

# Clones of *Pennisetum purpureum* for different ecosystems and productive purposes

## Clones de *Pennisetum purpureum* para diferentes ecosistemas y propósitos productivos

R. S. Herrera

*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*  
 Email: rherrera@ica.co.cu

This study reports the results of four experiments, with a minimum duration of two years, carried out in typical red ferrallitic soils and using random blocks design with five replications, in order to establish the influence of strategic fertilization with N on *Pennisetum purpureum* clones, tolerant to drought, and determine the differences among others that could be used forage production or grazing. Several drought tolerant clones showed their superiority during dry period (CT-601, CT-602, CT-604, CT-605, CT-608 and CT-609) regarding CT-115, when they were fertilized during rainy period. Other clones (14, 18, 19, 20 and 21) showed ability to produce forage during the dry season, while 41 and 43 showed characteristics for grazing. Basic and chemical composition studies are recommended, which will allow to explain the differences among clones, as well as experiments in grazing with promising clones. It is also suggested the introduction of the best clones, which are drought tolerant and strategically fertilized with N during rainy season, to social practices.

Key words: clones, *Pennisetum*, forage, grazing

### Introduction

*Pennisetum purpureum* and its varieties have evidenced its ecological plasticity, expressed through its ability to transform light energy into biomass, adapt to several types of soil, have acceptable values of chemical composition (Herrera and Ramos 2006) and respond to mineral and organic fertilization (Crespo 2006).

The Instituto de Ciencia Animal (ICA) developed a program for improvement this species, obtaining clones like Cuba CT-115 and Cuba CT-169 (Herrera and Martínez 2006), extended to commercial production areas from Cuba and other countries. These clones show characteristics for grazing and forage production, respectively. In order to continue this program, new clones were obtained, with tolerance to drought and salinity (Herrera *et al.* 2003), as well as characteristics that surpass their progenitor (Herrera 2010).

The objective of this paper is to offer information on the evaluation of these new clones

### Materials and Methods

Four experiments were performed at Estación de Pastos "Miguel Sistachs Naya" from the Instituto de Ciencia Animal, in a typical red ferrallitic soil (Hernández *et al.* 1998) and a minimum duration of two years. In every case, random block designs were

Se informan los resultados de cuatro experimentos, con duración mínima de dos años, realizados en suelo ferralítico rojo típico, mediante diseños de bloques al azar con cinco réplicas, para establecer la influencia de la fertilización estratégica con N en los clones de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía y determinar las diferencias entre otros que pudieran ser empleados para la producción de forraje o el pastoreo. Varios clones tolerantes a la sequía mostraron su superioridad en el período poco lluvioso (CT-601, CT-602, CT-604, CT-605, CT-608 y CT-609) con respecto al CT-115, cuando se fertilizaron en el período lluvioso. Otros clones (14, 18, 19, 20 y 21) mostraron capacidad para producir forraje en la etapa poco lluviosa, mientras que el 41 y 43 manifestaron características para el pastoreo. Se sugiere llevar a cabo estudios básicos y de composición química, que permitan explicar las diferencias entre los clones, así como experimentos en pastoreo con los clones promisorios. Se propone además, comenzar la introducción en la práctica social de los clones destacados, tolerantes a la sequía que se fertilizan estratégicamente con N en el período lluvioso.

Palabras clave: clones, *Pennisetum*, forraje, pastoreo

### Introducción

La especie *Pennisetum purpureum* y sus variedades han evidenciado su plasticidad ecológica, expresada mediante su alta capacidad para transformar la energía lumínica en biomasa, adaptarse a variados tipos de suelos, tener aceptables valores de composición química (Herrera y Ramos 2006) y responder a la fertilización mineral como orgánica (Crespo 2006).

En el Instituto de Ciencia Animal se desarrolló un programa de mejoramiento de esta especie, con el que se han obtenido clones como el Cuba CT-115 y Cuba CT-169 (Herrera y Martínez 2006), extendidos por áreas de producción comercial de Cuba y de otros países. Estos clones presentan características para el pastoreo y la producción de forraje, respectivamente. Para dar continuidad a este programa, se obtuvieron nuevos clones con tolerancia a la sequía y salinidad (Herrera *et al.* 2003), así como con características que superan a su progenitor (Herrera 2010).

El objetivo del presente artículo es ofrecer información acerca de la evaluación de estos nuevos clones.

### Materiales y Métodos

Se realizaron cuatro experimentos en la Estación de Pastos "Miguel Sistachs Naya" del Instituto de Ciencia Animal, en suelo ferralítico rojo típico (Hernández *et al.* 1998) y duración mínima de dos años. En todos los

used with five replications. Soil was conventionally prepared, using plant seeds of five months old. The same amount of buds was planted in each plot of 25 m<sup>2</sup>, after the rains were stable in June. At the end of the establishment period (150 d), the establishment cut was performed, with 98 % of population. Samplings were carried out every 90 and 60 d during the dry and rainy periods, respectively. Strategic fertilization with N (150 kg/ha in the rainy period) was only applied in one experiment. Irrigation was not used in any case during dry period. Analysis of variance was carried out according to the experimental design in each season. Mean values were compared through Duncan test (1955).

### Results and Discussion

There was variation ( $P < 0.001$ ) in the yield of clones. Number 14 and 18 surpassed the control (Cuba CT-115, progenitor) in the dry period and produced 35 and 36 % of total yield, respectively. Nevertheless, clones 19, 20 and 21, despite not differing from the control, produced two tons more than the control. Differences were less marked during the rainy period. Population (tiller/5m<sup>2</sup>) also differed among clones. CT-115 decreased its population at the end of the experimental stage, while clone 20 was the only one to increase its population (table 1).

Clones 41 and 43 showed, at first sight, certain qualities that made them suitable for their use in grazing. Therefore, their growth curves were studied (yield and leaf percentage), showing the best performance up to 76 d of regrowth regarding CT-115 (figure 1).

Drought tolerant clones showed different performance in the Western region regarding the Eastern areas

casos, se emplearon diseños de bloques al azar con cinco réplicas. El suelo se preparó de forma convencional, se empleó semilla vegetativa de cinco meses de edad, se plantó el mismo número de yemas en cada parcela de 25 m<sup>2</sup>, cuando se estabilizaron las lluvias en junio. Al finalizar el período de establecimiento (150 d), se realizó el corte de establecimiento, con 98 % de población. Se realizaron muestreos cada 90 y 60 d en el período poco lluvioso y lluvioso, respectivamente. Solo se aplicó fertilización estratégica con N (150 kg/ha en el período lluvioso) en un experimento. En ningún caso se utilizó riego en el período poco lluvioso. Se determinó el rendimiento y otros indicadores. Se realizó análisis de varianza, según el diseño experimental en cada período estacional. Los valores medios se compararon mediante Duncan (1955).

### Resultados y Discusión

Hubo variación ( $P < 0.001$ ) en el rendimiento de los clones. El 14 y 18 superaron al testigo (Cuba CT-115, progenitor) en el período poco lluvioso y produjeron 35 y 36 % del rendimiento total. No obstante, a pesar de que no difirieron del control, los clones 19, 20 y 21 rindieron dos toneladas más que el control. En el período lluvioso, las diferencias fueron menos marcadas. La población (macollas/5m<sup>2</sup>) también difirió entre clones. Al finalizar la etapa experimental, el CT-115 disminuyó su población, mientras que el clon 20 fue el único que la aumentó (tabla 1).

Los clones 41 y 43 mostraron, visualmente, ciertas cualidades que los hacían propensos para su empleo en pastoreo. Por ello, se estudiaron sus curvas de crecimiento (rendimiento y por ciento de hojas), que mostraron mejor comportamiento hasta los 76 d de rebrote con respecto al CT-115 (figura 1).

Los clones tolerantes a la sequía mostraron comportamiento diferente en la región occidental con

Table 1. Yield of Dry Matter (t/ha) and population

Clones	Period		Total	% in dry	Bunch/5m <sup>2</sup>	
	Rainy	Dry			Beginning <sup>1</sup>	Final <sup>1</sup>
CT-115	6.2 <sup>b</sup>	2.1 <sup>bc</sup>	8.3 <sup>b</sup>	25.3	3.5 <sup>a</sup> (12.3)	2.9 <sup>b</sup> (8.4)
14	8.1 <sup>ab</sup>	4.4 <sup>a</sup>	12.5 <sup>b</sup>	35.2	3.3 <sup>ab</sup> (10.9)	3.1 <sup>b</sup> (9.6)
18	7.5 <sup>ab</sup>	4.3 <sup>a</sup>	11.8 <sup>ab</sup>	36.4	3.2 <sup>ab</sup> (10.2)	3.0 <sup>b</sup> (9.0)
19	8.8 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>ab</sup>	12.8 <sup>ab</sup>	31.2	3.1 <sup>b</sup> (9.6)	2.9 <sup>b</sup> (8.4)
20	10.7 <sup>a</sup>	4.2 <sup>ab</sup>	14.9 <sup>a</sup>	28.2	3.3 <sup>ab</sup> (10.9)	4.2 <sup>a</sup> (17.6)
21	9.0 <sup>ab</sup>	4.1 <sup>ab</sup>	13.1 <sup>ab</sup>	31.3	3.3 <sup>ab</sup> (10.9)	3.1 <sup>b</sup> (9.6)
24	9.4 <sup>ab</sup>	3.4 <sup>abc</sup>	12.8 <sup>ab</sup>	26.6	3.1 <sup>b</sup> (9.6)	2.9 <sup>b</sup> (8.4)
30	8.1 <sup>ab</sup>	3.1 <sup>abc</sup>	11.2 <sup>ab</sup>	27.7	3.3 <sup>ab</sup> (10.9)	3.0 <sup>b</sup> (9.0)
36	9.0 <sup>ab</sup>	3.1 <sup>abc</sup>	12.1 <sup>ab</sup>	25.6	3.1 <sup>b</sup> (9.6)	3.0 <sup>b</sup> (9.0)
39	8.6 <sup>ab</sup>	2.1 <sup>abc</sup>	10.7 <sup>ab</sup>	19.6	3.3 <sup>ab</sup> (10.9)	3.0 <sup>b</sup> (9.0)
41	6.8 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>abc</sup>	9.4 <sup>b</sup>	27.7	3.2 <sup>ab</sup> (10.2)	2.9 <sup>b</sup> (8.4)
42	7.2 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>c</sup>	8.9 <sup>b</sup>	19.1	3.3 <sup>ab</sup> (10.9)	2.8 <sup>b</sup> (7.8)
43	9.0 <sup>ab</sup>	3.0 <sup>abc</sup>	12.0 <sup>ab</sup>	25.0	3.2 <sup>ab</sup> (10.2)	3.0 <sup>b</sup> (9.0)
SE ±	0.9 <sup>***</sup>	0.3 <sup>***</sup>	1.1 <sup>***</sup>		0.09 <sup>**</sup>	0.3 <sup>**</sup>

<sup>abc</sup> Values with different letters differ at  $P < 0.05$  (Duncan 1955) \*\*\* $P < 0.001$  \*\* $P < 0.01$

<sup>1</sup>Data transformed according to  $\sqrt{x}$  ( ) Original value

(Herrera 2013). Therefore, a research was performed in the western part of the country for three years, with the application of strategic fertilization with N during the rainy period.

respecto a la zona oriental (Herrera 2013). Por ello, se realizó una investigación en el occidente del país, durante tres años, donde se aplicó fertilización estratégica de N en el período lluvioso.

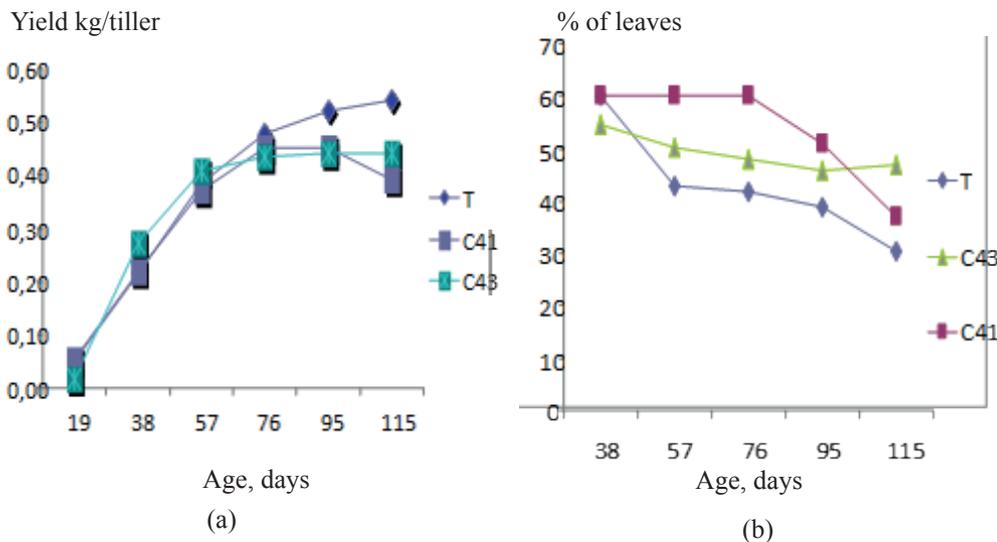


Figure 1. Relationship between regrowth age and yield (a) and percentage of leaves (b)

At the end of the second year, without the use of fertilizer and, specially, in the dry period, only CT-608 surpassed ( $P < 0.001$ ) the control yield, although CT-600, CT-603 and CT-607, which had no differences with the control, obtained superior yields. This influenced on the annual yield, making it superior (10.75, 4.98, 4.49, 4.81 and 3.50 tDM/ha for CT-608, CT-600, CT-603, CT-607 and CT-115, respectively). However, using the fertilization, clones CT-601, CT-602, CT-604, CT-605, CT-608 and CT-609 had higher yield than the control CT-115 (4.7, 4.4, 4.5, 5.0, 5.6, 5.3 and 3.4 tDM/ha, respectively) in the dry period and in the annual total (table 2).

Al finalizar el segundo año, sin empleo del fertilizante y, en especial, en el período poco lluvioso, solo el CT-608 superó ( $P < 0.001$ ) el rendimiento del testigo, aunque el CT-600, CT-603 y CT-607, sin diferencias con el control, obtuvieron rendimientos numéricos superiores. Lo anterior influyó en que el rendimiento anual fuera superior (10.75, 4.98, 4.49, 4.81 y 3.50 tMS/ha para CT-608, CT-600, CT-603, CT-607 y CT-115, respectivamente). Sin embargo, al fertilizar, los clones CT-601, CT-602, CT-604, CT-605, CT-608 y CT-609 superaron el rendimiento del testigo CT-115 (4.7, 4.4, 4.5, 5.0, 5.6, 5.3 y 3.4 tMS/ha, respectivamente) en el período poco lluvioso y en el total anual (tabla 2).

Table 2. Yields (tDM/ha) of clones with and without fertilizer

Clones	Without fertilization			With fertilization		
	Rainy	Dry	Total	Rainy	Dry	Total
CT-115	3.06 <sup>a</sup>	0.44 <sup>b</sup>	3.50 <sup>a</sup>	10.3 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	13.7 <sup>a</sup>
CT-600	4.47 <sup>ab</sup>	0.51 <sup>b</sup>	4.98 <sup>c</sup>	10.4 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	13.9 <sup>a</sup>
CT-601	4.92 <sup>b</sup>	0.39 <sup>b</sup>	5.31 <sup>d</sup>	12.4 <sup>abc</sup>	4.7 <sup>cd</sup>	17.1 <sup>bc</sup>
CT-602	10.00 <sup>c</sup>	0.15 <sup>a</sup>	10.15 <sup>f</sup>	13.3 <sup>bcd</sup>	4.4 <sup>bc</sup>	17.7 <sup>bc</sup>
CT-603	3.92 <sup>ab</sup>	0.57 <sup>bc</sup>	4.49 <sup>b</sup>	11.0 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	14.7 <sup>ab</sup>
CT-604	§	§	§	13.6 <sup>bcd</sup>	4.5 <sup>bcd</sup>	18.1 <sup>cd</sup>
CT-605	8.65 <sup>c</sup>	0.40 <sup>b</sup>	9.05 <sup>e</sup>	15.0 <sup>cde</sup>	5.0 <sup>cd</sup>	20.0 <sup>de</sup>
CT-607	4.30 <sup>a</sup>	0.51 <sup>b</sup>	4.81 <sup>c</sup>	§	§	§
CT-608	10.00 <sup>c</sup>	0.75 <sup>c</sup>	10.75 <sup>f</sup>	16.9 <sup>e</sup>	5.6 <sup>d</sup>	22.5 <sup>e</sup>
CT-609	4.31 <sup>ab</sup>	0.44 <sup>b</sup>	4.75 <sup>c</sup>	15.8 <sup>de</sup>	5.3 <sup>cd</sup>	21.1 <sup>de</sup>
SE ±	0.41 <sup>***</sup>	0.05 <sup>***</sup>	0.07 <sup>***</sup>	0.8 <sup>***</sup>	0.4 <sup>***</sup>	1.0 <sup>***</sup>

abcdef Values with different letters differ at  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

\*\*\* $P < 0.001$

§ Not evaluated

As it was evident, the clones obtained by *in vitro* tissue culture showed their biological individuality, expressed through the different performance among them and regarding their progenitor in both seasonal periods. However, it is important to focus on the results of dry season, because biomass production decreases in this period, which is mainly determined by low temperatures and precipitations. There is also less duration and intensity of light.

This performance of clones is closely related to climate characteristics in which they develop. Ramírez *et al.* (2011) found, in *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-169, correlations between yield and temperatures, rains and rainy days. Similar results were found by Herrera *et al.* (2013) in six grass varieties. These researchers stated that each variety showed a specific correlation coefficient. Álvarez *et al.* (2013) found multiple linear equations between yield and temperatures, rains and rainy days, and these were specific for each studied clone of *Pennisetum*. These previous facts demonstrate that each grass is a biological entity that has a specific and individual response to climate factors.

Clones like 14, 18, 19, 20 and 21 showed their superiority compared to CT-115 (control). In addition, two of them (41 and 43) showed good qualities for grazing. After the clones CT-601, CT-602, CT-604, CT-605, CT-608 and CT-609 were fertilized during the rainy period, they expressed better tolerance to drought than their progenitor (CT-115), determined by the highest yield obtained during dry period.

The results evidenced the usefulness of an *in vitro* tissue culture as a tool for improving *Pennisetum purpureum*, to obtain clones that surpasses their progenitor. In addition, basic and chemical composition studies are recommended, which will allow to explain the differences among the studied clones, as well as experiments in grazing with promising clones (41 and 43). It is also suggested the introduction of the best clones, which are drought tolerant and strategically fertilized with N during rainy season, to social practices.

Como se evidenció, los clones obtenidos por cultivo de tejidos *in vitro* mostraron su individualidad biológica, expresada mediante el comportamiento diferente entre ellos y en relación con su progenitor en ambos períodos estacionales. Sin embargo, se debe atender a los resultados obtenidos en el período poco lluvioso, ya que en esta etapa disminuye la producción de biomasa, determinada, principalmente, por las bajas temperaturas y precipitaciones. Hay además menor duración e intensidad lumínica.

Este comportamiento de los clones está estrechamente relacionado con las características climáticas en las que se desarrollan. Ramírez *et al.* (2011) encontraron en *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169 correlaciones entre el rendimiento y las temperaturas, lluvias y días con lluvia. Similares resultados encontraron Herrera *et al.* (2013) en seis variedades de pastos y argumentaron que cada una de ellas mostró un coeficiente de correlación específico. Álvarez *et al.* (2013) encontraron ecuaciones múltiples lineales entre el rendimiento y la temperatura, las lluvias y los días con lluvia, y estas fueron específicas para cada clon de *Pennisetum* estudiado. Lo anterior demuestra que cada pasto es una entidad biológica que responde de forma específica e individual a los factores climáticos.

Clones como el 14, 18, 19, 20 y 21 evidenciaron su superioridad al compararlos con el CT-115 (control). Además, dos de ellos (41 y 43) mostraron cualidades para el pastoreo. Cuando los clones tolerantes a la sequía, CT-601, CT-602, CT-604, CT-605, CT-608 y CT-609, se fertilizaron en el período lluvioso expresaron mayor tolerancia a la sequía que su progenitor (CT-115), determinada por el mayor rendimiento obtenido en el período poco lluvioso.

Los resultados obtenidos evidenciaron la utilidad de emplear el cultivo de tejidos *in vitro* como herramienta para el mejoramiento de *Pennisetum purpureum*, al obtener clones que superaron a su progenitor. Además, se recomienda llevar a cabo estudios básicos y de composición química que permitan explicar las diferencias entre los clones aquí presentadas, realizar experimentos en pastoreo de los clones promisorios (41 y 43) y comenzar la introducción en la práctica social de los clones destacados tolerantes a la sequía, que se fertilizan estratégicamente con N en el período lluvioso.

## References

- Álvarez, A., Herrera, R. S., Díaz, L. & Noda, A. 2013. Influence of rainfall and temperature on biomass production of *Pennisetum purpureum* clones. Cuban J. Agric. Sci. 47:413
- Crespo, G. 2006. Utilización de la materia orgánica. In: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R. S., Febles, G. y Crespo, G. EDICA, La Habana, p.127
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1
- Hernández, A., Pérez, J. M. & Bosch, O. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGROINFOR-MINAG, Cuba. p. 64
- Herrera, R. S. 2010. Nuevos clones de *Pennisetum purpureum* con mejores características agronómicas y de calidad. Project Final Report. CITMA-ICA.
- Herrera, R. S. 2013. Clones de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía y salinidad. XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal y IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. La Habana. CD-ROM. 5pp
- 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

- Herrera, R. S., García, M., Cruz, A. M. & Romero, A. 2013. Relación entre algunos factores climáticos y el rendimiento de seis variedades de pastos. XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal y IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. La Habana. CD-ROM. 4 pp.
- Herrera, R. S. & Ramos, N. 2006. Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. In: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R. S., Febles, G. y Crespo, G. EDICA, La Habana, p.79
- Herrera, R. S. & Martínez, R. O. 2006. Mejoramiento genético por vías no clásicas. In: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R. S., Febles, G. y Crespo, G. EDICA, La Habana, p.15
- Ramírez, J. L., Herrera, R. S., Leonard, I., Cisneros, M., Verdecia, D. & Álvarez, Y. 2011. Relation between climatic factors, yield and quality of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-169 in the CautoValley, Cuba. Cuban J. Agric. Sci. 45:293.

**Received: July 14, 2015**