



## RESPUESTA AGRO PRODUCTIVA DE NUEVAS VARIEDADES DE *Cenchrus purpureus*<sup>†</sup>

### [AGRO PRODUCTIVE RESPONSE OF NEW VARIETIES OF *Cenchrus purpureus*]

R. C. Arias<sup>1</sup>, J. J. Reyes<sup>2,3</sup>, J. L. Ledea<sup>4,\*</sup>, D. G. Benítez<sup>1</sup>, J. V. Ray<sup>1</sup> and L. G. Hernández<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”. Estación Experimental de Pastos y Forrajes, km 10½, Carretera Bayamo – Tunas. Bayamo, Granma, Cuba

<sup>2</sup>Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador.

<sup>3</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

<sup>4</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Instituto Politécnico Nacional. N° 195. Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, México. Email: ledea1017@gmail.com

\*Corresponding author

#### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agro productivo de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* (CT-601, CT-603, CT-605, CT-608, CT-609 y CT-115 como control) en diferentes edades de rebrote (60, 90, 120, 150 días) en la época lluviosa, se desarrolló un estudio en un diseño de bloques al azar en arreglo factorial (6×4) en variables productivas y agronómicas. Se observó el mayor ( $P \leq 0,001$ ) rendimiento de Materia Verde a los 120 días de edad en el CT-605 ( $22,8 \text{ tha}^{-1}$ ), similar comportamiento para el rendimiento de materia seca ( $5,41 \text{ tha}^{-1}$  MS) para variedad y edad, para esta última variable no se observaron diferencias con respecto al control dentro de las diferentes edades. La mayor altura de la planta se observó a los 150 días en la variedad CT-608 (110,7cm), esta variable no mostró diferencias significativas con respecto al control (93,36cm), el ancho de la hoja se vio favorecido en todas las variedades a la edad de 120 días y en el resto de las edades no se observaron diferencias significativas ( $P \geq 0,001$ ). Las variables, número de nudos, longitud de la hoja, grosor del tallo y longitud del cuarto entrenudo no se vieron afectadas por la interacción de segundo grado. Las nuevas variedades en la época lluviosa del Valle del Cauto manifiestan una respuesta productiva de MS que oscila entre  $1,01$  y  $5,41 \text{ t ha}^{-1}$ , con marcadas diferencias entre las edades y variedades que se uniforman a los 120 días. Todas son potenciales productoras de forrajes en las condiciones del Valle del Cauto, Cuba.

**Palabras claves:** Estacionalidad; rendimiento; ecosistemas adversos; precipitaciones.

#### SUMMARY

With the objective of evaluating the agro productive behavior of new varieties of *Cenchrus purpureus* (CT-601, CT-603, CT-605, CT-608, CT-609 and CT-115 as control) in different ages of regrowth (60, 90, 120, 150 days) in the rainy season, a study was developed in a random block design in factorial arrangement and interaction of the factors (6×4) in the productive and agronomic variables. The highest ( $P \leq 0,001$ ) yield of Green Matter at 120 days of age was observed in CT-605 ( $22,8 \text{ tha}^{-1}$ ), similar behavior for dry matter yield ( $5,41 \text{ tha}^{-1}$  DM) for variety and age, for this last variable no differences were observed with respect to control within different ages. The highest height of the plant was observed at 150 days in the variety CT-608 (110,7cm), this variable did not show significant differences with respect to the control (93,36cm), the width of the leaf was favored in all the varieties at the age of 120 days and in the rest of the ages no significant differences were observed ( $P \geq 0,001$ ). The variables, number of nodes, leaf length, stem thickness and internode quarter length were not affected by the second degree interaction. It is concluded that the new varieties in the rainy season of the Cauto Valley show a favorable productive response that resembles the CUBA CT-115 parent. Its use is recommended between 90 and 120 days of regrowth. The new varieties in the rainy season of Valle del Cauto show a productive response of DM that ranges between  $1.01$  and  $5.41 \text{ t ha}^{-1}$ , with marked differences between the ages and varieties that become uniform after 120 days. All are potential forage producers in the conditions of Valle del Cauto, Cuba.

**Keywords:** Seasonality; yield; adverse ecosystems; rainfall.

<sup>†</sup> Submitted November 16, 2018 – Accepted February 9, 2019. This work is licensed under a [CC-BY 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).  
ISSN: 1870-0462

## INTRODUCCIÓN

La estacionalidad de las lluvias predispone la productividad de los pastos en gran parte del trópico e incluso Centroamérica. En cada región, las características climáticas predisponen particularidades para cada estación climática, diferenciándose, a partir de los antecedentes pluviométricos los períodos de lluvias y pocas lluvias principalmente. De forma general, en la época de lluvias del trópico se presentan temperaturas entre 38 y 40°C, días largos (+12 horas/luz), y elevados niveles de humedad relativa ( $\geq 85\%$ ).

Las precipitaciones, independientemente del período climático, poseen un efecto de distribución poco uniforme. Un ejemplo es la región oriental de Cuba, donde más intensas son las condiciones del clima por la ubicación geográfica del archipiélago, que estimula altas temperaturas por las cercanías de esta zona al trópico de cáncer y las precipitaciones las limita la circulación orográfica de los vientos (ONEI, 2008). Estas condiciones climáticas predisponen un pico productivo de los pastos y sistemas pastoriles en las diferentes regiones del país en el período lluvioso, sobre todo las gramíneas, donde el uso eficiente del agua y minerales les posibilita el crecimiento y desarrollo en ambientes donde las plantas con senderos C<sub>3</sub> no se desarrollarían y subsistirían (Edwards y Smith, 2010).

A pesar de las diferencias en las precipitaciones y su distribución, varios autores han referido a los ecosistemas de la región oriental como adversos y degradado por la intensa sequía estacional (Ramírez de la Ribera, 2010; Ray *et al.*, 2016; Ledea, 2016; Ledea *et al.*, 2018), con afectaciones edáficas (Benítez *et al.*, 2010), pero que se recuperan ligeramente en la época lluviosa. Por la propia adversidad de los ecosistemas, en el período de pocas lluvias mueren o se debilitan considerablemente las gramíneas de interés para el sector agropecuario en la alimentación animal, observándose en el período incipiente de las lluvias un predominio de gramíneas naturalizadas o nativas que llegan a desplazar los pastos mejorados e introducidos, por lo que es necesario incorporar especies de gramíneas en este tipo de ecosistemas que toleren y persistan en las condiciones edafoclimáticas antes descritas, y que su productividad permita su extensión y sustitución de otras establecidas que presentan un comportamiento productivo estacional.

Arias *et al.* (2018) señalaron que las variedades propuestas para el presente estudio, durante el período poco lluvioso tuvieron un comportamiento favorable, por lo que en el período de lluvias pudieran poseer una

respuesta productiva que además de ser favorecido por el período climático, el sistema de manejo les permita desplazar las especies nativas y/o naturalizadas en los sistemas de producción.

Es bien conocido que los pastos, y dentro de estos las gramíneas, responden favorablemente a cortes sistemáticos en diferentes estados fonológicos. En el Valle del Cauto, los cultivares que allí se utilizan se someten a este sistema de manejo que se complementa con riegos estratégicos y fertilización orgánica para garantizar su desarrollo, productividad, y aprovechar la mejora de la composición química, a la vez de mantener los sistemas de producción con bajos insumos (Ray *et al.*, 2016; Arias *et al.*, 2018; Ledea *et al.*, 2018).

Las nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* obtenidas por cultivo de tejidos, podrían mostrar rendimientos aceptables determinado por la edad que permita introducirlas en los sistemas de producción y sustituir aquellas gramíneas de menor productividad y más exigentes de insumos para expresar su potencial. Por lo anteriormente expuesto el presente estudio tiene como objetivo, evaluar la respuesta agroproductiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía en la época lluviosa en las condiciones del Valle del Cauto.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Localidad, clima y suelo.

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” en la provincia Granma, durante las estaciones lluviosas de 2010 a 2012 contempladas en Cuba de noviembre-abril (ONEI, 2016). La estación está situada en los 20° 18' 13" de latitud norte y los 76° 39' 48" de longitud oeste.

El clima de la región se clasifica como tropical relativamente húmedo (Barranco y Días, 1989). En el área de estudio y durante el período experimental las precipitaciones fluctuaron entre 150 y 166mm anuales, con valores mínimos mensuales de 60mm (octubre 2010) y máximos de 296mm (septiembre 2011). Las precipitaciones durante el período evaluado representaron el 20% del acumulado de 17 años (14224mm). En la figura 1 se ilustra la distribución mensual de las lluvias para el período experimental y la media histórica por meses.

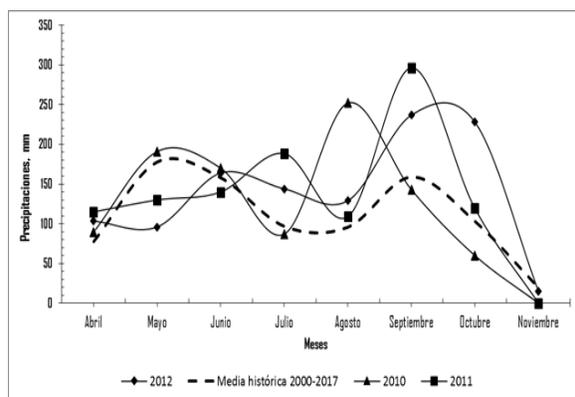


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones durante el período experimental y media histórica por meses.

El suelo del área experimental es de tipo Fluvisol según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015). Presenta buen drenaje general, la topografía es llana y generalmente su fertilidad natural se encuentra entre valores medios y bajos con un pH medianamente ácido en KCl (4.7) y ligeramente ácido en H<sub>2</sub>O (6.3). Presenta niveles de salinidad muy bajos hasta los 60cm de profundidad, los tenores de nutrientes en general se encuentran bajos ( $\leq 2.10$  % MO) solo la capa superior manifiesta niveles medios (Ledea, 2016). Según Ledea *op. cit.* la humedad del suelo en los primeros 60cm en este período osciló entre 21,6 (agosto) hasta 46,4% (septiembre).

#### Material vegetal utilizado

Los cultivares sometidos a estudio fueron, el CT-601, CT-603, CT-605, CT-608, CT-609 y CT-115. Estos nuevos cultivares se obtuvieron en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), a través de mutaciones inducidas en cultivo de tejidos, a partir de la variedad Cuba CT-115, con tolerancia a la sequía.

#### Procedimiento experimental

El área de experimentación ya estaba establecida en parcelas de 5 x 4 m con área cosechable de 12 m<sup>2</sup>, y cinco surcos en cada parcela con marcos de plantación de 1 x 0.75. Se realizó un corte para lograr uniformidad en el material experimental en el mes de noviembre de 2009, y seguidamente, se aplicó fertilización orgánica de estiércol bovino, con 1.38 % de nitrógeno, en dosis de 20 t ha<sup>-1</sup>. El estudio comenzó en 2010 y terminó en el 2012, durante todo el período experimental se aplicó riego a razón de 250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a intervalos de 21 días, y cuando ocurrieron precipitaciones se ajustó el riego para completar la dosis a aplicar.

Para las mediciones morfológicas, se seleccionaron a partir de los 7 días después del corte de uniformidad, 5 plantas/tratamiento de forma aleatoria y que fueran representativas de la comunidad vegetal, para un total de 100 plantas por réplica.

#### Mediciones en la planta

Se realizaron en cinco plantas por repetición, para un total de cuatro cortes para los 60 días (tres para 90 días, y dos para 120 y 150 días). En cada planta se midió: la altura (desde la base hasta el cono apical); longitud de las hojas, desde la base hasta el ápice; el ancho medio de las hojas a partir del promedio de las longitudes de las porciones base, medio y apical; grosor y longitud del tallo en el cuarto entrenudo, con el empleo de un pie de rey y una regla graduada, respectivamente; se contó el número de nudos.

#### Rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS)

Posterior a las mediciones, se realizó el corte, para ello se eliminó el efecto de borde consistente en los surcos externos y los 50 cm al principio y final de cada parcela. Las plantas que no quedaron dentro del efecto de borde fueron cortadas y pesadas, considerándose este peso como masa verde. Las cinco plantas que fueron seleccionadas para las mediciones agronómicas, fueron seccionadas en hojas y tallos y se tomó una muestra de 300 gr que fue secada a temperatura variable según las recomendaciones de Herrera (2003). A partir del peso seco de la muestra y el peso verde de cada parcela se estimó el rendimiento de materia seca por hectárea.

#### Diseño, tratamiento y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial con cuatro réplicas, se evaluaron 24 tratamientos resultantes de la combinación edad de rebrote (60, 90, 120 y 150 días), y nuevos cultivares de *Cenchrus purpureus* (CT-601, CT-603, CT-605, CT-608, CT-609 y CT-115 control). Para determinar la distribución normal de los datos se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) y para la homogeneidad de varianzas la prueba de Bartlett (1937), las medias resultantes de las interacciones se compararon mediante la dócima de Keuls (1952).

Para los análisis estadísticos se empleó el paquete Statistica sobre Windows, versión 10.0 (StatSoft, 2011). Se realizaron análisis de varianza (ANAVA) según las exigencias del diseño experimental. El modelo matemático empleado en cada uno de los ANAVAs fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + ER_j + V_k + (ER \times V)_{jk} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = variable respuesta,  $\mu$  = constante común a todas las observaciones,  $R_i$  = efecto de la  $i$ -ésima réplica ( $i=1, \dots, 4$ ),  $ER_j$  = efecto de la  $j$ -ésima edad de rebrote ( $j=1, \dots, 4$ ),  $V_k$  = efecto del  $k$ -ésima variedad ( $k=1, \dots, 5$ ),  $ER \times V_{jk}$  = efecto combinado de la  $j$ -ésima edad de rebrote en el  $k$ -ésima variedad,  $e_{ijkl}$  = error aleatorio  $\sim N(0, \sigma^2_e)$ .

## RESULTADOS

En la estación de lluvias, el rendimiento de MV y MS fueron modificadas por la interacción variedad con edad de rebrote (Tabla 1). La productividad de MV se incrementó en la medida que avanzó la edad hasta los 120 días, a los 150 días se constató una depresión del rendimiento. Los valores homogéneos se agruparon a los 120 días ( $P \geq 0,001$ ). La variedad CT-605 aportó el mayor valor ( $P \leq 0,001$ ), y este solo difirió con los promedios del CT-601, 115 y su propio promedio a los 60 días y CT-605 y CT-608 a los 90 días de rebrote.

El mayor rendimiento de MS  $\text{ha}^{-1}$  se obtuvo a los 120 días en la variedad CT-605 (5 t MS  $\text{ha}^{-1}$ ) con respecto al resto de las edades en estudio, sin embargo, dentro de esta edad (120 días) no se observaron diferencias significativas entre las variedades, la mayor diferenciación con respecto al mayor valor se observó a los 60 días en todas las variedades, pero que fueron comunes entre ellas.

La mayor altura de la planta (110,7cm) se obtuvo en el CT-608 a los 150 días y es similar con el comportamiento del CT-115 a esta misma edad ( $P \geq 0,001$ ). La menor alturas se obtuvo a los 60 días en la variedad CT-605 ( $P \leq 0,001$ ) (Tabla 2). El ancho medio de la hoja se comportó de manera poco diferenciada, no se observaron diferencias marcadas entre las variedades en las diferentes edades evaluadas, el efecto de la interacción sobre esta variable no es de consideración.

No todas las variables fueron afectadas por el efecto de la interacción de segundo grado. El efecto variedad modificó el número de nudos, y fueron las variedades CT-608 y CT-609 las que presentaron menor cantidad de estas estructuras ( $P \leq 0,001$ ) (Tabla 3a) con respecto al resto de las variedades, mientras que la edad de rebrote influyó en el comportamiento morfológico del tallo y en la longitud de la hoja (Tabla 3b).

A los 150 días de rebrotar se obtuvieron los valores significativamente superiores para el número de nudos y grosor del tallo, en este último solo en la edad de 60 días se observó el menor valor ( $P \leq 0,001$ ), la longitud del cuarto entrenudo se incrementó para las edades de 90 y 120 días.

## DISCUSIÓN

Para el rendimiento de MV Hinojosa *et al.* (2014) en las condiciones climáticas del noreste de Trinidad, Bolivia (1800-1900mm  $\text{año}^{-1}$ ), obtuvo favorables producciones de MV en especies del género *Cenchrus* que incluían Camerún Panameño, Verde, Morado y Maralfalfa, con rendimientos de 164, 156, 144 y 121 t MV  $\text{año}^{-1}$ , respectivamente, y que superaron a sobremanera las obtenidas en el presente estudio. Esto está relacionado con que la expresión productiva es una variable, como la mayoría de las cuantitativas, poligénica e influenciada por el ambiente. Por lo tanto, el ambiente en combinación con el cultivar, definió la expresión del potencial de los cultivares (Schmidt *et al.*, 2011).

Tabla 1. Productividad de Materia Verde (MV) y Materia Seca (MS) de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en diferentes edades de rebrote en la época lluviosa.

Variedades (CT)	Edades de rebrote (días)				Edades de rebrote (días)			
	60	90	120	150	60	90	120	150
	<sup>1</sup> Rendimiento de MV (tMVha <sup>-1</sup> )				<sup>2</sup> Rendimiento de MS (tMSha <sup>-1</sup> )			
<b>601</b>	8,05 <sup>bc</sup> (2,18)	10,56 <sup>ab</sup> (2,42)	12,5 <sup>ab</sup> (2,57)	12,5 <sup>bc</sup> (2,59)	1,01 <sup>f</sup> (0,69)	2,29 <sup>b-f</sup> (1,17)	3,44 <sup>abc</sup> (1,48)	3,74 <sup>ab</sup> (1,54)
<b>603</b>	11,47 <sup>abc</sup> (2,50)	13,36 <sup>abc</sup> (2,64)	13,95 <sup>abc</sup> (2,67)	9 <sup>bc</sup> (2,28)	1,24 <sup>def</sup> (0,79)	2,95 <sup>a-d</sup> (1,36)	4,01 <sup>ab</sup> (1,50)	3,01 <sup>a-d</sup> (1,37)
<b>605</b>	9,77 <sup>bc</sup> (2,37)	9,05 <sup>bc</sup> (2,23)	22,8 <sup>a</sup> (5,41)	8,92 <sup>bc</sup> (2,27)	1,07 <sup>ef</sup> (0,72)	1,70 <sup>c-f</sup> (0,96)	5,41 <sup>a</sup> (1,7)	2,79 <sup>a-d</sup> (1,32)
<b>608</b>	13,92 <sup>ab</sup> (2,69)	14,9 <sup>bc</sup> (2,68)	14 <sup>abc</sup> (2,64)	7,10 <sup>bc</sup> (1,98)	1,88 <sup>b-f</sup> (1,05)	3,05 <sup>a-d</sup> (1,36)	2,95 <sup>a-d</sup> (1,30)	1,93 <sup>b-f</sup> (1,04)
<b>609</b>	11,57 <sup>abc</sup> (2,51)	12,83 <sup>abc</sup> (2,61)	14,7 <sup>abc</sup> (2,74)	7,82 <sup>bc</sup> (2,16)	1,40 <sup>def</sup> (0,86)	2,55 <sup>a-c</sup> (1,24)	3,85 <sup>ab</sup> (1,56)	2,67 <sup>a-d</sup> (1,28)
<b>115</b>	7,77 <sup>bc</sup> (2,15)	12,47 <sup>abc</sup> (2,53)	14,7 <sup>ab</sup> (2,73)	8,92 <sup>bc</sup> (2,27)	1,22 <sup>def</sup> (0,79)	2,66 <sup>a-e</sup> (1,26)	4,07 <sup>ab</sup> (1,59)	2,83 <sup>a-d</sup> (1,33)
<b>EE</b>	0,2099				0,1337			
<b>P</b>	0,000035				0,01475			

<sup>a-c</sup> Al menos con una letra en común no presentan diferencias significativas según Keuls (1952)<sup>1</sup>

<sup>a-g</sup> Al menos con una letra en común no presentan diferencias significativas según Keuls (1952)<sup>2</sup>

Número entre paréntesis corresponden a valores transformados para  $\log(x+1)$

Tabla 2. Efecto de variedad y edad de rebrote en la morfología de la hoja de nuevas variedades de *C. purpureus* en la época lluviosa.

Variedades (CT)	Edades de rebrote (días)				Edades de rebrote (días)			
	60	90	120	150	60	90	120	150
	<sup>1</sup> Altura de la planta (cm)				<sup>2</sup> Ancho medio de la hoja (cm)			
<b>601</b>	41,7 <sup>def</sup> (3,71)	44,82 <sup>de</sup> (3,78)	59,19 <sup>c</sup> (4,07)	81,54 <sup>b</sup> (4,39)	1,97 <sup>bcd</sup>	2,16 <sup>a-d</sup>	2,17 <sup>a-d</sup>	1,92 <sup>bcd</sup>
<b>603</b>	27 <sup>g</sup> (3,27)	36,46 <sup>ef</sup> (3,56)	36,23 <sup>ef</sup> (3,58)	85,71 <sup>b</sup> (4,44)	2,15 <sup>a-d</sup>	2,28 <sup>a-d</sup>	2,62 <sup>ab</sup>	2,27 <sup>bcd</sup>
<b>605</b>	23 <sup>h</sup> (3,08)	28,40 <sup>g</sup> (3,31)	43,40 <sup>def</sup> (3,75)	60,33 <sup>c</sup> (4,09)	2,42 <sup>abc</sup>	2,56 <sup>abc</sup>	2,77 <sup>a</sup>	2,10 <sup>a-d</sup>
<b>608</b>	40,63 <sup>ef</sup> (3,65)	36,64 <sup>ef</sup> (3,58)	41,55 <sup>ef</sup> (3,71)	110,7 <sup>a</sup> (4,68)	1,85 <sup>bcd</sup>	2,53 <sup>abc</sup>	2,4 <sup>a</sup>	2,10 <sup>a-d</sup>
<b>609</b>	(-)	(-)	(-)	(-)	1,67 <sup>bcd</sup>	2,33 <sup>a-d</sup>	2,75 <sup>abc</sup>	2,27 <sup>a-d</sup>
<b>115</b>	33,78 <sup>f</sup> (3,51)	39,16 <sup>ef</sup> (3,65)	51,37 <sup>cd</sup> (3,93)	93,36 <sup>ab</sup> (4,56)	2,17 <sup>a-d</sup>	2,46 <sup>abc</sup>	2,3 <sup>a-d</sup>	1,85 <sup>a-d</sup>
<b>EE</b>	0,030				2,0			
<b>P</b>	0,00001				0,00001			

<sup>a-h</sup> Al menos con una letra en común no presentan diferencias significativas según Keuls (1952)<sup>1</sup>

<sup>a-d</sup> Al menos con una letra en común no presentan diferencias significativas según Keuls (1952)<sup>2</sup>

Número entre paréntesis corresponden a valores transformados para log(x)

(-) Valores faltantes

Tabla 3a. Efecto de la variedad en el número de nudos en la época lluviosa.

Variedades (CT)						EE	P
601	603	605	608	609	115		
15,7 <sup>a</sup> (3,27)	14,86 <sup>a</sup> (3,79)	14,92 <sup>a</sup> (3,77)	12,95 <sup>b</sup> (3,52)	12,88 <sup>b</sup> (3,53)	14,92 <sup>a</sup> (3,81)	0,03	0,00005

<sup>a, b</sup> Letras diferentes difieren entre sí según Keuls (1952)

Valores entre paréntesis corresponden a valores transformados para raíz cuadrada(x)

Tabla 3b. Efecto de la edad de rebrote en indicadores agronómicos de nuevas variedades de *C. purpureus* en la época lluviosa.

Indicador	Edad de rebrote (días)				EE	P
	60	90	120	150		
<b>Número de nudos</b>	6,7 <sup>d</sup> (2,58)	12,9 <sup>c</sup> (3,59)	18,6 <sup>b</sup> (4,30)	20,5 <sup>a</sup> (4,51)	0,45	0,00001
<b>Longitud de la hoja, cm</b>	79,8 <sup>c</sup>	108,1 <sup>a</sup>	91,6 <sup>b</sup>	80,22 <sup>c</sup>	15,8	0,00001
<b>Grosor del tallo, cm</b>	0,60 <sup>b</sup> (0,77)	1,12 <sup>a</sup> (1,04)	1,06 <sup>a</sup> (1,02)	1,03 <sup>a</sup> (1,01)	0,002	0,00001
<b>Longitud del 4<sup>to</sup> entrenudo, cm</b>	9,46 <sup>b</sup>	10,97 <sup>a</sup>	10,52 <sup>a</sup>	9,64 <sup>b</sup>	0,138	0,00038

<sup>a-d</sup> Letras diferentes en una misma fila difieren entre sí según Keuls (1952)

Valores entre paréntesis corresponden a valores transformados para raíz cuadrada(x)

Para el presente estudio las características climáticas del ecosistema le suponen aún en el período lluvioso, poca disponibilidad de agua a los cultivos, lo que limita un desarrollo favorable para el crecimiento, productividad y expresión del potencial productivo (Ray *et al.*, 2016). Se debe atender que, una adecuada disponibilidad de agua le brinda a la planta los protones (H<sup>+</sup>) necesarios para la síntesis de los esqueletos carbonados, y la posibilidad de mayor tiempo de apertura estomática para el intercambio gaseoso y que se refleja en un mayor crecimiento, también influye en

el mantenimiento de la temperatura dentro los límites apropiados para el desarrollo de las funciones metabólicas (síntesis) (Agelocci, 2002).

Cuando el régimen hídrico se combina con una adecuada disponibilidad de nutrientes e intercepción de luz se obtienen altas producciones de MS según (Nave, 2007). Para el caso de estudio los niveles de radiación se encuentran en 470 cal cm<sup>2</sup> día<sup>-1</sup> (Ledea, 2016). Sin embargo, la disponibilidad de agua, aún en el período lluvioso limita la productividad de MS. En este sentido Odedire y Babayemi (2008) en Nigeria,

relacionaron la pobre productividad de los pastos que evaluaron, precisamente a la poca capacidad de retención de agua, añadiendo además como variables relacionadas, bajos niveles de fertilidad y disminuciones del carbono orgánico y de nitrógeno (4,33 g/kg y 0,43 g/kg, respectivamente) del suelo. Ramírez de la Ribera (2010) en las condiciones del Valle del Cauto, adjudicó la variabilidad en las respuesta productiva de cinco gramíneas tropicales (*Megathirus maximus*, *Brachiaria híbrido* vc Mulato, *B. decumbens* vc Basiliski y *Cenchrus purpureus* vc CT-169) al mismo efecto de capacidad de retención de agua en el suelo (Aluvial poco diferenciado), ya que el período en el que desarrolló su estudio se caracterizó por bajos valores de las precipitaciones en el período lluvioso (759 mm) y una amplia distribución de las mismas.

En correspondencia con lo planteado anteriormente, Ledea *et al.* (2018) evaluó las variedades CT-601, CT-603 y CT-605 en las similares condiciones experimentales y obtuvo rendimientos en la estación de lluvias que superaron a los obtenidos en el presente estudio (26,3; 26,8 y 58, 8 t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente), comportamiento que está relacionado con mecanismos intrínsecos de cada planta, para responder de manera independiente a las respuestas del medio, teniendo en cuenta que la variabilidad del clima, es único e irreplicable en el tiempo, por lo que el comportamiento fenotípico no debe ser el mismo en cada período climático ni año de evaluación.

Los valores referidos por Ledea *et al.* (2017) en CT-115 cuando lo utilizaron como control para evaluar el CT-500 en las condiciones del Valle del Cauto, fueron superiores a mostrados en la Tabla 1 (9,3 t MS ha<sup>-1</sup>), sin embargo, la variedad CT-500, asemejó el comportamiento de las variedades en estudio (4,8 t MS ha<sup>-1</sup>). Ray *et al.* (2018) en el corte de establecimiento en condiciones de pre-montaña también señaló valores de rendimientos promedios, superiores (14,8 t MS ha<sup>-1</sup>) a los puntualizados en la Tabla 1, pero con el beneficio en este caso, de las características del clima de la pre-montaña y la llamarada de crecimiento que manifiestan las variedades en el período de establecimiento cuando este es efectivo.

En otro orden, la altura de la planta también mostró variabilidad por la combinación edad con variedad. Corsi *et al.* (1988) y Barreto *et al.* (2001) relacionaron el bajo porte o altura de variedades de *Cenchrus purpureus* e híbridos con el estrés hídrico, producto de la estrecha relación que existe entre el desarrollo radicular, altura y expansión foliar (Fortes, 2014). Sin embargo, una de las características distintivas del

progenitor Cuba CT-115 es el bajo porte, lo que lo hace promisorio para el pastoreo (Martínez y Herrera 2006), y puede ser una característica que reflejan las nuevas variedades, ya que el mayor valor de altura, se registró a los 150 días en la variedad CT-608 y CT-115 (110,7 y 93,3cm, respectivamente), asociado a la prolongación con el tiempo del cultivo en pie, lo cual tiene relación directa con las características del período climático (lluvias) en el que se evaluaron las variedades, al producirse una temprana maduración de los tejidos, llegando al alongamiento del tallo y pérdida de hojas. Febles y Herrera (2006) afirmaron que la altura del *Cenchrus purpureus* (anteriormente *Pennisetum purpureum*) puede alcanzar hasta 400cm.

Cruz *et al.* (2017) en el corte de establecimiento (162 días) de variedades tolerantes a la sequía y salinidad (mixtos), señalaron alturas de 770 cm, superiores a las encontradas en el presente estudio, las diferencias podrían deberse a las condiciones climáticas y distribución de las precipitaciones, además de la llamarada de crecimiento que manifiestan los cultivos durante el establecimiento (Ledea *et al.*, 2018).

Ledea *et al.* (2017) también encontraron valores para la altura de la planta (200 cm) superiores a los referidos en la Tabla 2 en variedades tolerantes a la salinidad y Fernández *et al.* (2015) en clima del Valle en el Cauto, también obtuvo valores de altura de la planta superiores a los referidos y con valores de precipitación similares a las condiciones experimentales de presente estudio. Las diferencias en las respuestas fenotípicas pueden estar dadas por la influencia de otras variables climáticas y edáficas que no se contemplaron en el estudio.

El ancho medio de la hoja se comportó homogéneo, esta respuesta morfológica se relaciona con los niveles de luminosidad que tributan al área foliar e intercepción de la energía radiante, según los resultados del presente estudio, la estación climática favorece la morfología de hojas y no limita el sombreado del resto al mantenimiento de la cobertura del dosel. Fernández *et al.* (2015) y Ledea *et al.* (2018) obtuvieron resultados similares en las mismas condiciones climáticas. Sin embargo, este es un aspecto que aún no se ha abordado en los nuevos cultivares, y los autores mencionados tampoco fueron concluyentes en la explicación de este fenómeno.

Las variedades como efecto principal solo modificaron el número de nudos, estas estructuras les permiten a las plantas mayor número de hojas, y de esta forma brindar mayores elementos nutritivos a los animales que la consuman. Las variedades que mayor posibilidad poseen a partir de este criterio son el CT- 601, 603 y

605, que no presentaron diferencias con su progenitor. Álvarez (2009), señaló que en esta fracción botánica es donde se encuentra la mayor cantidad de carbohidratos solubles, criterio que fue comentado por Herrera (2003).

El efecto edad de rebrote significó transformaciones, sobre todo, en la morfología del tallo, los valores obtenidos coinciden con la descripción botánica que desarrollaron Febles y Herrera (2006), excepto para el número de nudos, que superó numéricamente al descriptivo para este género comunicado por Febles y Herrera *op. cit.* y que les atribuye a las nuevas variedades un gran número de hojas en función de la edad, pero que debe especificarse la calidad de las mismas, por las conocidas transformaciones morfohistológicas, químicas y contenido de agua que manifiestan los tejidos en función de la edad de la planta (Ledea, 2016).

Las nuevas variedades en la época lluviosa del Valle del Cauto manifiestan una respuesta productiva de MS que oscila entre 1,01 y 5,41 t MS ha<sup>-1</sup>, con marcadas diferencias entre las edades y variedades, que se uniforman a los 120 días. Todas son potenciales productoras de forrajes en condiciones similares a las del Valle del Cauto, Cuba.

Si el interés es aprovechar el potencial productivo y no la calidad del forraje, se recomienda utilizar a los 90 días las variedades CT-603, 608 y 11, y para los 120 días se proponen todas las variedades en estudio.

## REFERENCIAS

- Álvarez, Y. 2009. Evaluación inicial de nuevas variedades de *Pennisetum purpureum* con tolerancia a la salinidad en el Valle del Cauto. Tesis de MSc. Universidad de Granma. Cuba. 88 p
- Arias, R.C., Ledea, J.L., Benítez, D.G., Ray, J.V., Ramírez de la Ribera, J. 2018. Performance of new varieties of *Cenchrus purpureus*, tolerant to drought, during dry period. Cuban J. Agric. Sci. 52(2):1-12. ISSN: 2079-3480.
- Angelocci, L.R. 2002. Água na planta e trocas gasosas /energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico. En: Simpósio sobre manejo da Pastagem. Anais. Piracicaba. FEALQ. p. 267.
- Barranco, G., Díaz, L.R. 1989. Clima. Ed. Santana. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. VI. 1. Instituto Geográfico. ACC, ICGC, y MINFAR, ESP. Ed. Verde Olivo. 15-20.
- Barreto, G.P., Lira, M.A., Ferreira, M.V. Dubeux Júnior, J.C. 2001. Avaliação de Clones de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um Híbrido com o Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) Submetidos a Estresse Hídrico. 1. Parâmetros Morfológicos. Rev. Bras. Zootec., 30:1. DOI: 10.1590/S1516-35982001000100001
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proc. Royal Soc. London 160: 268. doi.org/10.1098/rspa.1937.0109
- Benítez, D.G., Catasús, L.J., Gómez, I., Arias, R.C., Fajardo Raisa, Ramírez, Alina, Pérez, B.E., Nuviola, Y., Fonseca, E. 2010. Cultivos de pastos y forrajes tolerantes a entornos adversos y degradados de la región oriental cubana. Ed. Dimitrov. ODIGRAF. Holguín. CUB.
- Corsi, M., Da Silva, S.C., Faria, V.P. 1996. Princípios de manejo do capim elefante sob pastejo. In Pastagens de capim elefante: utilização intensiva. Piracicaba: FEALQ.
- Cruz, J.M., Ray, J.V., Ledea, J.L., Arias, R.M. 2017. Establecimiento de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en un ecosistema frágil del Valle del Cauto, Granma. Rev. Cubana de Prod. Animal. 29(3): 29-35. ISSN 2224-7920.
- Edwards, E.J. and Smith, S.A. 2010. Phylogenetic analyses reveal the shady history of C4 grasses. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 107(6): 2532-2537. doi: 10.1073/pnas.0909672107
- Febles, G.J y Herrera, R.S. 2006. Introducción y características botánicas. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. R. S. Herrera, G. J. Febles y G. J. Crespo (Eds.). EDICA, Instituto de Ciencia Animal, Cuba. p. 2.
- Fernández, M.J., Viamonte, I.M., Fonseca, N., Ramírez, A. 2015. Evaluación de dos cultivares de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía en la región de Cauto Cristo, Granma, Cuba. Rev. Ciencia y Tecnología Ganadera, 9(1):23-29. ISSN: 1998-3050
- Fortes, D. 2014. Comportamiento de algunos indicadores morfofisiológicos y de calidad de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, I. 2015. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de La Habana, Cuba. p 64. ISBN 9789592460225.

- Herrera, R.S., Chaple, Z., Cruz, A.M., Romero, A., García, M. 2003. Obtención de plántulas de *Pennisetum purpureum* resistentes a la sequía y salinidad. Nota técnica. Rev. Cubana. Cienc. Agríc. 37:89. ISSN: 2079-3480.
- Hinojosa, L.A., Yépez, N.D., Rodal, C.F., Ríos, A., Claros, B.R., Suárez, N.T. 2014. Producción y características agronómicas de cuatro variedades de pasto de corte del género *Pennisetum*, en Trinidad, Bolivia. Rev. Cient. Agro. Amaz., 20 (3),28-35. Recuperado el 20 de febrero de 2014, de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2307-96062014000100004&lng=es&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-96062014000100004&lng=es&nrm=iso). ISSN 2307-9606
- Keuls, M. 1952. The use of the 'studentized range' in connection with an analysis of variance. *Euphytica*. 1(2):112-122. doi.org/10.1007/BF01908269.
- Ledea, J.L. 2016. Caracterización químico nutritiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía en el Valle del Cauto. Tesis en MSc., Universidad de Granma, CUB.
- Ledea, J.L., Benítez, D.G., Arias, R.C., Manso, A. 2017. Comportamiento agronómico de cultivares de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la salinidad. Rev. Prod. Animal. 29 (3):18-28. ISSN 2224-7920.
- Ledea, J.L., Ray, J.V., Arias, R.C., Cruz, J.M., Rosell, G. 2018. Comportamiento agronómico y productivo de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía. Rev. Agron. Mesoamericana. 29(2):343-362. doi 10.15517/ma.v29i2.30436
- Martínez, R.O. y Herrera, R.S. 2006. Empleo del Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimentos durante la seca. En: Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales. M.E. Velasco, A. Hernández, R.A. Perezgrovas y B. Sánchez. (Eds.) Univ. Autónoma de Chiapas, México. p. 75.
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American statistical Association*. 46 (253):68-78. doi.org/10.1080/01621459.1951.10500769
- Odedire, J.A. and Babayemi, O.J. 2008. Comparative studies on the yield and chemical composition of *Panicum maximum* and *Andropogon gayanus* as influenced by *Tephrosia candida* and *Leucaena leucocephala*. *Livestock Research for Rural Development*. 20(2). ISSN 0121-3784
- ONE (Oficina Nacional de Estadística). 2008. Medio Ambiente. Estadísticas en la Revolución. ONE, CUB. <http://www.onei.cu/> (consultado 20 oct. 2016).
- Ramírez de la Ribera, J.L. 2010. Rendimiento y calidad de cinco gramíneas en el Valle del Cauto. Trabajo de Dr. C. "Instituto de Ciencia Animal". Cuba. 100 p. CUB.
- Ray, J.V., Herrera, R.S., Benítez, D.G., Díaz, D., Arias, R.C. 2016. Multivariate analysis of the agronomic performance and forage quality of new clones of *Pennisetum purpureum* drought tolerant in Valle del Cauto, Cuba. *Cuban J. of Agricultural. Science*: 50(4):639-648. ISSN 2224-7920.
- Ray, J.V., Almaguer, R.F., Ledea, J.L., Benítez, D.G., Arias, R.C., Rosell, G. 2018. Evaluación de variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía en condiciones de pre-montaña. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 52(1). ISSN 2224-7920.
- Schmidt, E.R., Nascimento, A.L., Cruz, C.D., Oliveira, J.A.R. 2011. Evaluation of methodologies of adaptability and stability in corn cultivars. *Acta Scientiarum. Agron.* 33:51-58. ISSN 1807-8621
- Statistic. 2010. *Statistic for windows* (ver. 10.1) Tulsa Ok, USA: StatSoft, Inc.