

# Morphoagronomic performance of *Cenchrus purpureus* new clones

## Comportamiento morfoagronómico de nuevos clones de *Cenchrus purpureus*

Dayleni Fortes González\*, R.S. Herrera García and Magaly Herrera Villafranca  
 Instituto de Ciencia Animal, Carretera Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba  
 \*E-mail: dfortes@ica.co.cu

Dayleni Fortes González: <https://orcid.org/0000-0001-9161-3838>

R.S. Herrera García: <https://orcid.org/0000-0003-1424-6311>

Magaly Herrera Villafranca: <https://orcid.org/0000-0002-2641-1815>

A random block design with four replications was used to study morphologic indicators and yield and the height relations with the regrowth age of *Cenchrus purpureus* new clones obtained in the Instituto de Ciencia Animal with promising characteristics for grazing. A total of five clones of *Cenchrus purpureus* were evaluated: CT-3, CT-7, CT-11, CT-26, CT-27 and were compared with their progenitor *C. purpureus* vc. Cuba CT-115. In the rainy season the clones showed variable performance in the length and wide of leaves, in the first year the CT-3 showed the highest wide of leaves (2.50 cm) while in the second year there were not differences. The number of leaves/plant in the dry season was higher in the clones CT-3 and CT-26 (17 and 14.7 leaves/plant, respectively) in the first year, while in the second year was higher in CT-3, CT-26 and CT-27. Lineals, quadratic and cubic models were fitted for relate the plant height with the age and the yield with the age, with high coefficients of determination and signification. It was concluded that the most highlighted clones in the evaluated indicators, mainly in the dry season, were CT-3, CT-26 and CT-27. It is recommended to evaluate these clones under grazing conditions and got into the performance of its nutritive value.

Key words: *evaluation, Cenchrus, morphology, grazing*

The increasing world population and the increase in the food demand states important challenges for the agricultural sector, where the production had to increase in a 60 % for 2050; using lands which has been cultivated, all in order to produce more, using less natural resources and at the same time to face a changeable climate (Parra-Cortés *et al.* 2019). That is why the sustainability of the livestock systems is worrying every time, facing the need to create eco-efficient environments for the adaptation to the climate change.

The developing of new biological technologies that provides effective answers against the climate change, had leads the generation of technological package to face these challenges, among these packages is the improvement of forage species. The naturalized grasses are characterized for its low to medium productivity and low protein contents (Ruíz and Guevara 2021). During the dry seasons the dry matter availability of these grasses drastically decrease, giving as result soil erosion (cover loss), decrease in weight gain and milk production (Lamela *et al.* 2022 and Navas 2022).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, para estudiar indicadores morfológicos y las relaciones del rendimiento y la altura con la edad de rebrote de nuevos clones de *Cenchrus purpureus* obtenidos en el Instituto de Ciencia Animal con características promisorias para el pastoreo. Se evaluaron cinco clones de *Cenchrus purpureus*: CT-3, CT-7, CT-11, CT-26, CT-27 y se compararon con su progenitor *C. purpureus* vc. Cuba CT-115. En el período lluvioso los clones mostraron comportamiento variable en el largo y ancho de las hojas, en el primer año el CT-3 mostró el mayor ancho de hojas (2.50 cm) mientras que en el segundo año no se encontraron diferencias. El número de hojas/planta en el período poco lluvioso fue mayor en los clones CT-3 y CT-26 (17 y 14.7 hojas/planta, respectivamente) en el primer año, mientras que en el segundo año fue mayor en el CT-3, CT-26 y CT-27. Se ajustaron modelos lineales, cuadráticos y cúbicos para relacionar la altura de la planta con la edad y el rendimiento con la edad, con coeficientes de determinación y significación altos. Se concluyó que los clones que más se destacaron en los indicadores evaluados, fundamentalmente en el período poco lluvioso, fueron el CT-3, CT-26 y CT-27. Se recomienda evaluar estos clones destacados en condiciones de pastoreo y profundizar en el comportamiento de su valor nutritivo.

Palabras clave: *evaluación Cenchrus, morfología, pastoreo*

La creciente población mundial y el incremento en la demanda de alimentos plantean importantes retos para el sector agropecuario, donde la producción tendrá que aumentar en un 60 % para el 2050; usando tierras que ya están siendo cultivadas, todo esto bajo primicia de producir más, utilizando menos recursos naturales y al mismo tiempo hacer frente a un clima cambiante (Parra-Cortés *et al.* 2019). Por lo que, la sostenibilidad de los sistemas ganaderos es cada vez más preocupante, enfrentando la necesidad de crear ambientes eco-eficientes para la adaptación al cambio climático.

El desarrollo de nuevas tecnologías biológicas que aporten soluciones efectivas frente al cambio climático, ha llevado a la generación de paquetes tecnológicos para enfrentar estos desafíos, entre estos paquetes se encuentra el mejoramiento de especies forrajeras. Las gramíneas naturalizadas se caracterizan por su baja a mediana productividad y bajos contenidos de proteína (Ruíz y Guevara 2021). Durante los períodos de sequía la disponibilidad de materia seca de estas pasturas disminuye drásticamente, dando como resultado erosión del suelo (pérdida de la cobertura), disminución en ganancia de peso

The perspectives of the world population increase in medium term are important; giving place to the need of intensifying the agricultural production, through the use of new cultivars that produce more, with less amount of resources, which is only possible by means of genetic improvements techniques (De los Reyes 2019).

The Instituto de Ciencia Animal (ICA) developed an improvement program of *Cenchrus purpureus*, through the use of biotechnology. Using techniques of tissue culture and regeneration of in vitro plantlets emerged new different clones from the progenitor (Herrera and Martínez 2006), which allowed to increase the diversity of the available germplasm. One of the objectives achieved with the application of biotechnology was the obtaining of new clones with better agronomic characteristics and high quality for their use as forage or in grazing.

The objective of this study was to evaluate the performance of morphologic indicators and the relations of height and yield with the age, of *C. purpureus* new clones obtained in Instituto de Ciencia Animal for their use in grazing.

### Materials and Methods

*Location, climate and soil.* The experiment was carried out in Centro Experimental Miguel Sistachs Naya from ICA, located between the 22° 53 NL and 82° 02 WL, at 80 m o.s.l (Anon 1989); in a typical red ferrallitic soil (Hernández *et al.* 2015).

Some climatic data of the experimental period are showed in figure 1, which were taken from the Estación Meteorológica del Instituto de Ciencia Animal. During the first year the highest accumulation of rainfalls was in June and July, while in the second year was in June and September. The maximum temperature had high values in August and September for the first year and in July and August in the second year. The minimum temperature had low values in January and March of the first and second year, respectively.

y producción de leche (Lamela *et al.* 2022 y Navas 2022).

Las perspectivas de aumento de la población mundial en el mediano plazo son importantes; dando lugar a la necesidad de intensificar la producción agrícola, mediante el uso de nuevos cultivares que produzcan más, con menos cantidad de recursos, lo que sólo es posible mediante las técnicas de mejoramiento genético (De los Reyes 2019).

El Instituto de Ciencia Animal (ICA) desarrolló un programa de mejoramiento de *Cenchrus purpureus*, mediante la utilización de la biotecnología. Utilizando técnicas de cultivo de tejidos y regeneración de plántulas in vitro surgieron nuevos clones diferentes del progenitor (Herrera y Martínez 2006), lo que permitió ampliar la diversidad del germoplasma disponible. Uno de los objetivos que se persiguió con la aplicación de la biotecnología fue la obtención de clones con mejores características agronómicas y con mayor calidad para su utilización como forraje o en pastoreo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de indicadores morfológicos y las relaciones de altura y rendimiento con la edad, de nuevos clones de *C. purpureus* obtenidos en el ICA para su utilización en pastoreo.

### Materiales y Métodos

*Ubicación, clima y suelo.* El experimento se realizó en el Centro Experimental Miguel Sistachs Naya del ICA, ubicado entre los 22° 53 LN y los 82° 02 LO, a 80 msnm (Anon 1989), en un suelo Ferralítico rojo típico (Hernández *et al.* 2015).

Algunos datos climáticos del período experimental se reflejan en la figura 1, datos que se tomaron de la Estación Meteorológica del ICA. Como se refleja durante el primer año el mayor acumulado de precipitaciones fue en los meses de junio y julio, mientras que en el segundo año fue en junio y septiembre. La temperatura máxima tuvo valores superiores en agosto y septiembre para el primer año y en julio y agosto en el segundo año. Por su parte, la temperatura mínima tuvo valores inferiores en enero y marzo del primer y segundo año, respectivamente.

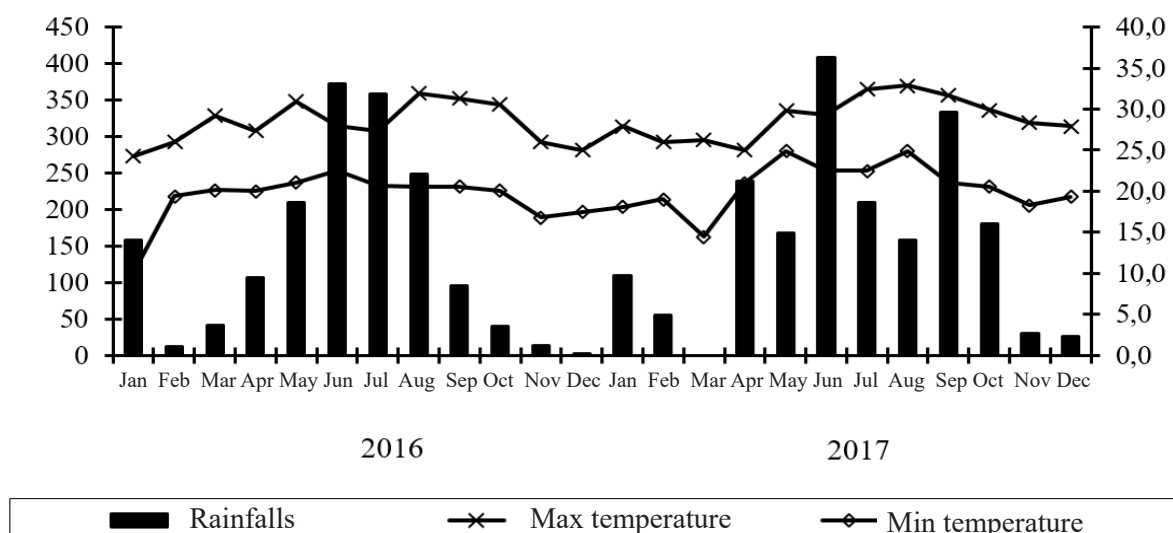


Figure 1. Performance of the accumulation of rainfalls and temperature during the experimental period.

*Treatments and design.* The treatments consisted on five clones of *C. purpureus* with promising characteristics for grazing: CT-3, CT-7, CT-11, CT-26, CT-27 and were compared with its progenitor *C. purpureus* cv. Cuba CT-115. A random block design was used, with four replications which were 25 m<sup>2</sup> plots, constituting the experimental unit.

*Experimental procedure.* A conventional preparation of the soil was carried out and seeds of five month of age were planted in 5 x 5 m plots, with sowing distance between rows of 0.90 m. The plot was cut at 10cm over the soil level, always with border effect.

The samples were performed every 90 days of regrowth during the dry season and every 60 days during the rainy season, under dry conditions and without fertilization, the experiment was carried out during the years 2016 and 2017. All the cut material was homogenized, weighed and a random sample of 500 g per plot was taken. The sample was manually separated in leaves and stems which were introduced in a circulation air oven at 60 °C until constant weight. The following morphological indicators were determined: length and wide of the four leaves completely expanded, number of leaves (No. Leaves), plant height and dry matter yield (DM) according to Herrera (2006) methodology. For the original variable No. of leaves the theoretical assumptions of the Analysis of Variance normality of residues were analyzed by the Shapiro-Wilk (1965) test and homogeneity of variance by Levene (1960), both were unfulfilled, so the variable was transformed according to  $\sqrt{X}$ , and improve the fulfillment of those assumptions, so the analysis was performed according to the proposed design.

To establish the relation between the plant height and yield (dependent variables) with respect to the regrowth age (independent variable), lineal, quadratic and cubic models were used. To select the model of better goodness of fit the statistical criteria determination coefficient ( $R^2$ ), significance of the model and standard error of the indicators estimation proposed by Guerra *et al.* (2003) and Rodríguez *et al.* (2013) were taken into account.

*Statistical analysis.* Analysis of variance was used, according to the proposed design and for means comparison the Duncan (1955) test was used, for  $p < 0.05$ . The information was processed in the statistical program IBM (2012).

## Results and Discussion

The performance of some morphological indicators of the clones evaluated in the rainy season is shown in table 1. In the two studied years there were significant differences between the evaluated clones for the studied indicators. The length and wide of leaves showed a variable performance in this climatic period. In the case of leaves length the performance of all clones was similar to their progenitor, except in CT-7

*Tratamientos y diseño.* Los tratamientos consistieron en cinco clones de *C. purpureus* con características promisorias para el pastoreo: CT-3, CT-7, CT-11, CT-26, CT-27 y se compararon con su progenitor *C. purpureus* cv. Cuba CT-115. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro réplicas que fueron parcelas de 25 m<sup>2</sup>, las mismas constituyeron la unidad experimental.

*Procedimiento experimental.* Se realizó la preparación convencional del suelo y se plantaron semillas de cinco meses de edad en parcelas de 5 x 5 m, con distancia de siembra entre surcos de 0.90 m. Se cortó la parcela a 10 cm sobre el nivel del suelo, dejando siempre los surcos externos como efecto de borde y 50 cm por los extremos.

Los muestreos se realizaron cada 90 días de rebrote durante el período poco lluvioso y cada 60 días durante el período lluvioso, en condiciones de secano y sin fertilización, el experimento se realizó durante los años 2016 y 2017. Todo el material cortado se homogenizó, se pesó y se tomó una muestra aleatoria de 500 g por parcela. La muestra se separó manualmente en hojas y tallos las que se introdujeron en estufa de circulación de aire a 60 °C hasta peso constante. Se determinaron los indicadores morfológicos: largo y ancho de la cuarta hoja completamente expandida, número de hojas (No. hojas), altura de la planta y rendimiento de materia seca (MS) según la metodología de Herrera (2006). Para la variable original No. de hojas se analizaron los supuestos teóricos del Análisis de Varianza normalidad de los residuos por la dócima de Shapiro-Wilk (1965) y homogeneidad de varianza por Levene (1960), ambos fueron incumplidos, por lo que la variable se transformó según  $\sqrt{X}$ , y mejoró el cumplimiento de dichos supuestos, por lo que se realizó el análisis según el diseño propuesto.

Para establecer la relación entre la altura de la planta y el rendimiento (variables dependientes) con respecto a la edad de rebrote (variable independiente), se utilizaron modelos lineales, cuadráticos y cúbicos. Para la selección del modelo de mejor bondad de ajuste se tuvieron en cuenta los criterios estadísticos propuestos por Guerra *et al.* (2003) y Rodríguez *et al.* (2013), coeficiente de determinación ( $R^2$ ), significación del modelo y error estándar de estimación de los parámetros.

*Análisis estadístico.* Se utilizó análisis de varianza, según el diseño propuesto y para la comparación de medias se empleó la dócima de Duncan (1955), para  $p < 0.05$ . La información se procesó en el programa estadístico IBM SPSS (Visauta 2012).

## Resultados y Discusión

El comportamiento de algunos indicadores morfológicos de los clones evaluados en el período lluvioso se presenta en la tabla 1. En los dos años de estudio se observaron diferencias significativas entre los clones evaluados para los indicadores estudiados. El largo y ancho de las hojas mostraron un comportamiento variable en este período climático. En el caso del largo de las hojas el comportamiento de todos los clones fue similar

with value of 83.20 cm. However, in the second year the clones CT-3, CT-7 and CT-11 showed the highest leaves length. With respect to the leaves wide all the clones had similar characteristics to the progenitor in the first year, except CT-3 which had the highest value with 2.50 cm, while in the second year the superiority in this indicator were showed by the clones CT-3, CT-11, CT-26 and CT-27.

a su progenitor, excepto en CT-7 con valor de 83.20 cm. Sin embargo, en el segundo año los clones CT-3, CT-7 y CT-11 mostraron el mayor largo de hojas. En relación con el ancho de las hojas todos los clones en el primer año tuvieron características similares al progenitor, excepto CT-3 que tuvo el mayor valor con 2.50 cm, mientras que en el segundo año la superioridad en este indicador la mostraron los clones CT-3, CT-11, CT-26 y CT-27.

Table 1. Morphological indicators of *C. purpureus* clones in the rainy season.

Clones	First year			Second year		
	Leaf length (cm)	Leaf wide (cm)	No. of leaves/plant	Leaf length (cm)	Leaf wide (cm)	No. of leaves/plant
CT-3	86.85 <sup>ab</sup>	2.50 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup> (7.95)	81.45 <sup>a</sup>	2.88 <sup>a</sup>	3.51 <sup>ab</sup> (12.32)
CT-7	83.20 <sup>b</sup>	2.03 <sup>b</sup>	2.59 <sup>bc</sup> (6.71)	78.50 <sup>ab</sup>	1.95 <sup>b</sup>	3.62 <sup>a</sup> (13.10)
CT-11	87.75 <sup>a</sup>	2.20 <sup>b</sup>	2.56 <sup>c</sup> (6.55)	82.50 <sup>a</sup>	2.45 <sup>ab</sup>	3.59 <sup>a</sup> (12.89)
CT-26	86.75 <sup>ab</sup>	2.13 <sup>b</sup>	2.60 <sup>bc</sup> (6.76)	71.05 <sup>c</sup>	2.18 <sup>ab</sup>	3.3 <sup>bc</sup> (11.15)
CT-27	90.13 <sup>a</sup>	2.18 <sup>b</sup>	2.68 <sup>b</sup> (7.18)	76.23 <sup>abc</sup>	2.25 <sup>ab</sup>	3.45 <sup>ab</sup> (11.90)
CT-115	90.13 <sup>a</sup>	2.15 <sup>b</sup>	2.59 <sup>bc</sup> (6.71)	74.30 <sup>bc</sup>	1.85 <sup>b</sup>	3.14 <sup>a</sup> (9.86)
SE±	1.35	0.06	0.03	1.98	0.23	0.07
p	0.0234	0.0013	0.0002	0.0077	0.0340	0.0013

<sup>abc</sup>Values with non common letters per column differ at P<0.05 (Duncan 1955)

Original data between parenthesis ( )

The number of leaves per plant was higher in the clone CT-3 in the first year, while in the second year all the clones showed superiority in this indicator with respect to the progenitor, except CT-26 which was similar to the control (table 1).

In the dry season, the length and wide of leaf in the first year was higher in CT-115 in comparison to the rest of the evaluated clones (table 2). During the second year, the clones CT-7 and CT-11 had leaves length similar to the progenitor, while the rest had lower values of this indicator.

The leaf wide was higher in CT-11 in comparison to the rest of clones with value of 1.55 cm. It is important to highlight that although it was not compare between years there was a marked reduction of the values length and wide of leaves from the first to the second year, which could due to the loss of young vigor and to the adverse conditions of the climate during the dry season of the second year where rainfalls were very limited.

In the first year the clones CT-3 and CT-26 showed higher number of leaves/plant in this climatic period, while in the second year besides of these clones, CT-27 was highlighted. This characteristic has high value for the selection of varieties for forage or in grazing since, besides the leaves constitutes

El número de hojas por planta fue superior en el clon CT-3 en el primer año, mientras que en el segundo año todos los clones mostraron superioridad en este indicador con relación al progenitor excepto CT-26 que fue similar al testigo (tabla 1).

En el período poco lluvioso, el largo y ancho de la hoja en el primer año fue superior en el CT-115 en comparación al resto de los clones evaluados (tabla 2). Durante el segundo año, los clones CT-7 y CT-11 tuvieron largo de hojas similares al progenitor, mientras que el resto tuvieron menores valores de este indicador.

El ancho de la hoja fue superior en el CT-11 en comparación al resto de los clones con valor de 1.55 cm. Es importante destacar que, aunque no se comparó entre años se observó una reducción marcada de los valores del largo y ancho de las hojas del primer al segundo año, lo que se pudo deber además de la pérdida del vigor juvenil a las condiciones adversas del clima durante el período poco lluvioso del segundo año donde fueron muy escasas las precipitaciones.

En el primer año los clones CT-3 y CT-26 mostraron mayor número de hojas/planta en este período climático, mientras que en el segundo año además de estos clones, se destacó el CT-27. Esta característica tiene gran valor para la selección de variedades para forraje o en pastoreo ya que, además de que las hojas constituyen la fracción



Table 2. Morphological indicators of *C. purpureus* clones in the dry season.

Clones	First year			Second year		
	Leaf length, cm	Leaf wide, cm	Number of leaves/plant	Leaf length, cm	Leaf wide, cm	Number of leaves/plant
CT-3	65.93 <sup>c</sup>	1.82 <sup>c</sup>	4.12 <sup>a</sup> (17.00)	31.98 <sup>c</sup>	0.85 <sup>d</sup>	3.28 <sup>ab</sup> (10.76)
CT-7	75.38 <sup>c</sup>	2.25 <sup>b</sup>	2.51 (6.30) <sup>d</sup>	49.43 <sup>ab</sup>	1.25 <sup>b</sup>	2.52 <sup>c</sup> (6.35)
CT-11	87.90 <sup>b</sup>	2.25 <sup>b</sup>	2.61 (6.80) <sup>d</sup>	60.03 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	2.34 <sup>c</sup> (5.47)
CT-26	65.98 <sup>c</sup>	1.72 <sup>c</sup>	3.84 (14.70) <sup>b</sup>	37.65 <sup>bc</sup>	0.95 <sup>cd</sup>	3.10 <sup>b</sup> (9.61)
CT-27	70.01 <sup>d</sup>	1.69 <sup>c</sup>	3.55 (12.60) <sup>c</sup>	37.00 <sup>bc</sup>	0.88 <sup>cd</sup>	3.37 <sup>a</sup> (11.36)
CT-115	91.50 <sup>a</sup>	2.44 <sup>a</sup>	2.55 (6.50) <sup>d</sup>	51.78 <sup>a</sup>	1.03 <sup>c</sup>	2.32 (5.38)
SE±	1.18	0.06	0.05	3.96	0.05	0.08
p	0.0001	0.0001	0.0001	0.0011	0.0001	0.0001

<sup>abcde</sup>Values with non common letters per row differ to P<0.05 (Duncan 1955)

Original data between parenthesis ( )

the fraction more intakes by the animals, is also determining in the biomass production. The leaves content is an element of vital importance for the synthesis of the necessary compounds for the growing and developing of the plant, if is considered that is in this fraction of the plant where the photosynthesis take place (Prochetto 2021).

The variability found in this study, could due to the changes produced in the growing and developing of the plant, as result of the interaction of the genetic potentialities and the environmental factors, which in known as genotype-environment interaction. Studies developed by Reyes-Pérez *et al.* (2021) show a great variability between varieties of *Cenchrus purpureus* at different regrowth ages evaluated under the same conditions of climate and soil and in response at different fertilization variants.

In table 3 are show equations that relate the height and yield with the regrowth age in the rainy season.

más consumida por los animales, también es determinante en la producción de biomasa. El contenido de hojas es un elemento de vital importancia para la síntesis de los compuestos necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta, si se considera que es en esta fracción de la planta es donde ocurre la fotosíntesis (Prochetto 2021).

La variabilidad encontrada en este estudio, pudiera deberse a los cambios que se producen en el crecimiento y desarrollo de la planta, como resultado de la interacción de las potencialidades genéticas de la especie y los factores ambientales, lo que se conoce como interacción genotipo-ambiente. Trabajos desarrollados por Reyes-Pérez *et al.* (2021) muestran gran variabilidad entre variedades de *Cenchrus purpureus* a diferentes edades de rebrote evaluadas bajo las mismas condiciones de clima y suelo y en respuesta a diferentes variantes de fertilización.

En la tabla 3 se presentan las ecuaciones que relacionan la altura y el rendimiento con la edad de rebrote en el período lluvioso. Todos los clones

Table 3. Relation between height and yield with the regrowth age in the rainy season

Clone	Equation, Y: Height, cm X: Age, days	R <sup>2</sup>
CT-26	Y= -79.09 + 4.318 (± 0.90) X-0.021(± 0.007) X <sup>2</sup>	0.97**
CT-115	Y= -73.55 + 4.267 (± 0.34) X-0.022 (± 0.002) X <sup>2</sup>	0.99***
CT-27	Y = -58.317 + 3.773 (± 0.60) X-0.022 (± 0.004) X <sup>2</sup>	0.96**
CT-3	Y = -66.091 + 3.986 (± 0.47) X -0.021 (± 0.003) X <sup>2</sup>	0.99***
CT-7	Y= 47.354 + 3.062 (± 0.39) X +0.018 (± 0.003) X <sup>2</sup>	0.98**
Clone	Equation, Y: Yield, t/ha X: Age, days	R <sup>2</sup>
CT-26	Y= 0.013 + 0.004 (± 0.001) X	0.88**
CT-115	Y= 0.477-0.024 (± 0.006) X+ 0.0001(± 0.0001) X <sup>2</sup> -0.0000247 (0.0001) X <sup>3</sup>	0.99*
CT-27	Y = 0.167 + 0.001 (± 0.0001) X	0.86**
CT-3	Y= -0.153 + 0.010 (± 0.002) X-0.0000544 (± 0.0001) X <sup>2</sup>	0.96**
CT-7	Y= 0.147 + 0.001 (± 0.0001) X	0.73*

\*P<0.05 \*\*P<0.01 \*\*\*P<0.001

All the clones showed quadratic relations between height and age, with high determination coefficients, while for the yield lineal, quadratic and cubic models with determination coefficients high too were fitted, although in some cases as it was for CT-7 this coefficient was lower than for the rest of the relations founded.

In table 4 are show the relations founded for the dry season. In this case all the clones showed quadratic relations between height and age, except the CT-7 which had a lineal relation, the determination coefficient and signification were high. For the yield, cubic models for all the clones were fitted, except for CT-115 and CT-7 that were lineal, the determination coefficients and signification were high too.

mostraron relaciones cuadráticas entre la altura y la edad, con altos coeficientes de determinación, mientras que para el rendimiento se ajustaron modelos lineal, cuadrático y cúbico con coeficientes de determinación también elevados, aunque en algunos casos como fue para CT-7 este coeficiente fue menor que para el resto de las relaciones encontradas.

En la tabla 4 se presentan las relaciones encontradas para el período poco lluvioso. En este caso todos los clones mostraron relaciones cuadráticas entre la altura y la edad, excepto el CT-7 que tuvo una relación lineal, los coeficientes de determinación y la significación fueron elevados. Para el rendimiento, se ajustaron modelos cúbicos para todos los clones, excepto para el CT-115 y CT-7 que fueron lineales, los coeficientes

Table 4. Relation between height and yield with the regrowth age in the dry season

Clones	Equation, Y: Height, cm X: Age, days	R <sup>2</sup>
CT-26	Y= -45.271 + 4.42 (± 0.45) X - 0.029 (± 0.004) X <sup>2</sup>	0.98***
CT-115	Y= 27.20-1.090 (± 0.896) X + 0.021(± 0.007) X <sup>2</sup>	0.94**
CT-27	Y= -38.61 + 3.85 (± 0.46) X-0.022 (± 0.004) X <sup>2</sup>	0.98***
CT-3	Y= -50.986+4.788 (± 0.392) X-0.29 (± 0.003) X <sup>2</sup>	0.99***
CT-7	Y= 42.743+1.713 (± 0.334) X	0.84**
Clones	Equation, Y: Yield, t/ha X: Age, days	R <sup>2</sup>
CT-26	Y = 48.140-3.902 (±1.46) X + 0.105 (±0.027) X <sup>2</sup> -0.001 (± (0.0001) X <sup>3</sup>	0.99**
CT-115	Y= -27.689 + 1.363 (± 0.188) X	0.91***
CT-27	Y= 28.32-2.425 (± 1.10) X + 0.75 (± 0.021) X <sup>2</sup> + 0.0001(± 0.0001) X <sup>3</sup>	0.99**
CT-3	Y= 48.389 - 4.344 (± 1.87) X + 0.136 (± 0.035) X <sup>2</sup> -0.001(± (0.0001) X <sup>3</sup>	0.99**
CT-7	Y= -5.79 + 0.597 (± 0.107) X	0.86**

\*P<0.05 \*\*P<0.01 \*\*\*P<0.001

Vieira da Cunha (2006) when evaluating varieties of *Cenchrus* stated that the height and density of the leaf sheath were fundamental indicators to describe and explain the variability between plants, while Romalo Faca (2008) when studying 14 clones of this genus report the importance of the height and length of leaves, among other indicators, for establishing the differences among them.

Castañeda *et al.* (2015), Ray *et al.* (2016) and Olivera *et al.* (2017) when evaluating different varieties of *Cenchrus* found that the amount of leaves, length and wide of leaf and the height were highlighted indicators to explain the variability among plants.

It is concluded that the most highlighted clones in the evaluated indicators, mainly in the dry season, which is the most critical for the production of animal food, were CT-3, CT-26 and CT-27. It is recommended to evaluate these highlighted clones under grazing conditions and deep on the performance of its nutritive value.

#### Acknowledgments

Thanks to the technicians Manuel García and Ana M. Cruz for the attention of the experiments, samplings,

de determinación y significación también fueron altos.

Vieira da Cunha (2006) al evaluar variedades de *Cenchrus* señalaron que la altura y la densidad de la lámina foliar eran indicadores fundamentales para describir y explicar la variabilidad entre estas plantas, mientras que Romalo Faca (2008) al estudiar 14 clones de este género informó la importancia de la altura y la longitud de las hojas, entre otros indicadores, para establecer las diferencias entre ellos.

Castañeda *et al.* (2015), Ray *et al.* (2016) y Olivera *et al.* (2017) al evaluar diferentes variedades de *Cenchrus* encontraron que la hojiosidad, longitud y ancho de la hoja y la altura eran indicadores destacados para explicar la variabilidad entre plantas.

Se concluye que los clones que más se destacaron en los indicadores evaluados fundamentalmente en el período poco lluvioso, que es el más crítico para la producción de alimento animal, fueron el CT-3, CT-26 y CT-27. Se recomienda evaluar estos clones destacados en condiciones de pastoreo y profundizar en el comportamiento de su valor nutritivo.

#### Agradecimientos

A los técnicos Manuel García y Ana M. Cruz por la

processing of samples and preparation of databases.

atención de los experimentos, muestreos, procesamiento de las muestras y elaboración de las bases de datos.

#### Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests among them.

#### Author's contribution

Dayleni Fortes González: Conceptualization, Investigation, Methodology, Writing – original draft

R. S. Herrera: Methodology, Supervision

Magaly Herrera Villafranca: Formal analysis, Methodology

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

#### Contribución de los autores

Dayleni Fortes González: Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción del artículo científico.

R. S. Herrera: Metodología, Supervisión

Magaly Herrera Villafranca: Análisis formal, Metodología

## References

- Anon. 1989. Atlas Nacional de Cuba. (Ed). Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Impreso por el Instituto Geográfico Nacional de España.
- Castañeda, L., Olivera, Y. & Wencomo, H. 2015. "Selección de accesiones de *Pennisetum purpureum* para fomentar sistemas de alimentación ganadera". Pastos y Forrajes, 38 (2): 170-175, ISSN: 2078-8452.
- De los Reyes, B.G. 2019. "Genomic and epigenomic bases of transgressive segregation - New breeding paradigm for novel plant phenotypes". Plant Science, 288: e110213, ISSN: 1873-2259. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110213>.
- Duncan, D. B. 1955. "Multiple ranges and multiple F. test". Biometrics. 11:1-42, ISSN: 1541-0420. <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Guerra, C. W., Cabrera, A. & Fernández, L. 2003. "Criteria for the selection of statistical models in scientific research". Cuban Journal of Agricultural Science, 37(1): 3–10, ISSN: 2079-3480.
- Hernández, J.A., Pérez, J.J.M., Bosch, I.D. & Castro, S.N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ed. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba. ISBN 978-959-7023-77-7. 93p.
- Herrera, R.S. 2006. Fisiología, calidad y muestreos. En: Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. R.S. Herrera, I. Rodríguez y G. Febles (Eds.). EDICA. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Herrera, R.S. & Martínez, R.O. 2006. Mejoramiento genético por vías no clásicas. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R.S., Febles, G. y Crespo, G. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p.15.
- IBM SPSS Statistics Versión 22. 2022. Software estadístico de tecnología asistencial McGrawHill/Interamericana de España, S.A.V. p. 358.
- Lamela-López, L., Amechazurra-Rodríguez, L.R., Montejo-Sierra, I. L., García-Fernández, D. & Lay-Ramos, M.T. 2022. "Producción de carne bovina a partir de pastos naturales y suplementación con concentrados de harinas de plantas proteicas". Pastos y Forrajes, 44: eE35, ISSN: 2078-8452.
- Levene, H. 1960. Robust tests for the equality of variance. Contributions to Probability and Statistics. Stanford University Press. pp. 278-292.
- Navas, A. 2022. "Percepciones de pequeños productores sobre cambios en el clima y su efecto en sistemas de producción de leche". Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú, 33(2): e20543, ISSN: 1682-3419. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i2.20543>.
- Olivera, Y., Castañeda, L. & Toral, O. 2017. "Caracterización morfobotánica de plantas de *Cenchrus purpureus* (Schumach) Morrone provenientes de una colecta nacional". Pastos y Forrajes, 40(3): 184-187, ISSN: 2078-8452.
- Parra-Cortés, R.I., Magaña-Magaña, M.A., Piñeiro-Vázquez, A.T. 2019. "Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina". ITEA-Información Técnica Económica Agraria, XX: 1-18, ISSN: 2386-3765. <https://doi.org/10.12706/itea>.
- Prochetto, S. 2021. Evolución de la Fotosíntesis: dinámica del desarrollo foliar de gramíneas. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Argentina. 188p.
- Ray, J., Herrera, R.S., Benítez, D., Díaz, D. & Arias, R. 2016. "Multivariate analysis of the agronomic performance and forage quality of new clones of *Pennisetum purpureum* drought tolerant in Valle del Cauto, Cuba". Cuban Journal of Agricultural Science, 50(4): 639-648, ISSN: 2079-3480.
- Reyes-Pérez, J.J., Méndez- Martínez, Y., Luna-Murillo, R.A., Espinosa-Coronel, A.L., Triviño-Bravo, J.L., Guzmán-Acurio, J.A & Ledea-Rodríguez, J. L. 2021. "Evaluation of fertilization in agronomic morpho responses of *Cenchrus purpureus* varieties at different ages of regrowth". Tropical and Subtropical Agroecosystems, 24: 08, ISSN: 1870-0462.
- Rodríguez, L., Larduet, R., Ramos, N. & Martínez, R.O. 2013. "Modelling of dry matter yield of *Pennisetum purpureum* cv. king grass with different cutting frequencies and N fertilizer dosages". Cuban Journal of Agricultural Science, 47(3): 227-232, ISSN: 2079-3480.
- Romalo Faca, A. 2008. Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Chum) para la utilização encapineira no cerrado matogrossense. Master Thesis. Univ. Federal de Mato Grosso, Brasil.

- Ruíz, R.I. & Guevara, R.V. 2021. "Reseña sobre aspectos nutricionales para el desarrollo sostenible de sistemas ganaderos basados en pastos y forrajes tropicales". Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, 5(2), ISSN: 2602-8220.
- Shapiro, S. & Wilk, B. 1965. "Analysis of variance test for normality (complete samples)". Biometrika, 52 (3/4): 591-611, ISSN: 1464-3510. <https://doi.org/10.2307/2333709>.
- Vieira da Cunha, M. 2006. Características estruturais e morfológicas relacionadas à eficiência de pastejo em *Pennisetum sp.* no período de seca. Master thesis. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

**Received: April 2, 2023**

**Accepted: July 28, 2023**