

## Evaluación del establecimiento de una colección de accesiones de *Brachiaria brizantha* asociadas con *Stylosanthes guianensis* CIAT-184

### Evaluation of the establishment of a collection of *Brachiaria brizantha* accessions associated to *Stylosanthes guianensis* CIAT-184

Yuseika Olivera<sup>1</sup>, R. Machado<sup>1</sup>, J. F. Ramirez<sup>2</sup> y Lisset Castañeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.

<sup>2</sup> Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Cascajal", Villa Clara, Cuba  
e-mail: yuseika.olivera@indio.atenas.inf.cu

#### Resumen

En un suelo ácido (pH ~ 4,9), de baja fertilidad, se estudió una colección de 20 accesiones de *Brachiaria brizantha* asociadas a *Stylosanthes guianensis* CIAT-184, con el objetivo de evaluar su comportamiento agronómico durante la etapa de establecimiento. Se utilizaron parcelas de 5 x 4 m, con tres réplicas. Los indicadores medidos y/o estimados fueron: el porcentaje de supervivencia (15, 30 y 45 días), la altura de la planta, la abundancia de hojas, el vigor, las afectaciones provocadas por las plagas y la infestación por enfermedades. Para la interpretación de los resultados se utilizó el análisis de componentes principales. En los primeros 45 días las accesiones CIAT-16317, CIAT-26032, CIAT-16485 y el cv. Mulato alcanzaron los mejores índices de supervivencia (por encima del 90%). Después de los 45 días se detectó una alta variabilidad (90,30%) para las dos primeras componentes. Al agrupar las accesiones se identificó la formación de siete grupos, en algunos de los cuales predominaron individuos de porte alto, y en otros, plantas con buen vigor y hojicidad. De manera general, se puede concluir que hubo un comportamiento aceptable de la asociación entre las accesiones de *B. brizantha* y *S. guianensis* CIAT-184, ya que todas –en mayor o menor medida– cumplieron la etapa de establecimiento. Se destacaron las accesiones de los grupos IV, V y VII, ya que mostraron resultados positivos (por encima de la media) en dos indicadores de los tres estimados. Se recomienda dar continuidad a la evaluación de la fase de explotación de este germoplasma con animales, de manera tal que sea posible, en el futuro mediato, seleccionar las accesiones más sobresalientes durante todo el periodo experimental.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*, evaluación, *Stylosanthes guianensis* CIAT-184, suelos ácidos

#### Abstract

On a low-fertility, acid soil (pH ~ 4,9), a collection of 20 *Brachiaria brizantha* accessions associated to *Stylosanthes guianensis* CIAT-184 was studied, in order to evaluate its agronomic performance during the establishment stage. For such purpose, 5 x 4 m plots were used, with three replications. The measured and/or estimated indicators were: survival percentage (15, 30 and 45 days), plant height, leaf abundance, vigor, affectations caused by pests and infestation by diseases. For interpreting the results, the principal component analysis was used. In the first 45 days the accessions CIAT-16317, CIAT-26032, CIAT-16485 and the cv. Mulato reached the best survival rates (over 90%). After 45 days a high variability (90,30%) was detected for the first two components. When grouping the accessions, the formation of seven groups was identified, in some of which tall individual plants prevailed, and in others, plants with good vigor and leafiness were predominant. In general, it can be concluded that there was an acceptable performance of the association between the *B. brizantha* accessions and *S. guianensis* CIAT-184, because all of them –to a larger or lesser extent– fulfilled the establishment stage. The accessions of groups IV, V and VII stood out, because they showed positive results (over the mean) in two indicators from the three estimated ones. To continue the evaluation of the exploitation stage of this germplasm with animals is recommended, so that it is possible, in the near future, to select the most outstanding accessions throughout the experimental stage.

Key words: *Brachiaria brizantha*, evaluation, *Stylosanthes guianensis* CIAT-184, acid soils

## Introducción

La producción no uniforme de materia seca a lo largo del año es una de las principales limitaciones de la actividad ganadera, la cual es ocasionada, principalmente, por: la marcada diferenciación en la distribución de las precipitaciones y el efecto de las temperaturas, la baja calidad de los suelos destinados a la producción de alimento para los animales, el uso de especies no adaptadas y el desconocimiento de las prácticas de manejo de pastos más adecuadas para cada especie (Pietrosemoli *et al.*, 1995).

Estas limitaciones afectan tanto las especies de pastos naturales como las introducidas y comerciales, lo que origina una baja adaptabilidad y producción de forraje. Por ello, es necesario recurrir a la utilización de alimentos concentrados o aquellos que son producto de la conservación de forrajes (heno y ensilaje), con el objetivo de suplir su déficit principalmente en la época de mínimas precipitaciones. Sin embargo, las alternativas planteadas implican costos de producción adicionales, por lo que resulta indispensable evaluar y seleccionar accesiones de mayor producción en las áreas dedicadas a la actividad ganadera.

El empleo de las gramíneas y las leguminosas forrajeras, utilizadas como monocultivo o en asociaciones, incide favorablemente en el mejoramiento de la nutrición animal a través del tiempo (Lascano y Ávila, 1991).

Entre las gramíneas utilizadas en la alimentación animal, principalmente en zonas con pH ácido, se encuentran las del género *Brachiaria*. Estas crecen en una amplia gama de suelos y son recomendadas para los suelos ácidos en particular, según los estudios realizados tanto en Cuba como en otras zonas tropicales (Machado y Menéndez, 1986; Olivera, 2004; Olivera *et al.*, 2007; Canchila *et al.*, 2011); entre ellas se destacan las especies *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria brizantha*.

Por tales motivos, el objetivo de este estudio fue evaluar, agrónomicamente, las accesiones de una colección de *B. brizantha* asociadas a *Stylosanthes guianensis* CIAT-184 durante la etapa de establecimiento.

## Introduction

Non-uniform dry matter production throughout the year is one of the main limitations of the livestock production activity, which is caused, mainly, by: the marked differentiation in rainfall distribution and the effect of temperatures, low quality of the soil destined to feed production, the use of non-adapted species, and the lack of knowledge of the most adequate pasture management practices for each species (Pietrosemoli *et al.*, 1995).

These limitations affect natural as well as introduced and commercial pasture species, which originates low adaptability and forage production. For such reason, it is necessary to use concentrate feeds or those feedstuffs which are product of forage conservation (hay and silage), with the objective of compensating their deficit mainly in the dry season. However, the alternatives proposed imply additional production costs, for which it is essential to evaluate and select more productive accessions in the areas dedicated to livestock production.

The use of forage grasses and legumes, used as monocrop or in associations, has favorable incidence on the improvement of animal nutrition in time (Lascano and Ávila, 1991).

Among the grasses used in animal feeding, mainly in zones with acid pH, are those from the *Brachiaria* genus. They grow on a wide range of soils and are recommended for acid soils, particularly, according to the studies conducted in Cuba as well as in other tropical zones (Colectivo de autores, 1986; Olivera, 2004; Olivera *et al.*, 2007; Canchila *et al.*, 2011); among them the species *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* and *Brachiaria brizantha* stand out.

For such reasons, the objective of this study was to evaluate, agronomically, the accessions of a *B. brizantha* collection associated to *Stylosanthes guianensis* CIAT-184 during the establishment stage.

## Materials and Methods

*Location and edaphoclimatic characteristics.* The study was conducted at the Experimental Station of Pastures and Forages of Cascajal,

## Materiales y Métodos

### *Localización y características edafoclimáticas.*

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Cascajal, ubicada en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, cuyas coordenadas son: 30° 21' de latitud Este y 20° 21' de longitud Oeste, a 60 msnm. El suelo de esta zona es Alítico, de baja actividad arcillosa, de textura Loam arenoso, elevada acidez y baja fertilidad natural (Hernández *et al.*, 2003). Además presenta pH ácido (4,5-5,2), contenido de MO de 2,0 a 5,0%, baja capacidad de intercambio catiónico (< 20,0 cmol/kg<sup>1</sup>) y una gruesa capa de mocarrero en su perfil. Su composición química se muestra en la tabla 1.

El promedio histórico anual de precipitaciones en los últimos 23 años, en esta localidad, es de 1 265 mm. De esta cantidad, el 75% (948,75 mm) ocurre en el periodo lluvioso (mayo-octubre) y el 25% (361,25 mm) en el poco lluvioso (noviembre-abril). Las temperaturas mínimas, medias y máximas fluctúan entre los 22,0 y 27,8°C; mientras que la humedad relativa oscila entre el 79 y 84%. Durante el estudio, estos indicadores se comportaron acorde con el promedio histórico mencionado con anterioridad.

*Diseño y tratamientos.* Se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas y los tratamientos fueron 19 accesiones de *B. brizantha* preseleccionadas en un ensayo desarrollado en esta localidad, en el que se evaluó una colección de 69 accesiones de esta y otras especies del género (Olivera, 2004). Sin embargo, en el experimento se decidió incluir la accesión *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, no evaluada con anterioridad, debido al auge que ha alcanzado en los sistemas de producción en diferentes empresas ganaderas de Cuba y a nivel internacional (Peters *et al.*, 2003; Faría, 2006; CIAT, 2007; Ramírez *et al.*, 2009).

located in the Santo Domingo municipality, Villa Clara province, which coordinates are: 30° 21' latitude East and 20° 21' longitude West, at 60 masl. The soil of this zone is Alitic, of low clay activity, loam-sandy texture, high acidity and low natural fertility (Hernández *et al.*, 2003). In addition it shows acid pH (4,5-5,2) OM content from 2,0 to 5,0%, low cation exchange capacity (<20,0 cmol/kg<sup>1</sup>) and a thick layer of mocarrero in its profile. Its chemical composition is shown in table 1.

The historical annual average rainfall in the last 23 years, in this locality, is 1 265 mm. From this quantity, 75% (948,75 mm) occurs in the rainy season (May-October) and 25% (361,25 mm) in the dry season (November-April). The mean temperature fluctuates between 22,0 and 27,8°C; while relative humidity is 79-84%. During the study, these indicators behaved according to the above mentioned historical average.

*Design and treatments.* A randomized block design with three replications was used, and the treatments were 19 *B. brizantha* accessions preselected in an essay conducted in this locality, in which a collection of 69 accessions of this and other species from the genus, was evaluated (Olivera, 2004). However, in this experiment the authors decided to include the accession *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, which had not been previously evaluated, due to the relevance it has reached in the production systems of different livestock enterprises in Cuba and worldwide (Peters *et al.*, 2003; Faría, 2006; CIAT, 2007; Ramírez *et al.*, 2009).

The evaluated treatments were: *B. brizantha*: CIAT-16300, CIAT-16317, CIAT-16809, CIAT-16469, CIAT-16322, CIAT-16132, CIAT-16128, CIAT-16335, 1539, CIAT-26290, CIAT-16332, CIAT-16819, CIAT-16303, CIAT-16334, CIAT-16448, CIAT-26646, CIAT-16485, CIAT-16197, CIAT-26032 and cv. Mulato.

Tabla 1. Características químicas del suelo (profundidad 20 cm).

Table 1. Chemical characteristics of the soil (depth 20 cm).

pH H <sub>2</sub> O	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo asimilable (ppm)	Cationes intercambiables (cmol/kg <sup>-1</sup> )			
				Ca	Mg	Na	K
4,9	2,50	0,4	13	3,05	1,20	0,40	0,09

Los tratamientos evaluados fueron: *B. brizantha*: CIAT-16300, CIAT-16317, CIAT-16809, CIAT-16469, CIAT-16322, CIAT-16132, CIAT-16128, CIAT-16335, 1539, CIAT-26290, CIAT-16332, CIAT-16819, CIAT-16303, CIAT-16334, CIAT-16448, CIAT-26646, CIAT-16485, CIAT-16197, CIAT-26032 y cv. Mulato.

*Procedimiento y mediciones.* Para la preparación del suelo se empleó el método convencional (rotura, grada, cruce, grada y surcado). Las parcelas, de 5,0 x 4,0 m, estuvieron separadas por calles de 1,50 m en ambos sentidos.

Para la plantación de las accesiones de *B. brizantha* se dispuso de semilla vegetativa (porciones de macollas de cinco a ocho hijos) y se empleó una distancia entre plantas de 0,70 m. *S. guianensis* CIAT-184 se sembró a chorrillo y con una profundidad de 3 cm; la distancia entre surcos fue de 0,70 m para ambas especies.

Las estimaciones y las mediciones se apoyaron la metodología de evaluación propuesta por Machado *et al.* (1997), aprobada por la Subcomisión Nacional de Variedades de Pastos y Forrajes. Para realizar un mejor análisis del comportamiento de las accesiones durante el establecimiento, este se dividió en dos momentos.

En un primer momento (desde la plantación hasta los 45 días), se determinó el porcentaje de supervivencia, para lo cual se realizaron conteos de las macollas vivas con una frecuencia de 15 días.

En un segundo momento (después de los primeros 45 días), se midió la altura de la planta en cuatro puntos de cada parcela; se utilizó una regla graduada en centímetros, cuya posición fue perpendicular y siempre en contacto con la superficie del suelo. Para las estimaciones se empleó la escala propuesta por Machado *et al.* (1997) para la hojiosidad: 1= pésima, 2= baja, 3= regular, 4= buena y 5= excelente; el vigor: 1= pésimo, 2= bajo, 3= regular, 4= bueno y 5= excelente; las afectaciones por plagas: 0= inmune, 1= resistente, 2= tolerante y 3= susceptible; y la infestación por enfermedades 0= inmune, 1-2= resistente, 3-4= tolerante, 5-6= susceptible.

A la leguminosa se le midió la altura y el vigor, según lo explicado con anterioridad.

*Procedure and measurements.* For the soil preparation the conventional method (plowing, harrowing, crossing, harrowing and furrow opening) was used. The plots, 5,0 x 4,0 m, were separated by distances of 1,50 m in both directions.

For planting the *B. brizantha* accessions there was vegetative seed (bunch portions of five to eight tillers) and a distance of 0,70 m between plants was used. *S. guianensis* CIAT-184 was seeded by drilling at a depth of 3 cm; the distance between rows was 0,70 m for both species.

For the estimations and measurements, the evaluation methodology proposed by Machado *et al.* (1997), approved by the National Sub-commission of Pasture and Forage Varieties, was used. For a better analysis of the performance of the species during the establishment, it was divided into two moments.

In a first moment (since planting until 45 days later) the survival percentage was determined, for which the live bunches were counted every 15 days.

In a second moment (after the first 45 days) plant height was measured in four spots of each plot; a ruler graduated in centimeters, which position was perpendicular and always in contact with the soil surface, was used. For the estimations, the scale proposed by Machado *et al.* (1997) was used, for leafiness: 1=very low, 2= low, 3= regular, 4= good and 5= excellent; for vigor, 1= very low, 2= low, 3= regular, 4= good and 5= excellent; affectations by pests : 0= immune, 1= resistant, 2= tolerant and 3= susceptible; and infestation by diseases, 0= immune, 1-2= resistant, 3-4= tolerant, 5-6= susceptible.

Height and vigor were measured in the legume, according to the above-explained methods.

*Statistical analysis.* In order to obtain the variability and the relation among all indicators, a principal component analysis (PCA) was made; while for grouping the treatments with similar characteristics, regarding the measured and estimated variables, a graphic was made from the results of the PCA. For these analyses the statistical pack SPSS version 15.0 was used.

*Análisis estadístico.* Para obtener la variabilidad y la relación entre todos los indicadores, se realizó un análisis de componentes principales (ACP); mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y estimadas, se graficó a partir de los resultados del ACP. En estos análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0.

Para establecer las variables que más influyeron en la variabilidad, en cada componente, se aceptaron aquellas que tuvieran un valor propio igual o mayor que 1; además se tomó como criterio de selección que los factores de suma o de preponderancia estuvieran por encima de 0,80.

### Resultados y Discusión

Según Corbea y Hernández (1992), para lograr un buen establecimiento de las especies de pastos es imprescindible realizar una adecuada preparación del suelo, que sea capaz de propiciar un buen contacto entre este y la semilla, y que proporcione la eliminación –en el mayor grado posible– de especies que compitan con el pasto, ya que este es un factor de riesgo importante y el establecimiento del pasto se puede afectar por la competencia de la vegetación espontánea durante esta primera etapa de desarrollo.

Por otra parte, Reyes (1996) indicó que otros factores determinantes, que se deben considerar para lograr un exitoso establecimiento de las plantas, son una distancia y una densidad de siembra correctas. No obstante, los efectos de ambos pueden estar influidos por las características del suelo y la agresividad de la especie.

En la tabla 2 se muestra el comportamiento de la supervivencia durante los primeros 45 días. En esta primera fase, 17 accesiones (85% de la colección) tuvieron más de 65% de supervivencia. Este porcentaje se consideró alto, si se tiene en cuenta que las plantas se sembraron en un ambiente en el que pudo influir de forma negativa las condiciones edafoclimáticas imperantes, ya que se trata de un suelo con pH ~ 4,9, donde ellas encuentran, inicialmente, un ambiente agresivo; asimismo, en este período no se utilizó riego ni fertilización.

To establish the variables with higher influence on variability, in each component, those with a proper value equal to or higher than 1 were accepted; in addition, the fact that the sum or preponderance factors were over 0,80 was taken as selection criterion.

### Results and Discussion

According to Corbea and Hernández (1992), in order to achieve a good establishment of the pasture species it is essential to make an adequate soil preparation, capable of propitiating good contact between soil and seed, and which favors the elimination –as much as possible– of species that compete with pasture, because this is an important risk factor and the pasture establishment can be affected by the competition of spontaneous vegetation during this first growth stage.

On the other hand, Reyes (1996) indicated that other determinant factors, which should be considered to achieve the successful establishment of plants, are correct planting distance and density. Nevertheless, the effects of both can be influenced by the soil characteristics and aggressiveness of the species.

Table 2 shows the performance of survival during the first 45 days. In this first stage, 17 accessions (85% of the collection) had more than 65% survival. This percentage was considered high, if it is taken into consideration that the plants were planted in an environment in which the prevailing edaphoclimatic conditions could have had a negative influence, because the soil pH was 4,9, where they find, initially, an aggressive environment; likewise, neither irrigation nor fertilization was used in this period.

It must be emphasized that, although the plants were affected by the above-mentioned conditions, the soil preparation (conventional method) and planting distance (0,70 m) were effective, although in this first moment the phytotechnical activities guaranteed an appropriate bed for the plants, which favored their growth and development, and allowed reaching the survival percentage for most of the collection.

The species from the *Brachiaria* genus are characterized, in general, by having efficient

Tabla 2. Comportamiento de la supervivencia (%) de las accesiones durante los primeros 45 días después de la plantación.

Table 2. Performance of survival (%) of the accessions during the first 45 days after planting.

Número	Tratamiento	15 días	30 días	45 días
1	CIAT-16300	63,50	61,10	68,17
2	CIAT-16322	77,77	81,73	82,47
3	CIAT-16819	62,70	69,00	69,00
4	CIAT-16334	50,80	44,40	57,10
5	CIAT-26646	73,83	84,07	87,27
6	CIAT-16197	87,30	83,30	81,67
7	CIAT-16809	99,20	99,20	87,27
8	CIAT-16128	94,43	96,83	88,83
9	CIAT-16332	76,97	77,73	82,50
10	CIAT-16317	98,40	95,23	94,43
11	CIAT-16132	57,13	62,67	52,33
12	CIAT-26290	41,27	43,63	57,10
13	CIAT-16303	88,90	96,00	80,90
14	CIAT-16448	68,23	72,20	68,20
15	CIAT-16485	99,20	97,60	90,43
16	CIAT-26032	94,40	92,03	96,00
17	CIAT-16469	77,77	81,73	88,87
18	CIAT-16335	67,43	60,30	70,60
19	1539	75,40	78,57	71,37
20	cv. Mulato	95,23	100,00	100,00

Hay que destacar que, a pesar de que las plantas fueron afectadas por las condiciones mencionadas, la preparación del suelo (método convencional) y la distancia de siembra (0,70 m) resultaron efectivas, ya que en este primer momento las actividades fitotécnicas garantizaron un lecho apropiado para las plantas, lo que favoreció su crecimiento y desarrollo, y permitió alcanzar el porcentaje de supervivencia para la mayor parte de la colección.

Las especies del género *Brachiaria* se caracterizan, en general, por poseer mecanismos morfológicos eficientes, como la presencia de un profundo sistema radical con raíces adventicias, que les permiten absorber los nutrientes de los estratos más profundos –en comparación con otras especies cespitosas–, y la disposición de las hojas, que contribuye a que hagan un mayor uso de la radiación solar (Tilan, 1986), especialmente *B. decumbens* y *B. brizantha* que presentan hojas más largas y anchas (Guiot,

morphological mechanisms, such as the presence of a deep root system with adventitious roots, which allow them to absorb the nutrients from the deepest strata –as compared to other turfgrass species–, and the leaf arrangement, which contributes to a higher utilization of solar radiation (Tilan, 1986), especially *B. decumbens* and *B. brizantha* with longer and wider leaves (Guiot, 2001). In addition, these species are capable of adapting to specific environments, because they utilize well their metabolism and the reserve substances, which they invest in maintaining their functioning under those conditions. This depends on the exploitation system and the balance between the supply and demand of growth resources established by the plants (Del Pozo, 2000), which also had influence on that response.

The accessions with the best response, in terms of survival (over 90%), were CIAT-16317, CIAT-26032, CIAT-16485 and cv. Mulato; and

2001). Además, estas especies tienen la capacidad de adaptarse a ambientes específicos, debido a que aprovechan bien su metabolismo y las sustancias de reserva, las cuales invierten en mantener su funcionamiento en esas condiciones. Todo ello está supeditado al régimen de explotación y al balance entre la demanda y el suministro de recursos de crecimiento establecido por las plantas (del Pozo, 2000), lo que también influyó en esa respuesta.

Las accesiones que mejor respuesta tuvieron, en términos de supervivencia (por encima del 90%), fueron CIAT-16317, CIAT-26032, CIAT-16485 y el cv. Mulato; y las de peor comportamiento fueron CIAT-16334, CIAT-16132 y CIAT-26290. Este resultado pudo estar influido por lo que se explicó en el párrafo anterior, aunque no es conclusivo, ya que puede variar al concluir el periodo de establecimiento.

A través del ACP (tabla 3) se detectó que la varianza total acumulada fue alta (90,30%) y se distribuyó en las dos primeras componentes. La primera componente (CP1) extrajo el 49,60% de esta varianza y fue explicada por el vigor y la hojicidad, los cuales estuvieron positivamente relacionados entre sí. La CP2 se explicó por la altura, con un 40,70% de variabilidad; a su vez todos los indicadores tuvieron una relación positiva, es decir, fueron directamente proporcionales, lo que biológicamente puede expresar que a medida que aumenta uno el otro también lo hace y viceversa. Esta variabilidad proporciona una medida de la diferenciación existente entre los

the ones with the worst performance were CIAT-16334, CIAT-16132 and CIAT-26290. This result could have been influenced by the aspects explained in the previous paragraph, although it is not conclusive, because it can vary when the establishment period is over.

Through the PCA (table 3), the total cumulative variance was detected to be high (90,30%) and was distributed in the first two components. The first component (CP1) extracted 49,60% of this variance and was explained by vigor and leafiness, which were positively related to each other. CP2 was explained by height, with 40,70% of variability; in turn, all the indicators had a positive relation, that is, they were directly proportional, which can be biologically expressed as the fact that as one increases, so does the other, and vice versa. This variability provides a measure of the existing differentiation among individuals for these agronomic indicators, which constitutes the basis for the selection of the most outstanding accessions during the establishment stage. Similar results were reported by Olivera (2004) when studying these accessions in stage I of the varietal flow (a collection of 69 accessions), in which the indicators leafiness, vigor, growth rate and cover were explained in the CP1, with 73,05% variance.

The results of the affectations caused by pests and the infestation by diseases were not included in the analysis, because during this stage they were insignificant. This aspect is interesting, because the effects produced by any kind of

Tabla 3. Relación entre variables e indicadores que explican la varianza.

Table 3. Relation between variables and indicators that explain the variance.

Indicador	Componente principal	
	CP1	CP2
Altura	0,005	0,965
Vigor	0,864	0,377
Hojicidad	0,861	- 0,385
Valor propio	1,49	1,22
Varianza (%)	49,60	40,70
V acumulada (%)	49,60	90,30

individuos para estos indicadores agronómicos, lo que constituye la base para la selección de las accesiones más sobresalientes durante la etapa de establecimiento. Resultados similares fueron informados por Olivera (2004) al estudiar estas accesiones en la fase I del flujo varietal (una colección de 69 accesiones), en la que los indicadores hojiosidad, vigor, velocidad de crecimiento y cobertura fueron explicados en la CP1, con un 73,05% de varianza.

Los resultados de las afectaciones producidas por las plagas y la infestación por enfermedades no se incluyeron en el análisis, pues durante esta etapa fueron insignificantes. Este aspecto resulta interesante, ya que los efectos producidos por cualquier tipo de estrés, entre ellos los mencionados, pueden ocasionar cuantiosas pérdidas de la biomasa en términos cuantitativos y cualitativos, lo que se ha discutido en innumerables trabajos desarrollados con el germoplasma de estas y otras especies de la familia de las gramíneas y las leguminosas (Alonso y Docazal, 1994; Alonso, 2001).

Además fue interesante comprobar que la variabilidad estuviera bien distribuida, ya que el valor propio en las dos componentes fue superior a 1, índice aceptable para que la variabilidad correspondiente a cada indicador esté mejor relacionada con cada eje, en correspondencia con este tipo de análisis (Philippeau, 1986). Por tal razón, los tres indicadores que se consideraron se incluyeron en el análisis efectuado para la agrupación de estas accesiones.

La cantidad de accesiones por grupos y su identificación se muestra en la figura 1 y en la tabla 4; mientras que la media alcanzada en cada uno de los indicadores para las accesiones que formaron cada grupo se indica en la tabla 5.

Se debe destacar que a pesar de ser una colección formada por accesiones de una misma especie, hubo marcadas diferencias entre estas en cuanto a la altura. Según Roche *et al.* (1990), en *B. brizantha* se pueden encontrar accesiones entre 1 y 2 m de altura. Al analizar los resultados (tabla 5), se detectó que las pertenecientes a los grupos V y VI mostraron la mayor altura, y sobresalió *B. brizantha* CIAT-16317

stress, among them the above-mentioned ones, can cause large losses of biomass in quantitative and qualitative terms, which has been discussed in many works conducted with the germplasm of these and other species from the grass and legume families (Alonso and Docazal, 1994; Alonso, 2001).

In addition, it was interesting to verify that the variability was well distributed, because the eigenvalue in the two components was higher than 1, value acceptable for the variability corresponding to each indicator to be better related to each axis, in correspondence with this type of analysis (Philippeau, 1986). For such reason, the three indicators considered were included in the analysis done for grouping these accessions.

The quantity of accessions per group and their identification is shown in figure 1 and table 4; while the mean reached in each of the indicators for the accessions that formed each group is indicated in table 5.

It should be emphasized that in spite of being a collection formed by accessions of the same species, there were marked differences among them regarding height. According to Roche *et al.* (1990), in *B. brizantha* accessions can be found between 1 and 2 m high. When analyzing the results (table 5), it was detected that the ones belonging to groups V and VI showed more height, and *B. brizantha* CIAT-16317 (group V) stood out. The other accessions showed an intermediate performance with regards to the values of this indicator; this response was influenced by the edaphoclimatic conditions under which the study was conducted, where neither irrigation nor fertilization was used, which could have had repercussion on the fact that the plants did not express their higher growth potential; in groups II, III and VII, the shortest accessions were found. Such result coincides with the report by Machado and Seguí (1997), who indicated that not all plants have the same genetic potential to adapt to the prevailing conditions in the environment to which they are subject.

Regarding vigor (according to the scale used), the accessions of the following groups stood out:



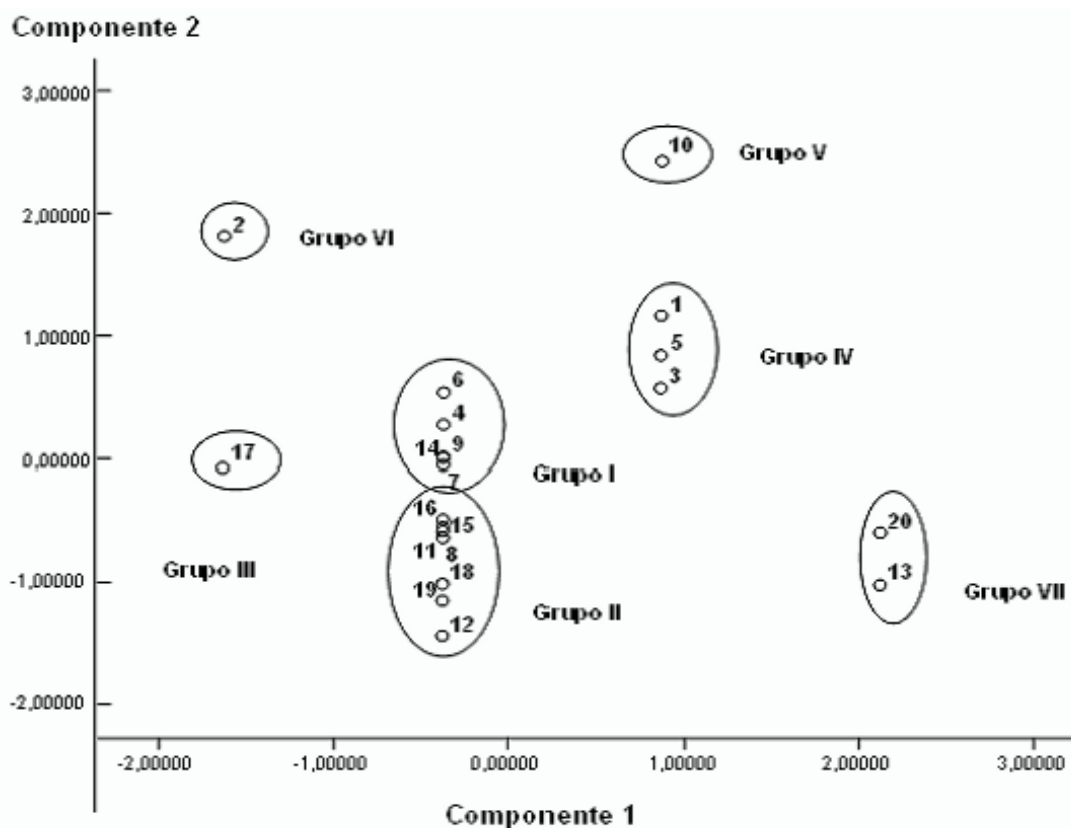


Fig. 1. Agrupación de las accesiones de *B. brizantha*.  
 Fig. 1. Grouping of the *B. brizantha* accessions.

Tabla 4. Accesiones pertenecientes a cada grupo.  
 Table 4. Accessions belonging to each group.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	5	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16332, CIAT-16448, CIAT-16809, CIAT-16334 y CIAT-16197)
II	7	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16128, CIAT-16132, CIAT-16485, CIAT-26032, CIAT-16335, 1539 y CIAT-26290)
III	1	<i>B. brizantha</i> CIAT-16469
IV	3	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16819, CIAT-26646 y CIAT-16300)
V	1	<i>B. brizantha</i> CIAT-16317
VI	1	<i>B. brizantha</i> CIAT-16322
VII	2	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16303 y cv. Mulato)

(grupo V). El resto de las accesiones mostró un comportamiento intermedio respecto a los valores de este indicador; en esta respuesta influyeron las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrolló el estudio, donde no se empleó riego ni fertilización, lo cual pudo haber repercutido en que las plantas no expresaran su mayor

IV (*B. brizantha* CIAT-16819, CIAT-26646 and CIAT-16300), V (*B. brizantha* CIAT-16317) and VII (CIAT-16303 and cv. Mulato), which also showed a good performance in this indicator when evaluated in the stage I of the varietal flow of species, according to the report by Olivera (2004).

Tabla 5. Valores medios de las variables por grupo.

Table 5. Mean values of the variables per group.

Grupo	Altura	Vigor	Hojosidad
I	81,56	3	3
II	63,36	3	3
III	64,75	3	2
IV	82,41	4	3
V	111,22	4	3
VI	99,4	3	2
VII	64,41	4,1	4,1
$\bar{x}$	81,01	3,4	2,8

potencial de crecimiento; en los grupos II, III y VII se encontraron las accesiones de porte más bajo. Tal aseveración coincide con lo expresado por Machado y Seguí (1997), quienes indicaron que no todas las plantas poseen el mismo potencial genético para adaptarse a las condiciones imperantes en el ambiente a que son sometidas.

Con relación al vigor (según la escala empleada), se destacaron las accesiones de los grupos IV (*B. brizantha* CIAT-16819, CIAT-26646 y CIAT-16300), V (*B. brizantha* CIAT-16317) y VII (CIAT-16303 y cv. Mulato), que también mostraron un buen comportamiento en este indicador cuando fueron evaluadas en la fase I del flujo varietal de especies, según lo reportado por Olivera (2004).

El indicador hojosidad denota la densidad de hojas en el estrato aéreo de la planta. Las accesiones del grupo VII (*B. brizantha* CIAT-16303 y cv. Mulato) mostraron un índice bueno, ya que existió abundancia de hojas con relación a los tallos debido a la presencia de internodios cortos y hojas largas y/o anchas, las cuales alcanzaron hasta un 80%, según la estimación.

Después de analizar los datos, se comprobó que el empleo del ACP presentó múltiples ventajas y permitió determinar la mayor varianza. Ello coincide con lo informado por Borrego *et al.* (1999) acerca de la factibilidad de empleo de esta técnica; estos autores también plantearon que tal proceder se convierte en una herramienta de extrema utilidad para simplificar el análisis e interpretación de las variables. En coincidencia con

The indicator leafiness represents leaf density in the aerial stratum of the plant. The accessions of group VII (*B. brizantha* CIAT-16303 and cv. Mulato) showed a good value, because there was abundance of leaves with regards to the stems due to the presence of short internodes and long and/or wide leaves, which reached up to 80%, according to the estimation.

After analyzing the data, it was observed that the use of the PCA had many advantages and allowed determining the higher variance. This coincides with the report by Borrego *et al.* (1999) about the feasibility of using this technique; these authors also stated that such procedure becomes a highly useful tool to simplify the analysis and interpretation of the variables. Similarly, Machado (2002) reported that the interpretation of a data matrix, through a PCA, facilitates the necessary tools to approach the data analysis with effectiveness and accuracy.

*S. guianensis*, at the end of the establishment stage, had an average height of 40 cm and its vigor was between regular and good (3-4) in all the plots. In addition, it remained over 60% in all cases, according to the measurements of botanical composition, which is a positive aspect to be taken into consideration in the promotion of association systems with grasses, in environments with similar characteristics as the ones in this work. This is ascribed to the fact that this species, among the legumes selected as commercial varieties, has good adaptation to soils with acid pH (Machado and Seguí, 1997). In addition, there are reports of its good performance in other livestock-producing regions, such as those by Argel (2006), who found a good association pattern in livestock-producing regions of Panama, Mexico and Central America. However, there are criteria related to the non association of this species, which is ascribed to the allelopathic effects of the *Brachiaria* that allow it to control the root growth of herbaceous legumes and other species (Guiot and Meléndez, 2003); Canchila *et al.*, 2010).

In general, it can be concluded that there was an acceptable performance of the association among the *B. brizantha* accessions and *S.*

lo anterior, Machado (2002) reportó que la interpretación de una matriz de datos, a través de un ACP, facilita las herramientas necesarias para abordar con efectividad y rigor el análisis de estos.

El *Stylosanthes*, al culminar la etapa de establecimiento, promedió una altura de 40 cm y tuvo un vigor entre regular y bueno (3-4) en todas las parcelas. Además, se mantuvo por encima del 60% en todos los casos, de acuerdo con las mediciones de la composición botánica, lo que es un aspecto positivo a tener en cuenta en el fomento de sistemas de asociaciones con gramíneas, en ambientes con características similares a las del presente trabajo. Esto se atribuye a que dicha especie, entre las leguminosas seleccionadas como variedades comerciales, tiene buena adaptación a suelos con pH ácido (Machado y Seguí, 1997). Además, hay reportes de su buen comportamiento en otras regiones ganaderas, como los de Argel (2006), quien encontró un buen patrón de asociación en regiones ganaderas de Panamá, México y Centroamérica. Sin embargo, existen criterios de la no asociación de esta especie, lo cual se atribuye a los efectos alelopáticos de la *Brachiaria* que le permiten controlar el crecimiento radical de las leguminosas herbáceas y otras especies (Guiot y Meléndez, 2003; Canchila *et al.*, 2010).

De manera general, se puede concluir que hubo un comportamiento aceptable de la asociación entre las accesiones de *B. brizantha* y *S. guianensis* CIAT-184, ya que todas –en mayor o menor medida– cumplieron la etapa de establecimiento; se destacaron las pertenecientes a los grupos IV, V y VII, pues mostraron resultados positivos (por encima de la media) en dos indicadores, indistintamente, de los tres empleados.

Se recomienda dar continuidad a la evaluación de la fase de explotación de este germoplasma con animales, de manera tal que sea posible, en el futuro mediato, seleccionar las accesiones más sobresalientes durante todo el periodo experimental (no menos de tres años de estudio).

*guianensis* CIAT-184, because all of them –to a higher or lesser extent– fulfilled the establishment stage; the ones belonging to groups IV, V and VII stood out, because they showed positive results (over the mean) in two indicators, indistinctly, from the three ones used.

To continue the evaluation of this germplasm in the exploitation stage with animals is recommended, so that it is possible, in the near future, to select the most outstanding accessions throughout the experimental stage (at least three years of study).

--End of the English version--

### Referencias bibliográficas

- Alonso, O. 2001. Aspectos fitosanitarios acerca de las plagas insectiles de las arbóreas forrajeras. *Pastos y Forrajes*. 24:1
- Alonso, O. & Docazal, J. 1994. Nota técnica: Malezas, plagas y enfermedades en el establecimiento del brizantón. *Pastos y Forrajes*. 17:63
- Argel, P.J. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. Proyecto de Forrajes Tropicales – CIAT. San José, Costa Rica. <http://www.bioline.org.br> [3/5/2012]
- Borrego, F. *et al.* 1999. Correlación y componentes principales de variación en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Mesoamericana*. 10 (2):61
- Canchila, E.R. *et al.* 2010. Dinámica de crecimiento de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *Pastos y Forrajes*. 33:385
- Canchila, E.R. *et al.* 2011. Comportamiento agronómico de siete accesiones de *Brachiaria humidicola* durante la fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 34:155
- CIAT. 2007. Informe anual del CIAT 2006-2007. 72 p.
- Corbea, L.A. & Hernández, Marta. 1992. Agrotecnia del establecimiento de gramíneas estoloníferas. *Pastos y Forrajes*. 15:195
- del Pozo, P.P. 2000. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. (Mimeo). 22 p.
- Faría, J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. X Seminario de Pastos y Forrajes. Disponible en <http://www.avpa.ula.ve/>

- congresos/seminario\_pasto\_X/Conferencias/A1-Jesus%20Faria%20Marmol.pdf. [3/5/2012]
- Guiot, J.D. 2001. Manual de actualización técnica. [cd-rom]. Semillas Papalotla, México. 64 p.
- Guiot, G.J. & Meléndez, N.F. 2003. Comparación morfológica de brachiarias híbrido mulato y *B. brizantha*. Tabasco. En: XV Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Tabasco, México. <http://www.una.edu.ni>. [3/5/2012]
- Hernández, A. *et al.* 2003. Nuevos aportes a la clasificación genética de suelos en el ámbito nacional e internacional. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. La Habana, Cuba. 145 p.
- Lascano, C.E. & Ávila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*. 13 (3):2
- Machado, R. 2002. Variaciones morfoestructurales y poblacionales de *Andropogon gayanus* Kunth y su relación con la vegetación adventicia bajo pastoreo intensivo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 132 p.
- Machado, R. & Menéndez, J. 1986. Descripción de gramíneas y leguminosas. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. Producción. EDICA. La Habana, Cuba. p. 91
- Machado, R. & Seguí, Esperanza. 1997. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. *Pastos y Forrajes* 20:1
- Machado, R. *et al.* 1997. Metodología para la evaluación de especies herbáceas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo). 35 p.
- Olivera, Yuseika. 2004. Evaluación y selección inicial de accesiones de *Brachiaria* spp. para suelos ácidos. Tesis presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 105 p.
- Olivera, Yuseika *et al.* 2007. Evaluación de accesiones de *Brachiaria brizantha* en suelos ácidos. Época de máximas precipitaciones. *Pastos y Forrajes*. 30:303
- Peters, M. *et al.* 2003. Especies forrajeras multipropósito. Opciones para productores de Centroamérica. Publicación CIAT No. 333. Cali, Colombia. 113 p.
- Philippeau, G. 1986. Comment interpreter les resultats d' un analyse in composants principales. Service des Etudes Statistiques ITCF. Lusignan, France. 36 p.
- Pietrosemoli, Silvana *et al.* 1995. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia, Maracaibo*. 13:551
- Ramírez, J.L. *et al.* 2009: Caracterización nutritiva de las especies *Brachiaria decumbens* e híbrido en un suelo fluvisol de Cuba. *Livestock Research for Rural Development*. 21(2). <http://www.lrrd.org/lrrd21/2/rami21023.htm>. [3/5/2012]
- Reyes, F. 1996. Aspectos de la agrotecnia de *Brachiaria purpurascens* en suelos bajos. Tesis presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 70 p.
- Roche, R. *et al.* 1990. Características morfológicas indispensables para la clasificación de especies del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 13:205
- Tilan, J. 1986. Estudio de adaptaciones de diferentes especies forrajeras en condiciones de suelo y clima de Cascajal. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Agroindustrial "Camilo Cienfuegos". Facultad de Agronomía. Matanzas, Cuba. 64 p.

Recibido 9 de diciembre del 2011

Aceptado 21 de abril del 2012