235-238.
- Gómez K., Gómez A. (1984) *Statistical procedures for agricultural research*. Ed. J. Wiley & Sons Inc. USA. 704 p.
- González B., González J., Farías J. (2007) Edad de corte y valoración productiva de los pastos maralfalfa (*Pennisetum sp.*) y elefante morado (*P.purpureum*). In. *Memorias de XX Reunión Latinoamericana de Producción Animal. ALPA, Cuzco, Perú*. PF 031, p 411.
- Holdridge L. (1982) *Ecología basada en las zonas de vida*. San José Costa Rica. IICA 261p.
- InfoStat (2002) *Software estadístico*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. CD.
- Instituto Meteorológico Nacional (2011) *Datos meteorológicos de Liberia y Santa Cruz 2007-2010, Guanacaste*. 10p.
- Márquez F., Sánchez J., Urbano D., Dávila C. (2007) Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*P. purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootenia Trop.*, 25(4):253-259.

Quesada R. (1989) Producción de biomasa y valor nutritivo de tres especies de pasto gigante (*P. purpureum*), bajo fertilización nitrogenada en Guanacaste, Costa Rica. Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 94p.

Rivas L. (1990) Producción de forrajes de corte (*P. purpureum*), Candelaria, King grass y Taiwan, bajo riego complementario y fertilización nitrogenada durante la estación seca en Guanacaste, Costa Rica. Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 90p.

Turcios R. (2002) Respuesta a la fertilización nitrogenada de dos pasturas tropicales en Atlántida, Honduras. Tesis Carrera de Ciencias Agropecuarias, Zamorano, Honduras. 15 p.

Urbano D., Dávila C., Castro F. (2005) Efecto de la frecuencia de corte sobre cinco variedades de *Pennisetum* en la zona alta del estado de Mérida, Venezuela. *Biotam* 2(460-463).

Urbano D., Dávila C., Castro F. (2008) Producción de pastos y forrajes, base de la alimentación sustentable para bovinos. In. *Memorias XIV Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal*. Maracaibo, Venezuela. p 99-120.

**Anexos**

**Cuadro A1. Predicción de la producción de biomasa verde del pasto Camerún en Liberia, Guanacaste, Costa Rica 2009**

CORTE días	APLICACIÓN DE NITRÓGENO; kg. ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>									
	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
	<i>Disponibilidad de Biomasa Verde por Hectárea por corte, en kilogramos</i>									
30	36936	39777	42619	45460	48302	51143	53984	56826	59667	62508
35	38475	41317	44158	47000	49841	52682	55524	58365	61206	64048
40	40015	42856	45698	48539	51380	54222	57063	59904	62746	65587
45	41554	44396	47237	50078	52920	55761	58602	61444	64285	67126
50	43094	45935	48776	51618	54459	57300	60142	62983	65824	68666
55	44633	47474	50316	53157	55998	58840	61681	64522	67364	70205
60	46172	49014	51855	54696	57538	60379	63220	66062	68903	71744
65	47712	50553	53394	56236	59077	61918	64760	67601	70442	73284
70	49251	52092	54934	57775	60616	63458	66299	69140	71982	74823
75	50790	53632	56473	59314	62156	64997	67838	70680	73521	76362
80	52330	55171	58012	60854	63695	66536	69378	72219	75060	77902
85	53869	56710	59552	62393	65234	68076	70917	73758	76600	79441
90	55408	58250	61091	63932	66774	69615	72456	75298	78139	80980

$$BVcl = 27700 + 56,827N + 307,87E \quad (\text{Ec.1}) \quad R^2 = 0,97 \quad (p \leq 0,0000001)$$



**Cuadro A2. Predicción de la producción de biomasa verde del pasto Camerún en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica 2009.**

*APLICACIÓN DE NITRÓGENO; kg. ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>*

<i>CORTE</i>	<i>0</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>150</i>	<i>200</i>	<i>250</i>	<i>300</i>	<i>350</i>	<i>400</i>	<i>450</i>
<i>días</i>	<i>Disponibilidad de Biomasa Verde por hectárea por corte, en kilogramos</i>									
30	13900	17172	20443	23751	26986	30258	33529	36801	40072	43344
35	17805	20712	23620	26527	29435	32342	35249	38157	41064	43972
40	21410	24054	26698	29341	31985	34629	37273	39917	42561	45204
45	24715	27196	29677	32157	34638	37119	39600	42080	44561	47042
50	27721	30139	32557	34975	37394	39812	42230	44648	47066	49484
55	30427	32883	35339	37795	40251	42707	45163	47619	50075	52532
60	32834	35428	38022	40617	43211	45806	48400	50995	53589	56184
65	34940	37774	40607	43440	46274	49107	51940	54774	57607	60440
70	36747	39920	43093	46266	49438	52611	55784	58957	62129	65302
75	38255	41868	45480	49093	52706	56318	59931	63544	67156	70769
80	39463	43616	47769	51922	56075	60228	64381	68534	72687	76840
85	40371	45165	49959	54753	59547	64341	69135	73929	78723	83517
90	40980	46515	52050	57586	63121	68656	74192	79727	85262	90798

$$BV_{cs} = -15820,83 + 151,333N + 1170,486E - 5,993E^2 - 4,0694NE + 0,0402NE^2$$

(Ec.2)  $R^2=0,99$  ( $p \leq 0,00001$ )