

Evaluation of *Cenchrus purpureus* varieties with salinity tolerance in Valle del Cauto, Cuba. Agronomic performance

Evaluación de variedades de *Cenchrus purpureus* con tolerancia a la salinidad en el Valle del Cauto, Cuba. Comportamiento Agronómico

Yovanis Álvarez Báez¹, Rafael S. Herrera García², Yuniel Méndez Martínez³,
Jorge L. Ramírez de la Ribera¹ and Danis M. Verdecia Acosta¹

¹Universidad de Granma, Peralejo, km 171/2 carretera Bayamo- Manzanillo, Cuba.

²Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

³Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo, Los Ríos, Ecuador

E-mail: yalvarezb@udg.co.cu

Using a random block design and five replications (the experimental unit was the five-meter-long furrow), the evaluation of eight *Cenchrus purpureus* varieties obtained by *in vitro* tissue cultures with possible salinity tolerance (CT- 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507 and 508) was performed and were compared with their progenitor (*Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115). The experiment was developed in the Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) belonging to the IIA "Jorge Dimitrov", Bayamo, Cuba. After the establishment cut, measurements every 15 days from 30 to 105 regrowth days were taken, in the rainy and dry seasons of the year. The analysis of the main components showed that the yield, leaf width, leaf area, length and width of the internode, leaves percent and height explain 93.14 % of the variability between varieties in the rainy season, while in the dry season the 86.12 % of the variability was explained through the width and length of the internode, length and width of leaves, leaves percent, yield and leaf area. The cluster analysis showed the presence of five and four groups of varieties for the periods mentioned, where the CT-508 is highlight for its higher height and yield. The multivariate analysis showed the agronomic indicators that most contribute to explain the variability among the varieties and it is suggested to deep into the bromatological indicators to develop management strategies for this region.

Key words: *multivariate analysis, forage, new varieties*

One of the factors that most influences on yield and quality of grasses and forages is the soil where they develop, which can be altered by natural causes or caused by human activity, where salinization processes plays an important role. Worldwide, this scourge affects millions of hectares and it is estimated that 1.5 million hectares with irrigation systems are lost due to this cause, which means the reduction of eleven billion dollars in agricultural productivity (FAO 2018).

In Cuba, a million hectares of soil are affected (by different factors); around 15 % of the agricultural area and with a serious risk of continue increasing. In the eastern region of the country the greatest damage occurs with around 650 000 hectares of soil dedicated to livestock and agriculture, and is one of the main causes of the low economic and productive efficiency of the territory, due to the decrease in the grasses and forages

Mediante un diseño de bloques al azar y cinco réplicas (la unidad experimental fue el surco de cinco metros de longitud) se realizó la evaluación de ocho variedades de *Cenchrus purpureus* obtenidas por cultivos de tejidos de *in vitro* con posible tolerancia a la salinidad (CT-501, 502, 503, 504, 505, 506, 507 y 508) y se compararon con su progenitor (*Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-115). El experimento se desarrolló en la estación experimental de pastos y forrajes (EPPF) perteneciente al IIA "Jorge Dimitrov", Bayamo, Cuba. Después del corte de establecimiento se realizaron mediciones cada 15 días desde los 30 hasta 105 días de rebrote, en los períodos lluviosos y poco lluvioso del año. El análisis de componentes principales indicó que el rendimiento, ancho de la hoja, área foliar, longitud y ancho del entrenudo, por ciento de hojas y altura explican el 93.14 % de la variabilidad entre variedades en el período lluvioso, mientras que en el período poco lluvioso el 86.12 % de la variabilidad se explicó a través del ancho y longitud del entrenudo, longitud y ancho de las hojas, por ciento de hojas, rendimiento y área foliar. El análisis de conglomerado evidenció la presencia de cinco y cuatro grupos de variedades para los períodos antes señalados, donde se destaca la CT-508 por su mayor altura y rendimiento. El análisis multivariado demostró los indicadores agronómicos que mayor aporte hacen para explicar la variabilidad entre las variedades y se sugiere profundizar en los indicadores bromatológicos para trazar estrategias de manejo para esta región.

Palabras clave: *análisis multivariado, forraje, nuevas variedades*

Uno de los factores que más influye en el rendimiento y calidad de los pastos y forrajes es el suelo donde se desarrollan, que se puede alterar por causas naturales o provocadas por la actividad humana, donde los procesos de salinización desempeñan primordial papel. A nivel mundial se encuentran afectadas por este flagelo millones de hectáreas y se estima que se pierden por esta causa 1.5 millones de hectáreas con sistemas de riego, lo que significa la reducción de once mil millones de dólares en la productividad agrícola (FAO 2018).

En Cuba se encuentran perjudicadas (por diferentes factores) un millón de hectáreas de suelo, alrededor del 15 % del área agrícola y con grave riesgo de seguir aumentando. En la región oriental del país se presentan los mayores daños con alrededor de 650 000 hectáreas de suelos dedicados a la ganadería y a la agricultura, y es una de las principales causas de la baja eficiencia económica y productiva del territorio, por la disminución

production, up to 25 % in many of the enterprises in the region. In Valle del Cauto, with an extension of 9 540 km², the salinization process reaches 38 % of its area (INRH 2017). However, as a strategy to solve this problem, new varieties of *Cenchrus purpureus* were obtained at the Instituto de Ciencia Animal through *in vitro* tissue culture, with possible salinity tolerance (Herrera *et al.* 2003).

When considering the previous explained, the objective of this research was to evaluate the new varieties under edaphoclimatic conditions of an area from Valle del Cauto.

Materials and Methods

Location, climate and soil. The experiment was carried out in the Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) from the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIA) "Jorge Dimitrov" located 10 ½ km from Bayamo city, Cuba, and located at 20° 18'13" north latitude and 76° 39'48" west longitude. The climate of the region and where the station is located, is classified as tropical humid (Barranco and Díaz 1989), with maximum temperatures that oscillate between 30-34 °C. The precipitations during the evaluation exceeded the historical average of the region of 769 mm and the relative humidity registered values that oscillated between 51 and 98 %.

The soil of the experimental area is Fluvisol type, with little differentiation, according to the new genetic classification of Cuba soils (Hernández *et al.* 2015). It has medium fertility, its texture is of light clay, with generally good drainage and flat topography. Table 1 shows the chemical composition of the soil in the experimental area.

Table 1. Chemical composition of the soil from the experimental area

pH		mg/100 g of soil		% OM	% total soluble salts
KCL	H ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O		
4.7	6.3	2.2	7.3	2.10	0.439

Experimental design and treatments. A completely random block design with five replications was used and the experimental unit was the five-meter long furrow (Herrera *et al.* 2013ab). The treatments were eight new *Cenchrus purpureus* varieties tolerant to salinity (501, 502, 503, 504, 505, 506, 507 and 508) obtained by *in vitro* tissue culture at the Instituto de Ciencia Animal (Herrera *et al.* 2003). In addition, *C. purpureus* cv. Cuba CT-115 (progenitor) was used as control. From the establishment cut, samplings from 30 to 105 days of regrowth were carried out every 15 days and it was determined: length and width (cm) of the fourth leaf completely open from the apex, length and width of the fourth internode (cm) from the soil level, green and dry weight of the bunch (g/bunch), height (cm), content of leaves and stems (%) and leaf

de la producción de los pastos y forrajes, de hasta 25 % en muchas de las empresas de la región. En el Valle del Cauto, con una extensión de 9 540 km², el proceso de salinización alcanza 38 % de su área (INRH 2017). Sin embargo, como estrategia para solucionar este problema, en el Instituto de Ciencia Animal a través del cultivo de tejidos *in vitro* se obtuvieron nuevas variedades de *Cenchrus purpureus*, con posible tolerancia a la salinidad (Herrera *et al.* 2003).

Al considerar lo antes expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar las nuevas variedades en las condiciones edafoclimáticas de una zona del Valle del Cauto.

Materiales y Métodos

Localidad, clima y suelo. El experimento se desarrolló en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIA) "Jorge Dimitrov" ubicada a 10 ½ km de la ciudad de Bayamo, Cuba, y situada en los 20° 18'13" de latitud norte y los 76° 39' 48" de longitud oeste. El clima de la región y donde está ubicada la estación, se clasifica como tropical húmedo (Barranco y Díaz 1989), con temperaturas máximas que oscilan entre los 30-34 °C. Las precipitaciones durante la evaluación superaron la media histórica de la región de 769 mm y la humedad relativa registró valores que oscilaron entre 51 y 98 %.

El suelo del área experimental es del tipo Fluvisol poco diferenciado, según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.* 2015). Presenta mediana fertilidad, su textura es de una arcilla ligera, con drenaje generalmente bueno y la topografía llana. En la tabla 1 se muestra la composición química del suelo del área experimental.

Diseño experimental y tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado con cinco réplicas y la unidad experimental fue el surco de cinco metros de longitud (Herrera *et al.* 2013ab). Los tratamientos fueron ocho nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la salinidad (501, 502, 503, 504, 505, 506, 507 y 508) obtenidas por cultivo de tejido *in vitro* en el Instituto de Ciencia Animal (Herrera *et al.* 2003). Además, se empleó como control el *C. purpureus* vc. Cuba CT-115 (progenitor). A partir del corte de establecimiento se realizaron muestreos cada 15 días desde los 30 hasta 105 días de rebrote y se determinó: la longitud y ancho (cm) de la cuarta hoja completamente abierta a partir del ápice, longitud y ancho del cuarto entrenudo (cm) a partir del nivel del suelo, peso verde y seco de la macolla (g/macolla), altura (cm), contenido

area (cm²) according to the methodology described by Herrera (2006). No irrigation or fertilization was used. The rainy season (May to August) and dry season (November to February) were evaluated.

Statistical analysis. To the information obtained in both experimental stages multivariate analysis of main components was carried out. The main components were determined with eigenvalues higher than the unit and preponderance factors higher than 0.75 (Torres *et al.* 2008). Then, a cluster analysis was carried out and for each group the mean value, standard deviation and variation coefficient were determined for each indicator.

Results and Discussion

In Valle del Cauto, are specific conditions very different from the rest of Cuba regions, especially the climatic characteristics (higher temperatures and lower rainfalls), topography and soil types (Ledeo *et al.* 2016 and 2017). This determines the need to evaluate varieties that show higher adaptive specificity, so that the grasses structure can be established for these particularities and the productive demands that have not been solved can be cover.

In this study and based on previous results (Martínez *et al.* 1988 and Herrera *et al.* 1990), the variables height, leaves content, length and width of leaves, length and width of the internode, yield and dry matter percentage were considered since they had showed their effectiveness to demonstrate the variability between clones obtained by tissue cultures and chemical mutagenesis. In addition, the leaf area was included since it was an outstanding indicator when explaining the variability between Pennisetum varieties tolerant to drought (Ray *et al.* 2016).

Table 2 shows the results of the main component analysis for the rainy period. Four main components were established with an eigenvalue higher than the unit, and to select the variables, the preponderance factor

de hojas y tallos (%) y área foliar (cm²) de acuerdo con la metodología descrita por Herrera (2006). No se utilizó riego ni fertilización. Se evaluaron los períodos lluviosos (mayo a agosto) y poco lluvioso (noviembre a febrero).

Análisis estadístico. A la información obtenida en ambas etapas experimentales se les realizó análisis multivariado de componentes principales. Se determinaron las componentes principales con valores propios mayor que la unidad y factores de preponderancia mayor que 0.75 (Torres *et al.* 2008). A continuación, se realizó análisis de conglomerado y a cada grupo se determinó, para cada indicador el valor medio, desviación estándar y coeficiente de variación.

Resultados y Discusión

En el Valle del Cauto, existen condiciones específicas muy diferentes al resto de las regiones de Cuba, en especial las características climáticas (mayores temperaturas y menores lluvias), topografía y tipos de suelos (Ledeo *et al.* 2016 y 2017). Esto determina la necesidad de evaluar variedades que demuestren mayor especificidad adaptativa, de manera que se pueda establecer la estructura de pastos para esas particularidades y se logre cubrir las exigencias productivas que aún no se han resuelto.

En el presente estudio y basado en resultados anteriores (Martínez *et al.* 1988 y Herrera *et al.* 1990) se consideraron las variables altura, contenido de hojas, longitud y ancho de las hojas, longitud y ancho del entrenudo, rendimiento y porcentaje de materia seca ya que habían demostrado su efectividad para demostrar la variabilidad entre clones obtenidos por cultivos de tejidos y mutagénesis química. Además, se incluyó el área foliar ya que fue un indicador destacado al explicar la variabilidad entre variedades de Pennisetum tolerantes a la sequía (Ray *et al.* 2016).

La tabla 2 muestra los resultados del análisis de componente principal para el período lluvioso. Se establecieron cuatro componentes principales con valor propio mayor que la unidad y para seleccionar las variables se tomó el factor de preponderancia igual o

Table 2. Results of the main component analysis in the rainy season

Variables	Main component			
	1	2	3	4
Height, cm	0.57	0.76	-0.15	-0.08
Leaves, %	-0.01	-0.96	-0.02	0.09
Yield, g/bunch	0.93	0.18	0.06	0.06
DM, %	0.67	0.05	0.17	0.68
Leaf width, cm	0.91	0.04	-0.07	-0.26
Leaf length, cm	0.29	0.20	0.74	0.48
Leaf area, cm ²	0.87	0.17	0.42	0.07
Internode width, cm	0.26	0.22	0.07	-0.92
Internode length, cm	0.01	0.17	-0.93	0.16
Eigenvalue	3.97	2.02	1.29	1.10
Explained variance, %	44.16	22.46	14.34	12.18
Cumulative total variance, %	44.16	66.62	80.96	93.14

was taken equal to or higher than 0.75, which explained 93 % of the variability among the varieties.

The first component explains the highest percent of total variability, characterized by the variables yield, leaves width and leaf area, which are positively correlated with this component. In the second component, explains the higher variability the leaves percent and the height, the first negatively correlated with the component and establishing a negative biological relation with height, which explains that, at higher height, the varieties show lower leaves percent.

The third and fourth component expresses the highest variability through the variables length and width of the internode, respectively. The two negatively correlated with its components. These variables were the most important, helping to explain 93.14 % of the variability among the varieties. However, it was interesting to include the leaf area that could be determined by the climatic and salinity conditions (from low to medium) of the experimental area soil. In addition, this performance can be attributed to the way of obtaining these varieties, through *in vitro* tissue cultures and stress situation caused by the saline environment where they were developed (Herrera *et al.* 2003).

The agronomic variables yield and morphoagronomic variables leaves width, height, width and length of the internode, and leaves percent are those that most influence on the variability of these varieties, which coincide with those reported by Martínez *et al.* (1988), when they evaluated Cenchrus somaclones in experimental areas of the Instituto de Ciencia Animal without irrigation or fertilization and was reaffirmed with what was found by Herrera *et al.* (1990) when using these same variables in the evaluation of King grass mutants obtained by physical mutagenesis. Ledea *et al.* (2017) when studying in similar conditions the *Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115 and the CT-500 variety found that the dry matter yield and the absolute growth rate were the variables that most influenced.

The same analysis was carried out for the evaluation in the dry season and three main components were established (table 3).

In the first component, the variables internode width, leaf length, yield and leaves percent predominated. The second component was characterized by leaves width and leaf area and the internode length influenced the third. These components explained 86.12 % of the variability.

These variables are the most important to explain the variability among the varieties and, if it is compared to that obtained in the rainy season, there is a difference between the cumulative total variances, which can be attributed to climatic conditions that are not favorable for the development of tropical grasses in this season when there is no irrigation and the variability between

mayor que 0.75, lo que permitió explicar el 93 % de la variabilidad entre las variedades.

La primera componente explica el mayor por ciento de variabilidad total, caracterizada por las variables rendimiento, el ancho de las hojas y el área foliar, las cuales se encuentran correlacionadas positivamente con esta componente. En la segunda componente, explican la mayor variabilidad el por ciento de hojas y la altura, la primera correlacionada negativamente con la componente y estableciendo una relación biológica negativa con la altura, lo que explica que, a mayor altura, las variedades muestran menor por ciento de hojas.

La tercera y cuarta componente expresan la mayor variabilidad a través de las variables longitud y ancho del entrenudo, respectivamente. Las dos correlacionadas negativamente con sus componentes. Estas variables fueron las de mayor peso al ayudar explicar el 93.14 % de la variabilidad entre las variedades. Sin embargo, resultó interesante la inclusión del área foliar que pudo estar determinada por las condiciones climáticas y de salinidad (de baja a mediana) del suelo del área experimental. Además, este comportamiento puede ser atribuible a la forma de obtención de estas variedades, a través de cultivos de tejidos *in vitro* y situación de estrés provocada por el medio salino donde se desarrollaron (Herrera *et al.* 2003).

Las variables agrónomicas rendimiento y morfoagronómicas ancho de las hojas, altura, ancho y longitud del entrenudo, y porcentaje de hojas son las que más influyen en la variabilidad de estas variedades, las que coinciden con las reportadas por Martínez *et al.* (1988), cuando evaluaron somaclones de Cenchrus en áreas de experimentación del Instituto de Ciencia Animal sin riego ni fertilización y fue refirmado con lo encontrado por Herrera *et al.* (1990) al utilizar estas mismas variables en la evaluación de mutantes de King grass obtenidos por mutagénesis física. Ledea *et al.* (2017) al estudiar en similares condiciones el *Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-115 y la variedad CT-500 encontraron que el rendimiento de materia seca y la tasa de crecimiento absoluto fueron las variables que más influyeron.

Para la evaluación en el período poco lluvioso se realizó el mismo análisis y se establecieron tres componentes principales (tabla 3).

En la primera componente predominaron las variables ancho del entrenudo, longitud de las hojas, rendimiento y el por ciento de hojas. La segunda componente estuvo caracterizada por el ancho de las hojas y el área foliar y la tercera se encontró influenciada por la longitud del entrenudo. Estas componentes explicaron el 86.12 % de la variabilidad entre variedades en esta etapa.

Estas variables son las de mayor peso para explicar la variabilidad entre las variedades y si se compara con lo obtenido en el período lluvioso existe diferencia entre las varianzas totales acumuladas, lo que puede ser atribuido a las condiciones climáticas que no son favorables para el desarrollo de los pastos tropicales en esta época cuando

Table 3. Results of the main component analysis in the dry season

Variables	Main component		
	1	2	3
Height , cm	0.67	0.58	-0.01
Leaves , %	-0.89	0.11	0.07
Yield , g/bunch	0.88	0.26	0.23
DM, %	0.32	0.56	0.54
Leaf width,cm	-0.25	0.93	-0.01
Leaf length,cm	0.92	0.12	0.15
Leaf area ,cm ²	0.57	0.77	0.12
Internode width,cm	0.93	0.06	0.16
Internode length,cm	-0.05	0.00	-0.95
Eigenvalue	4.89	1.78	1.08
Explained variance ,%	54.32	19.75	12.05
Cumulative total variance, %	54.32	74.07	86.12

varieties is lower.

A similar response to those of this study was found by Díaz (2007) in this period where he was able to group the variables into two components that explained 76.63 % of the variability in drought-tolerant *Cenchrus* varieties, highlighting the length, number and width of leaves, yield, absolute growth rate and leaf area.

Martínez (2007) in the dry season found 84.08 %, explaining the variability between clones, which does not coincide with the results of this study, difference that may be attributable to the different edaphoclimatic conditions in which these researches were carried out and especially the soil, since those of Valle del Cauto, despite the presence of degradation processes, are low in N and P. In this sense, Cruz *et al.* (2017) when evaluating mixed varieties (tolerant to drought and salinity) found that the variables height and stem thickness were the most influential in their results.

The cluster analysis showed five groups for the rainy season and four for the dry season (table 4).

For the rainy season group one was formed with

no se cuenta con riego y la variabilidad entre variedades tiende a ser menor. Similar respuesta a las del presente trabajo encontró Díaz (2007) en este período donde pudo agrupar las variables en dos componentes que explicaron el 76.63 % de la variabilidad en variedades de *Cenchrus* tolerantes a la sequía, destacándose la longitud, número y el ancho de las hojas, rendimiento, la tasa de crecimiento absoluto y el área foliar.

Martínez (2007) en el período poco lluvioso encontró 84.08 %, de explicación de la variabilidad entre clones, lo que no coincide con los resultados del presente trabajo, diferencia que puede ser atribuible a las condiciones edafoclimáticas diferentes en las que se realizaron dichas investigaciones y en especial el suelo, ya que los del Valle del Cauto a pesar de estar presente los procesos de degradación, son bajos en N y P. En este sentido, Cruz *et al.* (2017) al evaluar variedades mixtas (tolerantes a la sequía y salinidad) encontraron que las variables altura y grosor del tallo fueron las más influyentes en sus resultados.

El análisis de conglomerado evidenció cinco grupos para el período lluvioso y cuatro en el poco lluvioso (tabla 4).

Table 4. Groups formed in the cluster analysis

Groups	Rainy season	Dry season
1	508	508
2	503, 504, 505, 506 and 507	504
3	502	Control, 501, 502, 503, 505 and 506
4	501	507
5	Control (CT-115)	

the variety that was characterized by higher height, yield and leaf area than the rest, indicators in which much attention is needed (table 5).

Group two, allowed to group the varieties of lower

Para el período lluvioso el grupo uno se formó con la variedad que se caracterizó por mayor altura, rendimiento y área foliar que el resto, indicadores en los cuales se presta mucha atención (tabla 5).

Table 5. Mean values, standard deviation and variation coefficient of the indicators in the groups formed for the rainy season

Group	Variety	H	LP	Y	DM	LW	LL	LA	IW	IL
1	508	145.45	25.3	231.57	19.29	2.99	92.96	280.6	1.89	10.62
2	504,503, 505, 507 and 506	120.48	26.02	181.28	18.48	2.88	90.57	263.7	1.82	10.21
3	502	125.4	26.09	189.45	18.53	2.89	87.88	257.1	1.77	13.23
4	501	125.1	26.38	209.81	18.97	3.02	88.24	269.6	1.84	10.34
5	Control	122.6	25.96	184.04	19.65	2.86	92.04	264.2	1.59	10.52
VC (%)		1.8	1.42	7.72	2.75	1.96	1.9	3.09	2.07	3.18
SD		2.16	0.37	14	0.51	0.06	1.72	8.15	0.04	0.32

H (height, cm); LP (leaves percentage); Y (yield, gDM/bunch); DM (dry matter, %); LW (leaves width, cm); LL (leaves length, cm); LA (leaf area, cm²); IW (internode width, cm) and IL (internode length, cm)

height, medium yield and characteristics in the leaf region very peculiar; they stand out in an indicator that is the internode width, which was only higher in group one and group four, showing its probable high storage capacity of water, carbohydrates and other nutrients necessary for the synthesis of other compounds after each cutting or grazing (Duarte *et al.* 2018).

These results coincide with those reported by Ray *et al.* (2018), when evaluating drought-tolerant varieties found a higher leaves percentage and leaf area than the control (Cuba CT-115), which allows generating a higher amount of biomass and providing the animals with elements with higher nutritional quality. This research shows the adaptability of these varieties to the conditions of degraded ecosystems.

In the dry season, four groups were defined and the mean value, the standard deviation and the variation coefficient for the indicators were quantified (table 6).

El grupo dos, permitió agrupar a las variedades de menor altura, rendimiento medio y características en la región foliar muy peculiares; se destacan en un indicador que es el ancho del entrenudo, que solamente fue mayor en el grupo uno y en el grupo cuatro, indicando su probable alta capacidad de almacenaje de agua, carbohidratos y otros nutrientes necesarios para la síntesis de otros compuestos después de cada corte o pastoreo (Duarte *et al.* 2018).

Estos resultados coinciden con los reportados por Ray *et al.* (2018), que al evaluar variedades tolerantes a la sequía encontró mayor porcentaje de hojas y área foliar que el control (Cuba CT-115), lo que permite generar mayor cantidad de biomasa y proveer a los animales de elementos con mayor calidad nutritiva. Esta investigación evidencia la adaptabilidad de estas variedades a las condiciones de ecosistemas degradados.

En el período poco lluvioso se definieron cuatro grupos y se cuantificó el valor medio, la desviación estándar y el coeficiente de variación para los indicadores (tabla 6).

Table 6. Mean values, standard deviation and variation coefficient of the indicators in the groups formed for the dry season

Group	Variety	H	LP	Y	DM	LW	LL	LA	IW	IL
1	508	129.69	23.49	226.53	13.08	3.02	101.8	312.5	2.04	10.48
2	504	104.5	26.54	186.58	12.57	2.84	96.32	278.7	1.58	9.14
3	Control, 501, 502, 503, 505 and 506	116.13	26.51	181.18	12.8	3.04	93.72	289.4	1.42	10.18
4	507	114.18	26.38	174.01	12.52	3.0	93.92	286.0	1.37	10.22
VC (%)		2.44	3.71	5.44	1.85	2.28	1.78	2.98	2.23	4.36
SD		2.83	0.98	9.85	0.24	0.07	1.67	8.61	0.03	0.44

H (height, cm); LP (leaves percentage); Y (yield, gDM/bunch); DM (dry matter, %); LW (leaves width, cm); LL (leaves length, cm); LA (leaf area, cm²); IW (internode width, cm) and IL (internode length, cm)

Group one was formed by the variety 508 with results analogous to those found in the rainy season, and stands out as promising in the edaphoclimatic conditions of the Valle del Cauto, in both seasons of the year. However, the leaves percentage was lower than the others, conditioned its high yield by the stems content, which relates it to cut varieties and not those that can be grazed within this genus. A negative aspect

El grupo uno lo integró la variedad 508 con resultados análogos a los encontrados en el período lluvioso, y se destaca como prometedora en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto, en las dos épocas del año. Sin embargo, el porcentaje de hojas fue menor que las demás, condicionado su alto rendimiento por el contenido de tallos, lo que la relaciona con variedades de corte y no de las que puedan ser pastadas dentro de

in this period was the low dry matter content of all varieties, an indicator that correlates with the nutrients contribution.

Group two was formed by those that showed lower height and higher leaves percentage, with a shortening of the internode length. These characteristics give it a certain defense structure against the dry season (Herrera 2006) and ideal conditions to be used by grazing animals because of the position shown by meristems close to the soil (Leal *et al.* 2018). The low growth is an adaptive characteristic to survive salinity stress, as it can be affected up to 25 % without appreciable symptoms (Martín *et al.* 2012). In addition, it decreases leaves width, which could influence on the minor loss of water by transpiration.

Group three was characterized by having acceptable leaf area values and the fourth showed lower yield. The study has identified a series of general trends of this species in the study area, which coincides with that reported by Ray *et al.* (2016) when grouping tolerant drought varieties, where the leaves width, total yield and leaves yield, and absolute growth rate were the determining variables for the grouping.

It is concluded that the analysis of main components showed that the indicators yield, leaves percentage, leaf width, leaf area and internode length, explain the higher variability among the varieties, where the varieties with similar characteristics were grouped in both evaluated seasons. It is suggested to deepen the bromatological indicators to draw up management strategies for this region.

este género. Un aspecto negativo en este período fue el bajo contenido de materia seca de todas las variedades, indicador que se correlaciona con el aporte de nutrientes.

El grupo dos estuvo formado por las que mostraron menor altura y mayor porcentaje de hojas, con un acortamiento de la longitud del entrenudo. Estas características le confieren cierta estructura de defensa contra el período poco lluvioso (Herrera 2006) y condiciones ideales para ser utilizadas por animales en pastoreo por la posición que muestran los meristemas cercanos al suelo (Leal *et al.* 2018). El bajo crecimiento es una característica adaptativa para sobrevivir al estrés por salinidad, ya que puede ser afectado hasta 25% sin síntomas apreciables (Martín *et al.* 2012). Además, disminuye el ancho de las hojas, lo que pudiera influir en la menor pérdida de agua por transpiración.

El grupo tres se caracterizó por presentar valores aceptables del área foliar y el cuarto mostró menor rendimiento. El estudio ha identificado una serie de tendencias generales de esta especie en la zona estudiada, lo cual coincide con lo reportado por Ray *et al.* (2016) al agrupar variedades tolerantes a la sequía, donde el ancho de las hojas, rendimiento total y de hojas, y tasa de crecimiento absoluto fueron las variables determinantes para el agrupamiento.

Se concluye que el análisis de componentes principales indicó que los indicadores rendimiento, porcentaje de hojas, ancho de la hoja, área foliar y longitud del entrenudo, explican la mayor variabilidad entre las variedades, donde se agruparon las variedades con características similares en ambos períodos evaluados. Se sugiere profundizar en los indicadores bromatológicos para trazar estrategias de manejo para esta región.

References

- Barranco, G. & Díaz, L. R. 1989. Clima. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. p. 291
- Cruz, J.M., Ray, J.V., Ledea, J.L. & Arias, R.C. 2017. Establecimiento de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en un ecosistema frágil del Valle del Cauto, Granma. Rev. Prod. Anim.29 (3):29-35.
- Díaz, D. 2007. Evaluación agronómica de variedades de *Cenchrus purpureus* en condiciones de sequía en el Valle del Cauto. Master Thesis. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Duarte, T., Duarte, M.J., Neves, M., Fernandes, R.C., Socorro, M., Nogueira, R. & Gleyson, F. 2018. Biomass components of *Pennisetum purpureum* cv. Roxo managed at different growth ages at season. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 19(1):11-22
- FAO. 2018. World reference base for soil resources. FAO. Rome. ISSS-AISS-IBG. ISRIC. Available: <http://www.faodatabase.org> [Consulted: April 15. 2018].
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., Rivero, L. & Camacho, I. 2015. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de suelos, Ministerio de la Agricultura y AGRINFOR. p. 259
- Herrera, R.S. 2006. Fisiología, calidad y muestreos. In: Fisiología producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. EDICA. Mayabeque, Cuba. p.1-108.
- Herrera, R.S., Chaple, Z., Cruz, A. M., Romero, A. & García, M. 2003. Obtainment of *Pennisetum purpureum* plantlets resistant to drought and salinity. Technical note. Cuban J. Agric. Sci. 37:187-189
- Herrera, R.S., García, M., Fortes, D., Cruz, A. M. & Romero, A. 2013a. Influence of sampling distance on the agronomical indicators of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115. Cuban J. Agric. Sci. 47:189-193.
- Herrera, R.S., García, M., Fortes, D., Cruz, A. M. & Romero, A. 2013b. Variability of the agronomic indicators of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 with the sampling distance. Cuban J. Agric. Sci. 47:295-299.
- Herrera, R.S., Martínez. R.O., Cruz. R. & Monzote, M. 1990. Obtención de mutantes en pastos mediante el empleo de técnicas nucleares. In: International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement. Viena., Austria, p. 141-42.
- Leal, B., Carneiro, A., Guim, A., de Andrade, M., Batista, J.C., Ferreira, M.V. & Vieira, M. 2018. Morphological characteristics and proportion of leaf blade tissues of elephant grass clones under sheep grazing. Pesq. Agrop. Bras. 53(11):1268-1275

- INRH. 2017. Situación hidrológica en el oriente de Cuba. Available: www.medioambiente.cu/download/2017/anexos [Consulted May 25, 2018].
- Ledea, J. L., Benítez, D. G., Arias, R. C. & Guerra, A. 2017. Comportamiento Agronómico de cultivares de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la salinidad. *Rev. Prod. Anim.* 29 (3):18-28.
- Ledea, J. L., Ray, J. V., Cabrera, Y., Nuviola, Y. & Benítez, D. G. 2016. Performance of male bovines under intensive grazing of pasture and shrub legumes during dry period in Valle del Cauto, Cuba". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(2): 225–233
- Martín, B., Sosa, O., Magra, G., Zarpa., G. & Besson, P. 2012. Emergencia de forrajeras en un suelo salino- alcalino tratado con yeso. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 32(2):157-164
- Martínez, R.O. 2007. Características de los clones de hierba elefante Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum sp.*) liberados por el Instituto de Ciencia Animal. Eds. M.F. Díaz, R.S. Herrera, T. Ruíz. Cuba. 208 pp
- Martínez, R.O., Herrera, R.S., Cruz. R., Monzote, M. & Morffi, N. 1988. Evaluación de clones de King grass (*Cenchrus purpureus* x *C. typhoides*) obtenidos por cultivo de tejidos. I. Demostración de la variabilidad obtenida. In: XI Reunión ALPA. La Habana, Cuba, p. 73
- 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. Cub. Cienc. Agrí.* 52(1):75-85.
- Ray, J.V., Herrera, R.S., Benítez, D.G., Arias, R.C. & Díaz, D. 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. Agric. Sci.* 50(4):639-648.
- Torres, V., Ramos, N., Lizano, D., Monteagudo, F. & Noda, A. 2008. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Rev. Cub. Cienc. Agrí.* 42(2):133-139.

Received: January 10, 2019