

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

Agronomic evaluation of accessions of *Brachiaria* spp. under the agroecological conditions of Barrancabermeja, Santander, Colombia. II. Second 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

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico (a partir del segundo año de producción) de una colección de accesiones de *Brachiaria* spp. para seleccionar aquellas de mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de la región Santandereana de Barrancabermeja. Los cortes se realizaron cada 42 días, después de concluir el primer año de evaluación. Se determinó la altura de la planta, la producción de forraje, el porcentaje de hojas y la incidencia de enfermedades. Según el ACP los indicadores más influyentes fueron: la producción de forraje y el porcentaje de hojas; no se presentaron afectaciones por plagas y enfermedades. Se destacaron, por presentar valores superiores a la media poblacional, las accesiones: *B. dictyoneura* (CIAT-6133), *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-16121 y CIAT-16322) y *B. decumbens* (CIAT-606); mientras que las de menor adaptación y productividad fueron: *B. ruziziensis* CIAT-26180; *B. brizantha* CIAT-16315, CIAT-16327 y CIAT-6387; *B. decumbens* CIAT-16497; y *B. humidicola* CIAT-26159, CIAT-16871, CIAT-16867 y CIAT-26427. Se recomienda difundir, de manera progresiva, las accesiones destacadas para su uso en los ecosistemas ganaderos.

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

Abstract

This research was carried out with the objective of evaluating the agronomic performance (from the second year of production) of a collection of *Brachiaria* spp. accessions, in order to select those of better adaptation to the agroecological conditions of the Santander region of Barrancabermeja. The cuttings were performed every 42 days, after concluding the first year of evaluation. Plant height, forage production, leaf percentage and disease incidence were determined. According to the MCA the most influencing indicators were: forage production and leaf percentage; no affectations by pests and diseases were present. The accessions *B. dictyoneura* (CIAT-6133), *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-16121 and CIAT-16322) and *B. decumbens* (CIAT-606) stood out for presenting values higher than the population mean; while those of lower adaptation and productivity were: *B. ruziziensis* CIAT-26180; *B. brizantha* CIAT-16315, CIAT-16327 and CIAT-6387; *B. decumbens* CIAT-16497 and *B. humidicola* CIAT-26159, CIAT-16871, CIAT-16867 and CIAT-26427. To disseminate, progressively, the outstanding accessions for their use in livestock production ecosystems, is recommended.

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

Introducción

La problemática asociada a la presencia de suelos ácidos, donde algunos elementos minerales como el fósforo pueden ser deficientes, mientras que otros como el aluminio son potencialmente tóxicos (Ibrahim y Mora, 2001), es una de las principales limitantes que presentan los sistemas ganaderos de la región del Magdalena Medio, los que requieren de ecosistemas de pasturas estables y de larga vida útil, que combinen atributos tales como: persistencia; resistencia al pisoteo; alta producción de biomasa; adaptación y calidad nutricional en diferentes tipos de suelos; rápida producción; resistencia a las condiciones adversas del clima, a las plagas y las enfermedades; y baja demanda de insumos para el establecimiento y mantenimiento (Mateus, 2000).

Varias investigaciones han estado dirigidas a identificar especies de pastos para estas condiciones, entre las que se destaca el género *Brachiaria*, por su capacidad de adaptación a suelos infértiles y el uso eficiente de los nutrientes en estas condiciones (Velásquez y Muñoz, 2006).

A partir de estas reflexiones, y como se planteó en la primera parte de esta investigación, se consideró necesario evaluar nuevas alternativas forrajeras promisorias mediante el estudio de accesiones e híbridos apomicticos de *Brachiaria* spp., con la finalidad de contribuir a solucionar la problemática que presenta la producción ganadera en los diferentes sistemas que se desarrollan en la región. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar, a partir del segundo año de producción, el comportamiento agronómico de una colección de accesiones de *Brachiaria* spp. para seleccionar aquellas de mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de la región Santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio.

Materiales y Métodos

Descripción del sitio. El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Experimental Santa Lucía, de propiedad del Instituto Universitario

Introduction

The problem associated to the presence of acid soils, where some mineral elements such as phosphorus can be deficient, while others such as aluminum are potentially toxic (Ibrahim and Mora, 2001), is one of the main limitations shown by the livestock production systems of the Magdalena Medio region, which require ecosystems of stable pastures of long useful life, which combine such attributes as: persistence; resistance to trampling; high biomass production; adaptation and nutritional quality in different soil types; fast production; resistance to adverse climate conditions, pests and diseases; and low input demand for the establishment and maintenance (Mateus, 2000).

Several studies have aimed at identifying pasture species for these conditions, among which the *Brachiaria* genus stands out, for its capacity of adaptation to infertile soils and the efficient use of nutrients under these conditions (Velásquez and Muñoz, 2006).

From these reflections, and as it was stated in the first part of this research, it was considered necessary to evaluate new promising forage alternatives by means of the study of accessions and apomictic hybrids of *Brachiaria* spp., with the objective of contributing to solve the problems presented by livestock production in the different systems developed in the region. Thus, the objective of this work was to evaluate, from the second year of production, the agronomic performance of a collection of *Brachiaria* spp. accessions to select those of better adaptation to the agroecological conditions of the Santander region of Barrancabermeja and Magdalena Medio.

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.

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 y cuenta con una extensión de 324 ha; está ubicada geoastrónomicamente 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 una humedad relativa del 80%.

Tratamientos y diseño experimental. Durante esta investigación se evaluaron 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 la Corporación Colombiana de Investigación (CORPOICA) como parte del convenio de investigación con el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

Procedimiento experimental

Esta investigación es continuidad de la que se había desarrollado durante el primer año de evaluación. A partir de este momento se realizaron cortes cada 42 días, hasta un total de seis cortes, etapa que se consideró el segundo año de evaluación. Se aplicaron las mismas dosis de fertilizantes que en el primer año.

Las muestras se tomaron del centro de cada parcela, después de eliminar los efectos de borde. Los cortes se efectuaron 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 seca. El corte de las accesiones erectas se hizo a

This institution is located on kilometer 14 on the left side of the Barrancabermeja-Bucaramanga road; has 324 ha and is geoastronomically 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. During this study 22 accessions and two apomictic hybrids of *Brachiaria spp.* were evaluated, 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 the Colombian Corporation of Research (CORPOICA) as part of the research agreement with the University Institute of la Paz (UNIPAZ).

Experimental procedure

This study continues the one that was developed during the first year of evaluation. From this moment cuttings were carried out every 42 days, until a total of six cuttings, stage that was considered the second year of evaluation. The same fertilizer doses as in the first year were applied.

The samples were taken from the center of each plot, after eliminating the edge effects. 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.

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

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	

20 cm de altura y para las accesiones rastreras a 10 cm sobre el nivel del suelo.

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

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.

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

En el caso del indicador incidencia de enfermedades se tomó el valor inverso, ya que las medias mayores a la media poblacional significaban una mayor afectación.

Mediciones experimentales. Durante esta fase solo se evaluaron las variables: altura de la planta, porcentaje de hojas, producción de forraje seco e incidencia de enfermedades.

Altura de la planta. 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 procedió a separar 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.

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).

Resultados y Discusión

Cuando se realizan investigaciones agrícolas con un grupo numeroso de plantas y se quiere

In the case of the indicator disease incidence, the inverse value was taken, because the means higher than the population mean represented higher affectation.

Experimental measurements. In this stage only the following variables were measured: plant height, leaf percentage, dry forage production and incidence and disease incidence.

Plant 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).

Results and Discussion

When performing agricultural studies with a large group of plants and it is necessary to determine which are the ones with the best performance, it is not adequate to carry out univariate statistical analyses with each measured or estimated indicator to adopt a selection criterion, because on the expression of these variables factors always interact, involving from the physiological characteristics of the plant and the soil properties to the environmental factors, which exert a joint effect on the experimental results, for which ignoring these interactions can imply that, sometimes, false final conclusions

determinar cuáles son las que presentan mejor comportamiento, no es adecuado efectuar análisis estadísticos univariados con cada uno de los indicadores medidos o estimados para adoptar un criterio de selección, ya que sobre la expresión de estas variables siempre interactúan factores que involucran desde las características fisiológicas de la planta y las propiedades del suelo, hasta los factores medioambientales, los cuales ejercen un efecto conjunto en los resultados experimentales, por lo que ignorar estas interacciones puede implicar que, en ocasiones, se llegue a conclusiones finales falsas (Torres, Martínez y Noda, 1993; Sánchez, 2003).

Los resultados del análisis de componentes principales (tabla 2) indican que la varianza acumulada en las componentes CP₁ y CP₂ fue alta (68,62%).

Los indicadores que explicaron mejor esta variación para la componente 1 (que extrajo un 38,04% de la varianza) fueron la producción de materia seca y el porcentaje de hojas, que se relacionaron de forma positiva; mientras que en la segunda componente (30,57% de la varianza acumulada) contribuyeron más las variables altura y enfermedades, las cuales se relacionaron inversamente proporcional.

La cantidad de accesiones por grupo y su identificación se muestran en la tabla 3. El mayor número se concentró en los grupos III y I (nueve y siete, respectivamente). En ambos casos se encontró que el mayor número de accesiones correspondió a la especie *B. brizantha* (seis en el grupo III y tres en el grupo I).

Además, el grupo III estuvo representado por una accesión de las especies *B. decumbens*, *B.*

are arrived at (Torres, Martínez and Noda, 1993; Sánchez, 2003).

The results of the main component analysis (table 2) indicate that the variance accumulated in the components CP₁ and CP₂ was high (68,62%).

The indicators that better explained this variation for component 1 (which extracted 38,04% of the variance) were dry matter production and leaf percentage, which were positively related; while in the second component (30,57% of the accumulated variance) the highest contribution was made by the variables height and diseases, which were related in an inversely proportional way.

The quantity of accessions per group and their identification are shown in table 3. The highest number was concentrated in groups III and I (nine and seven, respectively). In both cases it was found that the highest number of accessions corresponded to the species *B. brizantha* (six in group III and three in group I).

In addition, group III was represented by an accession of the species *B. decumbens*, *B. híbrido* and *B. dictyoneura*. In group I three accessions of *B. brizantha*, *B. humidicola* and one of *B. decumbens* were grouped; in group II there were four accessions of *B. brizantha*; while groups IV, V, VI and VII had only one species and/or accession.

According to the results shown in table 4, the accessions of group III showed the best values in terms of height, dry forage yield, leafs and diseases, reaching a positive contribution of 100% when the mean values of each group were compared to the estimated population mean.

Tabla 2. Relación entre indicadores y componentes principales.
Table 2. Relationship between indicators and main components.

Indicador	Componente	
	1	2
Altura por corte (cm)	0,45	0,71
Producción de forraje seco (t/ha/corte)	0,84	0,0037
Hojas (%)	0,73	0,0039
Enfermedades (%)	0,26	-0,84
Valor propio	1,52	1,22
Varianza (%)	38,04	30,57
Varianza acumulada	38,04	68,62

Tabla 3. Accesiones pertenecientes a los grupos formados.
Table 3. Accessions belonging to the groups formed.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	7	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16315, CIAT-16327, CIAT-6387), <i>B. decumbens</i> CIAT-16497, <i>B. humidicola</i> (CIAT-26159, CIAT-16871, CIAT-16867)
II	4	<i>B. brizantha</i> (CIAT-26318, CIAT-16113, CIAT-26124, CIAT-26556)
III	9	<i>B. brizantha</i> (CIAT-16467, CIAT-16322, CIAT-16212, CIAT-26562, CIAT-16488, CIAT-16121), <i>B. híbrido</i> CIAT-1873, <i>B. dictyoneura</i> CIAT-6133, <i>B. decumbens</i> CIAT-606
IV	1	<i>B humidicola</i> CIAT-26427
V	1	<i>B. ruziziensis</i> CIAT-26180
VI	1	<i>B. híbrido</i> CIAT-1737
VII	1	<i>B. brizantha</i> CIAT-26110

híbrido y *B. dictyoneura*. En el grupo I se agruparon tres accesiones de *B. brizantha*, *B. humidicola* y una de *B. decumbens*; en el grupo II cuatro accesiones de *B. brizantha*; mientras que los grupos IV, V, VI y VII tuvieron una sola especie y/o accesión.

De acuerdo con los resultados que se muestran en la tabla 4, las accesiones del grupo III mostraron los mejores valores en términos de altura, rendimiento de forraje seco, hojas y enfermedades, al alcanzar una contribución positiva del 100% cuando se compararon los valores medios de cada grupo con la media poblacional estimada.

El grupo VII tuvo un comportamiento similar al descrito anteriormente, excepto en el indicador rendimiento de forraje seco, que fue inferior a la media poblacional estimada.

Group VII had a similar performance to the one previously described, except in the indicator dry forage yield, which was lower than the estimated population mean.

Groups IV and VI were the ones with the worst performance, with 75% of negative contribution, because three of their indicators were below the estimated population mean.

Height and dry forage production fluctuated in a range higher with regards to the results obtained in the first year of evaluation. The values of the dry forage yield can be considered acceptable, especially for groups III and V, in which the accessions with higher quantity of positive attributes were grouped, results similar to those reported by Rincón (2004).

In the above-mentioned-groups the highest accessions were found: *B. brizantha* CIAT-16488

Tabla 4. Contribución de las variables a la formación de los grupos.
Table 4. Contribution of the variables to group formation.

Grupo	A	FS	H	E	+	-
I	44,71	1,47	88,42	1,14	50	50
II	41,17	1,93	80,75	2,25	50	50
III	51,94	2,01	79,00	1,00	100	0
IV	42,30	1,65	55,00	1,00	25	75
V	26,80	2,36	70,00	1,00	50	50
VI	46,30	1,45	82,00	4,00	25	75
VII	82,50	1,07	86,00	1,00	75	25
X estimada	47,96	1,70	77,31	1,62		

A: Altura por corte (cm), FS: Producción de forraje seco (t/ha/corte)
H: Hojas (%), E: Enfermedades (%)

Los grupos IV y VI resultaron los de peor comportamiento, con un 75% de contribución negativa, dado que tres de sus indicadores estuvieron por debajo de la media poblacional estimada.

La altura y la producción de forraje seco fluctuaron en un rango superior con respecto a lo obtenido en el primer año de evaluación. Los valores del rendimiento de forraje seco se pueden considerar aceptables, sobre todo para los grupos III y V, en los que se agruparon las accesiones con mayor cantidad de atributos positivos, resultados similares a los informados por Rincón (2004).

En los grupos antes mencionados se encontraron las accesiones de mayor altura: *B. brizantha* CIAT-16488 y CIAT-16322; *B. dictyoneura* CIAT-6133; y *B. decumbens* CIAT-606. Esta última especie, según Rao, Miles, García y Ricaurte (2006), ocupa una posición destacada entre las gramíneas de mejor rendimiento, por su abundante producción de hojas y la potencialidad productiva manifestada en diferentes ambientes, respuesta que está asociada a su capacidad de producir estolones que le permiten formar un césped denso en los pastizales.

Además, la adaptación de *B. decumbens* CIAT-606 a suelos ácidos está relacionada con su resistencia a las altas concentraciones de aluminio y con su habilidad para funcionar con deficiencias de fósforo y nitrógeno (Marcelino, Leite, Vilela, Diogo y Guerra, 2003).

En el período evaluado no se presentaron ataques de plagas, lo que denota que estas accesiones se comportaron como tolerantes o poco susceptibles ante estos agentes nocivos, y que poseen características genéticas y bioquímicas que les permiten dar una respuesta favorable (Cardona y Sotelo, 2005; Cardona, Sotelo y Miles, 2006).

Es importante destacar que los valores obtenidos en esta investigación revelan un marcado grado de similitud para accesiones muy diferentes desde el punto de vista morfológico; en ellas se incluyen tipos procumbentes, decumbentes y erectos, lo que es un indicador del amplio espectro de adaptación ambiental que presentan la

and CIAT-16322; *B. dictyoneura* CIAT-6133; and *B. decumbens* CIAT-606. This last species, according to Rao, Miles, García and Ricaurte (2006), occupies an outstanding position among the highest yield grasses because of its abundant leaf production and the productive potential shown in different environments, response which is associated to its capacity to produce stolons, which allow it to produce a dense turf in pasturelands.

Besides, the adaptation of *B. decumbens* CIAT-606 to acid soils is related to its resistance to high aluminum concentrations and its ability to function with deficiencies of phosphorus and nitrogen (Marcelino, Leite, Vilela, Diogo and Guerra, 2003).

In the evaluated periods no pest attacks occurred, which shows that these accessions behaved as tolerant or little susceptible to these noxious agents, and that they have genetic and biochemical characteristics which allow them to give a favorable response (Cardona and Sotelo, 2005; Cardona, Sotelo and Miles, 2006).

It is important to emphasize that the values obtained in this study reveal a remarkable degree of similarity for accessions which are very different from the morphological point of view; in them procumbent, decumbent and erect types are included, which is an indicator of the wide spectrum of environmental adaptation presented by most of the accessions that form this germplasm.

During the period comprised by the research the climatic conditions maintained their temperature indicators between 28 and 35°C and a mean rainfall of 2 800 mm, which are considered optimum for the accessions of these species to utilize sunlight efficiently and express their growth potential, although the phosphorus levels in the soil were low and the saturation rate of aluminum was high. That is why the quantitative expression of the indicators taken into consideration was not limited by these factors, but it depended on the genetic capacity of the material studied and the management to which it was subject.

The studies showed that most of the accessions were adapted, to a higher or lower

mayoría de las accesiones que conforman este germoplasma.

Durante el período que abarcó la investigación las condiciones climáticas mantuvieron sus indicadores de temperatura entre los 28 y 35°C y una precipitación media de 2 800 mm, los cuales se consideran óptimos para que las accesiones de estas especies puedan aprovechar de manera eficiente la luz solar y expresar su potencial de crecimiento, a pesar de que los niveles de fósforo en el suelo fueron bajos y el índice de saturación de aluminio alto.

Es por ello que la expresión cuantitativa de los indicadores tomados en consideración no estuvo limitada por estos factores, sino que dependieron de la capacidad genética del material investigado y del manejo a que fue sometido.

Los estudios demostraron que la mayoría de las accesiones se adaptaron, en mayor o menor grado, a las condiciones del suelo donde se realizó la investigación, pero además toleraron el régimen de manejo a que fueron sometidas, a pesar de las marcadas diferencias botánicas entre dichas accesiones.

Se demostró que algunas de estas accesiones presentaron capacidad para adaptarse a los ambientes estresantes, lo que ratifica que poseen la propiedad de aprovechar bien su metabolismo y las sustancias de reserva que utilizan para persistir.

Conclusiones

- Las evaluaciones permitieron seleccionar accesiones con capacidad de adaptación, así como una adecuada persistencia y producción de forraje para suelos ácidos y de baja fertilidad.
- Los indicadores de mayor contribución en la formación de los grupos y en la selección fueron: la producción de forraje y el porcentaje de hojas.
- 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-16121 y CIAT-16322) y *B. decumbens* (CIAT-606).

extent, to the soil conditions on which the research was carried out, but they also tolerated the management regime to which they were subject, in spite of the remarkable botanical differences among such accessions.

These accessions were proven to show capacity to adapt to stressing environments, which ratifies that they have the property of utilizing well their metabolism and the reserve substances they use to persist.

Conclusions

- The evaluations allowed to select accessions with adaptation capacity, as well as adequate persistence and forage production for low fertility acid soils.
- The indicators of higher contribution in group formation and selection were: forage production and leaf percentage.
- The outstanding accessions for presenting values higher than the population mean were: *B. dictyoneura* (CIAT-6133), *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-16121 and CIAT-16322) and *B. decumbens* (CIAT-606)
- The less adapted accessions were: *B. ruziziensis* CIAT-26180; *B. brizantha* CIAT-16315, CIAT-16327, and CIAT-6387; *B. decumbens* CIAT-16497; and *B. humidicola* CIAT-26159, CIAT-16871, CIAT-16867 and CIAT-26427.

--End of the English version--

- Las accesiones menos adaptadas fueron: *B. ruziziensis* CIAT-26180; *B. brizantha* CIAT-16315, CIAT-16327 y CIAT-6387; *B. decumbens* CIAT-16497; y *B. humidicola* CIAT-26159, CIAT-16871, CIAT-16867 y CIAT-26427.

Referencias bibliográficas

- Cardona, C. & Sotelo, G. 2005. Mecanismos de resistencia a insectos: naturaleza e importancia en la formulación de estrategias de mejoramiento para incorporar resistencia a salivazo en *Brachiaria*. *Pasturas Tropicales*. 27 (2):2
- Cardona, C.; Sotelo, G. & Miles, J.W. 2006. Resistencia en *brachiaria* a especies de salivazo: método

- dos, mecanismos y avances. *Pasturas Tropicales*. 26 (3):30
- CORPOICA. 1995. Caracterización de los sistemas de producción en el crecer Magdalena Medio Santandereano Regional 7. 1era. ed. CORPOICA. Barrancabermeja, Colombia. p. 250
- Ibrahim, M. & Mora, J. 2001. Ganadería, medio ambiente y desarrollo en América Latina. Memorias. I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica "SIGA 2001". Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 10
- Marcelino, K.R.A.; Leite, G.G.; Vilela, L.; Diogo, J.M. da S. & Guerra, A.F. 2003. Productividade e índice de área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú sobre diferentes doses de nitrogênio em tensões hídricas. *Pasturas Tropicales*. 25 (2):12
- Mateus, H. 2000. Establecimiento, renovación de pasturas y especies para clima cálido. Estación Experimental El Ñus, San Roque, Antioquia. ICA, Colombia. p. 9
- Rao, I.M.; Miles, J.W.; García, R. & Ricaurte, J. 2006. Selección de híbridos de brachiaria con resistencia al aluminio. *Pasturas Tropicales*. 26 (3):20
- Rincón, A.C. 2004. Rehabilitación de pasturas y producción animal en *Brachiaria decumbens* en la altillanura plana de los llanos orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 26 (3):2
- Sánchez, J.A. 2003. Efectos de tratamientos de hidratación-deshidratación y choque térmico sobre la germinación y establecimiento de *Trichospermum mexicanum*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Instituto de Ecología y Sistemática. Ciudad de La Habana, Cuba. 87 p.
- Torres, Verena; Martínez, M.O. & Noda, Aida. 1993. Ejemplo de aplicación de técnicas multivariadas en diferentes etapas del proceso de evaluación de especies de pastos. I. Componentes principales. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 27:131
- Velásquez, J.M. & Muñoz, E.A.A. 2006. Producción de forraje de brachiaria híbrido cv. Mulato II solo y asociado con *Arachis pintoi* en suelos de terraza y mesón en el Piedemonte Amazónico. *Pasturas Tropicales*. 28 (2):26

Recibido el 14 de febrero del 2008

Aceptado el 20 de marzo del 2008