

Evaluation of *Cenchrus purpureus* varieties during its establishment in western Cuba

Evaluación de variedades de *Cenchrus purpureus* durante su establecimiento en el occidente de Cuba

T. E. Ruiz, G. Febles, J. Vasallo and H. Díaz

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: teruizv@ica.co.cu

Under dry conditions the establishment of eight varieties of *Cenchrus purpureus*, obtained by crossing and tissue culture in the Institute of Animal Science, Cuba, was evaluated. A random block design with five replications was applied. The varieties were: 115 (control), 442, 423, 30, H-48, 457, H-31 and 452. The highest number of stems/bunch was observed in materials H-31 (8.1), 452 (8.2), 423 (7.6) and H-48 (7.5) and the highest percentage of dead stems ($P = 0.0002$) at 423 (22 %) and H-48 (15 %). The varieties with the highest height ($P < 0.0001$) were the 30 (170.0cm), 457 (160.4 cm) and H-48 (156.4cm), and had lower height 442 (89.8cm). The highest number of leaves ($P < 0.0001$) was observed in H-31 (231.7) and 452 (210.1) and the lowest in 30 (102.4). The percentage of green leaf of the total ($P < 0.0001$) was higher for the H-31 (51.3 %) and the lowest for 115 (30.3 %), 423 (29.9 %) and H-48 (31.2 %). The highest number of internodes per stem was found in 115 (16.4), followed by 30 (13.7), and was lower in 442 (6.9) and 452 (8.7) ($P < 0.0001$). The best yield ($P = 0.0010$) was 442 (7.1t / ha DM), and the worst was 115 (2.1t / ha DM) and 457 (1.7t / ha DM). In 442, 451 and H-31 outstanding values in several of the evaluated indicators were registered. This was not the case for H-48 and 30. It is concluded that the varieties studied showed differences in their growth at the establishment time, although this was not affected. It is recommended to continue the evaluation under cutting or grazing.

Key words: *evaluation, establishment, grasses*

The varieties of *Cenchrus purpureus* (previously classified as *Pennisetum purpureum*) were extended throughout Cuba since the beginning of the 20th century, due to their yields and their acceptable chemical composition. The king grass reached 85 % of forage areas due to its high conversion capacity of light energy into biomass, its ecological plasticity, high biomass yields and adequate quality (Herrera 2009).

The king grass elephant grass of the *C. purpureus* species was introduced in Cuba in 1974 and became one of the country's main forage plants. In the 1980s, it was used as a donor plant in plant breeding programs for mutations (Martínez *et al.* 2013). From the cultivation of king grass apices, through tissue culture and the crossing techniques and *in vitro* plantlet regeneration, new varieties different of progenitor emerged (Herrera and Martínez 2006), which allowed to expand the available germplasm diversity.

The objective of this study was to evaluate the establishment of eight varieties of *Cenchrus purpureus*.

En condiciones de secano se evaluó el establecimiento de ocho variedades de *Cenchrus purpureus*, por cultivo de tejido en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Se aplicó un diseño de bloques al azar con cinco réplicas. Las variedades fueron: 115 (control), 442, 423, 30, H-48, 457, H-31 y 452. La mayor cantidad de tallos/plantón se observó en H-31(8.1), 452 (8.2), 423 (7.6) y H-48 (7.5) y el mayor porcentaje de tallos muertos ($P = 0.0002$) en 423 (22 %) y H-48 (15 %). Las variedades con mayor altura ($P < 0.0001$) fueron el 30 (170.0 cm), 457 (160.4 cm) y H-48 (156.4 cm), y tuvo menor altura el 442 (89.8 cm). La mayor cantidad de hojas ($P < 0.0001$) se observó en el H-31 (231.7) y 452 (210.1) y la menor, en el 30 (102.4). El porcentaje de hoja verde del total ($P < 0.0001$) fue más alto en H-31 (51.3 %) y el más bajo, para el 115 (30.3 %), 423 (29.9 %) y H-48 (31.2 %). La mayor cantidad de entrenudos por tallo se encontró en el 115 (16.4), le siguió el 30 (13.7), y fue menor en el 442 (6.9) y 452 (8.7) ($P < 0.0001$). El mejor rendimiento ($P = 0.0010$) fue en el 442 (7.1t/ha MS), y los peores en el 115 (2.1 t/ha MS) y 457 (1.7 t/ha MS). En 442, 451 y H-31 se registraron valores destacados en varios de los indicadores evaluados. No fue así para el H-48 y 30. Se concluye que las variedades estudiadas presentaron diferencias en su crecimiento en el momento del establecimiento, aunque este no se afectó. Se recomienda continuar la evaluación de todas ellas durante el corte o pastoreo.

Palabras clave: *evaluación, establecimiento, gramíneas*

Las variedades de *Cenchrus purpureus* (clasificado con anterioridad como *Pennisetum purpureum*) se extendieron por Cuba desde principios del siglo XX, debido a sus rendimientos y a su aceptable composición química. El king grass alcanzó 85 % de las áreas forrajeras por su alta capacidad de conversión de la energía lumínica en biomasa, su plasticidad ecológica, altos rendimientos de biomasa y adecuada calidad (Herrera 2009).

La hierba elefante king grass, de la especie *C. purpureus*, se introdujo en Cuba en 1974 y se convirtió en una de las principales plantas forrajeras del país. En la década del 80, se utilizó como planta donante en programas de fitotecnia de las mutaciones (Martínez *et al.* 2013). A partir del cultivo de ápices de king grass, mediante técnicas de cultivo de tejidos y regeneración de plántulas *in vitro* y el cruzamiento surgieron nuevas variedades diferentes del progenitor (Herrera y Martínez 2006), lo que permitió ampliar la diversidad del germoplasma disponible.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el establecimiento de variedades de *Cenchrus purpureus*.

Materials and Methods

Treatment and design. A random block design with five replications was applied to evaluate eight *Cenchrus purpureus* varieties: 115 (control), 442, 423, 30, H-48, 457, H-31 and 452.

Experimental procedure. The study was carried out on a red ferralic soil, of rapid desiccation, clayey and deep on limestones (Hernández *et al.* 2015), equivalent to the rhodic ferralic cambisol subtype (FAO-UNESCO) with plowing preparation and two harrow passes. It was planting in the rainy season, in 6 x 10 m plots and in separated furrows to 1.0 m, to 15 cm of depth. The planting was in the experimental area Miguel Sistachs Naya, belonging to the Pastures and Forages Department from the Institute of Animal Science. This facility is located in the west of the country, at 22° 53' north latitude and 82° 02' west longitude, at an altitude of 80 m. The evaluated *Cenchrus purpureus* varieties were obtained by tissue culture technique and crossing.

The stems used for the plantation were removed the bud, aged 100 d. The area was clear of weeds and under dry conditions. The establishment cut was made at 110 d after sprouting 90 % of the planted area and at 10 cm height with machete.

The measures of the indicators plant height (cm), yield (t DM/ha), number of total leaves, green leaves, dry leaves and green leaves percent, number of total stems, life stems, dead stems and dead stems percentage, number of internodes per stem, length of the basal, middle and apical internodes (cm), were taken at the time of establishment cut. Twelve bunches per plots were used to perform the measurements. That is, three bunches per furrows. To determine the yield, the whole plot was cut, the lateral furrows were eliminated and 0.50 m for each end of the furrow.

Statistical procedure. The theoretical assumptions of the analysis of variance for the variables that appear in the study were verified, starting from the Shapiro and Wilk (1965) tests for the normality of the errors and Levene (1960) test, for the variance homogeneity. The analyzed variables did not fulfill the theoretical assumptions of ANAVA, so that the \sqrt{x} transformations for the counting variables and arcsine $\sqrt{\%}$ for the variables expressed in percent were used. However, these did not improve the fulfillment of these assumptions, so a non-parametric variance analysis of Friedman random blocks was performed. Conover (1999) test was applied to compare the mean ranges. Analysis of variance was performed and the Duncan (1955) test was used as necessary. The statistical package INFOSTAT version 2012, prepared by Di Rienzo *et al.* (2012) was used.

Results and Discussion

The highest number of stems/bunch (table 1) was

Variedades y Métodos

Tratamiento y diseño. Se aplicó un diseño de bloques al azar con cinco réplicas para evaluar ocho variedades de *Cenchrus purpureus*: 115 (control), 442, 423, 30, H-48, 457, H-31 y 452.

Procedimiento experimental. El trabajo se realizó en un suelo ferrálico rojo, de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas (Hernández *et al.* 2015), equivalente al subtipo cambisol ferrálico ródico (FAO-UNESCO), con preparación de aradura y dos pases de grada. Se plantó en la estación lluviosa, en parcelas con dimensiones de 6 x 10 m y en surcos separados a 1.0 m, a 15 cm de profundidad. La plantación tuvo lugar en el área experimental Miguel Sistachs Naya, perteneciente al Departamento de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba. Esta instalación está ubicada en el occidente del país, a 22° 53' de latitud norte y 82° 02' de longitud oeste, a altitud de 80 m. Las variedades de *Cenchrus purpureus* evaluadas se obtuvieron por técnica de cultivo de tejido y de cruzamiento.

A los tallos utilizados para la plantación se les eliminó el cogollo, con edad de 100 d. El área se mantuvo limpia de malezas y en condiciones de secano. El corte de establecimiento se efectuó a los 110 d de haber germinado 90 % del área plantada y a 10 cm de altura con machete.

Las medidas de los indicadores altura de la planta (cm), rendimiento (t MS/ha), número de hojas totales, hojas verdes, hojas secas y por ciento de hojas verdes, número de tallos totales, tallos vivos, tallos muertos y porcentaje de tallos muertos, número de entrenudos por tallo, longitud de los entrenudos basal, medio y apical (cm), se tomaron en el momento del corte de establecimiento. Se utilizaron 12 plantones por parcelas para realizar las mediciones. Es decir, tres plantones por surcos. Para determinar el rendimiento, se cortó toda la parcela, se eliminaron los surcos laterales y 0.50 m por cada extremo del surco.

Procesamiento estadístico. Se verificaron los supuestos teóricos del análisis de varianza para las variables que aparecen en el trabajo, a partir de las dójimas de Shapiro y Wilk (1965) para la normalidad de los errores y la de Levene (1960), para la homogeneidad de varianza. Las variables analizadas no cumplieron con los supuestos teóricos del ANAVA, por lo que se emplearon las transformaciones \sqrt{x} para las variables de conteo y arcoseno $\sqrt{\%}$ para las variables expresadas en por ciento. Sin embargo, estas no mejoraron el cumplimiento de dichos supuestos, por lo que se realizó análisis de varianza no paramétrico de bloques al azar de Friedman. Se aplicó la dójima de Conover (1999) para la comparación de los rangos medios. Se realizó análisis de varianza y se empleó la dójima de Duncan (1955) en los casos necesarios. Se empleó el paquete estadístico INFOSTAT versión 2012, elaborado por Di Rienzo *et al.* (2012).

Resultados y Discusión

La mayor cantidad de tallos/plantón

observed in the materials H-31, 452, 423 and H-48 (P=0.0019), while the highest percentage of dead stems (P=0.0002) was showed for 423 and H-48, and the lowest for 442 and 457. In general, life stems showed performance similar to the number of stems/bunch, with greater emphasis for materials H-31 and 452. The varieties 30, 457 and H-48 had the highest heights, and the lower one the 442 (figure 1). According to Herrera (1990), this plant can reach up to 4 m in height, but under normal exploitation conditions reaches 190 cm, which coincides with these results. However, according

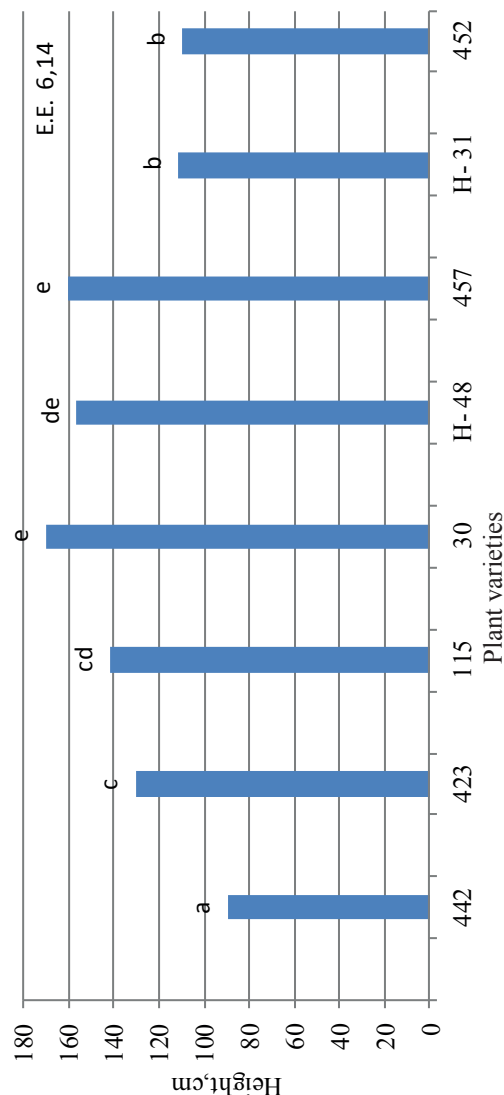
(tabla 1) se observó en H-31, 452, 423 y H-48 (P = 0.0019), mientras el mayor porcentaje de tallos muertos (P = 0.0002) se presentó para el 423 y H-48, y la menor para 442 y 457. En sentido general, los tallos vivos presentaron comportamiento semejante al número de tallos/plantón, con mayor destaque para los variedades H-31 y 452. Las variedades 30, 457 y H-48 presentaron las mayores alturas, y la inferior el 442 (figura 1). Según Herrera (1990), esta planta puede alcanzar hasta 4 m de altura, pero en condiciones normales de explotación llega a 190 cm, lo que coincide con estos resultados. No

Table 1. Performance of number of stems/bunch, according to the varieties in evaluation

Number of stems	Varieties						Sign		
	442	423	115	30	H-48	457		H-31	452
Total	4.00 (6.6) SD=1.80	5.70 ^{de} (7.6) SD=0.29	2.80 ^{ab} (5.8) SD=0.70	2.00 ^a (5.1) SD=0.78	5.60 ^{de} (7.5) SD=1.56	3.10 ^{abc} (6.2) SD=1.18	5.80 ^{de} (8.1) SD=2.42	7.00 ^e (8.2) SD=1.36	P=0.0019
Life	5.30 ^{def} (6.38) SD=2.06	4.30 ^{bed} (5.92) SD=0.18	2.40 ^{ab} (5.06) SD=0.13	1.80 ^a (4.7) SD=0.62	4.70 ^{ede} (6.26) SD=0.83	4.00 ^{abc} (6.04) SD=1.39	6.10 ^{def} (7.32) SD=0.93	7.40 ^f (7.52) SD=1.52	P=0.0003
Deaths	2.30 ^a (0.2) SD=0.27	7.50 ^g (1.6) SD=0.35	4.90 ^{def} (0.8) SD=0.59	3.90 ^{abc} (0.4) SD=0.38	6.00 ^{edefg} (1.2) SD=0.93	2.30 ^{ab} (0.2) SD=0.27	4.50 ^{abcd} (0.8) SD=1.10	4.60 ^{ede} (0.7) SD=0.44	P=0.0010
Dead stems, %	2.40 ^{ab} (4.0) SD=7.37	7.80 ^g (22.0) SD=3.78	5.50 ^{def} (12) SD=8.53	4.10 ^{abcd} (8.0) SD=6.76	5.90 ^{edefg} (15.0) SD=10.30	2.20 ^a (4.0) SD=5.68	3.80 ^{abc} (8.0) SD=9.53	4.30 ^{abcde} (8.0) SD=4.76	P=0.0002

Conover (1999) test was applied to compare the mean ranges.

() Original means SD = Standard Deviation



Means with different superscripts significantly differ P < 0.05 (Duncan1955).

Figure 1. Performance of height, according to plant varieties in evaluation

to Herrera and Ramos (2006), at the establishment stage the plant height depends on the effect of environmental conditions (climate and soil). Similar conclusions were also reached by García *et al.* (2014).

The materials with the highest number of leaves ($P < 0.0001$) were H-31 and 452 (table 2), and the one that reached the lowest amount was the 30 material. In relation to the number of green leaves ($P < 0.0001$), the material H-31 had the highest value. The percentage that green leaf showed with respect to the total ($P < 0.0001$) was higher for material H-31, and lower for the material

obstante, según Herrera y Ramos (2006), en la etapa de establecimiento la altura de la planta depende del efecto de las condiciones ambientales (clima y suelo). A iguales conclusiones llegaron también García *et al.* (2014).

Las variedades que mostraron mayor cantidad de hojas ($P < 0.0001$) fueron H-31 y 452 (tabla 2), y la que alcanzó inferior cantidad fue la 30. Con relación al número de hojas verdes ($P < 0.0001$), H-31 consiguió el mayor valor. El porcentaje que representó la hoja verde con respecto al total ($P < 0.0001$) fue más alto para H-31, y más bajo para 115, 423 y H-48.

Table 2. Performance of number of leaves/bunch according to the varieties in evaluation

Number of leaves	Variety						Sign		
	442	423	115	30	H-48	457		H-31	452
Green	6.60 ^f (93.2) SD=18.25	3.70 ^{bcd} (50.4) SD=10.92	2.40 ^{ab} (39.9) SD=4.41	2.70 ^{abc} (41.4) SD=7.24	2.10 ^a (37.5) SD=2.91	4.10 ^{ede} (54.7) SD=19.41	7.50 ^f (120.8) SD=43.84	6.90 ^f (94.9) SD=11.85	P<0.0001
Dried	5.00 ^{ede} (95.3) SD=7.78	7.20 ^f (116.8) SD=13.10	4.20 ^{cd} (91.6) SD=4.04	1.40 ^a (61) SD=11.60	3.30 ^{bc} (84.4) SD=15.73	2.20 ^{ab} (72.5) SD=12.96	5.70 ^{def} (110.9) SD=24.81	7.00 ^f (115.2) SD=10.58	P<0.0001
Total	6.20 ^f (189.2) SD=25.65	4.80 ^e (167.2) SD=23.42	3.40 ^{bcd} (131.5) SD=7.50	1.40 ^a (102.4) SD=8.19	2.40 ^b (121.9) SD=13.79	3.00 ^{bc} (127.1) SD=32.30	7.40 ^g (231.7) SD=30.39	7.40 ^g (210.1) SD=22.11	P<0.0001
Green leaves, %	7.40 ^f (49.3) SD=3.59	2.20 ^{ab} (29.9) SD=3.02	2.00 ^a (30.3) SD=1.95	4.80 ^{de} 40.7 SD=8.41	2.40 ^{abc} (31.2) SD=5.43	4.80 ^d (41.7) SD=6.23	6.40 ^{def} (51.3) SD=13.43	6.00 ^{def} (45.1) SD=1.31	P<0.0001

Conover (1999) was applied to compare the mean ranges

() Original means

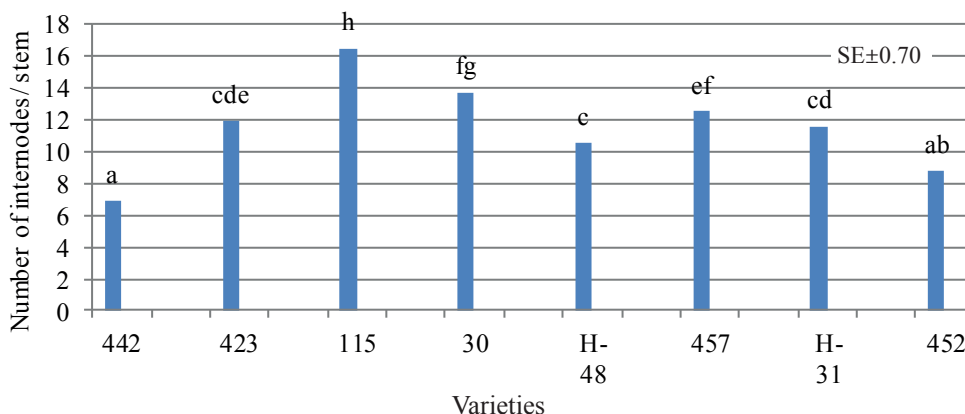
SD =Standard deviation

115, 423 and H-48.

The varieties that showed the highest number of internodes per stem (figure 2) were 115, followed by 30, 442 and 452 (P <0.0001). The length of the internode (table 3) in the basal part was higher in H-31 (P = 0.0005) and lower in 442. In the middle part, the highest value (P <0.0001) reached 452 and 457, and the lowest value reached 115. In the apical, the highest value was for 452 and 442, and the lowest for 115 and H-31 (P <0.0001).

Las variedades que presentaron mayor cantidad de entrenudos por tallo (figura 2) fueron el 115, seguido por 30, 442 y 452 (P<0.0001). La longitud del entrenudo (tabla 3) en la parte basal fue mayor en H-31 (P=0.0005) e inferior en el 442. En la parte intermedia, alcanzó el mayor valor (P<0.0001) 452 y 457, y el menor 115. En la apical, el mayor valor fue para 452 y 442, y el menor para 115 y H-31 (P<0.0001).

la variedad de mayor rendimiento (P = 0.0010) fue



Means with different superscripts significantly differ P <0.05 (Duncan1955).

Figure 2. Performance of the number of internodes per stem, according to the varieties in evaluation.

Tabla 3. Performance of the internode length, according to the varieties in evaluation.

Length of internode, cm	Varieties								SE ± and sign
	442	423	115	30	H-48	457	H-31	452	
Basal	2.04 ^a	3.18 ^{bcd}	2.92 ^{abcd}	3.54 ^{de}	3.44 ^{cde}	2.44 ^{abc}	4.34 ^e	2.26 ^{ab}	0.33 P = 0.0005
Medium	12.06 ^d	9.02 ^b	6.90 ^a	12.06 ^d	10.27 ^c	14.00 ^e	9.84 ^{bc}	13.86 ^e	0.37 P<0.0001
Apical	13.74 ^{de}	7.78 ^b	5.12 ^a	11.20 ^c	5.86 ^{ab}	12.34 ^{cd}	6.32 ^{ab}	15.70 ^e	0.69 P<0.0001

Means with different superscripts significantly differ P <0.05 (Duncan1955).

The variety of highest yield (P = 0.0010) was 442 and the lowest, 115 and 457 (figure 3). The weight of one stem had the same performance as indicated for the yield per area.

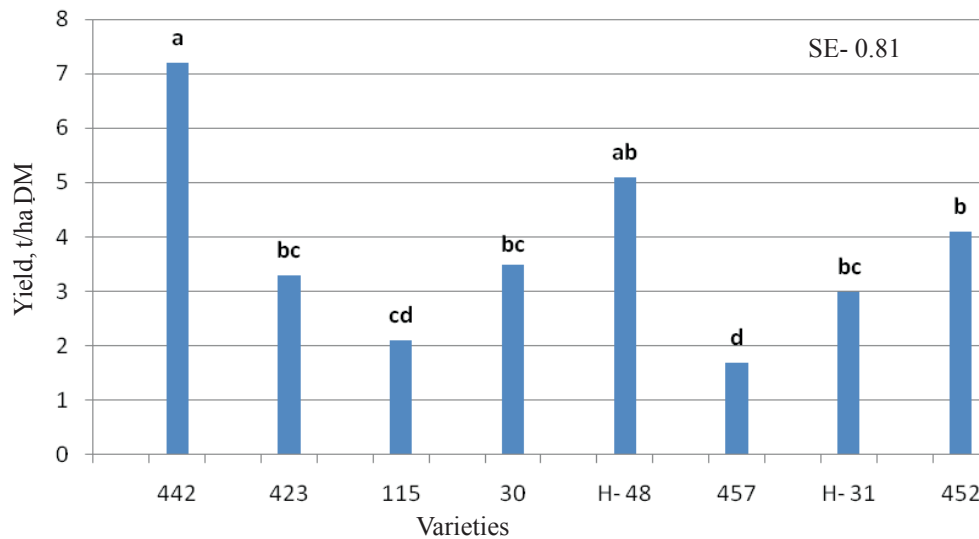
Studies developed by Nava *et al.* (2013) show yields of *Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115 at the time of establishment of 4.71 and 5.75 t/ha. Padilla and Curbelo (2005) found yields of 11.5 t/ha at 90 d after cutting. While Santana *et al.* (2010) reported yields in napier grass (*Cenchrus purpureus* Schum.) of 12.2 t/ha at 46 d of regrowth, double that found in this study. Both authors used fertilization. In this research, values lower than those obtained when applied fertilizer were reached. In a general sense, they were similar to those of the first study.

In a study by Uvidia *et al.* (2013) it was reported that the growth rate of *Pennisetum sp.* cv. maralfalfa, under Amazonian ecosystems conditions, was 1 cm.d⁻¹ and from the twelve week of established the culture, the

el 442 y el de menor, 115 y 457 (figura 3). El peso de un tallo tuvo igual comportamiento al indicado para el rendimiento por área.

Trabajos desarrollados por Nava *et al.* (2013) indican rendimientos de *Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-115 en el momento del establecimiento de 4.71 y 5.75 t/ha. Padilla y Curbelo (2005) encontraron rendimientos de 11.5 t/ha a los 90 d posteriores al corte. Mientras que Santana *et al.* (2010) informaron rendimientos en napier grass (*Cenchrus purpureus* Schum.) de 12.2 t/ha a los 46 d de rebrote, el doble de lo encontrado en este trabajo. Ambos autores emplearon fertilización. En esta investigación se alcanzaron valores inferiores a los obtenidos cuando se aplicó fertilizante. En sentido general, fueron semejantes a los del primer trabajo.

En un estudio realizado por Uvidia *et al.* (2013) se informó que la tasa de crecimiento del *Pennisetum sp.* cv. maralfalfa, en condiciones de ecosistemas amazónicos, fue de 1 cm.d⁻¹ y a partir de la semana doce de establecido



abcd Means with different superscripts significantly differ $P < 0.05$ (Duncan1955).

Figure 3. Performance of yield according to variety in evaluation

growth was paralyzed. It is explained that these changes occur at a given stage of growth and development, as a result of the interaction of genetic potentialities of the species and environmental factors, which is known as genotype-environment interaction. Studies developed in the eastern part of Cuba by Fernández *et al.* (2015) show that the individual response manifested by the cultivars to the edaphoclimatic conditions, management to which they were subjected, structure and growth habit should be considered. In this study could have happened similarly, since the cut of establishment was made at 110 d after the plantation had germinated.

When evaluating the variation of four accessions of *Cenchrus purpureus* (NH₂, MF-24, NO₂ and Hybrid-31) in a red ferrallitic soil of medium fertility, during the initial phase of the selection process, Castañeda *et al.* (2015) indicated to continue the evaluation of the best accessions under simulated grazing conditions, and to evaluate the selected accessions in other contrasting edaphoclimatic conditions, thus completing the information of their agronomic performance.

In this study there were materials that differed from control (115). This fact is important, because it has the possibility of having materials that show another performance with respect to the indicators measured in this experimental study. This was observed when performing an integrative analysis, which took into account the measures taken, when they reached their highest or lowest values.

Variety 442. It showed higher yield and more green leaves, lower height, and low percentage of dead stems and internodes.

Variety 115. It had more internodes, low number of stems per bunch, yield, green leaves and green leaves percentage.

Variety H-48. It reached higher height, stems per

el cultivo, se paralizó el crecimiento. Se plantea que estos cambios se producen en una etapa determinada del crecimiento y desarrollo, 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 en la parte oriental de Cuba por Fernández *et al.* (2015) señalan que se debe considerar la respuesta individual que manifiestan los cultivares a las condiciones edafoclimáticas, manejo al que fueron sometidos, estructura y hábito de crecimiento. En este trabajo pudo haber sucedido algo semejante, ya que el corte de establecimiento se efectuó a los 110 d de haber germinado la plantación.

Al evaluar la variación de cuatro accesiones de *Cenchrus purpureus* (NH₂, MF-24, NO₂ e Híbrido-31) en un suelo ferralítico rojo de mediana fertilidad, durante la fase inicial del proceso de selección, Castañeda *et al.* (2015) indicaron continuar la evaluación de las mejores accesiones en condiciones de pastoreo simulado, y evaluar las accesiones seleccionadas en otras condiciones edafoclimáticas contrastantes, para completar así la información de su comportamiento agronómico.

En este estudio hubo variedades que difirieron del control (115). Este hecho es importante, pues se tiene la posibilidad de disponer de variedades que muestran otro comportamiento en lo que respecta a los indicadores medidos en este trabajo experimental. Ello se observó al efectuar un análisis integrador, que tuvo en cuenta las medidas tomadas, cuando alcanzaron sus valores mayores o menores.

Variety 442. Presentó mayor rendimiento y más hojas verdes, menor altura, y menos porcentaje de tallos muertos y entrenudos.

Variety 115. Tuvo mayor cantidad de entrenudos, menor número de tallos por plantón, rendimiento, hojas verdes y porcentaje de hojas verdes.

Variety H-48. Alcanzó mayor altura, tallos por

bunch and dead stems percentage, few green leaves and green leaves percentage.

Variety 30. It had higher height and number of internodes, and low number of stems per bunch, total leaves and green leaves.

Variety H-31. It showed more stems per plantlets, total leaves, green leaves and green leaves percentage.

Variety 452. It had more stems per plantlets, total leaves and green leaves.

Variety 423. It reached more stems per bunch and dead stems percentage.

In varieties 442, 452 and H-31, there were marked values in several of the evaluated indicators. It was not observed for H-48 and 30. It is concluded that the varieties studied showed differences in their growth at the time of establishment, although this was not affected. It is recommended to continue their evaluation during cutting or grazing periods.

Acknowledgments

Thanks to Dr. Verena Torres and technician Lucia Sarduy, from the Department of Biomathematics of the Institute of Animal Science, for the analysis of the information presented in this study.

plantón y porcentaje de tallos muertos, pocas hojas verdes y porcentaje de hojas verdes.

Variedad 30. Tuvo mayor altura y número de entrenudos, y menor cantidad de tallos por plantón, hojas totales y hojas verdes.

Variedad H-31. Mostró mayor cantidad de tallos por plantón, hojas totales, hojas verdes y porcentaje de hojas verdes.

Variedad 452. Tuvo mayor cantidad de tallos por plantón, hojas totales y hojas verdes.

Variedad 423. Alcanzó mayor cantidad de tallos por plantón y porcentaje de tallos muertos.

En las variedades vegetales 442, 452 y H-31 se observaron de forma integral valores destacados en varios de los indicadores evaluados. No fue así para H-48 y 30. Se concluye que las variedades vegetales estudiadas presentaron diferencias en su crecimiento en el momento del establecimiento, aunque este no se afectó. Se recomienda continuar su evaluación durante los períodos de corte o pastoreo.

Agradecimientos

Se agradece a la Dra. Verena Torres y a la técnica Lucía Sarduy, del Departamento de Biomatemática del Instituto de Ciencia Animal, por el análisis de la información que se presenta en este trabajo.

References

- Castañeda, L., Olifera, Y. & Wencomo, H. B. 2015. "Selección de accesiones de *Pennisetum purpureum* para fomentar sistemas de alimentación ganadera". *Pastos y Forrajes*, 38(2): 170–175, ISSN: 0864-0394.
- Conover, W. J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*, 3rd. ed., New York: John Wiley & Sons, 584 p., ISBN: 978-0-471-16068-7.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. 2012. *InfoStat*. Version 2012, [Windows], Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, Available: <<http://www.infostat.com.ar/>>.
- Duncan, D. B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, 11(1): 1–42, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001478.
- Fernández, J., Viamonte, M. I., Fonseca, N. & Ramírez, A. 2015. "Evaluación de dos cultivares de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía en la región de Cauto Cristo, Granma, Cuba". *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 9(1): 23–29, ISSN: 1999-4494, 1998-3050.
- García, L. M., Mesa, A. R. & Hernández, M. 2014. "Potencial forrajero de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo Pardo de Las Tunas". *Pastos y Forrajes*, 37(4): 413–419, ISSN: 0864-0394.
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D. & Castro, S. N. 2015. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, 93 p., ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Herrera, R. S. 1990. "Introducción y características botánicas". In: *King grass. Plantación, Establecimiento y Manejo en Cuba*, La Habana, Cuba: EDICA, p. 1.
- Herrera, R. S. 2009. "Improvement of *Pennisetum purpureum* in Cuba". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 43(4): 335–339, ISSN: 2079-3480.
- Herrera, R. S. & Martínez, R. O. 2006. "Mejoramiento genético por vías no clásicas". In: Herrera, R. S., Febles, G. & Crespo, G. (eds.), *Cenchrus purpureus* para la ganadería tropical, La Habana, Cuba: EDICA, pp. 15–39.
- Herrera, R. S. & Ramos, N. 2006. "Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad". In: Herrera, R. S., Febles, G. & Crespo, G. (eds.), *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical, La Habana, Cuba: EDICA, p. 79.
- Levene, H. 1960. "Robust tests for the equality of variance". In: Olkin, I., *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, Stanford University Press, pp. 278–292, ISBN: 978-0-8047-0596-7, Available: <<https://books.google.com/cu/books?id=ZUSsAAAAIAAJ>>, [Consulted: June 3, 2016].
- Martínez, R., Vasallo, O., Díaz, J. & Ortega, E. 2013. "Características de las variedades de *Pennisetum* Cuba CT-115, Cuba OM-22 y Cuba CT-169 obtenidos y liberados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba". In: XXIII Reunión de la ALPA. IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical, La Habana, Cuba: EDICA, ISBN: 978-959-7171-49-2.
- Nava, J. J., Gutiérrez, E., Herrera, R. S., Bernal, H., Zavala, F., Olivares, E., Treviño, J. E. & Valdés, C. G. S. 2013. "Composición química del pasto CT-115 (*Pennisetum purpureum*) establecido a dos densidades y en dos fechas de siembra en Marín, Nuevo León, México". In: XXIII Reunión de la ALPA. IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical, La Habana, Cuba: EDICA, ISBN: 978-959-7171-49-2.

- Padilla, C. & Curbelo, F. 2005. "Two plantation methods in the establishment of elephant grass CT-115 (*Pennisetum purpureum*)". Cuban Journal of Agricultural Science, 39(2): 291–222, ISSN: 2079-3480.
- Santana, Á. A., Pérez, A. & Figueredo, M. E. 2010. "Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa". Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 1(3): 277–286, ISSN: 2007-1124.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. 1965. "An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)". Biometrika, 52(3–4): 591, ISSN: 0006-3444, DOI: 10.2307/2333709.
- Uvidía, H., Buestán, D., Leonard, I. & Benítez, D. 2013. "Dinámica del crecimiento de la Maralfalfa (*Pennisetum sp.*), en condiciones de la Amazonía Ecuatoriana". In: XXIII Reunión de la ALPA. IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical, La Habana, Cuba: EDICA, ISBN: 978-959-7171-49-2.

Received: January 5, 2017