



## Comportamiento productivo y valor nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote



Gloria Esperanza de Dios-León <sup>a</sup>

Jesús Alberto Ramos-Juárez <sup>a\*</sup>

Francisco Izquierdo-Reyes <sup>a</sup>

Bertín Maurilio Joaquín-Torres <sup>a†</sup>

Francisco Meléndez-Nava <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina. Km 3.5 carretera Cárdenas-Huimanguillo, 86500, H. Cárdenas, Tabasco, México.

<sup>b</sup> Universidad Popular de la Chontalpa. Departamento de Zootecnia. Cárdenas, Tabasco.

\*Autor de correspondencia: ramosj@colpos.mx

### Resumen:

Se evaluó el rendimiento de forraje y valor nutritivo del pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, en cinco edades de rebrote: 30, 45, 60, 75 y 90 días, en tres épocas del año: seca, lluvias y nortes. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con medidas repetidas, con cuatro repeticiones por tratamiento. La mayor altura se registró a partir de los 75 días, en todas las épocas, con valores de 127.1, 151.6 y 137.0 cm, en seca, lluvias y nortes, respectivamente. El rendimiento más alto de forraje (27.0 t MS ha<sup>-1</sup>) se obtuvo a los 90 días en la época de lluvias, con una tasa de crecimiento (TC) de 300.2 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, 7.3 % de proteína cruda (PC) y 37.0 % de degradación *in situ* de la materia seca (DIMS). La relación hoja:tallo fue mayor a los 30 días de rebrote, con un valor promedio de 1.65. El contenido de PC fue mayor en la época de nortes a 30 y 45 días, con un valor promedio de 15.6 %. La DIMS fue más alta a 30, 45 y 60 días, con valores promedio de 49.3, 51.8 y 48.2 %, respectivamente. Con base al rendimiento de forraje, se recomienda el uso del pasto Cuba CT-115 para corte a 90 días de rebrote durante la época de lluvias, mientras que, por su

calidad nutricional, se recomienda su uso para pastoreo a 60 días de crecimiento después del corte.

**Palabras clave:** *Pennisetum purpureum*, Rendimiento de forraje, Tasa de crecimiento, Calidad.

Recibido: 14/01/2019

Aceptado: 30/08/2021

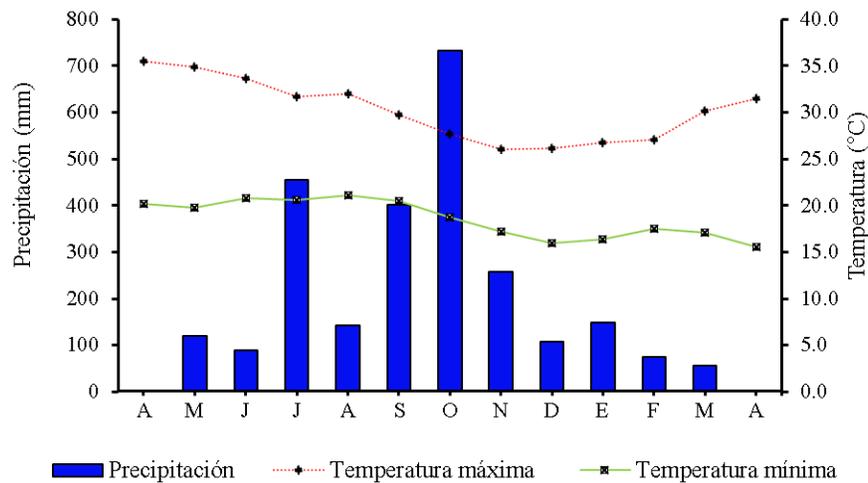
En las regiones tropicales húmedas de México, los forrajes constituyen la fuente principal de alimento de los bovinos. Sin embargo, la cantidad de forraje disponible y su valor nutritivo varía con la época del año. Al respecto, Sosa *et al*<sup>(1)</sup> indicaron que en la época de lluvias se presenta la mayor producción de forraje, disminuyendo en las épocas de nortes y seca y, en consecuencia, la producción de carne o leche también disminuye. Por tanto, se hace necesario la búsqueda de especies forrajeras que satisfagan los requerimientos nutricionales de los animales asegurando un nivel de producción constante a través de todo el año<sup>(2)</sup>. En la búsqueda de alternativas para solucionar dicho problema, se introdujo el pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, el cual se originó en Cuba en la década de los 90s a partir de un clon obtenido del pasto King grass mediante cultivo de tejidos. Este cultivar presenta entrenudos cortos y baja altura; por tanto, tiene potencial para su utilización en pastoreo directo; además, de 4 a 6 meses de edad tiene mayor valor nutritivo, en comparación con los cultivares King grass, Camerún, Enano y Taiwán, con una alta producción de biomasa, de hasta 15 t MS<sup>-1</sup> ha<sup>(2,3)</sup>.

El estudio del crecimiento y producción de forraje en las especies de interés para una determinada región, es importante, ya que permite conocer la mayor y menor disponibilidad de forraje a través del año y así poder adoptar estrategias de manejo para maximizar la producción animal<sup>(4)</sup>. También se ha indicado que la estacionalidad de la TC, biomasa de hojas, índice de área foliar y altura de planta, son criterios para el manejo óptimo y sostenible de los pastos<sup>(5,6)</sup>. Asimismo, la frecuencia de corte es otro factor que influye en el rendimiento de forraje de las gramíneas forrajeras<sup>(7)</sup>. Otros autores<sup>(8)</sup> indicaron que el crecimiento y rendimiento estacional y anual de forraje está en función directa de las condiciones climatológicas, la fertilidad del suelo y prácticas de manejo. De ahí que cada especie de planta debe recibir un manejo estacional diferente, con la finalidad de obtener el máximo rendimiento de forraje<sup>(9)</sup>. Por ello, es importante conocer el comportamiento productivo de las especies forrajeras, así como el momento óptimo de cosecha, ya que es un factor importante que determina el rendimiento de forraje y persistencia de la pradera<sup>(10)</sup>.

Para las condiciones climáticas y edáficas del estado de Tabasco no existe información sobre el comportamiento productivo del pasto *P. purpureum* cv Cuba CT-115. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de forraje y valor nutritivo de esta especie forrajera y cultivar, a diferentes edades de rebrote, durante las épocas de seca, lluvias y nortes en un suelo cambisol en la región de la Chontalpa, Tabasco.

El experimento se realizó en condiciones de temporal durante abril de 2011 a abril de 2012, en el Campo Experimental del Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco, México, ubicado en el km 21 de la carretera Cárdenas-Coatzacoalcos. Las coordenadas son 17°59'15.6" N y 93°35'06.9" O, a 12 msnm. El clima del lugar es del tipo Am y corresponde al cálido húmedo, con lluvias en verano. La precipitación total anual es de 2,251 mm y la temperatura promedio anual de 26 °C<sup>(11)</sup>. La precipitación registrada en el periodo de evaluación fue de 2,576 mm, con una distribución de 6.9, 70.3 y 22.8 % en las épocas de seca, lluvias y nortes, respectivamente, donde el mes más lluvioso fue octubre, con 723 mm; mientras que la temperatura promedio fue de 24.4 °C, con promedios de 25.6, 25.7 y 21.8 °C en las épocas de seca, lluvias y nortes, respectivamente, donde la temperatura máxima (35.3 °C) se alcanzó en el mes de abril y la mínima (16.0 °C) en diciembre (Figura 1). El suelo se clasifica como Cambisol, textura franco arcilloso, pH 5.5, MO 1.9 %, N 0.14 % y P 21.4 mg kg<sup>-1</sup>.

**Figura 1:** Temperatura promedio mensual y precipitación registradas durante el periodo de estudio en Cárdenas, Tabasco



La pradera de pasto *P. purpureum* cv Cuba CT-115 en la que se realizó el estudio se sembró en 2009, en surcos espaciados a 0.80 m y 1 m entre plantas, la cual se utilizaba para pastoreo con ganado bovino. Se realizó un corte de uniformidad el 1 de abril de 2011, mediante corte manual a una altura aproximada de 10 cm. Se fertilizó con 100 kg de nitrógeno (urea), dividido en tres aplicaciones de 33.3 kg cada una; la primera se realizó en el mes de abril, la

segunda en el mes de julio y la tercera en el mes de octubre. Las malezas se controlaron al inicio del experimento con chapeos manuales con machete.

Se evaluaron cinco tratamientos, los cuales fueron edades de rebrote: 30, 45, 60, 75 y 90 días en tres épocas del año: seca (marzo-mayo), lluvias (junio-octubre) y nortes (noviembre-febrero). Los tratamientos, con cuatro repeticiones, se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con medidas repetidas<sup>(12)</sup>, siendo la época del año el factor de medidas repetidas, consecuentemente, durante cada época, en cada parcela experimental se realizaron muestreos sucesivos a las edades de rebrote indicadas. El tamaño de las 20 parcelas experimentales fue de cuatro surcos de 4 m de largo a 0.80 m de separación; por tanto, las dimensiones de cada parcela fue de 4 x 3.2 m, para un total de parcela de 12.8 m<sup>2</sup>, con una parcela útil de 4.8 m<sup>2</sup>, en los surcos centrales.

Se evaluó la altura de planta, rendimiento de forraje, relación hoja:tallo, tasa de crecimiento (TC), contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIMS), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA).

La altura de la planta se midió al momento del corte; la medición se realizó desde la superficie del suelo hasta la parte superior de hoja bandera<sup>(13)</sup>. El rendimiento de forraje se estimó al cosechar a ras del suelo las plantas presentes en 4.8 m<sup>2</sup>. Del forraje cosechado se tomó una submuestra representativa de 3 kg, la cual se lavó y secó a 65 °C, durante 72 h en una estufa de aire forzado. El cálculo del rendimiento de materia seca (RMS) se realizó mediante la fórmula siguiente:  $RMS = RMV \times \% MS/100$ , donde RMV= rendimiento de materia verde<sup>(13)</sup>. Para determinar la relación hoja:tallo se tomó una submuestra de 2 kg del forraje cosechado, la cual se separó en sus componentes hoja y tallo, los cuales se pesaron y se secaron a la misma temperatura y tiempo anteriormente indicados. La TC se calculó con la fórmula siguiente:  $TC = FC/t$ , donde TC = tasa de crecimiento (kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>), FC = forraje cosechado (kg MS ha<sup>-1</sup>) y t = días transcurridos entre cosechas de forraje<sup>(14)</sup>. El contenido de MS y PC, se determinó siguiendo la metodología de la AOAC<sup>(15)</sup>. La DIMS se evaluó a las 24 h de acuerdo a la técnica propuesta por Orskov *et al*<sup>(16)</sup>; mientras que la FDN y FDA se determinaron mediante la metodología descrita por Van Soest *et al*<sup>(17)</sup>. Dichas determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Ciencia Animal del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco.

Para cada una de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar diferencias estadísticas entre los factores estudiados: tratamientos, épocas y la interacción tratamientos x época. La comparación múltiple de medias de tratamientos, épocas e interacción tratamientos x época, se efectuó mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5 % ( $\alpha=0.05$ ). Para las variables donde la interacción fue significativa, se empleó la guía general para analizar este tipo de efectos: efectos del factor A (tratamientos)

dentro de cada nivel del factor B (épocas)<sup>(18)</sup>. La información fue procesada utilizando el procedimiento Proc Mixed y la instrucción Slice del software SAS versión 9.4<sup>(19)</sup>.

Los resultados del ANOVA indicaron que existieron diferencias significativas en la interacción tratamientos x épocas en todas las variables evaluadas. La altura de la planta se incrementó conforme se aumentó la edad de rebrote, y el valor más alto (165.1 cm) se registró a los 90 días en la época de lluvias, valor que fue 10.8 y 15.4 % mayor al obtenido a 90 días en las épocas de nortes y seca, respectivamente. El rendimiento de forraje se incrementó conforme se aumentó la edad de rebrote, y la mayor cantidad de forraje (27.0 t MS ha<sup>-1</sup>) se obtuvo a 90 días en la época de lluvias. En cuanto a la relación hoja:tallo, se observó que en las tres épocas del año, los valores disminuyeron conforme se incrementó la edad rebrote, donde el valor más alto (1.79) se registró a los 30 días en la época de lluvias. El valor más alto de TC (300.2 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) se obtuvo a 90 días en la época de lluvias, la TC promedio en la época de lluvias fue de 237.3 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, valor que fue mayor en 105 y 148 % al promedio obtenido en las épocas de nortes y seca, respectivamente (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Altura, rendimiento de forraje, relación hoja:tallo y tasa de crecimiento de *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote en tres épocas del año

Época del año	Edad de rebrote (días)				
	30	45	60	75	90
Altura de planta (cm)					
Seca	59.4 <sup>c</sup>	91.5 <sup>b</sup>	96.0 <sup>b</sup>	127.1 <sup>a</sup>	147.2 <sup>a</sup>
Lluvias	64.4 <sup>c</sup>	103.8 <sup>b</sup>	123.3 <sup>b</sup>	151.6 <sup>a</sup>	165.1 <sup>a</sup>
Nortes	45.0 <sup>c</sup>	64.7 <sup>c</sup>	98.5 <sup>b</sup>	137.0 <sup>a</sup>	138.9 <sup>a</sup>
Rendimiento de forraje (t MS ha <sup>-1</sup> )					
Seca	4.0 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	10.7 <sup>a</sup>
Lluvias	5.9 <sup>c</sup>	6.6 <sup>c</sup>	16.3 <sup>b</sup>	20.3 <sup>b</sup>	27.0 <sup>a</sup>
Nortes	3.1 <sup>c</sup>	2.9 <sup>b</sup>	7.8 <sup>ab</sup>	11.8 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>
Relación hoja:tallo					
Seca	1.73 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>	0.82 <sup>b</sup>	0.76 <sup>b</sup>
Lluvias	1.79 <sup>a</sup>	1.15 <sup>b</sup>	0.88 <sup>bc</sup>	0.72 <sup>c</sup>	0.56 <sup>c</sup>
Nortes	1.43 <sup>a</sup>	1.26 <sup>ab</sup>	0.85 <sup>bc</sup>	0.94 <sup>bc</sup>	0.75 <sup>c</sup>
Tasa de crecimiento (kg MS ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )					
Seca	134.8 <sup>a</sup>	92.9 <sup>a</sup>	65.4 <sup>a</sup>	66.8 <sup>a</sup>	119.3 <sup>a</sup>
Lluvias	196.4 <sup>bc</sup>	147.7 <sup>c</sup>	272.0 <sup>ab</sup>	270.9 <sup>ab</sup>	300.2 <sup>a</sup>
Nortes	103.4 <sup>ab</sup>	65.3 <sup>b</sup>	129.2 <sup>ab</sup>	156.9 <sup>a</sup>	125.5 <sup>ab</sup>

<sup>abc</sup> Valores con diferente literal en la misma fila, son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P < 0.05$ ).

Con relación al contenido de materia seca (MS), se incrementó conforme se aumentó la edad de rebrote en las tres épocas del año, los mayores valores se obtuvieron a 90 días, con promedios de 23.7, 19.4 y 15.4 % en las épocas de seca, lluvias y nortes, respectivamente;

en la época seca, en las cinco edades de rebrote, los valores fueron mayores, respecto a las otras épocas, con un promedio de 19.7 %, valor que superó en 16.2 y 35.0 % a los valores promedios obtenidos en las épocas de lluvias y nortes, respectivamente. Los valores de proteína cruda (PC) disminuyeron conforme se incrementó la edad de rebrote, y los valores más altos (15.7, 12.5 y 10.4 %) se encontraron a los 30 días en las épocas de nortes, seca y lluvias, respectivamente; en la época de nortes, en las cinco edades de rebrote, los valores fueron mayores, respecto a las otras épocas, con un promedio de 13.1 %, valor que fue mayor en 50.6 y 57.8 % a los valores promedios obtenidos en las épocas de lluvias y seca, respectivamente. La DIMS se mantiene similar en las tres épocas hasta los 60 días y disminuye a partir de los 75 días de rebrote. Con relación a la FDN, los valores más bajos se observan a los 45 días en las épocas de seca y lluvias, en la época de nortes, no se encontró diferencias significativas en todas las edades de rebrote estudiadas. En cuanto al contenido de FDA, los valores se incrementaron conforme se aumentó la edad de rebrote, y el valor más alto (47.1 %) se obtuvo a 90 días de rebrote, en la época de lluvias, con un promedio de 43.2 % para dicha época.

El aumento de la altura de planta conforme se incrementó la edad de rebrote es un comportamiento normal en los pastos de crecimiento erecto, lo cual ha sido reportado por varios autores<sup>(20)</sup>. La mayor altura registrada en la época de lluvias se atribuyó a la mayor precipitación y temperatura ocurridas en dicha época, la cuales fueron de 1,812 mm y 25.7 °C, respectivamente, lo que favoreció la fotosíntesis y, en consecuencia, hubo mayor crecimiento de las plantas. Contrariamente, durante la época de nortes el descenso de la precipitación y temperatura (586 mm y 21.8 °C, respectivamente), así como la presencia de días cortos, vientos y nubosidad afectaron negativamente la capacidad de fotosíntesis de las plantas y, en consecuencia, disminuyó el crecimiento. Otros autores reportaron para el pasto Cuba CT-115 alturas inferiores a las encontradas en el presente estudio. Por ejemplo, Casanovas *et al*<sup>(21)</sup> reportaron para la época seca alturas de 31 y 53 cm a 75 y 90 d de rebrote, respectivamente. En otro estudio, Herrera *et al*<sup>(22)</sup> al evaluar varios clones de *P. purpureum* para la época de lluvias reportaron 68 cm a 60 días de rebrote y para la época seca 64 cm a 90 días. Estos mismos autores al evaluar 12 especies de *P. purpureum* encontraron, para la época de lluvias, alturas de 56.4 y 66.3 cm a 60 y 90 días de rebrote, respectivamente. En el presente estudio, independientemente de la época del año, se observó que, a 60 días de rebrote, el pasto Cuba CT-115 alcanzó una altura promedio de 105.9 cm, lo cual indica que es el momento óptimo para su aprovechamiento, ya que se ha mencionado que para utilizarlo mediante pastoreo directo debe tener una altura máxima de 100 cm<sup>(23)</sup>.

El mayor rendimiento de forraje (27.0 t MS ha<sup>-1</sup>) obtenido durante la época de lluvias a 90 días de rebrote fue superior en 139 y 151 %, con respecto al rendimiento obtenido a esa misma edad, durante las épocas de nortes y seca, respectivamente (Cuadro 2), con lo que se confirma lo señalado por otros autores de que existe una correlación positiva entre la edad de la planta y el rendimiento<sup>(24)</sup>, así como con la precipitación. Los rendimientos de forraje

encontrados en el presente estudio son diferentes y superiores a los reportados por otros autores para esta misma especie y cultivar. Así, Herrera *et al*<sup>(22)</sup> reportaron para *P. purpureum* cv Cuba CT-115 un rendimiento promedio de 3.8 y 1.2 t MS ha<sup>-1</sup>, durante las épocas de lluvias y seca, respectivamente. Mientras que para ocho clones de *P. purpureum* se encontraron rendimientos de 2.5 y 0.47 t MS ha<sup>-1</sup> para las épocas de lluvias y seca, respectivamente<sup>(25)</sup>. Las discrepancias de resultados posiblemente se deban a las condiciones climáticas, manejo del cultivo y fertilidad del suelo donde se efectuaron dichos estudios. En el presente estudio también se observó que la distribución del rendimiento de forraje fue de 5.6, 7.4 y 15.2 t MS ha<sup>-1</sup> para las épocas de seca, nortes y lluvias, respectivamente. El rendimiento menor de forraje durante la época seca se atribuyó a la poca precipitación registrada (178 mm), con lo que se afectó negativamente el proceso bioquímico de la fotosíntesis de la planta<sup>(24)</sup>; mientras que en la época de nortes el rendimiento de forraje fue menor, en comparación con la época de lluvias, debido a las bajas temperaturas más que a la precipitación.

**Cuadro 2:** Valor nutritivo de *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote en tres épocas del año

Época del año	Edad de rebrote (días)				
	30	45	60	75	90
Materia seca (%)					
Seca	17.4 <sup>b</sup>	18.4 <sup>b</sup>	19.3 <sup>b</sup>	19.6 <sup>b</sup>	23.7 <sup>a</sup>
Lluvias	14.4 <sup>b</sup>	14.7 <sup>b</sup>	16.2 <sup>ab</sup>	17.9 <sup>ab</sup>	19.4 <sup>a</sup>
Nortes	10.6 <sup>b</sup>	11.2 <sup>ab</sup>	12.2 <sup>ab</sup>	14.4 <sup>ab</sup>	15.4 <sup>a</sup>
Proteína cruda (%)					
Seca	12.5 <sup>a</sup>	7.8 <sup>b</sup>	7.1 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>	7.4 <sup>b</sup>
Lluvias	10.4 <sup>a</sup>	10.9 <sup>a</sup>	7.9 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>	7.3 <sup>b</sup>
Nortes	15.7 <sup>a</sup>	15.5 <sup>a</sup>	13.0 <sup>b</sup>	11.2 <sup>bc</sup>	10.3 <sup>c</sup>
Degradación <i>in situ</i> de la materia seca (%)					
Seca	48.1 <sup>ab</sup>	54.3 <sup>a</sup>	49.4 <sup>ab</sup>	46.7 <sup>b</sup>	42.9 <sup>b</sup>
Lluvias	51.3 <sup>a</sup>	49.8 <sup>a</sup>	45.1 <sup>ab</sup>	40.2 <sup>b</sup>	37.0 <sup>c</sup>
Nortes	48.6 <sup>a</sup>	51.3 <sup>a</sup>	50.1 <sup>a</sup>	39.0 <sup>b</sup>	39.3 <sup>b</sup>
Fibra detergente neutra (%)					
Seca	60.7 <sup>c</sup>	62.9 <sup>bc</sup>	67.4 <sup>ab</sup>	70.5 <sup>a</sup>	64.4 <sup>bc</sup>
Lluvias	70.1 <sup>b</sup>	70.0 <sup>b</sup>	77.0 <sup>a</sup>	79.7 <sup>a</sup>	80.6 <sup>a</sup>
Nortes	65.4 <sup>a</sup>	68.0 <sup>a</sup>	67.1 <sup>a</sup>	70.8 <sup>a</sup>	68.2 <sup>a</sup>

	Fibra detergente ácida (%)				
Seca	31.6 <sup>c</sup>	33.6 <sup>bc</sup>	39.3 <sup>ab</sup>	34.3 <sup>bc</sup>	43.6 <sup>a</sup>
Lluvia	38.8 <sup>b</sup>	40.3 <sup>b</sup>	44.9 <sup>ab</sup>	45.0 <sup>ab</sup>	47.1 <sup>a</sup>
Nortes	33.8 <sup>b</sup>	34.9 <sup>ab</sup>	35.9 <sup>ab</sup>	36.9 <sup>ab</sup>	40.8 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Valores con diferente literal en la misma fila, son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P < 0.05$ ).

La mayor relación de hoja:tallo obtenida a 30 días de rebrote, en las tres épocas del año, se atribuyó a la mayor cantidad de hojas presente a edades tempranas. En el presente estudio se observó que la relación hoja:tallo, considerando las tres épocas, disminuyó de 1.65 a 0.69 en las edades de 30 a 90 días, respectivamente. Un comportamiento similar al anterior fue reportado para *P. purpureum*, donde la relación hoja:tallo disminuyó de 1.33 a 0.77 al aumentar la edad de 33 a 90 días, respectivamente<sup>(26)</sup>.

La mayor TC observada durante la época de lluvia, se atribuyó a la mayor precipitación y temperaturas (1,812 mm y 25.7 °C, respectivamente) registradas durante dicha época, las cuales favorecieron la actividad metabólica de la planta, con lo que se aumentó la cantidad de fotosíntatos y, en consecuencia, se incrementó la producción de MS. Contrariamente, durante la época seca, la falta de humedad limitó el crecimiento de las plantas. Por otro lado, las tasas mayores de crecimiento observadas a 60, 75 y 90 días después del rebrote, en las tres épocas del año, indican que existe un aumento del rendimiento de MS conforme avanza la edad de la planta, hasta un cierto límite, ya que, a mayor edad de rebrote, las hojas se hacen viejas y pierden su capacidad fotosintética, lo que ocasiona una reducción de la tasa de fotosíntesis y, en consecuencia, el crecimiento se ve limitado. Esta misma respuesta fue observada por Fortes *et al*<sup>(27)</sup>, quienes para *P. purpureum* cv Cuba CT-115, encontraron un aumento lineal de la TC conforme se incrementó la edad de la planta.

El incremento del contenido de MS conforme se aumentó la edad de rebrote, en las tres épocas del año, indica que los forrajes al madurar acumulan mayor cantidad de fibra, lo cual es un comportamiento normal que ocurre en pastos tropicales<sup>(26)</sup>. Resultados similares fueron reportados al evaluar la composición química del pasto *P. purpureum* cv Cuba CT-115 con contenidos de 15, 17, 19 y 23 % de MS a 28, 58, 84 y 112 días de rebrote, respectivamente<sup>(28)</sup>. Asimismo, Para *P. purpureum* cv King grass se reportaron contenidos de 12.2, 13.8, 15.2 y 17.4 % de MS a 45, 60, 75 y 90 d de rebrote, respectivamente<sup>(29)</sup>. Al respecto, se ha señalado que al aumentar la edad de la planta, se incrementa la proporción de la pared celular, la cual está asociada directamente con el aumento de la MS; además, al avanzar la edad, se producen cambios en las plantas tales como disminución de la aparición de hojas, aumento de haces vasculares, pérdida del agua, menor contenido celular y mayor proporción de tallos<sup>(28,29)</sup>. El mayor contenido de MS (23.7 %) observado en la época seca, en comparación con las épocas de lluvias y nortes, pudo deberse a que el estrés hídrico ocasionó mayor maduración y senescencia de hojas y, en consecuencia, hubo mayor acumulación de MS, ya que se ha

indicado que la senescencia de hojas es mayor, en comparación con la de tallos, debido a que su cubierta es más sensible y la pérdida de agua es mayor<sup>(29)</sup>.

La disminución del contenido de PC en la planta conforme se incrementó la edad de rebrote se atribuyó a la presencia de una menor cantidad de hoja y mayor cantidad de tallos, ya que la relación hoja:tallo fue menor conforme avanzó la edad de planta. Contrariamente, en edades tempranas al haber una mayor relación de hoja:tallo, se incrementa la concentración de PC, ya que este nutriente se encuentra en mayor cantidad en las hojas de las plantas; además, con la madurez, se incrementa la síntesis de componentes estructurales tales como celulosa, hemicelulosa y lignina y, en consecuencia, disminuye la calidad del pasto. Los resultados del presente estudio son menores a los reportados para el pasto Cuba CT-115 durante la época de lluvias, donde encontraron 14.5, 12.0 y 11.0 % de PC a 28, 56 y 84 d de rebrote, respectivamente<sup>(28)</sup>. Por otro lado, se ha señalado que el nivel mínimo de PC que debe tener un forraje, para el buen funcionamiento del rumen, es del 7 %<sup>(30)</sup>, por lo tanto, el pasto Cuba CT-115 cumple con lo indicado anteriormente, ya que su contenido de PC osciló de 7.0 a 15.7 %.

La disminución de DIMS conforme aumentó la edad de rebrote se debió a que en las edades de 30, 40 y 60 días existió mayor cantidad de hoja y menor proporción de tallos, en comparación a 75 y 90 días, donde se observó mayor porcentaje de MS y una mayor cantidad de FDN y FDA, ya que conforme maduran los forrajes se incrementa la proporción de tallos y disminuye la de hojas y, en consecuencia, se aumenta la cantidad de carbohidratos estructurales y lignina, lo cual influye directamente en la digestibilidad y eficiencia de utilización de los forrajes por los animales<sup>(31)</sup>. En este estudio, el promedio de la DIMS fue de 46.2 %, valor que se considera bajo; sin embargo para esta misma especie y cultivar a 56 días de rebrote y 24 h de incubación se reportó una digestibilidad de 50.1 %<sup>(32)</sup>. Los valores promedio de FDN y FDA (75.5 y 43.2 %, respectivamente) obtenidos en la época de lluvias, son similares a los reportados por Valles *et al*<sup>(33)</sup>, en especies del género *Pennisetum*, encontraron 72.2 y 44.1 % de FDN y FDA, respectivamente. En el presente estudio, los valores más altos de FDN y FDA obtenidos durante la época de lluvias a 60, 75 y 90 días de rebrote, se atribuyeron a las mayores precipitación y temperatura ocurridas en dicha época, lo cual ocasionó un mayor crecimiento de las plantas y más producción de tallos y, en consecuencia, hubo más acumulación de MS, celulosa, hemicelulosa y lignina<sup>(17)</sup>. Los resultados del presente estudio confirman lo indicado en la literatura, donde se mencionaron que las gramíneas tropicales crecen y maduran rápidamente, lo que ocasiona cambios en su composición química y una disminución en su calidad nutricional.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el rendimiento de forraje del pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, en las épocas de lluvias, nortes y seca, se incrementó conforme avanzó la edad de rebrote, con una distribución del rendimiento de 53.9, 26.2 y 19.9 %, respectivamente, y una producción total anual de 28.2 t MS ha<sup>-1</sup>.

Mientras que el valor nutritivo en términos del contenido de PC, DIMS, FDN y FDA, disminuyó con la edad del rebrote. Desde el punto de vista del rendimiento y calidad del forraje, se recomienda usar el pasto Cuba CT-115 a los 60 días de rebrote para pastoreo directo y a 90 días para corte.

### Literatura citada:

1. Sosa REE, Cabrera TE, Pérez RD, Ortega RL. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el Estado de Quintana Roo. *Téc Pecu Méx* 2008;46(4):413-426.
2. Araya MM, Boschini C. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. *Agron Mesoamericana* 2005;16(1):37-43.
3. Cruz R, Torres V, Herrera RS, Martínez RO. Cultivo de tejido y fitotecnia de las mutaciones de pastos tropicales. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones. *Rev Cubana Cienc Agríc* 1996;30(1):1-10.
4. Hernández GA, Hodgson JG, Matthew C. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. *N Z J Agric Res* 1997;40(1):37-50.
5. Da Silva SC, Hernández GA. Manejo del pastoreo en praderas tropicales. En: Velasco ZME *et al*, editores. Los Forrajes y su impacto en el trópico. 1ra. ed. Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas, México; 2010:63-95.
6. Velasco ZME, Hernández GA, González HVA, Pérez PJ, Vaquera HH. Curvas estacionales de crecimiento del ballico perenne. *Rev Fitotec Mex* 2002;25(1):97-106.
7. Herrera RS, Martínez RO, Cruz R, Tuero R, García M, Guisado I *et al*. Producción de biomasa con hierba elefante (*Pennisetum purpureum*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la ganadería tropical. II. Carbohidratos solubles y estructurales. *Rev Cubana Cienc Agríc* 1995;29(2):245-252.
8. McKenzie BA, Kemp PD, Moot DJ, Matthew C, Lucas RJ. Environmental effects on plant growth and development. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand pasture crop science*. Oxford: University Press; 1999:29-44.
9. Zaragoza EJA, Hernández GA, Pérez PJ, Herrera HJG, Osnaya GF, Martínez HP *et al*. Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovillo. *Téc Pecu Méx* 2009;47(2):173-188.

10. Santana PAA, Pérez LA, Figueredo AME. Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa. Rev Mex Cienc Pecu 2010;1(3):277-286.
11. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Serie Libros No. 6. Anexo. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México; 2004.
12. Gumpertz ML, Brownie C. Repeated measures in randomized blocks and split experiments. Institute of Statistics Mimeograph. Series No. 2202. NCSU, NC, USA; 1991.
13. Toledo JM, Schulze-Kraft R. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo JM editor. Manual para la evaluación. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia; 1982:91-110.
14. Garduño VS, Hernández GA, Herrera HJG, Martínez HPA, Joaquín TBM. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de Ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Téc Pecu Méx 2009;47(2):189-202.
15. AOAC. Official Methods of Analysis. 20th Edition. Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists. 2016.
16. Orskov ER, Howell DeBFD, Mould F. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop Anim Prod 1980;5(3):195-213.
17. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 1991;74(10):3583-3597.
18. Maxwell SE, Delaney HD. Designing experiments and analysing data: A model comparison perspective. Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, CA.USA;1990.
19. SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.4). Cary NC, USA: SAS Institute Inc. 2013.
20. Crespo G, Álvarez J. Comparison of biomass production of *Pennisetum purpureum* clones N fertilized. Cuban J Agric Sci 2014;48(3):287-291.
21. Casanovas E, Figueredo Y, Soto R, Novoa R, Valera R. Efecto de la frecuencia de corte en el comportamiento fenológico y productivo de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 en el periodo poco lluvioso. Rev Cubana Cienc Agríc 2006;40(4):465-470.

22. Herrera RS, García M, Cruz AM, Romero A. Assessmet of *Pennisetum purpureum* clones obtained by *in vitro* tissue culture. Cuban J Agric Sci 2014;46(4):427-433.
23. Tarazona AM, Ceballos MC, Naranjo JF, Cuartas CA. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. Rev Colomb Cienc Pecu 2012;25(3):473-487.
24. Sanderson MA, Stair DW, Hussey MA. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. Adv Agron 1997;59:171-224.
25. Herrera RS. Clones of *Pennisetum purpureum* for different ecosystems and productive purposes. Cuban J Agric Sci 2015;49(4):515-519.
26. Luna MR, Chacón ME, Ramírez RJ, Álvarez PG, Álvarez PP, Plúa PK *et al.* Rendimiento y calidad de dos especies del género *Pennisetum* en Ecuador. Rev Electrón Vet 2015;16(8):1-10.
27. Fortes D, Herrera RS, García M, Cruz AM, Romero A. Growth analysis of the *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 in the biomas bank technology. Cuban J Agric Sci 2014;48(2):167-172.
28. Valenciaga D, Chongo B, Herrera RS, Torres V, Oramas A, Cairo JG *et al.* Efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115. Rev Cubana Cienc Agríc 2009;43(1):73-79.
29. Chacón HPA, Vargas RCF. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum Purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. Agron Mesoamericana 2009;20(2):399-408.
30. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. Second ed. Ithaca NY, USA: Cornell University Press; 1994.
31. Vieira RMA, Fernández AM. Importancia de los estudios cuantitativos asociados a la fibra para la nutrición y alimentación de los rumiantes. 43 Reunión de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. Joao Pessoa, Brasil: Sociedad Brasileira de Zootecnia; 2006.
32. Valenciaga D, Chongo B, Lao O. Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca. Rev Cubana Cienc Agríc 2001;35(4):349-354.
33. Valles MB, Castillo GE, Bernal BH. Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. Rev Mex Cienc Pecu 2016;7(2):141-158.