

**Evaluación agronómica de accesiones de *Brachiaria* spp.
en condiciones agroecológicas de Barrancabermeja, Santander,
Colombia. I. Primer año de evaluación**

**Agronomic evaluation of accessions of *Brachiaria* spp. under
the agroecological conditions of Barrancabermeja, Santander,
Colombia. I. First year of evaluation**

E.R. Canchila¹, F. Ojeda², R. Machado², Mildrey Soca², Odalys Toral² y D. Blanco²

¹ Instituto Universitario de la Paz.
Calle 49 #10-22, Avenida Santander
Barrancabermeja, Santander del Sur, Colombia
E-mail: emirocanchilas@yahoo.es
² EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

Resumen

Se evaluaron 24 accesiones de *Brachiaria* spp. en 72 parcelas de 21 m², con el objetivo de seleccionar las de mejor respuesta en las condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad de la región de Barrancabermeja. La germinación se realizó en vivero, con semillas sexuales. A los 138 días de sembradas y después de un corte de homogenización comenzó el primer año de evaluación, con cortes cada 42 días hasta los 390 días. Se determinó el porcentaje de emergencia y el de cobertura, la altura de la planta, la producción de forraje, el porcentaje de hojas y la incidencia de plagas y enfermedades. Los análisis se realizaron por el paquete estadístico SPSS 10.0. Según el ACP los indicadores más variables fueron: la altura, la producción de forraje, el porcentaje de hojas, el porcentaje de emergencia, la incidencia de plagas y enfermedades, y el porcentaje de cobertura. Se destacaron las especies *B. dictyoneura* (CIAT-6133), *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-26318, CIAT-16121, CIAT-16113 y CIAT-16322), *B. decumbens* (CIAT-606) y *B. humidicola* (CIAT-26159).

Palabras clave: *Brachiaria* spp., evaluación, suelo ácido

Abstract

Twenty-four accessions of *Brachiaria* spp. were evaluated in 72 plots of 21 m², with the objective of selecting those with the best response under the conditions of low fertility acid soils of the Barrancabermeja region. Germination was carried out in nursery with sexual seed. One hundred thirty eight days after sowing and after a homogenization pruning the first year of evaluation started, with cuttings every 42 days until 390 days. The emergence and cover percentage, plant height, forage production, leaf percentage and incidence of pests and diseases were determined. The analyses were performed by means of the statistical pack SPSS 10.0. According to the MCA the most variable indicators were: height, forage production, leaf percentage, emergence percentage, incidence of pests and diseases and cover percentage. The species *B. dictyoneura* (CIAT-6133), *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-26318, CIAT-16121, CIAT-16113 and CIAT-16322), *B. decumbens* (CIAT-606) and *B. humidicola* (CIAT-26159), stood out.

Key words: Acid soil, *Brachiaria* spp., evaluation

Introducción

Con el fin de contribuir al desarrollo ganadero de un país o de una región, es necesario efectuar estudios encaminados a discernir cuáles son los géneros, especies y accesiones de pastos que mejor se adaptan a sus factores agroclimáticos y de suelo, entre los cuales la productividad, el valor nutritivo, la resistencia y/o tolerancia a los factores estresantes (como son las plagas, las enfermedades y los efectos de la sequía), la velocidad de establecimiento, la persistencia de las especies frente al animal y la factibilidad de introducir las en las explotaciones, desempeñan un papel determinante para decidir cuáles son las más adecuadas a esas condiciones (Machado, Seguí, Olivera, Toral y Wencomo, 2006).

La región del Magdalena Medio, a pesar de sus altas precipitaciones durante todo el año, se caracteriza por presentar suelos ácidos de baja fertilidad, con limitaciones en las especies de pastos que pueden desarrollarse en ese medio. Por otra parte, ha carecido de estudios sistemáticos encaminados a encontrar nuevas opciones que le permitan incrementar la calidad de los pastos utilizados en las áreas ganaderas, primando más las introducciones por comercialización de semillas que por criterios basados en resultados científicos; de ahí la prioridad que tienen las investigaciones relacionadas con la búsqueda de nuevas alternativas para los suelos con características desfavorables, como los de esta región (Plazas, 2006).

En las evaluaciones realizadas por Mateus (2000) se demostró que la *Brachiaria* spp. presentó los mejores resultados, con índices de adaptación capaces de aumentar los rendimientos productivos de la ganadería y de los pastos, además de ser la especie con mejor tolerancia a la incidencia de las plagas.

Teniendo en cuenta el potencial que presenta *Brachiaria* spp. para la ganadería de la región, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ) se plantearon evaluar nuevas alternativas forrajeras y desarrollar estrategias de manejo agronómico. En este marco

Introduction

In order to contribute to the livestock production development of a country or region, it is necessary to carry out studies aiming at determining which pasture genera, species and accessions are better adapted to its agroclimatic and soil factors, among which productivity, nutritive value, resistance and/or tolerance to stressing factors (such as pests, diseases and drought effects), establishment rate, persistence of the species before the animal and feasibility of being introduced in the exploitations, play an essential role to decide which are the most adequate for those conditions (Machado, Seguí, Olivera, Toral and Wencomo, 2006).

The Magdalena Medio region, in spite of its high rainfall throughout the year, has low fertility acid soils, with limitations in the pasture species that can be developed in that medium.

On the other hand, there has been lack of systematic studies aiming at finding new options that would allow this region to increase the quality of the pastures used in livestock production areas, introductions being made by seed commercialization rather than by criteria based on scientific results; hence the priority of the studies related to the search for new alternatives for soils with unfavorable characteristics, such as the ones in this region (Plazas, 2006).

In the evaluations carried out by Mateus (2000) it was proven that *Brachiaria* spp. showed the best results, with adaptation indexes capable of increasing the productive yields of livestock and pastures, besides being the species with the best tolerance to pest incidence.

Taking into consideration the potential shown by *Brachiaria* spp. for the livestock production of the region, the Colombian Corporation of Livestock Research (CORPOICA) and the University Institute of la Paz (UNIPAZ) proposed to evaluate new forage alternatives and develop strategies of agronomic management. In this framework this research was carried out with the objective of selecting, by means of a process of agronomic evaluation, the accessions of

se realizó la presente investigación con el objetivo de seleccionar, mediante un proceso de evaluación agronómica, las accesiones de *Brachiaria* spp. que mejor se adaptaran a las condiciones agroecológicas de la región Santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio, y que manifestaran una menor vulnerabilidad a las plagas y a las enfermedades.

Materiales y Métodos

Descripción del sitio. El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Experimental Santa Lucía, propiedad del Instituto Universitario de la Paz, el cual está ubicado en Vereda Zarzal, Municipio Barrancabermeja, en la Región de Magdalena Medio Santandereano, Departamento de Santander del Sur, Colombia.

Esta Institución se localiza en el kilómetro 14 sobre la margen izquierda de la vía Barrancabermeja-Bucaramanga; cuenta con una extensión de 324 ha y se ubica geoastrológicamente en las coordenadas 73°51'50" de longitud oeste, con respecto al meridiano de Greenwich, y 7°3'48" de latitud norte con respecto al paralelo del Ecuador.

Su formación vegetal es de bosque húmedo tropical, de topografía inclinada y ondulada, con una precipitación promedio anual de 2 800 mm, temperatura media de 29°C y humedad relativa de 80%.

Tratamientos y diseño experimental. En el desarrollo de esta investigación se utilizaron semillas sexuales de 22 accesiones y dos híbridos apomícticos de *Brachiaria* spp., para un total de 24 tratamientos (tabla 1). La distribución en el área experimental fue a través de un procedimiento completamente aleatorizado, con tres réplicas para cada tratamiento.

El material para la evaluación fue traído del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por CORPOICA, como parte del convenio de investigación con UNIPAZ.

Procedimiento experimental

Preparación del suelo y establecimiento de las parcelas. Antes del laboreo del suelo fue necesario eliminar el tapiz vegetal de las gramíneas

Brachiaria spp. that adapted better to the agroecological conditions of the Santander region of Barrancabermeja and Magdalena Medio, and which showed a lower vulnerability to pests and diseases.

Materials and Methods

Site description. The work was carried out in the facilities of the Experimental Center Santa Lucía, property of the University Institute of la Paz, which is located in Vereda Zarzal, Barrancabermeja municipality, in the Santander region of Magdalena Medio, Department of Santander del Sur, Colombia.

This Institution is located in the kilometer 14 on the left side of the Barrancabermeja-Bucaramanga road; has 324 ha and is geoastrológicamente located at 73°51'50" longitude west, with regards to the Greenwich meridian, and 7°3'48" latitude north, with regards to the Equator parallel.

Its plant formation is tropical rain forest, of sloped and undulated topography, with average annual rainfall of 2 800 mm, mean temperature of 29°C and relative humidity of 80%.

Treatments and experimental design. In the development of this study sexual seeds from 22 accesions and two apomictic hybrids of *Brachiaria* spp. were used, for a total of 24 treatments (table 1). The distribution in the experimental area was through a completely randomized procedure, with three replications per treatment.

The material for the evaluation was brought from the International Center of Tropical Agriculture (CIAT), by CORPOICA as part of the research agreement with UNIPAZ.

Experimental procedure

Soil preparation and establishment of the plots. Before the field work it was necessary to eliminate the plant cover of native grasses and wide-leaf weeds, by means of an application of *Paraquat*.

Fifteen days afterwards land preparation began using the conventional method, with one plowing and two passes of seed harrow. Twenty

Tabla 1. Accesiones de *Brachiaria* spp. evaluadas.
Table 1. Accessions of *Brachiaria* spp. evaluated.

Tratamiento	Accesión	Híbrido
1	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16871	
2	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16467	
3	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-26318	
4	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16867	
5	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-26556	
6	<i>Brachiaria brizantha</i> x <i>Brachiaria ruziziensis</i>	1737
7	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-26124	
8	<i>Brachiaria dictyoneura</i> CIAT-6133	
9	<i>Brachiaria decumbens</i> CIAT-606	
10	<i>Brachiaria decumbens</i> CIAT-16497	
11	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-6387	
12	<i>Brachiaria brizantha</i> x <i>Brachiaria ruziziensis</i>	1873
13	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16113	
14	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-26427	
15	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16212	
16	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-26562	
17	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16488	
18	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16322	
19	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16121	
20	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-26159	
21	<i>Brachiaria ruziziensis</i> CIAT-26180	
22	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-26110	
23	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16327	
24	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16315	

nativas y las malezas de hoja ancha, mediante una aplicación de *Paraquat*.

Quince días después comenzó la preparación del terreno de manera convencional, con un pase de arado y dos de grada ligera. Entre cada una de las labores se esperó 20 días para controlar el rebrote. El último pase de grada permitió además nivelar el terreno.

Con esta preparación se delimitó un lote de 36 m de ancho por 90 m de largo, donde quedaron circunscritas dos áreas repartidas en un espacio de 42 m de largo por 18 m de ancho, para un área total de 756 m² cada una.

Dentro de cada área se distribuyeron 36 parcelas, cada una de 7 m de largo por 3 m de ancho, con un área individual de 21 m²; la separación entre las parcelas fue de 1 m.

Siembra y fertilización. La siembra se consideró como parte del proceso evaluativo de las diferentes accesiones. Para ello se utilizaron semillas sexuales, las cuales se pusieron a germinar

days were left between labors to control regrowth. The last harrowing also allowed leveling the land.

With this preparation a 36 m wide and 90 m long lot was delimited, where two areas were circumscribed spread over a 42 m-long and 18 m-wide space, for a total area of 756 m² each.

Within each area 36 plots were distributed, each 7 m long and 3 m wide, with an individual area of 21 m²; the separation between plots was 1 m.

Planting and fertilization. The sowing was considered part of the evaluative process of the different accessions. For that sexual seeds were used, which were placed to germinate in a nursery, in plastic pots with a diameter of 30 cm and a height of 25 cm.

Once germination was verified and the sufficient number of seedlings was obtained, transplant was performed in the research site. The planting distance was 0,5 m between plants and 1 m between rows.

en un vivero, en macetas de plástico de 30 cm de diámetro por 25 cm de alto.

Una vez verificada la germinación y obtenido el número suficiente de plántulas, se efectuó el trasplante en el sitio de investigación. La distancia de siembra fue de 0,5 m entre plantas y 1 m entre surcos.

La aplicación de fertilizante se basó en los resultados del análisis químico del suelo (tabla 2) y en las recomendaciones de la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales). Se utilizaron las siguientes dosis, de acuerdo con el análisis del lote: fósforo (P_2O_5 40 kg/ha), potasio (K_2O 40 kg/ha), magnesio (Mg 10 kg/ha), azufre (S 10 kg/ha) y nitrógeno (N 10 kg/ha). Para el análisis del suelo las muestras se tomaron a 25 cm de profundidad.

El suelo se clasifica como Oxisol, extremadamente ácido, con un alto contenido de aluminio y hierro, y textura franco-arcillosa (CORPOICA, 1995).

Cosecha. Se consideraron como establecidas las parcelas a los 138 días de sembradas, momento en el cual se realizó un corte de homogenización y se inició el primer año de evaluación. Los cortes se continuaron a los 180, 222, 264, 306, 348 y 390 días después de la siembra, con una frecuencia de 42 días.

Toma de muestras en el campo. La muestra de campo se tomó del centro de cada parcela, después de eliminar el efecto de borde. Los cortes se hicieron dentro de un marco de 50 x 50 cm.

El material verde cortado se pesó y se seleccionó una submuestra de 500 g, para ser enviada al laboratorio y realizar los cálculos de materia

The fertilizer application was based on the results of the chemical analysis of the soil (table 2) and on the recommendations of the RIEPT (International Network of Evaluation of Tropical Pastures). The following doses were used, according to the lot analysis: phosphorus (P_2O_5 40 kg/ha), potassium (K_2O 40 kg/ha), magnesium (Mg 10 kg/ha), sulfur (S 10 kg/ha) and nitrogen (N 10 kg/ha). For the soil analysis the samples were taken at 25 m of depth.

The soil is classified as Oxisol, extremely acid, with a high content of aluminum and iron, and loamy-clayey texture (CORPOICA, 1995).

Harvest. The plots were considered established 138 days after being sown, moment at which a homogenization pruning was performed and the first year of evaluation began. The cuttings were carried out 180, 222, 264, 306, 348 and 390 days after sowing, with a frequency of 42 days.

Sampling in the field. The field sample was taken from the center of each plot, after eliminating the edge effect. The cuttings were made within a 50 x 50 cm framework.

The green material cut was weighed and a 500 g sub-sample was selected, to be sent to the laboratory and perform the dry matter calculations. The cutting of the erect accessions was made at 20 cm of height and for the creeping accessions at 10 cm over the soil level.

Experimental measurements. In this stage the establishment period (138 days) was included, in which the following variables were measured: emergence (in nursery) and cover. From this moment, the plant height, leaf percentage, dry

Tabla 2. Análisis físico-químico del suelo en el Centro Experimental Santa Lucía.
Table 2. Physical-chemical soil analysis in the Experimental Center Santa Lucía.

pH	MO (%)	P (ppm)	Al (mEq/%)	Ca (mg/%)	Mg (mg/%)	K (mg/%)
3,9	3,4	0,4	3,9	2,75	0,64	0,09
CIC (mg/%)	S (mEq/%)	Al Sat. (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
3,48	23,0	79,02	37,60	31,03	31,08	Franco arcillosa

seca. El corte de las accesiones erectas se hizo a 20 cm de altura y para las accesiones rastreras a 10 cm sobre el nivel del suelo.

Mediciones experimentales. Durante esta etapa se incluyó el período de establecimiento (138 días), en el cual se midieron las variables: emergencia (en vivero) y cobertura. A partir de este momento se evaluaron, además, la altura de la planta, el porcentaje de hojas, la producción de forraje seco y la incidencia de enfermedades y plagas.

Emergencia. Se utilizaron macetas de plástico de 30 cm de diámetro por 25 cm de alto y se llenaron con un suelo extraído de la misma área donde se iba a efectuar el experimento, a razón de tres unidades por tratamiento. En cada maceta se depositaron 30 semillas, se les dejó en condiciones de pleno sol y mediante el empleo de una regadera se les garantizó una adecuada humedad.

El porcentaje de germinación se determinó a partir de las plántulas emergidas después de un período de 40 días, momento en el cual se dio por terminada esta medición.

Cobertura. Para determinar la cobertura alcanzada por las accesiones en las parcelas a los 138 días de trasplantadas, se utilizó la siguiente escala de valores:

- 1= 10-20% de área cubierta (muy poco cubierta).
- 2= 21-40% de área cubierta (poco cubierta).
- 3= 41-60% de área cubierta (parcialmente cubierta).
- 4= 61-80% de área cubierta (cubierta).
- 5= > 80% de área cubierta (bien cubierta).

Altura. Se determinó en cuatro puntos por parcela, con una cinta métrica graduada en centímetros, a partir del suelo, en posición perpendicular.

Porcentaje de hojas. De la masa verde total proveniente del corte de cada parcela, se tomó una submuestra de 300 g y se separaron en fresco las hojas y los tallos. Ambas fracciones se colocaron en una estufa de ventilación forzada a 80°C hasta peso constante, para después determinar qué porcentaje del peso seco total le correspondía a cada una de ellas.

forage production and incidence of pests and diseases were also evaluated.

Emergence. Plastic pots with 30 cm of diameter and 25 cm of height were used and filled with soil extracted from the same area where the experiment was going to be carried out, at a rate of three units per treatment. In each pot 30 seeds were deposited, they were let under broad sunlight conditions and by means of a watering can adequate humidity was guaranteed.

The germination percentage was determined from the seedlings emerged after a 40-day period, moment in which this measurement was considered finished.

Cover. To determine the cover reached by the accessions in the plots 138 days after being transplanted, the following value scale was used:

- 1= 10-20% of area covered (very poorly covered).
- 2= 21-40% of area covered (poorly covered).
- 3= 41-60% of area covered (partially covered).
- 4= 61-80% of area covered (covered)
- 5= > 80% of area covered (well covered)

Height. It was determined in four points per plot, with a metric tape graduated in centimeters, from the soil in perpendicular position.

Leaf percentage. Of the total green mass from the cutting of each plot, a 300 g sub-sample was taken and the leaves and stems were separated in fresh. Both fractions were placed in a forced ventilation stove at 80°C until constant weight, to determine afterwards what percentage of the total dry weight corresponded to each one.

Dry forage production. The production of each accession in green was expressed in tons of dry matter per cutting per hectare (DM/cutting/ha); for this the weight of the green sample in one square meter was taken; and this value was taken to its equivalence in DM production per hectare.

Disease incidence. The following scale was used:

- 0= 0-1% of area affected (immune).
- 1= 2-10% of area affected (resistant).
- 2= 11-20% of area affected (tolerant).
- 3= >20% of area affected (susceptible).

Pest incidence. The plots were divided into four grids and in each the affected plants were

Producción de forraje seco. La producción de cada accesión en verde se expresó en toneladas de materia seca por corte por hectárea (MS/corte/ha); para ello se tomó el peso de la muestra verde en un metro cuadrado; y este valor se llevó a su equivalencia en producción de MS por hectárea.

Incidencia de enfermedades: Se utilizó la siguiente escala:

- 0= 0-1% de área afectada (inmune).
- 1= 2-10% de área afectada (resistente).
- 2= 11-20% de área afectada (tolerante).
- 3= >20% de área afectada (susceptible).

Incidencia de plagas. Las parcelas se dividieron en cuatro cuadrículas y en cada una se registraron las plantas afectadas. El porcentaje de afectación se determinó sobre la base del promedio obtenido en cada una de las cuadrículas y se utilizó la misma escala que en la incidencia de enfermedades.

Análisis estadístico. Para la comparación de las accesiones se tomó el valor medio de todas las observaciones y se conformó una matriz.

Los análisis se realizaron con el sistema estadístico SPSS versión 10.0. Para obtener la variabilidad y la relación entre las variables, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP); mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y/o estimadas, se empleó el análisis de clasificación automática (Cluster analysis). 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.

Después de conformar los grupos mediante el análisis de clasificación automática, se determinó la media de cada indicador a partir de la matriz de datos obtenida en cada grupo y se calculó la media poblacional. Para obtener 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 los que se encontraban por debajo, como negativos.

recorded. The affectation percentage was determined based on the average obtained in each grid and the same scale as in the disease incidence was used.

Statistical analysis. For the comparison of the accessions the mean value of all the observations was taken and a matrix was formed.

The analyses were made with the statistical system SPSS version 10.0. To obtain the variability and relationship among variables, the main component analysis (MCA) was used; while for grouping the treatments with similar characteristics, regarding the measured and/or estimated variables, the Cluster analysis was used. Before this analysis such values were standardized, so that all of them had the same bearing on the formation of the classes or groups.

After forming the groups by means of the Cluster analysis, the mean of each indicator was determined from the data matrix obtained in each group and the population mean was calculated. In order to obtain 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 those indicators that exceeded the population mean were identified as positive and those which were below, as negative. After pre-fixing the number of indicators (positive and negative) the percentage value with regards to the designated total was determined by proportions.

In the case of the indicators pests and diseases the inverse value was taken, because the means higher than the population mean represented higher affectation.

Results and Discussion

Table 3 shows the results of the main component analysis (MCA). It was observed that during the establishment period in the first year of exploitation the total variability was moderately high, regarding the evaluated indicators. According to the existing relationship between indicators, the first three components extracted 65,61% of the total variability.

According to Machado (2006), multivariate analysis is much used in the evaluation of grass

Después de prefijar el número de indicadores (positivos y negativos) se determinó, por proporciones, el valor porcentual con relación al total designado.

En el caso de los indicadores plagas y enfermedades se tomó el valor inverso, ya que las medias mayores a la media poblacional significaban una mayor afectación.

Resultados y Discusión

En la tabla 3 se indican los resultados del análisis de componentes principales (ACP). Se comprobó que durante el período de establecimiento en el primer año de explotación la variabilidad total fue medianamente alta, en función de los indicadores evaluados. De acuerdo con la relación existente entre los indicadores, las tres primeras componentes extrajeron el 65,61% de la variabilidad total.

Según Machado (2006), el análisis multivariado es muy utilizado en la evaluación de colecciones de gramíneas. Además constituye una herramienta útil tanto para evaluar la variabilidad fenotípica, como para conocer la contribución relativa de los distintos caracteres presentes en una misma colección, y así poder establecer grupos de especies o accesiones con caracteres agronómicos específicos.

De este porcentaje el 26,5% de la variabilidad total fue expresada en la primera componente; los indicadores más influyentes fueron la altura, la producción de forraje y el porcentaje de pla-

collections. Furthermore, it constitutes a useful tool to evaluate the phenotypical variability, as well as to learn the relative contribution of the different characters present in the same collection, and thus, be able to establish groups of species or accessions with specific agronomic characters.

From this percentage, 26,5% of the total variability was expressed in the first component; the indicators with highest influence were height, forage production and pest percentage, the latter in inverse sense with regards to the first two ones. In the second component, with 22,6% of the total variability, the highest influence was exerted by leaf percentage, emergence and cover, with a high positive relationship among themselves. In the third component the most influencing indicator was disease incidence, with 16% of the variance, which was not related to the rest of the variables studied.

In this sense the cumulative variability was lower than the one obtained by Olivera and Machado (2004) when evaluating a collection of 20 accessions of *Brachiaria* spp. in medium fertility low soils in Cuba.

Table 4 shows the accessions belonging to each one of the groups formed.

Group I included six accessions: *B. brizantha* (four), *B. ruziziensis* and *B. híbrido* with one; while group II included *B. dictyoneura*, *B. decumbens* and *B. humidicola*, with one accession each, and *B. brizantha* (six accessions).

Tabla 3. Relación entre indicadores y componentes principales.
Table 3. Relationship between indicators and main components.

Indicador	Componente		
	1	2	3
Altura por corte (cm)	0,78	-0,16	-0,29
Producción de forraje seco (t/ha/corte)	0,75	0,24	0,0059
Hojas (%)	-0,14	0,65	0,0098
Incidencia de plagas (%)	-0,75	-0,11	-0,34
Emergencia de las plantas (%)	0,21	0,60	-0,34
Cobertura (%)	0,21	0,83	0,0025
Enfermedades (%)	0,0074	-0,0025	0,90
Valor propio	1,85	1,58	1,15
Varianza (%)	26,51	22,65	16,43
Varianza acumulada	26,51	49,17	65,61

gas, este último en sentido inverso a las dos anteriores. En la segunda componente, con un 22,6% de la variabilidad total, los de mayor influencia fueron el porcentaje de hojas, la emergencia y la cobertura, con una alta relación positiva entre ellos. En la tercera componente influyó más la incidencia de enfermedades, con un 16% de la varianza, la que no tuvo relación con el resto de las variables estudiadas.

En este sentido, la variabilidad acumulada fue inferior a la obtenida por Olivera y Machado (2004) al evaluar una colección de 20 accesiones de *Brachiaria* spp. en suelos bajos de mediana fertilidad en Cuba.

En la tabla 4 se muestran las accesiones pertenecientes a cada uno de los grupos formados.

En el grupo I quedaron incluidas seis accesiones: *B. brizantha* (cuatro), *B. ruziziensis* y *B. híbrido* con una; mientras que en el grupo II quedaron agrupadas *B. dictyoneura*, *B. decumbens* y *B. humidicola*, con una accesión cada una, y *B. brizantha* (seis accesiones).

En el grupo III se aglomeraron cuatro accesiones: *B. brizantha* (dos), *B. humidicola* (una) y *B. decumbens* (una). Por su parte, los grupos IV, V, VI y VII estuvieron formados por *B. brizantha*, *B. híbrido* y *B. humidicola*, con una accesión.

De acuerdo con los resultados (tabla 5), las accesiones que formaron el grupo II mostraron una contribución positiva de 100%, cuando se compararon los valores medios de cada grupo

Group III clustered four accessions: *B. brizantha* (two), *B. humidicola* (one) and *B. decumbens* (one). On the other hand, groups IV, V, VI and VII were formed by *B. brizantha*, *B. híbrido* and *B. humidicola*, with one accession.

According to the results (table 5), the accessions that formed group II showed a 100% positive contribution, when the mean values of each group were compared to the estimated population mean, followed by group I with 85,71% and group III with 71,42%.

The six accessions that formed group II maintained good height indexes (37-58 cm), dry matter production (1,73-2,62 t/ha/cutting), leaf percentage (67,3-79,8%), plant emergence (13,4-53% and cover (35,6-50,3%); while group I showed slightly lower results in terms of height.

The accessions belonging to groups V and VII showed the highest number of indicators with values below the estimated population mean, for which they were the least outstanding of all the evaluated accessions.

The interpretation of the results of this research indicates that all the variables taken into consideration play an important role in the differentiation of the accessions, because the proper value in the components, independently from their number in the periods studied, was always higher than the unit, which allowed to use them to group the accessions through the cluster analysis; similar results were reported by Philippeau (1986).

Tabla 4. Accesiones pertenecientes a los grupos formados.

Table 4. Accessions belonging to the groups formed.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	6	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16467, CIAT-26124, CIAT-16315, CIAT-16327), <i>B. híbrido</i> CIAT-1873, <i>B. ruziziensis</i> CIAT-26180
II	9	<i>B. dictyoneura</i> (CIAT-6133), <i>B. brizantha</i> (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-26318, CIAT-16121, CIAT-16113, CIAT-16322), <i>B. decumbens</i> (CIAT-606), <i>B. humidicola</i> (CIAT-26159)
III	4	<i>B. humidicola</i> CIAT-16867, <i>B. brizantha</i> (CIAT-6387, CIAT-26562), <i>B. decumbens</i> CIAT-16497
IV	1	<i>B. humidicola</i> CIAT-26427
V	1	<i>B. brizantha</i> CIAT-26110
VI	2	<i>B. brizantha</i> CIAT-26556, <i>B. híbrido</i> CIAT-1737
VII	1	<i>B. humidicola</i> CIAT-16871

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

Grupo	A	FS	H	P	Em	Co	E	+	-
I	38,41	1,83	74,86	15,25	57,85	52,56	1,00	85,71	14,29
II	48,38	2,12	71,83	20,75	33,57	44,85	1,00	100,00	0
III	41,20	1,67	77,52	11,00	14,52	34,12	1,00	71,42	28,58
IV	34,50	1,20	55,60	14,00	36,10	33,00	1,00	43,85	56,15
V	66,20	1,08	64,50	39,00	24,70	37,00	1,00	28,57	71,43
VI	38,70	1,86	70,50	0	27,85	46,30	2,00	57,14	42,86
VII	14,20	0,97	74,80	92,00	17,20	33,30	1,00	28,57	71,43
X estimada	40,22	1,53	69,94	32,04	30,25	40,16	1,14		

A: Altura por corte (cm), FS: Producción de forraje seco (t/ha/corte), H: Hojiosidad (%), P: Incidencia de plagas (%), Em: Emergencia de las plantas (%), Co: Cobertura (%), E: Enfermedades (%)

con la media poblacional estimada, seguido del grupo I con 85,71% y del grupo III con 71,42%.

Las seis accesiones que formaron el grupo II mantuvieron buenos índices de altura (37-58 cm), producción de materia seca (1,73-2,62 t/ha/corte), porcentaje de hojas (67,3-79,8%), emergencia de plantas (13,4-53%) y cobertura (35,6-50,3%); mientras que el grupo I mostró resultados ligeramente inferiores en términos de altura.

Las accesiones pertenecientes a los grupos V y VII mostraron el mayor número de indicadores con valores inferiores a la media poblacional estimada, por lo que resultaron las menos sobresalientes de todas las evaluadas.

La interpretación de los resultados de esta investigación indica que todas las variables tomadas en consideración desempeñan un papel importante en la diferenciación de las accesiones, ya que el valor propio en las componentes, con independencia de su número en los períodos estudiados, fue siempre superior a la unidad, lo que permitió utilizarlas en la agrupación de las accesiones a través del análisis de conglomerados; resultados similares fueron informados por Philippeau (1986).

Ello indica que las accesiones de este género pueden expresar una variación mayor o menor entre los individuos y, a su vez, agruparse de forma diferente en función de las variables investigadas, sin que las condiciones edafoclimáticas tengan una acción preponderante, lo que representa un elemento positivo en el trabajo de evaluación y selección a nivel regional.

This indicates that the accessions of this genus can express a higher or lower variation among individuals and, in turn, be grouped in a different way regarding the variables studied, without a preponderant action of the edaphoclimatic conditions, which represents a positive element in the evaluation and selection work at regional level.

In general terms, pests and diseases during the evaluated period, did not cause important damage to the leaf area in most of the accessions, except *B. brizantha* CIAT-26110 which showed 39% of affectation and *B. humidicola* CIAT-16871, 92%; that is why it is considered that these negative incidences did not influence the development of the plants or depressed yields and general performance., particularly in *B. brizantha* CIAT-26556 and *B. híbrido* CIAT-1737, which did not show symptoms of affectation.

A similar behavior was reported by Cardona, Sotelo and Miles (2006) when studying a group of grasses in which the species *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura* and *B. humidicola* were included, and indicated that these plants were not remarkably affected by the attack of pests and diseases.

These results have particular importance, because the effects caused by any type of stress can originate high losses in quantitative and qualitative terms of biomass, and their determination constitutes the base of selection in many studies with germplasm of *Brachiaria* spp. and other grass species.

En términos generales, durante el período evaluado las plagas y enfermedades no ocasionaron daños de importancia al área foliar en la mayoría de las accesiones, excepto *B. brizantha* CIAT-26110 que mostró un 39% de afectación y *B. humidicola* CIAT-16871 un 92%; por ello se considera que estas incidencias negativas no influyeron en el desarrollo de las plantas ni deprimieron los rendimientos y el comportamiento general, particularmente en *B. brizantha* CIAT-26556 y *B. híbrido* CIAT-1737, que no mostraron síntoma de afectación.

Un comportamiento similar informaron Cardona, Sotelo y Miles (2006) al estudiar un grupo de gramíneas en las que se incluyeron las especies *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*, e indicaron que estas plantas no se afectaron de forma marcada por el ataque de plagas y enfermedades.

Estos resultados revisten una particular importancia, ya que los efectos ocasionados por cualquier tipo de estrés pueden originar cuantiosas pérdidas en términos cuantitativos y cualitativos de la biomasa, y su determinación constituye la base de la selección de numerosas investigaciones con germoplasma de *Brachiaria* spp. y de otras especies de gramíneas.

Los valores hallados en el rendimiento de forraje seco se pueden considerar aceptables, sobre todo para el grupo II, en el que se encontraron las accesiones con mayor cantidad de atributos positivos; ello coincide con lo reportado por Mesa, Hernández, Reyes y Ávila (1989) y por Olivera (2004), acerca de que en Cuba las accesiones *B. dictyoneura* CIAT-6133 y *B. brizantha* (CIAT-16467, 16322, 16212, 26562, 16488 y 16121) también han mostrado un rendimiento de biomasa superior con respecto a otras gramíneas en suelos de baja fertilidad y alta acidez, lo que las convierte en importantes alternativas promisorias para el desarrollo ganadero en regiones con tales características (Carmona, Treito, Ramírez y García, 2001).

Conclusiones

- La variabilidad total fue aceptable, en función de los indicadores medidos y/o estimados, lo

The values found in the dry forage yield can be considered acceptable, especially for group II, in which the accessions with higher quantity of positive attributes were found; this coincides with the report by Mesa, Hernández, Reyes and Ávila (1989) and by Olivera (2004), regarding that in Cuba the accessions *B. dictyoneura* CIAT-6133 and *B. brizantha* (CIAT-16467, 16322, 16212, 26562, 16488 and 16121) have also shown a higher biomass yield with regards to other grasses in low fertility and high acidity soils, which turns them into important promising alternatives for livestock production development in regions with such characteristics (Carmona, Treito, Ramírez and García, 2001).

Conclusions

- The total variability was acceptable, regarding the measured and/or estimated indicators, which allowed the adequate differentiation of the accessions.
- The indicators of higher contribution in group formation and selection were: height, dry forage production, leaf percentage, emergence, pests, diseases and cover.
- The outstanding accessions for presenting values higher than the population mean were: *B. dictyoneura* (CIAT-6133), *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-26318, CIAT-16121, CIAT-16113 and CIAT-16322), *B. decumbens* (CIAT-606) and *B. humidicola* (CIAT-26159).

--End of the English version--

que permitió la diferenciación adecuada de las accesiones.

- Los indicadores de mayor contribución en la formación de los grupos y en la selección fueron: la altura, la producción de forraje seco, el porcentaje de hojas, la emergencia, las plagas, las enfermedades y la cobertura.
- Las accesiones que resultaron destacadas por presentar valores superiores a la media poblacional, fueron: *B. dictyoneura* (CIAT-6133), *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-26318, CIAT-16121, CIAT-

16113 y CIAT-16322), *B. decumbens* (CIAT-606) y *B. humidicola* (CIAT-26159).

Referencias bibliográficas

- Cardona, C.; Sotelo, G. & Miles, J.W. 2006. Resistencia en brachiaria a especies de salivazo: métodos, mecanismos y avances. *Pasturas Tropicales*. 26 (3):30
- Carmona, Ivone; Treito, C.; Ramírez, P. & García, G. 2001. Resistencia a sequía de *Brachiaria spp.* 1. Aspectos fisiológicos. [cd-rom]. Memorias. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Ciudad de La Habana, Cuba
- CORPOICA. 1995. Caracterización de los sistemas de producción en el crecer Magdalena Medio Santandereano Regional 7. 1ª ed. CORPOICA. Barrancabermeja, Colombia. p. 250
- Machado, R. 2006. Botánica de las gramíneas. Conferencia. Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. Curso: Fundamentos de la producción de pastos. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 21 (Mimeo)
- Machado, R.; Seguí, Esperanza; Olivera, Yuseika; Toral, Odalys & Wencomo, Hilda B. 2006. Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 459 p.
- Mateus, H. 2000. Establecimiento, renovación de pasturas y especies, para clima cálido. Estación Experimental El Ñus, San Roque, Antioquia. ICA, Colombia. p. 9
- Mesa, A.R.; Hernández, Marta; Reyes, F. & Ávila, Vivian. 1989. Rendimiento de materia seca, composición química y niveles críticos de N, P y K en *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 12 (2):155
- Olivera, Yuseika. 2004. Evaluación y selección inicial de accesiones de *Brachiaria spp.* para suelos ácidos. Tesis de Maestría en Pastos y Forrajes. [En línea] Disponible en: <http://biblioteca.eepfih.cu/>. Consultado: abril/07
- Olivera, Yuseika & Machado, R. 2004. Selección de accesiones de *Brachiaria spp.* en suelos de mal drenaje y mediana fertilidad. *Pastos y Forrajes*. 27 (1):13
- Philippeau, G. 1986. Comment interpreter les resultats d' un analyse in composants principales. Service des Etudes Statistiques-ITCF. Lusignan, France. 36 p.
- Plazas, C.H. 2006. Experiencias en el establecimiento de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato CIAT-36061 como alternativa para rehabilitar pasturas degradadas. *Pasturas Tropicales*. 28 (1):9

Recibido el 14 de febrero del 2008

Aceptado el 20 de marzo del 2008