

## Evaluación de accesiones de *Brachiaria brizantha* en suelos ácidos. Época de máximas precipitaciones

### Evaluation of *Brachiaria brizantha* accessions in acid soils. Rainy season

Yuseika Olivera<sup>1</sup>, R. Machado<sup>1</sup>, P.P. Del Pozo<sup>2</sup>, J. Ramírez<sup>3</sup> y Bárbara Cepero<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"  
Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba  
E-mail: yuseika@indio.atenas.inf.cu

<sup>2</sup>Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez"  
San José de Las Lajas, La Habana, Cuba

<sup>3</sup> Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Cascajal". Cascajal, Santa Clara, Cuba

#### Resumen

En un suelo ácido de baja fertilidad, se estudió una colección de 36 accesiones de la especie *B. brizantha*, con el objetivo de seleccionar las accesiones de mejor comportamiento general, sobre la base de algunos indicadores cuantitativos, durante el período lluvioso. La plantación se realizó en parcelas de 3 x 1 m, sin réplicas. Los indicadores estudiados fueron: la altura de la planta, la hojiosidad, el vigor, la cobertura, las afectaciones producidas por plagas y enfermedades, la presencia de clorosis y el rendimiento de biomasa. Para la interpretación de los resultados se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) y análisis de conglomerados. Mediante el primero se detectó una alta variabilidad para las dos primeras componentes (77,19%); mientras que el segundo permitió identificar seis grupos diferentes. Se concluye que las accesiones, en general, mostraron un adecuado desarrollo en las condiciones edafoclimáticas existentes y algunas sobresalieron por su aceptable rendimiento y adaptación a este ambiente. Del total de la colección, las más sobresalientes para estos suelos fueron: *B. brizantha* CIAT-26646, CIAT-16317, CIAT-26032, CIAT-16809, N° 1, CIAT-16473, CIAT-16154, CIAT-16334, CIAT-16335, CIAT-16197, CIAT-16132, CIAT-16322, CIAT-16485, CIAT-16303, CIAT-16448, CIAT-16311, CIAT-16332, CIAT-16819, CIAT-16110 y CIAT-16482. Se recomienda estudiar el material seleccionado en condiciones de pastoreo, con el fin de determinar las variedades precomerciales en este ambiente.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*, germoplasma, suelo ácido

#### Abstract

In a low fertility acid soil, a collection of 36 accessions of the *B. brizantha* species was studied, with the objective of selecting the accessions of better general performance, based on some quantitative indicators, during the rainy season. The plantation was carried out in 3 x 1 m plots, without replications. The indicators studied were: plant height, leafiness, vigor, cover, affectations caused by pests and diseases, presence of chlorosis and biomass yield. For the interpretation of the results the main component analysis (MCA) and cluster analysis were used. By means of the former a high variability was detected for the first two components (77,19%); while the latter allowed to identify six different groups. The accessions, in general, were concluded to show an adequate development under the existing edaphoclimatic conditions and some of them stood out for their acceptable yield and adaptation to that environment. From the collection total, the most outstanding for these soils were: *B. brizantha* CIAT-26646, CIAT-16317, CIAT-26032, CIAT-16809, N° 1, CIAT-16473, CIAT-16154, CIAT-16334, CIAT-16335, CIAT-16197, CIAT-16132, CIAT-16322, CIAT-16485, CIAT-16303, CIAT-16448, CIAT-16311, CIAT-16332, CIAT-16819, CIAT-16110 and CIAT-16482. To study the material selected under grazing conditions is recommended, with the objective of determining the pre-commercial varieties in this environment.

Key words: Acid soil, *Brachiaria brizantha*, germoplasm

### Introducción

Según datos del III Informe Nacional de la República de Cuba (Anon, 2006), las áreas de tierra en el país presentan varias limitantes, como se aprecia en la tabla 1. La mayor afectación es provocada por el bajo contenido de materia orgánica, seguido de los problemas de acidez y baja fertilidad. Es por ello que la existencia de especies y accesiones que muestren una producción aceptable con bajos insumos, es decir, sin la utilización de riego ni fertilización o con dosis mínimas en suelos con problemas de acidez, pudiera ser una solución parcial a dicha problemática para el caso de los pastos y los forrajes, ya que estos suelos representan el 51,5% del área total.

En los últimos años, varias especies mejoradas del género *Brachiaria* han sido seleccionadas como promisorias en programas de investigación que se desarrollan en Australia y en América, sobre todo en Brasil, Colombia y Venezuela (Gutiérrez, Paretas, Suárez, Cordoví, Pazos y Alfonso, 1990).

En Cuba se ha utilizado como especie comercial la hierba Paraná (*Brachiaria purpurascens*), muy adaptada a suelos plásticos que retienen alta humedad, lo que impone la búsqueda de especies que se adapten a otras limitantes de los suelos, como son la acidez, la salinidad, la erosión, la baja fertilidad natural y la pedregosidad (Hernández, 1996).

Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar y seleccionar las accesiones de mejor comportamiento general de la especie *Brachiaria brizantha* en un suelo ácido.

### Introduction

According to data of the 3<sup>rd</sup> National Report of the Republic of Cuba (Anon, 2006), the land areas in the country present some limitations, as it is observed in table 1. The highest affectation is caused by the low organic matter content followed by acidity and low fertility problems. That is why the existence of species and accessions that show acceptable production with low inputs, that is, with neither irrigation nor fertilization or with minimum doses in soils with acidity problems, could be a partial solution to such problem in the case of pastures and forages, because these soils represent 51,5% of the total area.

In recent years, several improved species of the *Brachiaria* genus have been selected as promising in research programs developed in Australia and America, mainly in Brazil, Colombia and Venezuela (Gutiérrez, Paretas, Suárez, Cordoví, Pazos and Alfonso, 1990).

In Cuba the grass *Brachiaria purpurascens*, very well adapted to plastic soils that retain high moisture, has been used as commercial species, which imposes the search for species that adapt to other soil limitations, such as acidity, salinity, erosion, low natural fertility and stony characteristics (Hernández, 1996).

For such reason, the objective of this work was to evaluate and select the accessions of best general performance of the species *Brachiaria brizantha* on an acid soil.

Tabla 1. Tipos de afectaciones y cantidad de área afectada (Oficina Nacional de Estadísticas, citado por Anon, 2006).

Table 1. Types of affectations and quantity of area affected (Oficina Nacional de Estadísticas, cited by Anon, 2006).

	1999– 2005	
	MM de hectáreas	% del área total
Salinidad y sodicidad	1 000	14,9
Erosión (muy fuerte y media)	2 900	43,3
Baja fertilidad	3 000	44,8
Acidez	3 400	51,5
Compactación	1 600	23,9
Muy baja contenido de MO	4 660	70,6
Mal drenaje	2 700	40,3

### Materiales y Métodos

**Suelo.** El ensayo se realizó en áreas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Cascajal", municipio de Santo Domingo, provincia Villa Clara, en un suelo Alítico (Hernández *et al.*, 1999). En la tabla 2 se muestra la composición química del suelo, el cual se caracteriza por presentar un pH ácido, así como bajos contenidos de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo asimilable. Entre los cationes intercambiables existe un ligero predominio del calcio, aunque en general todos están presentes en una baja concentración. En función de estas características, se puede considerar como un suelo ácido y de baja fertilidad.

**Tratamientos.** Los tratamientos fueron 36 accesiones de *B. brizantha*: CIAT-16303, CIAT-16473, CIAT-16809, CIAT-16154, CIAT-16307, CIAT-16300, CIAT-16448, CIAT-16438, CIAT-16160, CIAT-16125, CIAT-16332, 1539, CIAT-26646, CIAT-16467, CIAT-6780, CIAT-16335, CIAT-16469, CIAT-16827, CIAT-26110, CIAT-16482, CIAT-16132, CIAT-16317, CIAT-16322, CIAT-16819, CIAT-16334, CIAT-16316, CIAT-26032, CIAT-26290, N° 1, CIAT-16128, CIAT-16311, CIAT-16461, CIAT-16485, CIAT-16110, Insurgente y CIAT-16197. En este estudio no se utilizó testigo, pero como estrategia y con el fin de tener un elemento de comparación, se tomó como patrón la accesión *B. brizantha* CIAT-16448, ya que ha mostrado excelentes resultados en varios atributos de orden cualitativo y cuantitativo.

**Procedimiento experimental.** Para la preparación del suelo se utilizó el método convencional, consistente en arado, pase de grada, cruce y surcado. Se emplearon parcelas sencillas de 3,0 x 1,0 m, sin réplicas, con separación de las calles de 1,5 m. La plantación, en cada parcela,

### Materials and Methods

**Soil.** The essay was carried out in areas of the Experimental Station of Pastures and Forages "Cascajal", Santo Domingo municipality, Villa Clara province, on an Alitic soil (Hernández *et al.*, 1999). Table 2 shows the chemical composition of the soil, which presents acid pH, as well as low contents of organic matter, total nitrogen and assimilable phosphorus. Among the exchangeable cations there is a slight predominance of calcium, although in general all are present in low concentrations. With regards to these characteristics, it can be considered as an acid low-fertility soil.

**Treatments.** The treatments were 36 accessions of *B. brizantha*: CIAT-16303, CIAT-16473, CIAT-16809, CIAT-16154, CIAT-16307, CIAT-16300, CIAT-16448, CIAT-16438, CIAT-16160, CIAT-16125, CIAT-16332, 1539, CIAT-26646, CIAT-16467, CIAT-6780, CIAT-16335, CIAT-16469, CIAT-16827, CIAT-26110, CIAT-16482, CIAT-16132, CIAT-16317, CIAT-16322, CIAT-16819, CIAT-16334, CIAT-16316, CIAT-26032, CIAT-26290, N° 1, CIAT-16128, CIAT-16311, CIAT-16461, CIAT-16485, CIAT-16110, Insurgente and CIAT-16197.

In this study no control was used, but as strategy and with the objective of having an element for comparison, the accession *B. brizantha* CIAT-16448 was taken as pattern, because it has shown excellent results in several qualitative and quantitative attributes.

**Experimental procedure.** For the soil preparation the conventional method, consisting in plowing, harrowing, crossing and furrowing, was used. Simple 3,0 x 1,0 m plots without replications were used, with separation between rows of 1,5 m. The plantation, in each plot, was carried out in two rows separated by 0,70 m with

Tabla 2. Características químicas del suelo.  
Table 2. Chemical characteristics of the soil.

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

se realizó en dos hileras separadas a 0,70 m con una distancia de 0,60 m entre plantas. Se utilizaron porciones de macollas formadas por 8-10 vástagos, los que poseían una longitud aproximada de 15 a 20 cm. Durante el período experimental no se aplicó riego ni fertilización.

**Mediciones.** Para la realización de las mediciones y estimaciones en esta fase, se siguieron los lineamientos planteados en la Metodología aprobada por la Subcomisión Nacional de Variedades de Pastos, propuesta por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (Machado, Seguí y Alonso, 1997).

Durante el período experimental se midió la altura de la planta, en cuatro puntos por parcela. Para ello se utilizó una regla graduada en centímetros, cuya posición fue perpendicular y siempre en contacto con la superficie del suelo. Además se estimaron, a través de escalas:

- 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).
- La cobertura (1= 10-20% de área cubierta, 2= 21-40% , 3= 41-60%, 4= 61-80%, y 5>80%).
- Las afectaciones por plagas (0= 0-1% de área afectada –inmune–, 1= 2-10% de área afectada –resistente–, 2= 11-20% de área afectada –tolerante– y 3> 20% de área afectada –susceptible–).
- Las enfermedades y la clorosis (0= 0% de plantas, partes de estas o área afectada, 1= 1%, 2= 5%, 3= 10%, 4= 25%, 5= 50% y 6= 100%).

También se midió el rendimiento de biomasa, mediante un marco de 0,25 m<sup>2</sup>, el cual se lanzó al azar una vez por parcela. Se cosechó esa porción y se determinó el rendimiento de MS. Se realizó un corte de homogenización a los 30 días antes de la evaluación; en total se efectuaron cinco cortes.

**Análisis estadístico.** Para obtener la variabilidad en la colección y la relación entre las variables se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP); mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y

a distance of 0,60 m between plants. Tiller portions formed by 8-10 shoots, which had an approximate length of 15 to 20 cm, were used. During the experimental period neither irrigation nor fertilization were applied.

**Measurements.** For carrying out the measurements and estimations in this stage, the directions indicated in the Methodology approved by the National Sub-commission of Pasture Varieties, proposed by the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey" (Machado, Seguí and Alonso, 1997), were followed.

During the experimental period the plant height was measured, in four spots per plot. For that a ruler graduated in centimeters was used, which position was perpendicular and always in contact with the soil surface. Also, the following indicators were estimated through scales:

- Leafiness (1 = Very low, 2 = Low, 3 = Regular, 4 = Good, and 5 = Excellent).
- Vigor (1 = Very low, 2 = Low, 3 = Regular, 4 = Good, and 5 = Excellent).
- Cover (1 = 10-20% area covered, 2 = 21-40%, 3 = 41-60%, 4 = 61-80%, and 5>80%).
- Affectations by pests (0 = 0-1% affected area –immune area–, 1 = 2-10% affected area –resistant area–, 2 = 11-20% affected area –tolerant area– and 3 > 20% affected area –susceptible area–).
- Diseases and chlorosis (0 = 0% affected plants plant parts or area, 1 = 1%, 2 = 5%, 3 = 10%, 4 = 25%, 5 = 50% and 6 = 100%).

The biomass yield was also measured by means of a 0,25 m<sup>2</sup> frame, which was randomly thrown once per plot. This portion was harvested and the DM yield was determined. A homogenization cutting was carried out 30 days before evaluation; as a whole five cuttings were performed.

**Statistical analysis.** In order to obtain variability in the collection and the relationship among variables a main component analysis (MCA) was carried out; while for grouping the treatments with similar characteristics, regarding the measured and estimated variables, a cluster analysis was performed. For that the mean value of all the field observations was taken, with which

estimadas, se utilizó un análisis de clasificación automática por conglomerado (*cluster analysis*). Para ello se tomó el valor medio de todas las observaciones de campo, con lo que se conformó una matriz de comparación. Previo a este análisis se estandarizaron dichos valores, de forma tal que todos tuvieran el mismo peso en la formación de las clases o grupos. Los análisis se realizaron con la utilización del paquete estadístico SPSS versión 10.0.

Para establecer las variables que más influyeron en la variabilidad en cada componente se aceptaron las componentes que tuvieran un valor propio que fuese igual o mayor que 1; además se tomó como criterio de selección que la variabilidad acumulada fuera superior al 65% para determinar si esta era alta o no.

Con el fin de obtener la contribución de las variables a la formación de los grupos se siguió el siguiente procedimiento. Después de formados los grupos mediante el análisis de conglomerado, se determinó la media de cada indicador, a partir de la matriz de datos obtenida en cada grupo. Para determinar la contribución (tanto positiva como negativa) de las variables a la formación de los grupos, se tomó como base que el total de indicadores representaban el 100%. Así, todos aquellos indicadores que sobrepasaban la media poblacional se identificaron como positivos y todos aquellos que se encontraban por debajo, como negativos. Después de prefijar el número de indicadores (positivos y negativos) se determinó, por proporciones, el valor porcentual con relación al total alcanzado por cada grupo. En el caso de los indicadores plagas, enfermedades y clorosis se procedió de forma inversa, ya que las medias mayores a la media poblacional significaban una mayor afectación.

### Resultados

A través del ACP (tabla 3) se detectó que la varianza total acumulada fue alta (77,19%) y se distribuyó en las dos primeras componentes. La primera explicó el 54,80% de la varianza total y estuvo explicada, fundamentalmente, por la velocidad de crecimiento, la hojiosidad, el vigor y el rendimiento, los cuales estuvieron positiva-

a comparison matrix was conformed. Before this analysis such values were standardized, so that all of them had the same bearing on the formation of the classes or groups. The analyses were carried out using the statistical pack SPSS version 10.0.

To establish the variables had the highest influence on variability in each component, the components that had a proper value equal to or higher than 1 were accepted; in addition, the selection criterion taken was that the cumulative variability was higher than 65% in order to determine whether it was high or not.

With the objective of obtaining the contribution of the variables to group formation, this procedure was followed. After the groups were formed by the cluster analysis, the mean of each indicator was determined from the data matrix obtained in each group. To determine the contribution (positive as well as negative) of the variables to group formation, it was taken as base that the total of indicators represented 100%. Thus, all the indicators that exceeded the population mean were identified as positive and all those that were below the population mean were considered negative. After pre-fixing the number of indicators (positive and negative) the percent value with regards to the total reached by each group was determined, by proportions. In the case of the indicators pests, diseases and chlorosis the procedure was inverse, because the means higher than the population mean represented higher affectation.

### Results

Through the MCA (table 3) it was detected that the total cumulative variance was high (77,19%) and it was distributed in the first two components. The first one accounted for 54,80% of the total variance and was explained, mainly, by growth rate, leafiness, vigor and yield, which were positively related to each other; this last indicator was also explained in CP2 by cover, with 22,38% variability for this component.

The quantity of accessions per groups and their identification is shown in table 4 and the contribution of the variables to group formation in table 5.

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

Table 3. Relationship between variables and indicators that account for the variance.

Indicador	Componente principal	
	CP 1	CP 2
Vc	<b>0,72</b>	-0,40
H	<b>0,94</b>	0,00
V	<b>0,93</b>	0,13
Cob	0,46	<b>0,83</b>
R	<b>0,51</b>	-0,49
Valor propio	2,74	1,11
Varianza (%)	54,80	22,38
Acumulado (%)	54,80	77,19

Vc: Velocidad de crecimiento, H: Hojiosidad, V: Vigor, Cob: Cobertura, R: Rendimiento

mente relacionadas entre sí; este último indicador también estuvo explicado en la CP2 por la cobertura, con un 22,38% de variabilidad para esta componente.

La cantidad de accesiones por grupos y su identificación se muestra en la tabla 4 y la contribución de las variables a la formación de los grupos en la tabla 5.

De acuerdo con los resultados de la tabla 5, *B. brizantha* CIAT-26646 (grupo V) mostró la mayor velocidad de crecimiento, el mejor índice de hojiosidad y vigor, un alto rendimiento así como una cobertura aceptable. Estos valores motivaron que el grupo tuviera un 100% de contribución positiva.

According to the results of table 5, *B. brizantha* CIAT-26646 (group V) showed the highest growth rate, the best leafiness and vigor index, high yield as well as acceptable cover. These values caused that the group had 100% positive contribution.

Groups I and IV showed 80% positive contribution. The former presented values higher than the population mean in all the indicators studied, except yield; while group IV showed a performance similar to the previous one. Nevertheless, the latter had good yields, but the cover was lower than the population mean.

Group III, integrated by *B. brizantha* (CIAT-26110 and CIAT-16469), showed the highest yields in this period and also had a good performance regarding vigor and cover. Nevertheless, its growth rate and leafiness index were slightly lower than the population mean, but higher than those of groups II and VI, which showed the lowest positive contribution (20,0 and 0%, respectively). Group II presented lower values than the population mean in all the indicators studied, except in cover, which exceeded the latter; while group VI showed the lowest values in all the indicators.

In this season the whole collection did not show any symptom or lesion regarding the indicators affectations by pests, symptoms caused by diseases and chlorosis, which behaved similarly for all the accessions (zero value), which demonstrates that the prevailing climatic conditions in this season favored plant development.

Tabla 4. Accesiones pertenecientes a cada grupo.

Table 4. Accessions belonging to each group.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	17	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16317, CIAT-26032, CIAT-16809, N° 1, CIAT-16473, CIAT-16154, CIAT-16334, CIAT-16335, CIAT-16197, CIAT-16132, CIAT-16322, CIAT-16485, CIAT-16303, CIAT-16448, CIAT-16311, CIAT-16332, CIAT-16819)
II	13	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16827, CIAT-16128, Insurgente, CIAT-26290, CIAT-1539, CIAT-6780, CIAT-16300, CIAT-16316, CIAT-16160, CIAT-16461, CIAT-16467, CIAT-16125, CIAT-16438)
III	2	<i>B. brizantha</i> (CIAT-26110, CIAT-16469)
IV	2	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16110, CIAT-16482)
V	1	<i>B. brizantha</i> CIAT-26646
VI	1	<i>B. brizantha</i> CIAT-16307

Tabla 5. Contribución de las variables a la formación de los grupos.  
Table 5. Contribution of the variables to group formation.

Grupo	Vc	H	V	Cob	R	+	-
I	0,26	3,7	4,1	4,3	3,9	80	20
II	0,22	3,4	3,5	3,8	3,7	20	80
III	0,24	3,4	3,8	3,7	6,6	60	40
IV	0,29	3,6	3,8	3,2	4,9	80	20
V	0,32	4,4	4,6	4,0	5,6	100	-
VI	0,19	2,6	3,0	3,4	2,5	-	100
x poblacional	0,25	3,5	3,8	3,7	4,5		

Los grupos I y IV presentaron un 80% de contribución positiva. El primero mostró valores superiores a la media poblacional en todos los indicadores estudiados, excepto en el rendimiento; mientras que el grupo IV presentó un comportamiento similar al anterior. Sin embargo, este último tuvo buenos rendimientos, pero la cobertura se comportó inferior a la media poblacional.

El grupo III, integrado por *B. brizantha* (CIAT-26110 y CIAT-16469), presentó los mayores rendimientos en este período y también tuvo un buen comportamiento en cuanto al vigor y la cobertura. Sin embargo, su velocidad de crecimiento e índice de hojicidad fueron ligeramente inferiores que la media poblacional, pero superiores a los de los grupos II y VI, que mostraron la más baja contribución positiva (20,0 y 0%, respectivamente). El grupo II mostró en todos los indicadores estudiados valores inferiores a la media poblacional, excepto en la cobertura, que superó a esta última; mientras que el grupo VI presentó los valores más bajos en todos los indicadores.

En esta época del año la colección completa no mostró ningún síntoma o lesión en cuanto a los indicadores afectaciones por plagas, síntomas causados por enfermedades y clorosis, los que se comportaron igual para todas las accesiones (valor cero), lo que denota que las condiciones climáticas imperantes en esta época favorecieron el desarrollo de las plantas.

### Discusión

Al analizar los resultados del ACP (tabla 3) se confirmó que la variabilidad acumulada fue

### Discussion

When analyzing the results of the MCA (table 3), it was confirmed that the cumulative variability was high, higher than 65%, criterion selected for the study. This is due to the high correlation that existed among the studied variables, particularly for growth rate, leafiness, plant vigor and cover, aspects which contributed in the grouping of the accessions and their later selection.

This variability was lower than the one obtained by Olivera (2004); Olivera and Machado (2004) and Olivera, Machado, del Pozo, Ramírez and Cepero (2006), when studying a collection of *Brachiaria spp.*, under similar experimental conditions; this is due to the high heterogeneity of the collection studied by these authors, because it was formed by accessions of different species, such as: *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. ruzizensis*, *B. humidicola*, *B. purpurascens* and *B. arrecta*, which are different from the morphological point of view. However, in this study the collection was formed by only one species, *B. brizantha*, which motivates the existence of higher uniformity; these results confirm the report by Olivera, Yuseika *et al.*, (unpublished) when studying the same collection (*B. brizantha*), but in the dry season.

The fact that the affectations by pests and diseases, and to a certain extent the presence of chlorosis, were not related to the other variables and showed little variability, obeys the narrow variation range in terms of absolute value in these variables. In this period, almost all the accessions showed slight damage in the foliage; yet, the

alta, superior al 65%, criterio seleccionado para la investigación. Ello se debe a la alta correlación que existió entre las variables estudiadas, particularmente para la velocidad de crecimiento, la hojiosidad, el vigor de la planta y la cobertura, aspectos que contribuyeron en la agrupación de las accesiones y su posterior selección.

Esta variabilidad fue menor que la obtenida por Olivera (2004); Olivera y Machado (2004) y Olivera, Machado, del Pozo, Ramírez y Cepero (2006), al estudiar una colección de *Brachiaria spp.*, en condiciones experimentales similares; ello se debe a la alta heterogeneidad de la colección estudiada por dichos autores, ya que estaba formada por accesiones de diferentes especies tales como: *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. ruziziensis*, *B. humidicola*, *B. purpurascens* y *B. arrecta*, las cuales tienen diferencias desde el punto de vista morfológico. Sin embargo, en el presente estudio la colección estuvo formada por una sola especie, *B. brizantha*, lo que motiva la existencia de una mayor uniformidad; estos resultados confirman lo planteado por Olivera, Yuseika *et al.* (inédito) al estudiar esta misma colección (*B. brizantha*) pero en la época de mínimas precipitaciones.

El hecho de que las afectaciones por plagas y enfermedades, y en cierto modo la presencia de clorosis, no se relacionaran con las demás variables y mostraran poca variabilidad, obedece al estrecho rango de variación en términos de valor absoluto en estas variables. En este período casi todas las accesiones mostraron un ligero daño en el follaje; sin embargo, la presencia de estos daños (plagas, enfermedades y clorosis) no ocasionó afectaciones en el área foliar. Por lo tanto, se considera que este efecto no influyó en el desarrollo de las plantas, ya que los valores observados en dichos indicadores se encuentran en el rango de inmune, según la escala utilizada. Este aspecto es muy interesante, ya que los efectos ocasionados por cualquier tipo de estrés, entre ellos los mencionados, pueden ocasionar cuantiosas pérdidas en términos cuantitativos y cualitativos de la biomasa, lo que se ha discutido en innumerables trabajos desarrollados con germoplasma de estas y otras especies de plan-

presence of this damage (pests, diseases and chlorosis) did not cause affectations in the leaf area, Thus, this effect was not considered to influence plant development, because the values observed in such indicators are in the immune range, according to the scale used. This aspect is very interesting, as the effects caused by any type of stress, including the above-mentioned ones, can cause high losses in quantitative and qualitative terms of the biomass, which has been discussed in many works developed with germplasm from these and other plant species (Álvarez, Martínez, Hernández, Vega and Quintana, 1998; Appa Rao, Mengasha, Gopal Reddy and Prasada Rao, 1998; Machado, 1998 and Rao, Miles, Plazas and Ricuarte, 2002).

The results allowed to identify, by means of the cluster analysis, the formation of six differentiated groups.

58,3% of the collection (groups I, III and IV) showed acceptable values in the measured and estimated indicators.

The accessions of group III showed higher yield. With regards to it, Rao, Zeigler, Vera and Sarkarung (1993) stated that dry matter production has been considered one of the most important adaptation attributes of plants for the selection of promising species in specific environments, very encouraging aspect, because it is an environment highly affected by acidity and low fertility, characteristic in thousands of hectares in the country. Among the accessions belonging to the above-mentioned groups, there are some that have also been promising in other countries, such as Peru, Costa Rica and Brazil. Argel and Keller-Grein (1998), when studying large collections of this species, indicated that the variation within it was high when the following variables were used: soil cover, plant height and DM yield, for two years; these authors reported that the accessions CIAT 26110 and CIAT 16322 were the best adapted to the conditions to which they were subject. In this study the accession CIAT-26110 was not among the excellent ones, but it is important to take into consideration that it was placed in the group that produced higher biomass yield, for which it must



tas (Álvarez, Martínez, Hernández, Vega, y Quintana, 1998; Appa Rao, Mengasha, Gopal Reddy y Prasada Rao, 1998; Machado, 1998; Rao, Miles, Plazas y Ricuarte, 2002).

Los resultados permitieron identificar, mediante el análisis de clasificación automática, la formación de seis grupos diferenciados.

El 58,3% de la colección (grupos I, III y IV) mostró valores aceptables en los indicadores medidos y estimados.

Las accesiones del grupo III mostraron mayor rendimiento. Con relación a ello, Rao, Zeigler, Vera y Sarkarung (1993) plantearon que la producción de materia seca ha sido considerada como uno de los más importantes atributos de adaptación de las plantas para la selección de especies promisorias en ambientes específicos, aspecto muy alentador, ya que se trata de un ambiente fuertemente afectado por la acidez y la baja fertilidad, característico en miles de hectáreas del país.

Entre las accesiones pertenecientes a los grupos antes mencionados, existen algunas que también han sido promisorias en otros países, como Perú, Costa Rica y Brasil. Argel y Keller-Grein (1998), al estudiar amplias colecciones de esta especie, indicaron que la variación intraespecífica fue grande cuando se emplearon las siguientes variables: cobertura del suelo, altura de la planta y rendimiento de MS, durante dos años; estos autores informaron que las accesiones CIAT-26110 y CIAT-16322 resultaron las de mejor adaptación a las condiciones a las que fueron sometidas. En el presente estudio la accesión CIAT-26110 no se encontró entre las excelentes, pero es importante tener en cuenta que se ubicó en el grupo que produjo mayor rendimiento de biomasa, por lo que se debe considerar para estudios futuros, de acuerdo con lo discutido con anterioridad.

Además, Lascano, Plazas y Pérez (2002) plantearon que el pasto toledo (*B. brizantha* CIAT-26110) ha sido recomendado como una gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería en Colombia, ya que crece bien en la época de pocas precipitaciones, y se caracteriza por poseer una mayor proporción de hojas

be considered for future studies, according to the above-discussed.

Besides, Lascano, Plazas and Pérez (2002) stated that *B. brizantha* CIAT-26110 has been recommended as a grass of vigorous growth for intensifying livestock production in Colombia, because it grows well in the dry season, and has a higher proportion of green leaves when compared to other cultivars such as *cv. Marandú*, which is due, according to these authors, to the fact that it has a high content of non-structural carbohydrates and little quantity of minerals in the leaf tissue. Rao, Miles, Plazas, Ricuarte and García (2002) reported it as an accession that has good biomass production.

In general, all the accessions studied adapted, to a higher or lower extent, to the conditions, and were tolerant according to the exploitation regime to which they were subject. Such aspects are reaffirmed if it is taken into consideration that the soil on which this experiment was carried out has low fertility and is characterized by low contents of nitrogen and phosphorus (table 2) and that during the exploitation period neither irrigation nor fertilization were used, for which it is feasible to assume that the accessions could adapt and produce forage, due to their quality of being able to develop on soils with deficiency of these elements.

Nevertheless, the accessions of groups I, V and III were the ones with the best adaptation and performance during the rainy season, and among them was the comparison pattern *B. brizantha* CIAT-16448, which showed, together with the others in its group, a higher cover index than the one reached by *B. brizantha* CIAT-26646 (group V); this last accession stood out for all the indicators when comparing them to the population mean, and it also stood out for being among the ones with higher growth rate, leafiness, vigor and yield. This corroborates the results obtained by Machado (1998), who indicated that it was the most outstanding accession from the productive point of view as well as regarding the tolerance to stressing agents, when studying a collection of this genus under simulated grazing conditions. Also Veiga

verdes al compararla con otros cultivares como el *cv. Marandú*, lo cual se debe, según estos mismos autores, a que posee un alto contenido de carbohidratos no estructurales y poca cantidad de minerales en el tejido foliar. Rao, Miles, Plazas, Ricuarte y García (2002) reportaron que esta es una accesión que posee buena producción de biomasa.

De manera general, todas las accesiones estudiadas se adaptaron, en mayor o menor grado, a las condiciones, y fueron tolerantes de acuerdo con el régimen de explotación al que se sometieron. Tales aspectos se reafirman si se parte del hecho de que el suelo donde se llevó a cabo este experimento es de baja fertilidad y está caracterizado por sus bajos contenidos de nitrógeno y fósforo (tabla 2) y que durante el período de explotación no se utilizó fertilización ni riego, por cuanto es factible asumir que en estas accesiones pudieron adaptarse y producir forraje, debido a su cualidad de desarrollarse en suelos deficientes en estos elementos.

No obstante, las accesiones de los grupos I, V y III fueron las de mejor adaptación y comportamiento durante la época lluviosa, y entre ellas se encontraba el patrón de comparación *B. brizantha* CIAT-16448, el cual mostró, junto a las restantes de su grupo, un mayor índice de cobertura que el alcanzado por *B. brizantha* CIAT-26646 (grupo V); esta última accesión sobresalió para todos los indicadores al relacionarlos con la media poblacional, y se destacó además por encontrarse entre las de mayor velocidad de crecimiento, hojiosidad, vigor y rendimiento. Ello corrobora los resultados de Machado (1998), quien indicó que fue la accesión más sobresaliente tanto desde el punto de vista productivo como de tolerancia a los agentes estresantes, al investigar una colección de este género en condiciones de pastoreo simulado. También Veiga y Serrao (1987) informaron que esta accesión mostró muy buen comportamiento al estudiarla en diversos ambientes en las regiones amazónicas de Brasil y que sobresalió por encima del *cv. Marandú*, seleccionado como uno de los de mejor comportamiento en extensas regiones de ese país.

and Serrao (1987) reported that this accession showed very good performance when being studied in different environments in the Amazonian regions of Brazil and exceeded *cv. Marandú*, selected as one of those with better performance in large regions of that country.

According to the analysis of the results, it is concluded that the differences in the evaluated material, with regards to the indicators, support the role that such attributes played in the adaptation of the accessions, because the remarkable contrasts among them were evident.

To carry out studies in other superior evaluation stage with the selected accessions (groups I, V and III) is recommended, and to take into consideration the accession CIAT-26110 (group III) for its good performance regarding yield, with the objective of obtaining pre-commercial varieties for this environment, previous evaluation with animals.

#### Acknowledgements

The authors wish to thank the technicians Belkis León and Xiomara Salazar, and all the workers of the EEPF "Cascajal" for their valuable collaboration in the development of this study.

--End of the English version--

De acuerdo con el análisis de los resultados, se concluye que las diferencias en el material evaluado, en relación con los indicadores, avalan el papel que tales atributos desempeñaron en la adaptación de las accesiones, ya que fueron evidentes los marcados contrastes entre ellas.

Se recomienda realizar estudios en otra fase superior de evaluación con las accesiones seleccionadas (grupos I, V y III) y tener en cuenta la accesión CIAT-26110 (grupo III) por su buen comportamiento en cuanto al rendimiento, con el fin de obtener variedades precomerciales para este ambiente, previa evaluación con animales.

#### Agradecimientos

Los autores desean extender sus agradecimientos a los técnicos Belkis León y Xiomara Salazar, y a todos los trabajadores de la EEPF

“Cascajal” por la valiosa colaboración en el desarrollo de este estudio.

### Referencias bibliográficas

- Álvarez, Orquídea; Martínez, H.L.; Hernández, Neice; Vega, Susana & Quintana, Maribel. 1998. Evaluación agronómica inicial de ecotipos del género *Canavalia*. *Pastos y Forrajes*. 21:55
- Anon. 2006. III Informe Nacional Comité de Revisión Implementación de la Convención (CRIC) de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía. Ciudad de La Habana, Cuba. 49 p.
- Appa Rao, S.; Mengasha, M.H.; Gopal Reddy, V. & Prasada Rao, V.E. 1998. Collecting and evaluation of Sorghum germplasm from Rwanda. *Plant Genetic Resources Newsletter*. 114:26
- Argel, P. & Keller-Grein, G., 1998. Experiencia regional con *Brachiaria*: región de América Tropical, tierras bajas húmedas. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. (Eds. J.W Miles, B.L Maass, C.B do Valle). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 226
- Gutiérrez, A.; Paretas, J.J.; Suárez, J.D.; Cordoví, E.; Pazos, R. & Alfonso, H.A. 1990. Género *Brachiaria*: Nueva alternativa para la ganadería cubana. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. 64 p.
- Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, Cuba. 64 p.
- Hernández, Marta. 1996. Los suelos ganaderos de Cuba. Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 18 p. (Mimeo)
- Lascano, C.; Plazas, C. & Pérez, O. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT-26110). Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 18 p.
- Machado, R. 1998. Selección de ecotipos de *Brachiaria spp.* bajo condiciones de pastoreo sin fertilización. *Pastos y Forrajes*. 21:303
- Machado, R.; Seguí, E. & Alonso, O. 1997. Metodología para la evaluación de especies herbáceas. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 35 p. (Mimeo)
- Olivera, Yuseika. 2004. Evaluación y selección inicial de accesiones de *Brachiaria spp.* para suelos ácidos. Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 105 p.
- Olivera, Yuseika & Machado, R. 2004. Evaluación de especies del género *Brachiaria* en suelos ácidos e infértiles durante la época de mínimas precipitaciones. *Pastos y Forrajes*. 27:225
- Olivera, Yuseika; Machado, R.; Del Pozo, P.P.; Ramírez, J. & Cepero, Bárbara. 2006. Caracterización y selección de accesiones en una colección de *Brachiaria*. *Pasturas Tropicales*. 25 (3):55
- Rao, M.I.; Miles, J.W.; Plazas, C. & Ricuarte, J. 2002. Field evaluation of most promising hybrids of *Brachiaria* in the Llanos of Colombia. In: Grass and legume genotypes with superior adaptation to edaphic and climatic constraints are developed. [Http://www.Ciat.Cgiar.Org/Forrajes/Pdf/Output3\\_2002.Pdf](http://www.Ciat.Cgiar.Org/Forrajes/Pdf/Output3_2002.Pdf)
- Rao, M.I.; Miles, J. W.; Plazas, C.; Ricuarte, J. & García, R. 2002. Identification of plant attributes for persistence with low nutrient supply in hybrids and accessions of *Brachiaria*. In: Grass and legume genotypes with superior adaptation to edaphic and climatic constraints are developed. [Http://www.Ciat.Cgiar.Org/Forrajes/Pdf/Output3\\_2002.Pdf](http://www.Ciat.Cgiar.Org/Forrajes/Pdf/Output3_2002.Pdf)
- Rao, M.I.; Zeigler, R.S.; Vera, R.R. & Sarkarung, S. 1993. Selection and breeding for acid soil tolerance in crops upland rice and tropical forages as case studies. *Bio Sci*. 43:454
- Veiga, J.B. & Serrao, E.A. 1987. Recuperación de pasturas en la región este de la Amazonia brasileña. *Pasturas Tropicales*. 9 (3):40

Recibido el 12 de julio del 2007  
Aceptado el 20 de agosto del 2007