

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Selección de accesiones de *Pennisetum purpureum* para fomentar sistemas de alimentación ganadera

Selection of Pennisetum purpureum accessions for livestock feeding systems

Lisset Castañeda, Yuseika Olivera e Hilda B. Wencomo

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey,
Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
Correo electrónico: lisset.castañeda@ihatuey.cu*

RESUMEN: El objetivo de la investigación fue determinar la variación de cuatro accesiones de *Pennisetum purpureum* (NH2, MF-24, NO2 e Híbrido-31), en un suelo Ferralítico Rojo de mediana fertilidad, durante la fase inicial del proceso de selección. Las accesiones se evaluaron en ambas épocas del año, a partir de las estimaciones y mediciones propuestas en la metodología para la evaluación de especies –creada por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey y aprobada por la Subcomisión Nacional de Variedades de Pastos y Forrajes de Cuba–. No se utilizó riego ni fertilización. Se midió la altura de la planta; la hojiosidad, el vigor y la cobertura; las afectaciones por insectos fitófagos y patógenos y por clorosis; así como el rendimiento de biomasa. Los resultados del análisis de componentes principales (ACP) demostraron que la variabilidad total fue moderadamente alta (76,50 %) en las dos épocas del año. La accesión Híbrido-31 mostró el mejor comportamiento agronómico en el periodo lluvioso (3,40 t MS/ha y 105,15 cm de altura) y la NO2 superó al resto en el poco lluvioso (1,8 t y 100,1 cm). Se demostró que las accesiones se adaptaron en mayor o menor grado a las condiciones de suelo y manejo impuestas, y que fueron tolerantes. Es recomendable continuar la evaluación de las mejores accesiones en condiciones de pastoreo simulado y en otras condiciones edafoclimáticas contrastantes, para seleccionar variedades precomerciales.

Palabras clave: evaluación, fase inicial, *Pennisetum purpureum*, selección

ABSTRACT: The objective of the research was to determine the variations of four *Pennisetum purpureum* accessions (NH2, MF-24, NO2 and Híbrido-31), on a Ferralitic Red soil of medium fertility, during the initial phase of the selection process. The accessions were evaluated in both seasons of the year, following the estimations and measurements suggested in the methodology for the evaluation of species –created by the Pastures and Forages Research Station of Indio Hatuey and approved by the National Subcommission of Pasture and Forage Varieties of Cuba–. Neither irrigation nor fertilization was used. The plant height, leafiness, vigor and cover; the affectations by phytophagous and pathogen insects and by chlorosis, as well the biomass yield, were measured. The results of the principal component analysis (PCA) demonstrated that the total variability was moderately high (76,50 %) in the two seasons. The accession Híbrido-31 showed the best agronomic performance during the rainy season (3,40 t DM/ha and 105,15 cm of height) and NO2 exceeded the rest in the dry season (1,8 t and 100,1 cm). It was demonstrated that the accessions adapted in greater or lesser degree to the existing soil and management conditions, and that they were tolerant. It is recommended to continue the evaluation of the best accessions under simulated grazing and under other contrasting edaphoclimatic conditions, to select pre-commercial varieties.

Key words: evaluation, initial phase, *Pennisetum purpureum*, selection

INTRODUCCIÓN

La familia de las gramíneas es, probablemente, la de mayor importancia para la economía humana. De hecho, alrededor del 70 % de la superficie cultivable del mundo está sembrada con gramíneas y el

50 % de las calorías consumidas por la humanidad proviene de sus numerosas especies, que son utilizadas directamente en la alimentación, o indirectamente como forraje para los animales domésticos. Existen más de 670 géneros y cerca de 10 000 especies descritas

(Lemus, 2004; Herrera y Ramos, 2006), y se consideran plantas muy importantes desde el punto de vista económico y ecológico (Romero, Anirebis y Leyva, 2014).

Dentro de esta gran familia se encuentra el género *Pennisetum*, más conocido como king grass. Esta es una forrajera para corte, adaptada a condiciones tropicales: una altura de 1 000 a 1 500 msnm y un amplio rango de distribución de las lluvias y fertilidad de los suelos, incluyendo los suelos ácidos de baja fertilidad natural (Herrera, 2006; Escobar *et al.*, 2013).

La introducción de especies de pastos surgió como una necesidad de reemplazar ecotipos de bajo valor nutritivo y productividad (Guillot *et al.*, 2002). Sin embargo, en la explotación racional y estable de las áreas dedicadas al cultivo de los pastos se impone lograr la adaptación de nuevas y mejores especies respecto a las que actualmente predominan en los ecosistemas ganaderos, teniendo en cuenta que todas no tienen la misma exigencia de recursos ni el mismo grado de tolerancia a los agentes adversos del ambiente.

El objetivo de la investigación fue determinar la variación de cuatro accesiones de *Pennisetum purpureum* (NH2, MF-24, NO2 e Híbrido-31), en un suelo Ferralítico Rojo de mediana fertilidad, durante la fase inicial del proceso de selección.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en áreas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, en el municipio de Perico (provincia de Matanzas). El suelo es de topografía llana, con pendiente de 0,5 a 1,0 %; está clasificado por Hernández *et al.* (2003) como Ferralítico Rojo lixiviado, de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas, y catalogado como de mediana fertilidad.

En la tabla 1 se muestra el comportamiento de las variables climatológicas durante la investigación. En relación con el volumen de lluvia, en el periodo

lluvioso (PLI) y el poco lluvioso (PPLI), los acumulados fueron superiores a la media de los 15 años anteriores al experimento. Las variables temperatura máxima, mínima y media y humedad relativa mostraron valores similares, en correspondencia con ambos periodos, y fluctuaron en un rango muy estrecho alrededor de la media de los 15 años anteriores al estudio.

Procedimiento y mediciones. Para la preparación del suelo se empleó el método convencional, que consiste en arado, pase de grada y surcado. La plantación se realizó en surcos separados a 0,70 m, con una distancia de 0,60 m entre plantas; se utilizaron porciones de tallos, con cuatro yemas y aproximadamente 20 cm de longitud. El diseño fue de parcelas sencillas de 3,0 x 1,0 m, sin réplicas, y con una separación entre las calles de 1,50 m. Durante el estudio, que duró un año después del periodo de establecimiento, no se utilizó riego ni fertilización.

Los tratamientos consistieron en cuatro accesiones de *P. purpureum* (NH2, MF-24, NO2 y Híbrido-31), que se distribuyeron al azar en las parcelas.

Las estimaciones y mediciones se realizaron según la metodología de evaluación propuesta por Machado *et al.* (1997), aprobada por la Subcomisión Nacional de Variedades de Pastos y Forrajes. Con una frecuencia de 15 días, durante un año, se midió en cuatro plantas por tratamiento: la altura de la planta, la hojicidad, el vigor y la cobertura, las afectaciones por insectos fitófagos y patógenos y por clorosis; así como el rendimiento de biomasa. Los datos en porcentaje fueron transformados según la escala y la fórmula de dicha metodología de evaluación.

Procesamiento estadístico. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para obtener la variabilidad y la relación entre todas las variables. Para establecer las que más influyeron, en cada componente, se aceptaron aquellas que tuvieron un valor propio igual o mayor que 1; además se tomó como criterio de selección los factores de preponderancia que estuvieran por encima de 0,70;

Tabla 1. Comportamiento de las variables climatológicas.

| Época | Precipitación (mm) | Temperatura mínima (°C) | Temperatura media (°C) | Temperatura máxima (°C) | Humedad relativa (%) |
|-------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| PLI | 1 349,1 | 21,1 | 25,2 | 32,8 | 83,2 |
| PPLI | 415,8 | 16,5 | 22,7 | 29,9 | 78,7 |
| PLI* | 1 035,5 | 20,7 | 26,0 | 32,1 | 83,1 |
| PPLI* | 263,9 | 16,0 | 22,1 | 29,7 | 80,8 |

*Media de los últimos 15 años.

mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y estimadas, se hizo un análisis de conglomerados, a partir de los resultados del ACP. En estos análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 11.5 para Microsoft Windows®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas del género *Pennisetum* han sido reconocidas como especies de buen potencial de producción de biomasa en el trópico. En Cuba, desde hace varias décadas, se han evaluado y utilizado varias accesiones de *Pennisetum*, entre ellas el napier, la candelaria y el king grass (Herrera, 2006; Martínez y Vasallo, 2013). Las accesiones, independientemente de las condiciones edafoclimáticas, pueden expresar una marcada variación entre sus individuos en algunas variables y se agrupan en función de estas, lo que puede representar un elemento positivo para su caracterización y evaluación.

El ACP en el PLI mostró tres componentes, lo que explicó el 100 % de la variabilidad total (tabla 2). Con este análisis se corroboró la estrecha relación entre las variables.

En la CP1 las variables que mejor explicaron la varianza extraída (41,30 %) fueron la hojiosidad y el rendimiento, los cuales se relacionaron positivamente entre sí. La CP2 extrajo un 30,75 %, y en su formación contribuyeron principalmente la altura, el vigor y la clorosis, esta última en sentido inverso. En la CP3, las afectaciones por patógenos y la cobertura influyeron positivamente, con una varianza

extraída de 27,94 %. La variable afectaciones por insectos fitófagos no se incluyó en ninguna de las tres componentes, ya que tuvo un valor de suma o preponderancia menor que 0,70.

La alta variabilidad explicada en las tres componentes quizá se deba a la estrecha relación que existió entre las variables en esta etapa, lo que permitió la agrupación de las accesiones y su posterior selección en función de estos. Por ello, se pudiera plantear que la variabilidad se relacionó con el comportamiento contrastante de estas accesiones.

En correspondencia con la elevada varianza acumulada y el valor propio de las componentes, se puede asumir que la variabilidad fenotípica fue suficientemente propicia para que la mayoría de las variables, con excepción de las afectaciones por fitófagos, se incluyeran en el análisis de conglomerados, y así determinar la diferenciación o la similitud entre las accesiones. Este análisis de conglomerados permitió la formación de dos grupos (tabla 3).

La accesión *P. purpureum* Híbrido-31, perteneciente al grupo II, fue la más alta y hojosa, y la de mayor cobertura, vigor y rendimiento; así como la más afectada por factores estresantes como la clorosis y los patógenos, aunque estos no influyeron en su comportamiento general ya que las afectaciones fueron pocas.

Este comportamiento quizá indique que en las poblaciones de las especies del género *Pennisetum* existen individuos capaces de mostrar, o no, mejor comportamiento en suelos como el del estudio. En general dichas accesiones tienen la capacidad de

Tabla 2. Resultados del ACP y relación entre los indicadores en el PLI.

| Variable | Componente principal | | |
|---|----------------------|--------|--------|
| | CP1 | CP2 | CP3 |
| Altura de la planta (cm) | 0,039 | 0,824 | 0,565 |
| Afectaciones por insectos fitófagos (%) | 0,688 | 0,210 | 0,694 |
| Afectaciones por patógenos (%) | 0,569 | 0,392 | 0,723 |
| Hojiosidad (Ve) | 0,989 | 0,144 | 0,027 |
| Cobertura (Ve) | -0,293 | -0,123 | 0,948 |
| Vigor (Ve) | 0,075 | 0,995 | -0,069 |
| Clorosis (%) | -0,666 | -0,745 | 0,038 |
| Rendimiento (t de MS/ha/corte) | 0,996 | 0,037 | -0,075 |
| Valor propio | 3,30 | 2,46 | 2,23 |
| Varianza (%) | 41,30 | 30,75 | 27,94 |

Ve: valor de la escala

Tabla 3. Distribución de los individuos en el PPLI.

| Indicador | Grupo I | | Grupo II |
|--------------------------------|----------|--|----------|
| | X | DE | X |
| Altura de la planta (cm) | 98,90 | 19,51 | 105,15 |
| Afectaciones por patógenos (%) | 1,90 | 1,82 | 8,08 |
| Hojosidad (Ve) | 3,66 | 0,26 | 4,27 |
| Cobertura (Ve) | 3,37 | 0,21 | 3,55 |
| Vigor (Ve) | 3,37 | 0,21 | 3,60 |
| Clorosis (%) | 1,83 | 0,25 | 2,82 |
| Rendimiento (t de MS/ha/corte) | 0,90 | 0,33 | 3,40 |
| Grupo | Cantidad | Accesiones | |
| I | 3 | <i>P. purpureum</i> NH2, <i>P. purpureum</i> MF-24, <i>P. purpureum</i> NO2 | |
| II | 1 | <i>P. purpureum</i> Híbrido-31 | |

DE: desviación estándar.

adaptarse a este suelo de mediana fertilidad (Díaz, 2006), lo que pudiera estar asociado a la posibilidad que posee el genoma individual de responder al medio (Hidalgo, 2003).

Al realizar el ACP del PPLI, se obtuvieron dos componentes que explicaron el 94,42 % de la varianza total (tabla 4.), a la que contribuyeron todas las variables.

La primera componente extrajo el 51,83 % de la varianza, y se explicó fundamentalmente por la afectación por patógenos, la cobertura (relacionada inversamente con las demás variables), la clorosis, la afectación por insectos fitófagos y el rendimiento. La segunda componente explicó una varianza

de 42,58 %, y fue conformada por la altura de la planta, la hojiosidad y el vigor (relacionado de forma inversa). La variabilidad mostrada a través de las variables quizá se deba a la alta relación que existió entre estas en la etapa evaluada (PPLI), o a la dinámica de crecimiento de cada accesión en particular (Hidalgo, 2003), lo cual puede estar vinculado con la reserva acumulada por las plantas y con la capacidad de utilización de esta; además, expresa la potencialidad genética particular de las especies de este género (Medina *et al.*, 2013).

Seguí *et al.* (1989) plantearon que el conocimiento de las relaciones entre los caracteres de interés agronómico resulta significativo en el proceso de

Tabla 4. Resultados del ACP y relación entre los indicadores en el PPLI.

| Variable | Componente principal | |
|---|----------------------|--------|
| | CP1 | CP2 |
| Altura de la planta (cm) | 0,335 | 0,939 |
| Afectaciones por insectos fitófagos (%) | 0,775 | -0,005 |
| Afectaciones por patógenos (%) | 0,970 | -0,205 |
| Hojiosidad (Ve) | -0,123 | 0,992 |
| Cobertura (Ve) | -0,907 | 0,332 |
| Vigor (Ve) | 0,334 | -0,930 |
| Clorosis (%) | 0,875 | 0,271 |
| Rendimiento (t de MS/ha/corte) | 0,724 | -0,686 |
| Valor propio | 4,14 | 3,40 |
| Varianza (%) | 51,83 | 42,58 |

selección. De esta forma, las accesiones que combinen caracteres deseables, como el buen rendimiento y la poca afectación por estrés abiótico y biótico, se convierten en un material que se debe considerar para su inclusión en los sistemas de explotación donde coexisten animales y plantas.

El análisis de conglomerados durante el PPLI permitió la formación de dos grupos (tabla 5). Las accesiones *P. purpureum* NH2, *P. purpureum* MF-24 y *P. purpureum* Híbrido-31, pertenecientes al grupo I, mostraron un mejor comportamiento en la mayoría de las variables con respecto a la accesión del grupo II (*P. purpureum* NO2). Esta última, a pesar de tener pocas variables con valores adecuados, presentó los mejores resultados en la altura, el vigor y el rendimiento, lo cual es de vital importancia en la selección de plantas.

A partir de algunas consideraciones basadas en los resultados expuestos, se puede deducir que ambos periodos del año tuvieron un efecto determinante en la expresión de los cambios en las variables analizadas, condicionado por la influencia del clima, lo que coincide con lo señalado por Machado (2006) al estudiar un grupo de gramíneas y leguminosas durante el PLI y el PPLI.

También se constató la capacidad adaptativa de las accesiones evaluadas en suelos de mediana fertilidad, las cuales tuvieron respuestas aceptables en términos de producción de biomasa y comportamiento general. Además, se demostró que existen germoplasmas que pueden ser manejados sin insumos (fertilizante y riego), un elemento importante

de la sostenibilidad que debe identificar a los sistemas actuales y futuros.

Se concluye que en el PLI se destacó la accesión *P. purpureum* Híbrido-31, por su comportamiento general, y en el PPLI, *P. purpureum* NO2. Asimismo, se recomienda continuar la evaluación de las mejores accesiones, en ensayos replicados, en condiciones de pastoreo simulado, con el fin de seleccionar variedades precomerciales para los suelos Ferralítico Rojos de mediana fertilidad; así como evaluar las accesiones seleccionadas en otras condiciones edafoclimáticas contrastantes, para completar la información de su comportamiento agronómico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Díaz, M. *Fisiología del crecimiento y el desarrollo*. Conferencia Fundamentos de la producción de pastos. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2006.
- Escobar, R.; Vivas, L. & Navas, R. Evaluación del tipo de fertilización en cuatro genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en Calabozo estado Guárico, Venezuela. En: *Memorias IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. La Habana: Instituto de Ciencia Animal. p. 264-269, 2013.
- Guillot, J.; Vigil, María del C. & Acuña, Bárbara. Hierba buffel. Una solución para la ganadería de la franja costera sur de Guantánamo. *Rev. ACPA*. 21:14, 2002.
- Hernández, A. et al. *Nueva clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana: Instituto de Suelos, 2003.

Tabla 5. Distribución de los individuos en el PPLI.

| Indicador | Grupo I | | Grupo II |
|---|----------|-------|--|
| | X | DE | X |
| Altura de la planta (cm) | 98,90 | 19,51 | 100,10 |
| Afectaciones por insectos fitófagos (%) | 0,07 | 0,07 | 0,35 |
| Afectaciones por patógenos (%) | 1,90 | 1,82 | 15,40 |
| Hojosidad (Ve) | 3,66 | 0,26 | 3,50 |
| Cobertura (Ve) | 3,37 | 0,21 | 2,87 |
| Vigor (Ve) | 3,37 | 0,21 | 3,57 |
| Clorosis (%) | 1,83 | 0,26 | 2,14 |
| Rendimiento (t de MS/ha/corte) | 0,91 | 0,33 | 1,80 |
| Grupo | Cantidad | | Accesiones |
| I | 3 | | <i>P. purpureum</i> NH2, <i>P. purpureum</i> MF-24, <i>P. purpureum</i> Híbrido-31 |
| II | 1 | | <i>P. purpureum</i> NO2 |

DE: desviación estándar.

- Herrera, R. S. & Ramos, N. Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. En: R. S. Herrera, G. Febles y G. Crespo, eds. *Pennisetum purpureum para la ganadería tropical*. La Habana: Instituto de Ciencia Animal, 2006.
- Herrera, R. S. Fisiología, calidad y muestreos. En: R. S. Herrera, I. Rodríguez y G. Febles, eds. *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvo-pastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás*. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal. p. 1-14, 2006.
- Hidalgo, R. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: T. L. Franco y R. Hidalgo, eds. *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos*. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico IPGRI No. 8. p. 2-26, 2003.
- Lemus, L. H & Lemus, V. E. Gramíneas. En: Plantas de uso forrajero en el tropico cálido y templado de Colombia. Villavicencio, Colombia: Universidad de los Llanos, Programa de Ingeniería Agronómica. p. 35-213, 2004.
- Machado, R. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas en suelos hidromórficos del humedal Ciénaga de Zapata. Establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 29 (2):155-167, 2006.
- Machado, R.; Seguí, Esperanza & Alonso, O. *Metodología para la iintroducción, colecta y selección de germoplasma forrajero*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 1997.
- Martínez, R. O.; Tuero, R.; Torres, Verena & Herrera, R. S. Models of biomass accumulation and quality in varieties of elephant grass, Cuba CT-169, OM-22 and king grass during the rainy season in the western part of Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.* 44:185-188, 2010.
- Martínez, R. O. & Vasallo, J. Características de las variedades de *Pennisetum* Cuba CT-115, Cuba OM-22 y Cuba CT-169 obtenidas y liberadas por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. En: *Memorias IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. La Habana: Instituto de Ciencia Animal. p. 207-216, 2013.
- Medina, J.; Pinto, R.; Cárdenas, L.; Guevara, F.; Gómez, H.; Hernández, A. *et al.* Producción y calidad del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) durante la época seca. En: *Memorias IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. La Habana: Instituto de Ciencia Animal. p. 271-275, 2013.
- Romero, Anirebis & Leyva, A. La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos Tropicales*. 35 (1):11-20, 2014.
- Seguí, Esperanza; Tomeu, Angela & Machado, Hilda. Asociaciones entre caracteres individuales y su importancia en el mejoramiento genético de la especie *Panicum maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes*. 12 (3):219-226, 1989.

Recibido el 28 de junio de 2014

Aceptado el 6 de enero del 2015