

MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
República de Cuba
ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES “INDIO
HATUEY”
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ. COLOMBIA

Evaluación agronómica de accesiones de Brachiaria spp
en condiciones agroecológicas de Barrancabermeja,
Santander, Colombia

Tesis presentada en opción al
Título de Master en Pastos y Forrajes

Aspirante:
MVZ. Emiro Rafael Canchila Asencio

Tutores:
Dr.C. Félix Ojeda García - Dr.C. Rey E. Machado Castro

Matanzas, 2007

*No es la inteligencia, recibida y casual,
lo que da al hombre honor.
Sino el modo con que la usa y la salva,
No hay más que un modo de perdurar
Y es servir.*

José Martí

Dedicatoria

A mis padres, *Esther Margarita Asencio y Emiro Osvaldo Canchila*. Por su constante apoyo para hacer realidad este propósito.

A mi familia, *Neidy, Ivóm, Oswaldo y Layla* por su sacrificio.

A la familia *Roa-Macías* por su apoyo.

A mis hermanos y sobrinos. En especial a la memoria de *Omar Canchila*[†]

A mis queridos estudiantes del Instituto Universitario de la Paz, por su invaluable colaboración.

A Colombia y a Cuba, mis dos tierras queridas.

Agradecimientos

A Dios por sobre todas las cosas.

Al Instituto Universitario de la Paz, en Colombia por su apoyo para la realización de esta tesis. Muy en especial al *Dr. Carlos Augusto Vásquez Rojas*, Rector de esta casa de estudios.

A la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” y a su colectivo de trabajadores.

A los *Drs. Félix Ojeda y Rey Machado* por haber aceptado acompañarme como tutores y por sus contribuciones a esta tesis.

A las Familias Soca y Pérez por haberme colmado de tanto afecto, por su estímulo y apoyo en todo momento.

A la *Dr. Odalys Toral* por su inapreciable colaboración en la realización del documento de tesis.

Al Consejo Directivo de la Universidad, por el apoyo económico.

A las Instituciones colombianas CORPOICA y CIAT por su colaboración con el material fitogenético, sin el cual hubiera sido imposible la realización de estas investigaciones.

A los Ingenieros *Henry Mateus, Leonis Martínez y Amilkar Nieto Sarabia* por colaboración en la realización de estas investigaciones.

Al *Sr. Serafín Suárez[†]* y su familia. Porque mas que mi compañero de trabajo era mi amigo.

A la *Lic. Alicia Ojeda* por su insustituible trabajo de revisión y estilo.

A la *Lic. Nidia Amador*, por su ayuda con el idioma ingles.

A los *Drs. Jesús Iglesias, Jesús Suárez, Marcos Esperance, Marta Hernández, Javier Arece y Anesio Mesa*.

A los MSc. Yuseika Olivera, Antonio Suset y Francisco González por tantas gentilezas y atenciones desde un principio.

A mis queridos amigos Dayron Blanco, Leydis Fontes, Oscar Ramos, Yuván Contino, Justo González, Mayre, Juan Manuel Pérez, Kirenia Hernández, Roxana, Maykel Galloso, Marilin Ruz, Rosario Companioni, Amelia Ramírez, Mercedes de Armas, Nilda Castro, Yudelmis Madruga, Yossel González, Osmel Alonso, Juan Carlos Lezcano, Yolai Noda, Héctor Santana, Guadalupe Pérez y Rafael Herrera (Mayoral).

A las compañeras del Motel de la EEPF “Indio Hatuey”.

A todas las compañeras de la biblioteca por su paciencia en la búsqueda de información.

Y a todas las personas que colaboraron para que esta tesis se pudiera materializar.

Muchas gracias

ABREVIATURAS

ACP- Analisis de Componentes Principales

a.m.- ante meridiano

Ca- Calcio

cm.- Centímetro

Cu- Cobre

DT- Disponibilidad total

ES±- Error estándar

FB- Fibra Bruta

Fe- Hierro

g- Gramo

K- Potasio

Kb-Suelos profundos y fertilidad moderada.

kg- Kilogramo

Kr-Corresponde a pendiente moderada,
baja fertilidad.

Ha- Hectáreas

LL- Lluviosa

m- metros

m²- metros cuadrados

mg- miligramos

Mg- Magnesio

mL- Mililitro

mm- Milímetro

Mn- Manganeseo

MS- Materia seca

N-Total- Nitrógeno Total

Na- Sodio

P- Fósforo

PB-Proteína Bruta

PLL- Poco lluviosa

P-Total- Fósforo total

UGM- Unidades de ganado mayor

Zn- Zinc

W-Planicies aluviales de inundación, mal
drenadas

°C- Grados Celsius

SÍNTESIS

Se investigaron 24 accesiones de *Brachiaria* spp. para seleccionar las de mejor respuesta en las condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad de la región de Barrancabereja. Se utilizaron 72 parcelas de 21 m². 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; en el segundo año se mantuvo el mismo intervalo de corte, hasta efectuar seis. En el primer año 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 en el segundo año se evaluaron los mismos indicadores, excepto los dos primeros. 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 y el porcentaje de emergencia, la incidencia de plagas y enfermedades, y el porcentaje cobertura; y en el segundo año, la altura, la producción de forraje, el porcentaje de hojas y la incidencia de enfermedades. En el primer año se destacaron *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). En el segundo año se ratificaron las mismas como destacadas, excepto *B. brizantha* CIAT-16113, y CIAT-26318 y *B. humidicola* CIAT-26159. Las menos adaptadas fueron *B. ruzizensis* CIAT-26180; las *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. No se hallaron variaciones importantes en la composición bromatológica. Las de mejor crecimiento fueron de las estoloníferas, *B. dictyonera* CIAT-6133; para las de hábito prodecumbentes, *B. decumbens* CIAT-606; y de crecimiento erecto, *B. brizantha* CIAT-16113, CIAT-26110 y CIAT-16322. De acuerdo con los resultados, se recomienda difundir de manera progresiva en la región *B. brizanthas* CIAT-16322, CIAT-16212, CIAT-16121 y CIAT-16488, *B. decumbens* CIAT-606 y *B. dictyonerura* CIAT-6133.

ABSTRACT

An evaluation was carried out with 24 accessions of *Brachiaria* spp. in order to select the ones with better response under the conditions of acid and low fertility soils of the region, using 72 plots of 21 m² were used. The germination was carried out in a nursery with sexual seeds. 138 days after sown, and after a homogenization pruning the first year of evaluation started with cuttings every 42 days until 390 days. In the second year the same cutting interval was maintained until carrying out six of them. In the first year the emergence percentage, cover percentage, plant height, forage production, leaf percentage and incidence of pests and diseases were determined. In the second year the same indicators were evaluated, except the first two ones. The analyses were carried out 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; and in the second year, the height, forage production, leaf percentage and incidence of diseases. In the first year *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. In the second year the same accessions were ratified as outstanding, except *B. brizantha* CIAT-16113, CIAT-26318 and *B. humidicola* CIAT-26159. The less adapted accessions were *B. ruziziensis* CIAT-26180, *B. brizantha* CIAT-16315, CIAT-16327, CIAT-6387, *B. decumbens* CIAT-16497 and *B. humidicola* CIAT 26159, CIAT-16871, CIAT-16867 and CIAT-26427. No important variations were found in the bromatological composition. The accessions with better growth for the stoloniferous plants were *B. dictyoneura* CIAT-6133, for the ones of pro-decumbent habit, *B. decumbens* CIAT-606 and for the ones of erect growth, *B. brizantha* CIAT-16113, CIAT-26110 and CIAT-16322. According to the results, it is recommended to disseminate progressively in the region the accessions *B. brizantha* CIAT-16322, CIAT-16212, CIAT-16121 and CIAT-16488, *B. decumbens* CIAT-606 and *B. dictyoneura* CIAT-6133.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA	4
1.2 ASPECTOS BOTÁNICOS Y AGRONÓMICOS DEL GÉNERO <i>BRACHIARIA</i> . CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	5
1.2.1 Clasificación taxonómicas de <i>Brachiaria</i> spp.....	5
1.2.2 Descripción botánica de las especies.....	6
1.2.3 Generalidades del género <i>Brachiaria</i>	10
1.2.4 Plagas y enfermedades	19
1.2.5 Control de malezas.....	20
1.2.6 Producción de forraje.....	21
1.2.7 Manejo de pastizales	25
1.2.8 Composición bromatológica	27
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO	29
2.1.1 Localidad del ensayo	29
2.1.2 Características generales del área.....	29
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	30
2.2.1 Duración de la investigación.....	30
2.2.2 Preparación del suelo y establecimiento de las parcelas	30
2.2.3 Tratamientos.....	30
2.2.4 Siembra	31
2.2.5 Resiembra	32
2.2.6 Fertilización	32
2.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	33
2.3.1 Cosecha	33
2.3.2 Toma de muestras en el campo	33
2.4 MEDICIONES EXPERIMENTALES	34
2.4.1 Fase de evaluación en el primer año.....	34
2.4.2 Fase de evaluación en el segundo año	35
2.4.3 Análisis bromatológico	36
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS EXPERIMENTALES	37
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	51
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES.....	60
NOVEDAD CIENTÍFICA	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Accesiones de <i>Brachiaria</i> spp evaluadas.	31
Tabla 2. Análisis físico-químico del suelo en el Centro Experimental Santa Lucia.	33
Tabla 3. Relación entre indicadores y componentes principales. Año 1.	37
Tabla 4. Accesiones pertenecientes a los grupos formados. Año 1.	38
Tabla 5. Contribución de las variables a la formación de los grupos. Año 1.	39
Tabla 6. Relación entre indicadores y componentes principales. Año 2.	40
Tabla 7. Accesiones pertenecientes a los grupos formados. Año 2.	41
Tabla 8. Contribución de las variables a la formación de los grupos. Año 2.	42
Tabla 9. Composición bromatológica de las accesiones evaluadas (%).	43
Tabla 10. Estadística del análisis bromatológico.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Dinámica de las accesiones de crecimiento estolonífero.	45
Fig. 2. Dinámica de las accesiones de crecimiento decumbentes.	45
Fig. 3. Dinámica de las accesiones de crecimiento erecto.	48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Foto 1. <i>B. brizantha</i> CIAT-16322	49
Foto 2. <i>B. dictyoneura</i> CIAT-6133	49
Foto 3. <i>B. decumbens</i> CIAT-606	49
Foto 4. <i>B. brizantha</i> CIAT-16113	49
Foto 5. <i>B. brizantha</i> CIAT-6387	50
Foto 6. <i>B. decumbens</i> CIAT-16497	50
Foto 7. <i>B. humidicola</i> CIAT-16867	50
Foto 8. <i>B. ruziziensis</i> CIAT-26180	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Agrupación de las accesiones estudiadas en el primer año.	71
Anexo 2. Agrupación de las accesiones estudiadas en el segundo año.	72
Anexo 3. Matriz de datos. Colección de <i>Brachiaria</i> spp. Año 1.	73
Anexo 4. Matriz de datos. Colección de <i>Brachiaria</i> spp. Año 2.	74
Anexo 5. Vista panorámica del área experimental.	75

INTRODUCCIÓN

La región Santandereana de Barrancabermeja está considerada como bosque húmedo tropical, con una precipitación anual de 2 600 a 3 200 mm y una altura media de 60-96 msnm, y se caracteriza por presentar suelos ácidos de baja fertilidad, con limitaciones en las especies de pastos que pueden desarrollarse en ese medio.

La ganadería es el principal renglón productivo del Magdalena Medio, especialmente los sistemas de cría, doble propósito y ceba, 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 condiciones adversas de clima, plagas y enfermedades; y baja demanda de insumos para el establecimiento y mantenimiento.

En la región las producciones medias de leche son de 3 litros/animal/día y las ganancias de peso vivo son de 200–400 g/animal/día, indicadores que resultan insuficientes para garantizar las necesidades de la población y hacen poco rentables las explotaciones pecuarias.

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 (Rivas y Holmann, 2004; Alonso y Carrobello, 2002). Tales limitaciones deben reducirse si se desea establecer con éxito el pasto y, en consecuencia, se deben identificar las especies de *Brachiaria* que se adapten a esos suelos infértiles y que hagan un uso más eficiente de los nutrientes. En este sentido, Mesa, Hernández, Reyes, Ávila (1989) indicaron que entre las gramíneas, *Andropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha* son las menos exigentes al fósforo y se recomiendan para suelos de baja fertilidad.

También Rao, Kerridge y Macedo (1998) indicaron que en la actualidad existen varias especies del género *Brachiaria* que se han difundido en los agroecosistemas de tierras bajas (sabanas y áreas de bosques) y en el trópico húmedo y subhúmedo, especialmente en América del Sur, las cuales proporcionan una fuente importante para rumiantes (Thomas y Grof, 1986). Dichos autores coinciden en que las especies perennes de este género, como *B. decumbens*, *humidicola*, *brizantha* y *dictyoneura*, han logrado una importancia económica significativa en este ecosistema, que en muchos de los casos muestran suelos con acentuada acidez.

En la región de Barrancabermeja predominan los pastos naturales como *Homolepsis aturensis* y *Paspalum conjugatum* y otros pastos mejorados como *Brachiaria* spp, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* e *Hyparrhenia rufa*.

La evaluación realizada por Mateus (2000) demuestra que la *Brachiaria* spp es la que presenta mejores resultados, al mostrar índices de adaptación capaces de aumentar los rendimientos productivos de la ganadería y de los pastos actuales, además es la especie que tolera mejor la incidencia de plagas.

Teniendo en cuenta el potencial que presenta *Brachiaria* spp para aumentar los rendimientos productivos de la ganadería y la presencia cada vez mayor de plagas en diferentes estadios de su desarrollo, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y el Instituto Universitario de la Paz (INUPAZ) se plantearon evaluar nuevas alternativas forrajeras y desarrollar estrategias de manejo agronómico para materiales promisorios, con el fin de contribuir a solucionar la problemática en la producción de los diferentes sistemas de la región del municipio de Barrancabermeja, mediante el estudio del comportamiento agronómico de accesiones e híbridos apomícticos de *Brachiaria* spp.

Según Hernández, Machado y Gómez (1981), hasta los años 80 en Cuba no se habían estudiado amplias colecciones de una misma especie, sino que en las investigaciones solo se habían incluido especies de diferentes géneros; ello trajo como consecuencia la existencia de serias limitaciones en cuanto a la selección del mejor material para un determinado ambiente, debido a la alta diversidad de géneros y el bajo número de accesiones de cada una de las especies. Sin embargo, se decidió como estrategia estudiar amplias colecciones de una misma especie, con el fin de lograr una mayor similitud en el material y de esta forma seleccionar las de mayores posibilidades de adaptación en los ambientes dedicados a la actividad ganadera en Cuba (Gutiérrez, Paretas, Suárez, Cordoví, Pazos y Alfonso, 1990).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el estudio de las especies del género *Brachiaria* y sus variantes cultivadas sería una opción para solucionar, en parte, la alimentación de la masa ganadera en estos ecosistemas (Bodian, 1997), ya que estas pueden adaptarse y desarrollarse en una amplia variedad de tipos de suelos (Hernández, Reyes, Mesa & Cárdenas, 1992; Hernández, 2006).

A partir de estas reflexiones se consideró necesario evaluar nuevas alternativas forrajeras y desarrollar estrategias de manejo de los pastos promisorios mediante el estudio de accesiones

e híbridos apomícticos 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; de esta forma, un estudio profundo de evaluación de pastos en sus diferentes fases permitirá determinar y valorar las características agronómicas de las diferentes accesiones, con el fin de identificar los materiales más adaptables a estos ambientes. Entre las especies que en la actualidad pudieran considerarse con tales características, se encuentran las pertenecientes al género *Brachiaria*.

Hipótesis:

La selección de nuevas accesiones de *Brachiaria spp* con mejor respuesta productiva y con mayor resistencias a plagas y enfermedades bajo las condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad en la región Santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio, permitirá incrementar la producción y optimizar la rentabilidad de las explotaciones.

Objetivo general:

Seleccionar, mediante un proceso de evaluación agronómica, las accesiones de *Brachiaria spp* que mejor se adapten a las condiciones agroecológicas de la región Santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio, y que manifiesten una menor vulnerabilidad a las plagas y a las enfermedades.

Objetivos específicos:

- Evaluar la adaptación de 24 accesiones e híbridos de *Brachiaria spp* en las condiciones edafoclimáticas de la región, para su difusión en las explotaciones ganaderas.
- Seleccionar las accesiones e híbridos de mejor estabilidad en su comportamiento agronómico.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA

El municipio de Barrancabermeja es la región oriental del departamento de Santander, que se encuentra en el Valle Medio del Magdalena; geográficamente está ubicado a 7° 03' 48" longitud Oeste; limita al norte con el municipio de Puerto Wilches, al sur con el municipio de Simacota, y al oriente con el municipio de San Vicente y Girón, y al occidente con el río Magdalena; posee una extensión de 1 121 km² (Chamorro, 1994; Gallo, Chamorro y Vanegas, 1998).

El área del municipio presenta dos zonas geomorfológicas, una plana y una ondulada (colinas). La zona plana está conformada por las llanuras o planicies aluviales y terrazas de nivel alto del río Magdalena y sus afluentes. La zona ondulada está representada por colinas bajas y escarpadas, donde el suelo tiende a compactarse, se dificulta la infiltración del agua y se favorece la escorrentía, dando paso a la erosión.

El municipio está formado, según Alonso y Carrobello (2002), por las siguientes zonas agroecológicas:

- Kb:** Corresponde a planicies aluviales, predominantemente planas, suelos profundos y fertilidad moderada.
- Kr:** Corresponde a pendiente moderada, baja fertilidad, bosque intervenido y pastizales, zona agroecológica donde se desarrolla el proyecto.
- W:** Planicies aluviales de inundación, mal drenadas.

Por su parte, CORPOICA (1995) reportó que los suelos de topografía ondulada presentan colinas bajas y colinas escarpadas, cuyas características principales son:

- Material parenteral: están conformados por arcillas de colores variables, arenosos, blando, arenosas de grano fino, medio y grueso, profundidad efectiva moderada.
- Drenaje: varía de bueno a malo, según la posición topográfica.
- Reacción: extremada a muy fuertemente ácida, el nivel de aluminio es alto, bajo en saturación de bases, muy pobre en nutrientes y de baja fertilidad.

En las planicies aluviales, conformadas por las áreas agroecológicas W y Kb, *Brachiaria plantaginea*, *B. humidicola* y *B. brizantha* (cv. Marandú) han venido desplazando los pastos como el Alemán (*Echinochloa polystachya*) y el Angleton (*Dichanthium aristatum*).

En las terrazas altas y colinas, con el suelo de mediana a baja fertilidad, perteneciente al área agroecológica Kr, *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *B. dictyoneura* y *B. brizantha*, son las que vienen reemplazando los pastos naturales y las praderas en estado de degradación (CORPOICA, 1995).

1.2 ASPECTOS BOTÁNICOS Y AGRONÓMICOS DEL GÉNERO *BRACHIARIA*. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.2.1 Clasificación taxonómicas de *Brachiaria* spp

Según Gould y Soderstan (citado por Miles, 2006), las brachiarias se ubican en las siguientes categorías taxonómicas, ratificadas luego por Sandusky (1990, 1994).

Reino	<i>Vegetal</i>
División	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
Orden	<i>Graminales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Panicoidae</i>
Tribu	<i>Paniceae</i>
Género	<i>Brachiaria</i> spp

Por su parte, Catasús (1997) clasifica a *Brachiaria* spp en el reino *Cormobionata*, división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, subclase *Commelinidae*, orden *Poales* de la familia *Poaceae* y subfamilia *Panicoidae*, tribu *Paniceae*, género *Brachiaria*; aunque esta especie fue clasificada antes por los Hermanos León y Yepes, citado por Hernández y Hernández (1980), en el orden Glumiflora.

Según Olivera y Machado (2004a), el género *Brachiaria* posee alrededor de 80 especies, de las cuales algunas han sido poco estudiadas, debido a que no son de interés para la alimentación de la masa ganadera (Machado, 2006).

1.2.2 Descripción botánica de las especies.

Según Borges (1990), Olivera, Machado y Del Pozo (2006) y Guiot y Meléndez (2002), las especies de este género poseen características botánicas específicas que las identifican y diferencian entre sí.

Brachiaria decumbens

Nombre vulgar: Pasto amargo, pasto peludo o brachiaria (Sandusky, 1990; La Torre, 1998; Pérez, 1997).

Especie erecta o decumbente (tendida-echada), 0,3–1,0 m de altura, ascendente, geniculada, ramificada, raíces en los nudos más bajos; el sistema subterráneo consiste en rizomas pequeños, nudosos y duros, semejantes a estolones largos y frondosos; algunos crecen postrados y otros semirectos, alcanzando alturas entre 50 y 80 cm (Roche, Menéndez y Hernández, 1990); los tallos, según Cuadrado (1998), tienen nudos e internodios; los bajos son usualmente muy cortos, de 1 a 2 cm de largo, algo angulares; las hojas son brillantes, muy verdes y cubiertas de tricomas, estriadas, densamente papilosas, márgenes lisos, numerosos nervios, nervio central notorio; la inflorescencia es una panícula formada por varios racimos solitarios, 4 a 20 cm de largo con 2–5 racimos regularmente próximos, sésiles; axis (eje) principal tricospidado, finalmente denticulados a lo largo de los ángulos, con largos pelos esparcidos, usualmente más densa cerca de los racimos; el axis principal se prolonga en una punta estéril muy corta después de la base del racimo; el racimo de 2–12 cm de largo, unilaterales semejantes a una espiga, densamente peludas en la base, espiguillas elípticas ovoides, acuminadas, turgidas, 4 a 5 cm de largo, 2 mm de ancho, cariósipide similar a la forma ovada, 3 mm de largo y 1,7 mm de ancho, el embrión divide tres partes de la longitud del cariósipide (Sandusky, 1990; La Torre, 1998; Olivera, 2004).

Brachiaria decumbens, según Olivera, Machado, Del Pozo, Ramírez y Cerrero (2006), se caracteriza por ser una planta herbácea, las raíces son fuertes y duras, culmos, de cilíndricos aovados, que pueden ser erectos o decumbentes, de color verde y algunas veces con visos morados, glabros o pilosos, con la presencia de seis a 16 internodios de 18 a 28 cm de longitud; hojas que miden entre 20 y 40 cm de largo y de 10 a 20 mm de ancho, cubiertas por tricomas, sus bordes duros y ásperos. Estas son de color verde oscuro, principalmente en el primer año, debido al alto contenido de clorofila; el tamaño de la inflorescencia es variable en función a la condiciones edafoclimáticas, mientras que las semillas se reproducen

a partir del mecanismo de la apomixis y algunas son fértiles, por lo cual el pasto se propaga por material vegetativo.

Brachiaria humidicola

Nombre vulgar: Kikuyo, araucano o amazónico, o pasto dulce (Sandusky, 1994).

El pasto humidicola es perenne, crece hasta 1 m de alto, estolonífero; presenta entrenudos superiores, que miden de 8 a 10 cm de largo y los inferiores 2 a 3 cm, son glabros y de color verde claro. Los estolones son fuertes y duros, largos, de color púrpura, enraízan con facilidad y producen en cada nudo nuevo culmos; el sistema radicular está compuesto por dos tipos de rizomas, uno firme pequeño y uno largo; las hojas son lineales, lanceoladas, semicoreáceas, con el ápice acuminado, de dos tipos: las de los tallos tienen de 10–30 cm de longitud y de 0.5 a 1 cm de ancho, lámina foliar glabra, lígula densa, bordes ciliados blancos, lisos y algunas veces con pelos denticulados; las vainas de las hojas carecen de vellosidades; los limbos, según Olivera (2004), son lineales, duros, vastos y estrechos, con una coloración de verde a morado (principalmente en los bordes); es característico en esta especie que los ápices tiendan a doblarse por la nervadura central, pareciendo unir los bordes en las horas de mucho calor o sequía, este fenómeno es denominado como fototropismo positivo.

La vaina es de 6-20 cm, de color verde a morado y puede ser desde glabra hasta algo vellosa en los bordes (Olivera *et al.*, 2006).

La inflorescencia es terminal, panícula racimosa con una a cuatro racimos solitarios de 3 a 5 cm de longitud; el axis principal es estriado, glabroso; las espiguillas son uniseriales, bifloras, alternadas a lo largo del raquis, con pedicelos cortos, y miden de 5 a 6 cm de longitud. Amarillo claro las primeras glumas y la lema inferior le dan a la espiga una apariencia más redondeada, según Sandusky (1994).

Brachiaria dictyoneura

Nombre vulgar: Pasto Llanero (Sandusky, 1990).

Es una especie perenne, semi erecta prostrada, estolonífera, de 0,40 a 0,90 m de altura; los estolones son largos y fuertes (hasta 1,5 m), de color púrpura; las vainas de las hojas son más cortas que los entrenudos (Olivera, 2004; Olivera *et al.*, 2006). Los estolones presentan vellosidades cortas de color blanco, tanto en la vaina como entre los entrenudos, y en ellos se producen hoja lanceoladas, rectas, glabras, de color púrpura y uno de los bordes denticulados,

de 20 a 40 cm de longitud y 8 mm de ancho; las cubiertas de las hojas nuevas más altas, algunas veces son papilosas; el borde de la lígula es membranoso en la superficie exterior de la hoja, en la unión de la pálea y la cubierta se encuentra un cuello saliente plegado, en el cual la hoja madura y la seca pueden ser separadas fácilmente; los nervios son numerosos y finos y la nervadura central es prominente; los tallos y las vainas de las hojas son de color verde con manchas púrpuras.

Los tallos florales son erectos y lisos; la inflorescencia es una panícula racimosa con tres o cuatro racimos de 4 a 6 cm de largo; cada uno agrupa 10 a 22 espiguillas alternas, sobre un raquis de color púrpura y verde, ciliado y en forma de zig-zag. Las espiguillas son ovaladas y oblongas, usualmente de color púrpura oscuro o verde opaco, con 6 a 7 mm de longitud y 2,5 mm de ancho. La gluma posee nervaduras de color verde claro, con vellosidades largas, abundantes y dirigidas hacia arriba. El sistema radicular es fibroso y amplio cuando la reproducción es por semilla y si es por estolones el sistema de enraizamiento es escaso y lento, tal como lo reporta Sandusky (1990).

Para diferenciar esta de *B. humidicola*, se precisa observar los bordes denticulados y básicamente la disposición y separación de sus dientes, en la *dictyoneura* son más largos y espaciados, semejantes a un serrucho, mientras que la *humidicola* tiene dientes semejantes a una hoja de segueta más pequeños y unidos que en la anterior.

Brachiaria brizantha

Nombre vulgar: Gigante (Mateus, 1997).

Especie perenne, cespitosa, de tallos rectos o suberectos, una altura de 1 a 1,5 m, con rizomas cortos y encurvados. La inflorescencia es de mayor tamaño que las de otras especies de este género; las plantas son erectas y robustas, con intenso ahijamiento del pasto bajo pastoreo.

Los rizomas horizontales son cortos, duros y curvos, cubiertos por escamas glabras, de color amarillo a púrpura. Las raíces son profundas; lo que le permite sobrevivir bien durante períodos prolongados de sequía. Estas son de color blanco-amarillento y de consistencia blanda. Los culmos erectos o suberectos son escasamente ramificados, con 6 a 14 internodios de 10 a 34 cm de longitud, cilíndricos, ovalados, de color verde o morado y también son glabros. Los nudos pueden ser glabros o poco pilosos, de color morado. Baruch y Fisher, 1991; Mateus, 2000).

Los limbos son verdes y largos, de 20 a 75 cm de longitud y de 0,8 a 2,4 cm en la parte más ancha; estos pueden ser lineales o lanceolados, adelgazando hacia el ápice, con los bordes de color blanco a morado y fuertemente dentados. Se manifiestan glabros o pilosos generalmente hacia la base. La lígula es membranácea-ciliada, de 2 mm de longitud. La vaina, de 10 a 23 cm de longitud, es más corta que los internodios y de color verde, ocasionalmente con tonalidades moradas hacia los bordes, desde glabra hasta glabrescente. La inflorescencia, una de las de mayor longitud de las especies de este género, es en forma de panícula racemosa de 34 a 87 cm de longitud, con el eje principal estriado, glabro o piloso, con uno a 17 racimos solitarios, unilaterales y rectos, de 8 a 22 cm de longitud.

Brachiaria ruzizensis

Nombre vulgar: Pasto ruzi, kenia ruzi, congo señal, gambutera (Sandusky, 1994; Olivera *et al.*, 2006).

Descripción botánica. Especie perenne, semirrecta, de 1 m de altura; se presenta en forma decumbente en la base y con presencia de enraizamiento en los nudos inferiores; posee rizomas fuertes y en forma de tubérculos; se propaga por semilla y material vegetativo (cepas, estolones enraizados). Es la especie más relacionada con *B. decumbens*.

A Colombia *Brachiaria ruzizensis* ha llegado con el nombre de *Acriana mutatis* (Miles, 2006).

Esta especie presenta, según los reportes de Olivera (2004), un crecimiento rastrero, geniculado y perenne. Posee un buen sistema radical, con la presencia de rizomas duros, con facilidad de enraizar y producir ramas en los nudos inferiores. Los culmos son glabros, de color verde claro, desde ovalados a cilíndricos, con tendencia a formar bulbillos aéreos, y tienen una altura de 25 a 50 cm. Los internodios, en número de 10 a 14, alcanzan una longitud de 4 a 16 cm. Los nudos son de color verde a morado. La vaina de las hojas, más largas que los internodios, mide de 5 a 17 cm de longitud; son de color verde y en ocasiones poseen tonalidades moradas y una alta densidad de pelos largos. Los limbos, de color verde radiante, de 7 a 26 cm de longitud y de 1 a 2 cm de ancho, son acuminados en el ápice y muy pilosos en ambos lados. Estos presentan bordes escabrosos, dentados y con muchos nervios. La lígula es ciliada, de 1 mm de ancho. La inflorescencia, en forma de panícula racemosa, es de color verde a morado, con una longitud de 16 a 60 cm. Puede tener de tres a seis racimos, de 3,5 a 4,5 cm de longitud y de 2,0 a 4,0 mm de ancho, y son muy pilosas.

La espícula es ovalada, de color verde a morado, con una longitud de 3,5 a 5,5 mm, y se presenta en dos hileras en el raquis.

Brachiaria híbrido 1737

Es una especie perenne, planta erecta, de 50 a 80 cm de altura, de vigor excelente y una relación tallo-hoja de 50%; tallo macizo, con nudo morado, distancia promedio entre nudo de 7 a 8 cm; forma cilíndrica, glabro, con una capacidad de enraizamiento vertiginoso; la hoja presenta vaina cubierta de color verde claro, lígula mínima, aspecto de la hoja abierta, forma lanceolada, con borde lisos de color violeta, de tres a cuatro espigas como promedio, color verde, semillas alternas, espiguillas de forma ovoide color verde, glabras, raíz profunda y abundante (Lascano, Plazas y Pérez, 2002; Plazas, 2006).

Brachiaria híbrido 1873

Es una especie perenne, la planta erecta, de 60 a 80 cm de altura, con un vigor excelente y una relación de tallo hoja del 60%; el tallo es macizo, de color verde claro, distancia promedio entre nudos de 9 cm, glabra y una capacidad de enraizamiento vigoroso; la hoja tiene borde aserrado y un ancho promedio de 2,5 cm, color verde claro; vaina glabra alta, forma cilíndrica, aspecto de la hoja abierta, espigas de dos a seis como promedio; espiguillas con hileras dobles y la forma de la semilla ovoide, color de la semilla verde, glabra, de raíz abundante y profunda, según Argel, Giraldo, Peters y Lascano (2002) y Mateus (2004, Comunicación personal).

1.2.3 Generalidades del género *Brachiaria*

Brachiaria decumbens

Originaria de África, fue introducida en Colombia en 1953 por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Es una gramínea vigorosa y bastante agresiva, que forma estolones que le permite anclarse bien en el suelo y competir con otros pastos; por esta particularidad se establece rápidamente en el terreno en forma densa, impidiendo cualquier proceso de erosión, por lo que es la preferida para ser sembrada en terrenos inclinados (Cuadrado, 1998; López-Herrera, 1998).

Crece desde 0 hasta 2 200 msnm, está muy bien adaptada a clima cálido y es resistente a la sequía y a la quema; prospera bien en zonas de alta precipitación; es resistente al pisoteo y

soporta bien las condiciones de suelos ácidos, ricos en hierro y aluminio y pobres en nutrientes; requiere suelos de buen drenaje (Olivera y Machado, 2004b).

Esta brachiaria florece y fructifica en abundancia durante todo el año, y el tiempo más indicado para la recolección de las semillas es entre 28 y 30 días después del inicio de la inflorescencia; no obstante, el porcentaje de semilla llena es muy bajo y la maduración no es uniforme.

La semilla se debe procesar y almacenar por períodos de cuatro a nueve meses para que germine (Bernal, 2003; Pérez, 1997); mientras que la siembra se puede hacer con semilla sexual o vegetativa.

El material vegetativo lo constituyen los tallos maduros y las macollas; se necesita alrededor de 1 500 kg/ha y la siembra por este procedimiento es una labor lenta y costosa (Anon, 1989; Gavilanes, 1992).

Como la cantidad de semillas por hectáreas es baja y estas son muy pequeñas, es necesario mezclar la semilla con un material inerte como tierra, cascarilla de arroz, calfos o arena seca. La siembra puede hacerse a mano, de la manera más uniforme posible o con máquina (sembradora-abonadora), procedimiento que es más económico (Anon, 1989; Bernal, 2003).

La semilla debe sembrarse sobre un terreno bien preparado y con buena humedad, y quedar cubierta por una capa de suelo entre 2 y 5 mm para protegerla de los pájaros y las hormigas, pero si queda más profunda se dificulta su germinación.

Con una buena humedad la germinación se presenta entre 15 y 30 días después de la siembra; es por eso que el uso de semilla seleccionada es un medio para economizar tiempo y dinero en el establecimiento de las praderas (Bernal, 2003).

B. decumbens se emplea casi exclusivamente en áreas de pastoreo, pero podría también utilizarse para heno y ensilaje durante las épocas en que se presenta exceso de producción de forraje. Es más recomendable para la ceba que para el levante, durante la época de lluvia, es capaz de mantener aproximadamente tres (UGM) por hectárea y 1,5 durante la sequía (Chamorro, 1998).

Esta especie no se asocia bien con algunas leguminosa, pero sí con el maní forrajero (*Arachis pintoi*), con el cual se ha logrado aumentos de peso en los animales de hasta un 50% más en la época de lluvia (Ayala y Basulto, 1992).

Brachiaria humidicola

Es nativa del África tropical, en particular de zonas de altas precipitaciones fue introducida en Colombia en 1973 por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con el número de accesión CIAT 679.

Se ha evaluado en diferentes ecosistemas, como la sabana de los Llanos Orientales y el pie de Monte Llanero y Amazónico de Colombia (CIAT, 2002). Crece bien en zonas tropicales, desde el nivel del mar hasta 1 800 m, con precipitaciones entre 1 500 y 3 500 mm al año.

Esta gramínea ha mostrado una amplia adaptación a diferentes climas; se ha observado su establecimiento en regiones húmedas, secas y suelos fértiles. También predomina en regiones de suelos ácidos e infértiles, con prolongados períodos de sequía; de ahí que sea considerada como una gramínea promisoría para las regiones tropicales (Pastrana, Meléndez y Amaya, 1992).

La propagación de esta gramínea se puede efectuar por semillas o por material vegetativo, macollas o estolones. Por semilla se utilizan 4 kg/ha al voleo, pero el establecimiento es largo debido a que la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas son lentos.

El establecimiento por material vegetativo es más rápido y vigoroso y se necesita alrededor de 1 t de estomas/ha y 6 t de macollas/ha, aunque resulta una labor lenta y costosa, ya que requiere mucha mano de obra (CIAT, 2002). Sin embargo, es muy eficiente porque a las 12 semanas tiene el 60% de cobertura en el suelo (Ayala y Basulto, 1992). Los resultados sugieren que estas especies también pueden ser utilizadas como protectoras de la capa arable del suelo.

Pérez, González y Matías (1997) afirman que la aplicación de nitrógeno tiene un efecto positivo en la producción de semillas y en la cantidad de tallos generativos por área.

De acuerdo con Meléndez (2003), de todas las variables que afectan el rendimiento de semilla, el nitrógeno y las condiciones climáticas son las más importantes, aunque no siempre se obtienen diferencias con la aplicación de fertilizantes, incluso cuando se presenten en algún componente del rendimiento.

También se recomiendan como fuente de fósforo utilizar calfos (10% de P_2O_5) a razón de 440 a 500 kg/ha.

Cuando no sea posible usar alternativas de fertilización, se pueden emplear fertilizantes compuestos, tales como: 10–30–10; 10–20–20; 15–15–15; 14–14–14; 12–24–12, en dosis de 100 a 200 kg/ha, adicionando magnesio y azufre en las dosis recomendadas (Quinquin, Rosiello, Rodríguez de Abreu y Rodríguez, 2006).

Si la siembra de las especies se hace al voleo, se sugiere incorporar la fuente de fósforo con el último pase de grada; pero si se hace en surco, el fósforo se aplicará en banda al momento de la siembra. Los demás fertilizantes deben aplicarse a los 30-45 días después de la siembra y su forma de aplicación depende del sistema de siembra; también la dosis depende del análisis químico del suelo (Hernández y Hernández, 1980).

La fertilización de mantenimiento debe hacerse a partir del segundo año; y se aplicará anualmente de 25% a 50% de las dosis empleadas en la siembra; esto se hará al inicio o un poco antes de finalizar el período de lluvias (CIAT, 2002).

Vieito, Cordoví, González, Funes, Fernández y Fonseca (2001) plantean que puede utilizarse la dosis de 100 kg de N/ha a principios de la primavera para incrementar el rendimiento de semillas y cosechar entre los 21 y 28 días después de la antesis, que es el momento en que comienzan a desprenderse las espiguillas; aunque en el primer año de cosecha la aplicación del fertilizante puede resultar inefectiva (Cardozo, Sánchez y Ferguson, 1991).

B. humidicola se destaca por:

- Tener buena adaptación a suelos ácidos, con alta saturación de aluminio y baja fertilidad (Gómez, Velásquez, Miles y Rayo, 2000).
- Se propaga por material vegetativo (estolones y cepas) y por semillas sexual.
- Tiene crecimiento estolonífero vigoroso; presenta una cobertura densa y agresiva, poco compatible con leguminosas, excepto con *Arachis pinto* y *Desmodium spp.*
- Tolera bien los excesos de humedad en el suelo, pero no el encharcamiento prolongado.
- Tolera la sequía; sin embargo, en suelos arenosos disminuye su producción de forraje durante esta época.
- Soporta una alta carga animal en los pastoreos.
- Es tolerante a la quema, las plagas y las enfermedades.

- Produce poca semilla viable y presenta latencia prolongada.
- Su calidad nutritiva es baja, particularmente en términos de proteína cruda, lo cual afecta el consumo voluntario y la ganancia de peso del animal.
- La calidad disminuye rápidamente a través del tiempo y la productividad animal es menor en otras especies de *Brachiaria* (Muñoz, 1995).

Brachiaria dictyoneura

Es originaria del África tropical y fue introducida en Colombia por el CIAT en 1978. Se ha evaluado en centros de investigación del ICA y del CIAT, pero también en pruebas regionales en varias localidades de suelos ácidos y de baja fertilidad, con buenos resultados.

El nombre escogido para esta *brachiaria* es el de pasto llanero.

Esta gramínea crece bien en regiones tropicales desde el nivel del mar hasta 1 800 m de altura, con una precipitación de 1 500 a 3 500 mm al año.

Se adapta a condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad, con buen drenaje, es tolerante a la sequía y soporta bien la quema.

Para la siembra por semilla sexual se recomienda utilizar 2 a 3 kg/ha de semilla escarificada/ha, con 90-95% de pureza, ó 8–12 kg de semilla cruda/ha con 15-20% de pureza.

Para la siembra con material vegetativo se emplean surcos de 60 cm y distancias de 50 a 60 cm entre plantas, y se requieren alrededor de 1 600 kg/ha.

Cuando se utiliza cariósido se recomienda sembrar al inicio del período de lluvias, debido a que las siembras efectuadas en épocas de alta precipitación afectan la semilla y el desarrollo posterior de las plántulas, favoreciendo también la proliferación de malezas (Corbea y Hernández ,1992).

En Colombia, el ICA recomienda que el pasto llanero se siembre en pie de monte y en sabanas planas bien drenadas (CIAT, 2002).

La utilización de pequeñas dosis de fertilización ha mejorado los rendimientos del follaje.

La aplicación de fertilizantes debe hacerse sobre la base de los resultados de análisis del suelo; para una adecuada fertilización de establecimiento, utilizando abonos comerciales, se presentan las siguientes alternativas.

- Fosforita Huila o roca fosfórica de pesca (20% de P_2O_5), 150 a 220 kg/ha; y cloruro de potasio, 50 a 75 kg/ha.
- Calfos (10% de P_2O_5), 300 a 450 kg/ha; cloruro de potasio 50 a 75 kg/ha.

Las leguminosas tienen mayores requerimientos de nutrientes para su establecimiento, persistencia y producción que las gramíneas (Chamorro, 1998); por consiguiente, en la siembra de asociaciones es conveniente adicionar magnesio y azufre en dosis de 15 a 10 kg/ha, respectivamente; como fuentes de estos elementos puede utilizarse óxido de magnesio (50 kg/ha) o carbonato de magnesio (63 kg/ha) y flor de azufre (12 kg/ha).

Para el mantenimiento de las praderas se puede aplicar anualmente de 30 a 50% de los niveles de fertilización para el establecimiento, al inicio o antes de finalizar el período de lluvia; a partir del segundo año se sugiere aplicar 100 kg/ha de un abono compuesto (10-30-10), preferiblemente antes de finalizar el período de lluvias (CIAT, 2002).

Ramírez (1987) comprobó que *B. dictyoneura* tuvo un buen comportamiento durante la adaptación a condiciones estresantes de Colombia (suelos con pH~ 4,7).

Otros estudios en esta temática fueron realizados por Da Silva, de Lima y Mochiutti (1992) en Brasil, sobre un suelo Latosol con pH~5,8 y utilizando 25-25-20 kg N-P-K/ha. Al comparar los rendimientos de MS por corte en diferentes accesiones de: *A. gayanus* (CIAT-6209, 6207 y 6053) con los obtenidos con *B. brizantha* y *B. humidicola* para los períodos de máximas y mínimas precipitaciones, estos autores señalaron que las especies de *Brachiaria* presentaron la mejor distribución estacional de producción de forraje.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en *B. brizantha*, *B. ruziziensis* y los híbridos 1737 y 1773 mediante el empleo de una fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y azufre por encima de los 200 kg/ha al año, las cuales aumentaron su producción de biomasa y la calidad nutricional (Mateus, 2000; Argel *et al.*, 2002).

El pasto Llanero se caracteriza por:

- Adaptarse bien a condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad.
- Es tolerante a la sequía y se recupera bien después de la quema.
- Tolera el ataque del mión de los pastos y se recupera rápidamente.
- Requiere suelos bien drenados y no tolera encharcamientos prolongados.

- Tiene buena compatibilidad con las leguminosas forrajeras.
- Posee buena palatabilidad.
- Se propaga por estolones, cepas o cariósides.
- La semilla presenta latencia o dormancia superior a los seis meses.
- Es de bajo vigor de establecimiento y el primer pastoreo puede tardar de 6 a 10 meses después de la siembra.
- La germinación de la semilla es muy lenta en condiciones de campo.

Brachiaria brizantha

Originaria de África Tropical, es una especie perenne, crece bien en regiones tropicales, desde el nivel del mar hasta 1 800 m de altura y con precipitaciones entre 1 000 y 3 500 mm al año. Fue introducida en Colombia desde Trinidad, en 1955, en el ICA de Palmira, y en 1987 se extendió a otras regiones de Colombia (CORPOICA, 1995).

Algunas accesiones toleran suelos ácidos y de baja fertilidad (Lascano *et al.*, 2002). Sin embargo, esta especie crece mejor en suelos con fertilidad media a alta.

Al igual que otras *brachiarias*, requiere suelos bien drenados y no tolera encharcamientos prolongados; por su hábito de crecimiento semierecto y su habilidad para macollar logra una buena cobertura, particularidad que le permite competir bien con las malezas durante el establecimiento.

Para un buen establecimiento debe buscarse una población de 8 a 10 plantas/m², a los 30 días después de la siembra, para lo cual se requiere de 3 a 4 kg de semillas clasificadas y escarificadas.

La siembra por macollas se puede hacer por surcos distanciados a 60 cm y separación de 50 a 60 cm entre plantas, por lo que se necesita entre 6 y 7 t de material verde/ha.

Esta gramínea tolera niveles altos de aluminio y manganeso, y aunque no responde significativamente a los encalamientos, sí lo hace a la aplicación de fósforo, en dosis de hasta 400 kg /ha.

Este cultivo muestra una alta producción de semillas viables.

A pesar de su porte erecto o semi erecto, no se asocia fácilmente con leguminosas herbáceas o rastreras, debido probablemente a los efectos alelopáticos con los cuales controla el crecimiento radicular de otras especies.

Presenta una buena calidad nutritiva; sin embargo, disminuye en forma rápida a partir de la cuarta semana de la edad de rebrote (Olivera, 2004). Resultados similares obtuvo Del Pozo (2000), quien reporta valores de digestibilidad de 68 y 61,1% de cinco a ocho semanas después del rebrote, respectivamente.

Se propaga por medio de semillas sexual y su propagación por material vegetativo no es recomendable.

En la siembra al voleo se requieren de 6 a 7 kg de semillas/ha para garantizar una buena cobertura, ya que no se extiende por carecer de estolones (CORPOICA, 1995).

Entre las accesiones de esta especie existen materiales de diferente hábito de crecimiento, erectas o rastreras. Las hojas pueden ser con vellosidades o sin ellas (glabras). Algunas plantas se propagan por rizomas y otras por estolones.

Es una especie perenne, que presenta macollas vigorosas, de hábito erecto o semi erecto, con tallos que alcanzan hasta 2 m (Olivera, 2004); algunos ecotipos pueden llegar hasta los 2,50 m de altura, según Machado (1998).

En horas de máxima luminosidad y temperatura, tienen la habilidad de reducir la pérdida de agua por transpiración al entorchar sus hojas.

Esta especie es bien consumida por los bovinos y los equinos y se recomienda para animales de destete o novillos de engorde (CIAT, 2002).

Brachiaria ruziziensis

Originaria de África, tolera condiciones de zonas húmedas, pero no inundables ni anegadizas; prefiere suelos bien drenados y con buena fertilidad. Esta especie responde muy bien a las aplicaciones de fósforo y potasio, y su producción de forraje disminuye cuando hay deficiencias de estos elementos.

En un estudio realizado en Cuba en un suelo Ferralítico Rojo, en una colección de *Brachiaria* spp., con aplicación de fertilizantes y en condiciones de secano, Roche, Machado y Alonso (1995) encontraron que el potencial de producción alcanzado por accesiones de *B. dictyoneura* y *B. ruziziensis* fue el mejor entre todas las accesiones probadas, por lo que se

recomendó el estudio de estas especies en otras fases para este tipo de suelo; resultados similares fueron obtenidos en Venezuela por Flores, Rodríguez y Torrealba (1992).

Su calidad nutritiva y su digestibilidad son muy semejantes a las de *Brachiaria decumbens*, por la capacidad que tienen ambas especies de emitir rebrotes de manera permanente, característica que les permite conservar de forma estable su valor nutritivo.

Miles (2006) manifestó que la especie *B. ruzizensis* es un pasto de gran valor para las áreas tropicales, pero que en experimentos de pastoreo se despobló rápidamente al aumentar la carga hasta 4 animales/ha, aspecto que puede limitarla para su uso intensivo. No obstante, esta respuesta pudiera ser mejorada regulando las condiciones de manejo, mediante una adecuada regulación de la carga animal, el tiempo de estancia y la rotación en los cuartones. Dicha respuesta también puede variar si se emplean insumos, riego y fertilización, los cuales pueden potenciar las cualidades del pasto.

Brachiaria híbrido 1737 y Brachiaria híbrido 1873

Los híbridos 1737 y 1873 fueron obtenidos por cruzamiento entre ecotipos de *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria ruzizensis* en el año 1994 en el CIAT, por el investigador Jhon Miles; este híbrido se ha evaluado en diferentes condiciones edafoclimáticas o agroecológicas del país, para observar su capacidad agronómica, producción y resistencia a plagas y enfermedades (Miles, 1999).

Estos híbridos y otros fueron incluidos en una serie de ensayos regionales de tipo agronómico en Colombia, México y países de Centroamérica, donde algunos clones manifestaron un adecuado vigor y un buen potencial de producción de forraje, según Anon (1986) y Ayala y Basulto (1992).

La siembra de los ecotipos *B. híbrido 1737* y *B. híbrido 1873* no difiere de las accesiones; según Miles (1999), se necesitan 3-5 kg de semilla pura germinable por hectárea; la siembra debe iniciarse en época de lluvia en un suelo bien preparado (preparación convencional que incluye dos araduras y un pase de grada, además de una fertilización y corrección del suelo de acuerdo con el análisis físico-químico); la germinación oscila de 8-25 días y es imprescindible iniciar con un buen control de malezas.

A partir del año 2000 se comenzó a producir y comercializar semillas del clon CIAT 36061 en México a través de una alianza estratégica con una empresa privada, por ser estos cultivares tolerantes a las plagas (Ayala y Basalto, 1992).

Son de crecimiento decumbente, estolonífero y cespitoso; se adaptan a suelos bien drenados, de mediana fertilidad, con acidez hasta pH 4,5; precipitación superior a 1 000 mm/año, alturas hasta 1 800 msnm y topografía plana u ondulada; y tiene la ventaja de ser resistente a las sequías prolongadas.

Su calidad nutritiva es muy alta, con un valor de proteína cruda que oscila entre el 12 y 15% y una digestibilidad del 55-62%.

Produce un 25% más de MS que otras brachiarias como la decumbens y la brizantha, lo que permite elevar la producción de leche de 1 a 2 kg vaca/día, en comparación con *B. brizantha* cv. Marandú o cv. Toledo (Argel *et al.*, 2002; Peter, Franco, Schmidt e Hincapié, 2003; Rivas y Holmann, 2004).

1.2.4 Plagas y enfermedades

La principal plaga que ataca a *B. decumbens* es el insecto llamado salivita o mión de los pastos, Homoptero: Familia *Cercopidae*, que presenta varias especies; la más común es *Aeneolamia varia* y en menor grado *Zulia pubescens*, que se protegen bajo masas espumosas de saliva.

Cuando los ataques son fuertes, los rendimientos pueden reducirse hasta en una tercera parte y causar la muerte del pasto (Bernal, 2003).

B. humidicola es altamente resistente a las enfermedades; en Ecuador y Colombia se ha mostrado resistente a *A. varia*, pero en Ecuador se han presentado ataques severos de *Mocis latipes*, con daños de defoliación de la planta en el período poco lluvioso, y aun en zonas muy húmedas puede ser atacado por la roya (*Uromyces setariae italicae*) (Muñoz, 1995).

En pruebas regionales en Colombia, realizadas por el programa de pastos y forrajes del ICA y por el CIAT, no se han encontrado problemas de plagas y enfermedades que limiten la producción de *B. dictyoneura* (CIAT, 2002). Así mismo se halló que *B. brizantha* es resistente al mión de los pastos, ya que parece poseer un efecto de antibiosis que elimina las pupas del insecto impidiendo el desarrollo de grandes daños, por lo que no produce fotosensibilización en los animales y los equinos consumen muy bien el forraje.

Algunos ecotipos, como *B. ruziziensis*, son tolerantes al ataque del mión de los pastos pero la ataca la chinche de los pastos (*Blissus* sp) y enfermedades como *Rhizoctonia* (Cardona, Sotelo y Miles, 2006; Cardona y Sotelo, 2005).

Gómez *et al.*, (2000) estudiaron la adaptación de varias accesiones del género *Brachiaria* en el Pie de monte amazónico colombiano. Ellos indicaron que en este estudio la baja incidencia de insectos en *B. ruziziensis* no puede ser normal, debido a que es una especie altamente susceptible; resultados similares fueron reportados por Keller-Grein, Maass y Hanson (1998).

Los híbridos 1737 y 1873 fueron obtenidos por cruzamiento entre los ecotipos originales de *Brachiaria* por apomixis; una de sus características más deseadas fue la resistencia a plagas y enfermedades (Argel y Keller-Grein, 1998 y Miles, 1999). De forma general ambos pueden ser afectados por las mismas especies y géneros de insectos y plagas que las accesiones originales; no obstante, también se reporta que todas las brachiarias pueden ser afectadas por chinches, hormigas, termitas y lepidópteros, y por la chiza blanca.

Por su parte, Lenné (1990) agrega que además de los insectos plagas descritas anteriormente, las especies de *Brachiaria* están expuestas también a varias enfermedades causadas por hongos y por virus que impiden el desarrollo normal de las plantas, la mayoría de ellas reportadas en África.

Keller-Grein *et al.*, (1998), al evaluar la respuesta de las plantas al ataque de insectos, observaron que *B. decumbens* CIAT-606, *B. humidicola* CIAT-6369, *B. dictyoneura* CIAT-6133 y *B. brizantha* CIAT-6294 y 26646 presentaron una baja incidencia de plagas, sin que se afectara el comportamiento general de las accesiones, que mostraron un excelente vigor.

1.2.5 Control de malezas

Los problemas ocasionados por las malezas en los pastos son mínimos cuando las labores de preparación del terreno, siembra y fertilización se realizan en forma adecuada y oportuna, utilizando semilla de buena calidad y óptima densidad de siembra. Para controlar las malezas en las brachiarias, se proponen algunas medidas convencionales.

En el caso de *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. dictyoneura*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis* y los híbridos, se recomienda que durante el período más crítico (el establecimiento) se realicen labores como el desyerbe, para que el pasto con su follaje compita ventajosamente con las malezas (Baruch y Fisher, 1991).

Las malas hierbas que se presentan en la fase de establecimiento, pueden ser controladas después del primer pastoreo mediante chapeas con machete o guadaña y también con arranque manual, dependiendo del grado de invasión.

Como complemento del control cultural se pueden utilizar productos químicos, siempre que se tenga el cuidado de no aplicarlos sobre las leguminosas establecidas.

1.2.6 Producción de forraje

La producción de materia seca de las especies del género *Brachiaria* es variable, dependiendo de la precipitación y de las condiciones de fertilidad del suelo. En el período de pocas precipitaciones se ha encontrado un descenso de la producción de forraje en diferentes localidades. Según Argel *et al.* (2002), en la Altillanura colombiana la producción de forraje fue de 76,4 a 52,6% para el Pie de monte de los Llanos Orientales y 10,6% para el Pie de monte del Caquetá.

Otro factor que puede influir en el rendimiento de las especies, es la edad de corte, según Del Pozo (2000). En este sentido, al evaluar 16 ecotipos del género *Brachiaria* en Veracruz, Enríquez y Romero (1999), indicaron que a las ocho semanas se destacó *B. dictyoneura* CIAT-6133 y a las 12 semanas la mejor fue *B. brizantha* CIAT-16322.

En condiciones naturales y en suelos de mediana fertilidad, *B. decumbens* puede producir 18 t de MS/ha/año con aplicaciones de 50 kg/ha de fertilizante completo cada año (Tercas y Paladines, 2002). Con estas condiciones, en los Llanos se ha logrado mantener 4 animales/ha con un aumento de 700 g/animal/día, con rotación y fertilización en los potreros (Bernal, 2003).

Sin embargo, en investigaciones realizadas en Brasil por Guiot y Meléndez (2003) con esta especie, como cultivo puro o asociada con leguminosas herbáceas (*Macroptilium atropurpureum* y *Centrosema pubescens*), *B. decumbens* mostró una mayor producción cuando creció como cultivo puro (12 t de MS/ha/año) que cuando se asoció con leguminosas. Estos autores también indicaron que la producción de dicha especie ha llegado a 5,9 t de MS/ha en ocho cortes y en buenas condiciones de fertilización. Resultados similares fueron encontrados por Velásquez y Muñoz (2006) en Colombia.

Por otra parte Chamorro (1998), al evaluar *B. decumbens* CIAT-606, señala que la producción media de esta especie fue de 1,8 t de MS/ha en la época de pocas precipitaciones, superada por *B. dictyoneura* (2,9 t de MS/ha) y *B. humidicola* (2,3 t de MS/ha).

En la época de máximas precipitaciones *B. decumbens* CIAT-606 alcanzó producciones de 3,3 t de MS/ha y fue superada por *P. maximum* (3,4 t de MS/ha) y *B. humidicola* (2,3 t de MS/ha). Sin embargo, esta especie superó a *D. aristatum* (2,9 t de MS/ha), *B. humidicola* 6169 (2,3 t de MS/ha) y *P. maximum* 673 (2,5 t de MS/ha).

En el municipio de Coyaima, durante la época de lluvia, *B. brizantha* 6780 alcanzó producciones de 3,7 t de MS/ha y en la época de mínimas precipitaciones solo produjo 0,6 t de MS/ha, lo que denota el buen comportamiento agroproductivo de las especies de este género para esas condiciones específicas.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Vargas (citado por Chamorro, 1998), quien evaluó a la *B. decumbens* CIAT-606, esta gramínea alcanzó una cobertura del 94% a las 13 semanas y del 96% a las 22 semanas, en áreas del municipio Alpujarra. También indicó que de las accesiones 6780 y 6387 de *B. brizantha*, la primera mostró cobertura del 85 y 96% a las 13 y 22 semanas. Similares resultados fueron descritos por Tercas y Paladines (2002).

Hernández y Hernández (1980) plantearon que en Australia, *B. decumbens* fue superior en cuanto a los rendimientos con respecto a la pangola, y que también se alcanzaron altos rendimientos de esta accesión en Colombia.

En Fiji, al utilizar aproximadamente 250 kg N/ha/año, Patridge (citado por estos últimos autores) encontró rendimientos que variaron entre 12,4 y 16,4 t de MS/ha/año; esta especie se comportó como una de las más destacadas al comparar 15 variedades de pasto.

También Hernández y Hernández (1984), al evaluar 19 gramíneas en un suelo Ferralítico Rojo de mediana fertilidad, con una fertilización de 100-150 kg N-P-K/ha/año, sin riego, concluyeron que las accesiones *B. humidicola* IRI-409, *A. gayanus* CIAT-57475 y los cultivares del género *Panicum* 6146, sp.1 y sp.2 se destacaron para estas condiciones.

En *B. humidicola* la producción de materia seca es relativamente baja durante la estación seca; no obstante, por sus bajos requerimientos nutricionales requiere de una menor inversión en fertilizantes, lo que determina que este pasto sea considerado como promisorio para las condiciones de producción animal que requieran bajos insumos.

En Brasil se han alcanzado cerca de 10 t de MS/ha al año y 8,7 t/ha en Carimagua (Colombia), si bien se han encontrado producciones promedio anuales de materia seca entre 15 y 30 t/ha, en dependencia de la fertilidad del suelo.

En el pie de monte del Meta, con una fertilización basal de 15 kg de fósforo/ha y 25 kg de potasio/ha, la producción de forraje seco por corte, cosechado a intervalos de cinco a ocho semanas en la época lluviosa, está entre 750 y 2 000 kg/ha (Botero, 1998).

Chamorro (1993; 1994), al estudiar la producción de forraje en áreas del municipio de Coyaima, encontró que *B. dictyoneura* CIAT-6133 y *B. humidicola* CIAT-6369 manifestaron producciones en la época de mínimas precipitaciones de 1 055,4 y 1 493 kg de MS/ha, y en la época de máximas precipitaciones de 3 257 y 2 283 kg de MS/ha, respectivamente. Este mismo autor, al realizar un corte de uniformidad a las cuatro semanas, observó que la accesión *B. humidicola* CIAT-6369 mostró un promedio de 896,5 kg MS/ha y superó estadísticamente a *D. aristatum* y *D. annulatum*.

B. dictyoneura o pasto llanero, en suelos ácidos y de baja fertilidad del pie de monte y la altillanura plana de Colombia, produce altas cantidades de forraje.

Los rendimientos de materia seca por corte, cosechando a intervalos de cinco a ocho semanas en el pie de monte llanero, fluctúan entre 950 y 1 700 kg/ha en verano; mientras que en las altillanuras planas (Puerto Carreño) los rendimientos de materia seca, cosechando cada ocho semanas, oscilan entre 500 y 1 500 kg/ha en invierno, y 240 a 850 en verano; aunque se han encontrado producciones anuales de materia seca que fluctúa entre 7 000 y 10 800 kg/ha en el pie de monte llanero y 3 600-5 800 kg/ha en la altillanura para los períodos de seca y lluvia, respectivamente (CIAT, 2002).

Brachiaria brizantha

La adición de pequeñas dosis de fertilización ha incrementado significativamente los rendimientos de los forrajes en esta accesión; el nitrógeno puede ser el elemento limitante en la producción de forraje en pastos de más de dos años de pastoreo (Botrel, Alwin y Martínez, 1990).

B. brizantha tiene buena capacidad de asociación con leguminosas como el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y el centrosema (*C. pubescens*), con rendimientos de forraje que varían entre los 600 y 1 500 kg/ha en verano, y de 1 000 a 2 500 kg/ha en época de lluvia, cuando es cosechada a intervalos de cinco a ocho semanas en el pie de monte llanero, y está considerada como una alternativa para proveer alimentos en esta región.

En pastoreo continuo, con carga estacional de 1,5 animales/ha en verano y 2,5 animales/ha en lluvia, se han obtenido ganancias de 400 y 650 g/animal/día con *brizantha* (Ferrufino y Vallejo, 1986) informaron resultados similares.

En ensayos realizados por Keller-Grein *et al.*, (1998), en una colección de especies del género *Brachiaria*, se determinó que *B. brizantha* presentó una producción más alta que *B. ruziziensis*, pero similar a la de las demás especies evaluadas: *B. decumbens*, *Brachiaria híbrido* y *B. humidicola*. En este estudio, *B. brizantha* CIAT-26110, 26318, 16467, 16315, 16113, 26124 y 26562 presentaron las mejores producciones de MS (5,8-4,7 t/ha); mientras que las menores ocurrieron con *B. ruziziensis* CIAT- 26180 (3,5 t/ha) y *B. humidicola* CIAT-16871 (3,4 t/ha).

Da Costa, Townsend, Magalhaes, Pereira y Azebedo (2006) y Carmona, Treito, Ramírez y García (2001), al evaluar el comportamiento de varias especies de gramíneas forrajeras, constataron que *B. brizantha* tuvo la mayor producción de MS en los períodos lluvioso y poco lluvioso, con 3,7 y 1,66 t/ha, y concluyeron que algunos ecotipos son resistentes a la sequía.

Resultados similares obtuvieron Gómez *et al.* (2000), cuando evaluaron en el ecosistema de bosque húmedo tropical de Colombia 24 accesiones e híbridos de diferentes especies forrajeras, entre las cuales las accesiones de *B. brizantha* presentaron las mayores producciones de MS, con un promedio de 4,68 t/ha, tolerancia al ataque del salivazo de los pastos y aceptabilidad relativa por los bovinos. Ello denotó que esta especie se puede utilizar como una alternativa para aumentar la productividad de esta zona.

Enrique (2001), al evaluar 14 ecotipos, entre los cuales se encontraban ocho de *B. decumbens*, cinco de *B. brizantha* y una de *B. humidicola*, en suelos ácidos de baja fertilidad al sur de Veracruz, México, constató que para los ecotipos en estudio se destacaba *B. brizantha* 26646 y *B. brizantha* cv. Libertad, que mostraron la mejor adaptación a ese ambiente.

Moreno Ruiz y Silva (1993), al comparar accesiones de la familia de las gramíneas, pero en un suelo Mollisol (según la clasificación Soil Taxonomy, 1975) con pH~ 6,2 en Brasil, encontraron que en la época de pocas precipitaciones las accesiones *B. brizantha* CIAT-6387 y *P. maximum* presentaron las mayores tasas diarias de producción de MS (131 y 129 kg/ha, respectivamente).

Carmona *et al.*, (2001) estudiaron la respuesta a la sequía en cuatro pastos: *B. decumbens*, *B. brizantha* y los híbridos H36060 y H36061 de estas dos especies, y encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, los híbridos produjeron mayor cantidad de MS y mostraron mayor contenido de hojas que las restantes accesiones; resultados semejantes fueron descritos en los trabajos de Miles (1999) en Colombia, quien concluyó que los híbridos y las accesiones muestran respuestas diferentes al imponérsele ambientes extremos.

En el ecotipo *B. ruziziensis*, la producción de MS bajo el sistema de corte alcanzó un promedio de 16.000 kg de MS/año. Este se asocia muy bien con leguminosas como el centrosema (*C. pubescens*) y la (*P. phaseoloides*); su valor nutritivo es bueno por su capacidad de emitir rebrotes de manera continua y así mantener su calidad. Se ha determinado una digestibilidad de 72% para el rebrote de cinco semanas y de 66% para el rebrote de ocho semanas; mientras que su contenido de proteína en época de lluvia está por encima del 8% (Argel y Keller-Grein, 1998).

1.2.7 Manejo de pastizales

El primer pastoreo en las brachiarias debe ser realizado de cuatro a seis meses después del establecimiento, cuando las plantas alcancen una altura entre 40 y 50 cm. Por su parte, Botero (1998) y Tercas y Paladines (2002) sugieren que este no debe ser muy intenso para evitar que los animales arranquen las plantas jóvenes, y si es posible debe hacerse con animales de poco peso vivo.

Brachiaria decumbens

Para una mejor utilización de las praderas se recomienda el pastoreo en rotación, con períodos de ocupación no mayores a los seis días y períodos de descanso de 35 a 45 días en la época húmeda; mientras que en las etapas secas es preciso aumentar el período de descanso para que la recuperación sea mayor. Esta gramínea resiste el pastoreo continuo, pero la vida útil de la pradera y la producción son menores (Rincon, 2004).

Por otra parte, mantener los niveles de producción de forraje, se debe prever un programa de fertilización adecuado a las condiciones del suelo y al tipo de explotación.

También se debe evitar que el pasto crezca demasiado, para prevenir el ataque de las plagas, las cuales se presentan con mayor frecuencia cuando el pastizal está muy alto, por lo que se

recomienda mantener alturas entre los 30 y 50 cm (Valério, Lapointe, Kelemu, Fenández y Morales, 1998; Tercas y Paladines, 2002).

Brachiaria humidicola

El lento crecimiento de esta especie durante el período de establecimiento, al igual que el de las leguminosas compatibles con ella, según Botero (1998) y Del Pozo (2000), exige un manejo cuidadoso en los primeros pastoreos, para asegurar un buen balance y persistencia de los componentes de la asociación.

La altura y el porcentaje de hojas son factores limitantes en la calidad del rebrote y los pastoreos deben ser de un solo día. Sin embargo, si un área se ocupa por cuatro o cinco días de pastoreo, el productor debe realizar un control mecánico de las partes no consumidas.

Estos autores recomiendan realizar el primer pastoreo aproximadamente cuatro meses después de la siembra, en forma suave para estimular el desarrollo de las macollas y el enraizamiento de estolones. Después del primer paso se puede realizar el control de malezas.

Por su hábito de crecimiento estolonífero, cuando *B. humidicola* está asociada con maní forrajero (*Arachis pintoii*) perenne o con *Desmodium ovalifolium*, soporta el pastoreo continuo con carga de 2 ó 3 animales/ha (Rincón, 2006).

Para el manejo de asociaciones se recomienda un pastoreo alterno o rotacional, con períodos de ocupación y de descanso acordes con la cantidad de forraje disponible en los pastoreos, y un ajuste de la carga animal según la disponibilidad estacional de forraje.

Brachiaria dictyoneura

B. dictyoneura o pasto llanero, solo o asociado con leguminosas, requiere un manejo inicial cuidadoso para asegurar una buena persistencia y producción de la pradera. Cuando la densidad de siembra es baja, la pradera se debe manejar con cargas bajas hasta que el pasto alcance a cubrir todo el terreno (Matías y Ruz, 1992).

En sabanas con cuatro a cinco meses de sequía, se recomienda utilizar pastoreo alterno durante la época seca.

El sistema de pastoreo que se utiliza con esta especie, ya sea sola o en asociación con leguminosas, depende del ecosistema y de la carga empleada, así como de la regulación de los períodos de ocupación y descanso de la pradera. En caso de exceso de leguminosas se

deben dar períodos de descanso más largos (21-35 días) y si hay pocas leguminosas se debe pastorear más frecuentemente (7-14 días) (CORPOICA, 1995).

B. brizantha y *B. ruziziensis* y los híbridos estudiados no difieren en cuanto al manejo; en el caso del pastoreo de las accesiones erectas no debe ser inferior a los 20 cm, pues se corre el riesgo que la deficiente disponibilidad de reservas retarde el rebrote, con la consiguiente pérdida del pastizal por exceso de malezas.

1.2.8 Composición bromatológica

Brachiaria decumbens

El contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la materia seca de *B. decumbens* son altos, comparados con otras especies tropicales, y la tasa de disminución del valor nutritivo de las hojas con la edad es bastante baja (Tercas y Paladines, 2002).

En Brasil se realizó un ensayo con la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y se encontró que el contenido de proteína bruta en el período lluvioso era de 7% sin la aplicación de nitrógeno; con 75 kg de N/ha la proteína aumentó a 10,2% y con 150 kg de N/ha llegó a alcanzar valores de hasta 13,2%. Mientras que en el período seco fue de 7,3% sin fertilización y de 12,7% con 75 kg de N/ha (Botrel *et al.*, 1990).

Brachiaria humidicola

En sentido general, el contenido de proteína es bajo (6% como promedio) comparado con el de otras gramíneas tropicales, el cual disminuye con la madurez y puede ser un factor limitante, especialmente en sistema de producción ganadera que requieren pastos nutritivos y fáciles de manejar.

Los resultados anteriores enfatizan la necesidad de incluir una leguminosa como componente del sistema, que mejore la calidad nutritiva, el consumo voluntario y, finalmente, la productividad de los pastoreos y los animales (Muñoz, 1995).

Brachiaria dictyoneura

El valor nutritivo de este pasto se puede considerar como moderado en términos de composición química, digestibilidad y consumo. En la época de lluvia el contenido de proteína varía entre 6 y 8% y la digestibilidad de la materia seca de 55 a 60%. Durante la época seca, el contenido de proteína puede bajar de 3 a 4% y su digestibilidad de 45 a 50% (Mesa *et al.*, 1989).

Los estudios realizados por Miles (2006) sobre la composición químicas y el valor nutritivo de *B. brizantha*, *B. ruziziensis* e híbridos, muestra que los resultados dependen del manejo integral que reciban, de manera que la proteína bruta oscila entre 8 y 18% y la digestibilidad desde 60 hasta 70%, según las observaciones en fincas e informaciones suministradas por productores e investigadores.

Otros autores plantean que estos forrajes pueden soportar una carga animal variable, entre 2,5 y 3,0 UGM/ha en el período lluvioso, con una frecuencia de pastoreo entre 30 y 40 días. En estas condiciones la especie presenta un buen valor nutritivo en el comienzo del rebrote primaveral, con valores de proteína bruta de 18%; mientras que a medida que avanza la estación estival y aumenta el ritmo de crecimiento, decae hasta alrededor de 10 a 12%. En el caso de material de un año de crecimiento y un solo corte a fines del otoño, el porcentaje de proteína es del 5% (Cuadrado, Torregoza y Jiménez, 2001).

No obstante, estos indicadores pueden ser mejorados regulando las condiciones de manejo, si se presta especial atención a la carga animal, el tiempo de estancia y la rotación de los cuartones, así como a otros elementos.

Esta respuesta también puede variar con la utilización de insumos, riego y fertilización, los cuales pueden potenciar las cualidades de los pastos y optimizar el aprovechamiento por los animales (Miles, 2006).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

2.1.1 Localidad del ensayo

El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Experimental Santa Lucía, de propiedad del Instituto Universitario de la Paz, el cual está ubicado en:

Vereda Zarzal

Municipio: Barrancabermeja

Región: Magdalena Medio Santandereano

Departamento: Santander

EL **Centro Experimental Santa Lucía** se halla localizado en el kilómetro 14 sobre la margen izquierda de la vía Barrancabermeja - Bucaramanga, cuenta con una extensión de 324 hectáreas y presenta los siguientes límites:

Norte: Finca de Fernando Montañés y Carlos A. León.

Sur: Finca de Alfonso Morocho.

Este: Quebrada el Zarzal.

Oeste: Finca de los Martínez.

Geoastronómicamente el Centro Experimental se halla ubicado 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.

2.1.2 Características generales del área

El **Centro Experimental Santa Lucía** presenta las siguientes características:

Unidad Fisiológica	Vega de la quebrada el Zarzal
Topografía	Inclinada y ligeramente plana (ondulada)
Precipitación promedia	2 800 mm anuales
Altitud	75 msnm
Humedad relativa promedio	80%
Formación vegetal	Bosque Húmedo Tropical
Suelo	Oxisol con pH ácido

Extremadamente ácido, con alto contenido de aluminio y hierro, textura franco arcillosa.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Duración de la investigación

La investigación se realizó por un período de dos años.

2.2.2 Preparación del suelo y establecimiento de las parcelas

Antes de laborear el suelo fue necesario eliminar el tapiz vegetal de gramíneas nativas y 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 de terminar la preparación del suelo, 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.

2.2.3 Tratamientos

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), con una distribución por especie de la manera siguiente: *Brachiaria decumbens*, dos; *Brachiaria humidicola*, cuatro, *Brachiaria dictyoneura*, una; *Brachiaria brizantha*, catorce; *Brachiaria ruziziensis*, una; *Brachiaria híbrida*, dos.

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).

Terminada esta etapa se procedió a la siembra definitiva de las accesiones.

Tabla 1. Accesiones de *Brachiaria* spp evaluadas.

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 ruziensis</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 ruziensis</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 ruziensis</i> CIAT-26180	
22	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT -26110	
23	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT -16327	
24	<i>Brachiaria brizantha</i> CIAT-16315	

2.2.4 Siembra

La siembra se consideró como parte del proceso evaluativo de las diferentes accesiones. Para ello se utilizaron semillas sexuales, las cuales se hicieron germinar en un vivero

utilizando macetas de plástico de 30 cm de diámetro por 25 cm de alto. Estas se llenaron con suelo de la misma área de estudio y en cada maceta se depositaron las semillas, para de esta forma determinar los porcentajes de emergencia.

Una vez verificada la germinación y obtenido el número suficiente de plántulas, se efectuó el trasplante en el sitio de investigación.

Las plantas fueron sembradas a una distancia de 0,5 m entre plantas y 1 m entre surcos.

2.2.5 Resiembra

Con el fin de verificar la germinación y obtener el número de plántulas suficiente, en el momento de realizar el trasplante definitivo de las accesiones a las parcelas donde se desarrollarían las evaluaciones, se entendió necesario mantener en paralelo otro vivero con las mismas accesiones, de manera que todas las plántulas tuvieran la misma edad de emergencia, por si era necesario la realización de resiembras.

2.2.6 Fertilización

La aplicación de fertilizante se hizo sobre la base de los resultados del análisis químico del suelo (tabla 2) y de las recomendaciones de la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales), que señalan como norma que a las pasturas se les debe aplicar al momento del establecimiento el 50% de la dosis recomendada y el 50% que falta en el segundo año.

En la investigación se utilizó la siguiente dosis de acuerdo con el análisis del lote:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| - Fósforo (P_2O_5 40 kg/ha) | - Azufre (S 10 kg/ha) |
| - Potasio (K_2O 40 kg/ha) | - Nitrógeno (N 10 kg/ha) |
| - Magnesio (Mg 10 kg/ha) | |

Tabla 2. Análisis físico-químico del suelo en el Centro Experimental Santa Lucia.

pH	PROF (cm)	MO (%)	P (ppm)	AL (mEq/%)	Ca (mg/%)	Mg (mg/%)	K (mg/%)
3,9	25	3,4	0,4	3,9	2,75	0,64	0,09

C.I.C (mg/%)	S (mEq/%)	Al Sat (%)	ARCILLA (%)	LIMO (%)	ARENA (%)	TEXTURA
3,48	23,0	79,02	37,60	31,03	31,08	Franco arcilloso

La muestra de suelo se tomó a 25 cm de profundidad, de acuerdo con las normas establecidas por la RIEPT.

El suelo está clasificado como franco-arcilloso (arena 31,60%, limo 31,03% y arcilla 37,08%).

El valor del pH indica que el suelo es extremadamente ácido; mientras que el porcentaje de materia orgánica es medianamente bueno.

Los valores de minerales mayores y menores fueron: fósforo (P): 4ppm; calcio (Ca): 2,75 mg/100g, magnesio (Mg): 0,6 mg/100g, potasio (K): 0,09 mg/100g, aluminio (Al): 3,9 mEq/100g; azufre (S): 23,0 mEq/100g. La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) fue de 3,48 mg/100 g y el nivel de aluminio saturado de 79,02%.

2.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.3.1 Cosecha

Como criterio se adoptó considerar como establecidas las parcelas a los 138 días de sembradas, momento en el cual se realizó un corte de homogenización y se dio inicio al primer año de evaluación. Los cortes se continuaron a los 180, 222, 264, 306, 348 y 390 días después de la siembra.

A partir de ese tiempo se iniciaron las evaluaciones correspondientes al segundo año, durante el cual se mantuvieron los intervalos cada 42 días hasta efectuar un total de seis cortes.

2.3.2 Toma de muestras en el campo

La muestra de campo se tomó del centro de cada parcela, después de haber eliminado los efectos de borde.

Los cortes se efectuaron dentro de un marco de 50 x 50 cm.

El material verde cortado fue pesado y se tomó una submuestra de 500 g, para ser enviada al laboratorio y realizar el análisis bromatológico.

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.

2.4 MEDICIONES EXPERIMENTALES

2.4.1 Fase de evaluación en el primer año

Durante esta fase 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, altura de la planta, porcentaje de hojas, producción de forraje seco, incidencia de enfermedades y plagas.

Emergencia: Para medir la emergencia de cada una de las accesiones, se utilizaron macetas de plástico de 30 cm de diámetro por 25 cm de alto, llenadas 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. Para ello se empleó una cinta métrica graduada en centímetros (cm), a partir del suelo, en posición perpendicular.

Porcentaje de hojas: Para determinar el porcentaje de hojas se tomó de la masa verde total proveniente del corte de cada parcela, una submuestra de 300 g y se procedió a separar en fresco las hojas y los tallos. Ambas fracciones fueron colocadas en una estufa de ventilación forzada a 80°C hasta peso constante, para después determinar del peso seco total qué porcentaje 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 (MS) por corte por hectárea (MS/corte/ha); para ello se tomó el peso de la muestra verde expresada en m² y este valor se llevó a su equivalencia en producción de MS por hectárea.

Incidencia de enfermedades: Para evaluar el daño causado por esta incidencia negativa se utilizó la escala siguiente:

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

Incidencia de plagas: Para evaluar la incidencia de plagas, las parcelas fueron divididas en cuatro cuadrículas, 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 siguiente escala:

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

2.4.2 Fase de evaluación en el segundo año

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

Se evaluó la incidencia de plagas pero en esta fase no se presentaron afectaciones.

Cada una de estas variables ya fue descrita en el acápite anterior.

2.4.3 Análisis bromatológico

Para determinar el porcentaje de materia seca se tomó una muestra de forraje verde, se colocó en una bolsa de papel de peso conocido y se introdujo en una estufa de ventilación forzada a una temperatura de 80°C hasta peso constante.

Los porcentajes de proteína bruta (PB) se cuantificaron por el método de Keldhaj, los de grasa por el método de Soxhlet y la ceniza por incineración en mufla a una temperatura de 600°C, según las normas de la AOAC (1990); mientras que la fibra ácido detergente (FAD) se realizó teniendo en cuenta la metodología de Van Soest y Merten (1972).

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La distribución de las parcelas en el terreno fue completamente al azar, con tres repeticiones para cada una de las 24 accesiones e híbridos apomícticos de *Brachiaria* spp.

Para la comparación de las accesiones se tomó el valor medio de todas las observaciones y se conformó una matriz independiente para cada uno de los años evaluados.

Los análisis se realizaron con el sistema estadístico SPSS versión 10.0. Para obtener la variabilidad alcanzada en la investigación 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/o estimadas, se empleó el análisis de clasificación automática (análisis de Cluster). 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.

Para obtener la contribución de las variables a la formación de los grupos se siguió el procedimiento siguiente. Después de haberse conformado 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. Luego se calculó la media poblacional para cada indicador. 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 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 designado.

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

CAPÍTULO III. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Primer año de evaluación

En la tabla 3 se indican los resultados del 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 tenidos en cuenta en el ACP, las tres primeras componentes extrajeron el 65,61% de la variabilidad total.

Tabla 3. Relación entre indicadores y componentes principales. Año 1.

Indicador	Componente		
	1	2	3
A	0,78	-0,16	-0,29
Fs	0,75	0,24	0,0059
H	-0,14	0,65	0,0098
P	-0,75	-0,11	-0,34
Em	0,21	0,60	-0,34
Co	0,21	0,83	0,0025
E	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

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

De este porcentaje el 26,5% de la variabilidad total fue expresada en la primera componente; las variables que más influyeron fueron la altura, la producción de forraje y el porcentaje de plagas, este último en sentido inverso a las dos anteriores. En la segunda componente, con un 22,6% de la variabilidad total, los indicadores que más influyeron en esa varianza fueron el

porcentaje de hojas, la emergencia y la cobertura, con una alta relación positiva entre estos indicadores.

En la tercera componente la variable que más influyo fue la incidencia de enfermedades, con un 16% de la varianza, la que no tuvo relación alguna con el resto de las variables.

Al realizar el análisis de conglomerados sobre la base de los indicadores medidos y estimados durante esta fase, se conformaron siete grupos diferentes (Anexo 1). En la tabla 4 se muestran las accesiones pertenecientes a cada uno de los grupos formados.

Tabla 4. Accesiones pertenecientes a los grupos formados. Año 1.

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

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

En el grupo III se aglomeraron cuatro accesiones: dos de *B. brizantha*, *B. humidicola* y *B. decumbens* con una accesión. 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 forman el grupo II mostraron una contribución positiva de 100%, cuando se compararon los valores medios de cada grupo con la media poblacional estimada, para los indicadores estudiados durante este año, seguido del grupo I con 85,71% y del grupo III con 71,42%.

Tabla 5. Contribución de las variables a la formación de los grupos. Año 1.

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	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-Hojosidad (%), P-Incidencia de plagas (%), Em-Emergencia de las plantas (%), Co-Cobertura (%), E-Enfermedades (%)

El grupo II quedó formado por seis accesiones de *B. brizantha* (CIAT-16488, CIAT-16212, CIAT-26318, CIAT-16121, CIAT-16113, CIAT-16322), una de *B. dictyoneura* (CIAT-6133), una de *B. decumbens* (CIAT-606) y una de *B. humidicola* (CIAT-26159), las que mantuvieron buenos índices de altura (37-58cm), 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 estuvo conformado por cuatro accesiones de *B. brizantha*,

una de *B. ruzizensis* y uno de los híbridos, el cual solo resultó ligeramente inferior 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.

Segundo año de evaluación

En la tabla 6 se observa que la varianza acumulada en las componentes CP1 y CP2 fue alta (68,62%) y los indicadores estudiados que mejor explicaron este porcentaje de variación para la componente 1, que extrajo un 38,04% de la varianza, fueron la producción de materia seca y el porcentaje de hojas, indicadores que se relacionaron de forma positiva.

La segunda componente explicó un 30,57% de la varianza acumulada y las variables más relacionadas con este eje fueron la altura y las enfermedades, las cuales se relacionaron inversamente.

Tabla 6. Relación entre indicadores y componentes principales. Año 2.

Indicador	Componente	
	1	2
A	0,45	0,71
FS	0,84	0,0037
H	0,73	0,0039
E	0,26	-0,84
Valor propio	1,52	1, 22
Varianza (%)	38,04	30,57
Varianza acumulada	38,04	68,62

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

De acuerdo con los resultados del análisis de conglomerados se formaron siete grupos (Anexo 2). En la tabla 7 se muestra la cantidad de accesiones por grupo y su identificación.

El mayor número de accesiones se concentraron en los grupos III y I, con nueve y siete accesiones, 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).

Tabla 7. Accesiones pertenecientes a los grupos formados. Año 2.

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

Además, el grupo III estuvo representado por una accesión de las especies *B. decumbens*, *B. 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 se agruparon cuatro accesiones de *B. brizantha*.

Los grupos IV, V, VI y VII solo estuvieron representados por una sola especie y/o accesión.

De acuerdo con los resultados (tabla 8), las accesiones que formaron el 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.

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.

Tabla 8. Contribución de las variables a la formación de los grupos. Año 2.

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 (%).

Composición bromatológica

En la tabla 9 se muestran los resultados del análisis de la composición bromatológica de las accesiones estudiadas.

Los contenidos de materia seca oscilaron en un rango de 23,4 a 25,7%, con los valores más bajos para *B. ruziense* CIAT-26180 y *B. brizantha* CIAT-16212, y los más altos para *B. brizantha* CIAT-16467 y CIAT-16488.

La proteína fluctuó entre 5,8 y 7,5%, con los resultados más bajos en *B. humidicola* CIAT-26159 y los más elevados en *B. brizantha* CIAT-6387 y CIAT-26124.

Tabla 9. Composición bromatológica de las accesiones evaluadas (%).

Accesiones	Materia seca	Proteína	Grasa	FAD	Ceniza
<i>B. humidicola</i> 16871	24,6	6,	1,5	49,0	8,0
<i>B. humidicola</i> 16867	24,2	6,5	1,5	45,0	7,5
<i>B. humidicola</i> 26427	23,9	6,3	1,5	47,0	5,5
<i>B. humidicola</i> 26159	24,1	5,8	1,7	50,5	7,0
<i>B. dictyoneura</i> 6133	24,6	6,5	1,3	47,5	7,5
<i>B. decumbens</i> 606	24,6	6,6	1,6	46,0	7,0
<i>B. decumbens</i> 16497	23,8	6,6	1,9	45,5	8,0
<i>B. ruziziensis</i> 26180	23,4	6,4	1,8	51,0	6,5
<i>B. híbrido</i> 1737	24,6	6,6	1,6	45,5	8,5
<i>B. híbrido</i> 1873	25,2	7,2	1,5	45,5	9,0
<i>B. brizantha</i> 16212	23,4	6,3	1,7	48,0	6,5
<i>B. brizantha</i> 16113	24,4	7,3	1,3	47,0	7,0
<i>B. brizantha</i> 16121	25,2	6,5	1,6	45,0	6,5
<i>B. brizantha</i> 16315	25,2	7,0	1,5	47,5	8,0
<i>B. brizantha</i> 16322	24,9	6,7	1,4	47,0	7,0
<i>B. brizantha</i> 16467	25,7	6,6	1,2	48,5	7,0
<i>B. brizantha</i> 26562	24,6	7,2	1,1	49,0	6,0
<i>B. brizantha</i> 6387	24,7	7,5	1,3	48,5	5,5
<i>B. brizantha</i> 16327	23,6	7,3	1,6	45,0	6,0
<i>B. brizantha</i> 16488	25,7	7,3	1,8	45,5	6,5
<i>B. brizantha</i> 26110	23,9	6,5	2,1	48,5	7,5
<i>B. brizantha</i> 26124	24,0	7,5	1,6	44,0	6,5
<i>B. brizantha</i> 26556	24,7	6,3	1,3	46,0	7,0
<i>B. brizantha</i> 26318	25,3	7,1	1,1	45,0	6,0

Los porcentajes de grasa alcanzaron valores entre 1,1 y 2,1% con los resultados inferiores en *B. brizantha* CIAT- 26562 y los superiores en *B. brizantha* CIAT-26110.

La fibra ácido detergente mostró un rango entre 44,0 y 51,0%. *B. ruziziensis* CIAT-26180 tuvo los valores más altos y *B. brizantha* CIAT-26124 los índices más bajos.

La ceniza presentó porcentajes entre 5,5 y 9,0%; a *B. humidicola* CIAT-26427 le correspondieron los valores más pequeños y a *B. híbrido* CIAT-1873 los más elevados. En esta misma tabla se muestra el rango de variación de los componentes estructurales y no estructurales entre las especies estudiadas, donde se observó una oscilación para el caso de los no estructurales (grasa) entre 1,1 y 2,1%.

La concentración de los componentes estructurales (FDA) se comportó, para la totalidad de las especies estudiadas, entre 44,0 y 51,0%. De todos los follajes analizados, el menos fibroso resultó el de *B. brizantha* CIAT-26124 (44%).

Los pequeños valores presentados por la Desviación Estándar indican la baja variabilidad que existe entre las accesiones para los indicadores bromatológicos medidos.

Tabla 10. Estadística del análisis bromatológico.

	Mínimo	Máximo	Media	D. Estándar
Materia Seca	23,40	25,7	24,51	0,445
Proteína	5,80	7,50	6,75	0,203
Grasa	1,10	2,1	1,52	0,247
FAD	44,0	51,0	46,95	1,870
Ceniza	5,50	9,0	6,97	0,902

Dinámica de crecimiento

En el primer corte las accesiones de crecimiento estolonífero presentaron un comportamiento similar (fig. 1), sin embargo, a partir del segundo corte comenzaron a presentar diferencias, con mayor velocidad de crecimiento para *B. humidicola* CIAT-26159 y CIAT-26427 y *B. dictyoneura* CIAT-6133.

En el tercer corte *B. dictyoneura* CIAT- 6133 se mantuvo como la más destacada; en el cuarto corte se produjo una disminución en el crecimiento de las accesiones, aunque con menos afectaciones en *B. humidicola* CIAT-26159 y CIAT-26427 y en *B. dictyoneura* CIAT-6133; en el quinto corte se destacaron la *B. humidicola* CIAT-26159 y *B. dictyoneura* CIAT-6133; y en el sexto corte se destacó *B. dictyoneura* CIAT-6133, la cual fue a su vez la más estable

durante todo el período, comportamiento similar obtuvo la *B. humidicola* CIAT-16867, mientras que *B. humidicola* CIAT-16871 que presentó los valores más bajos de crecimiento en todos los cortes.

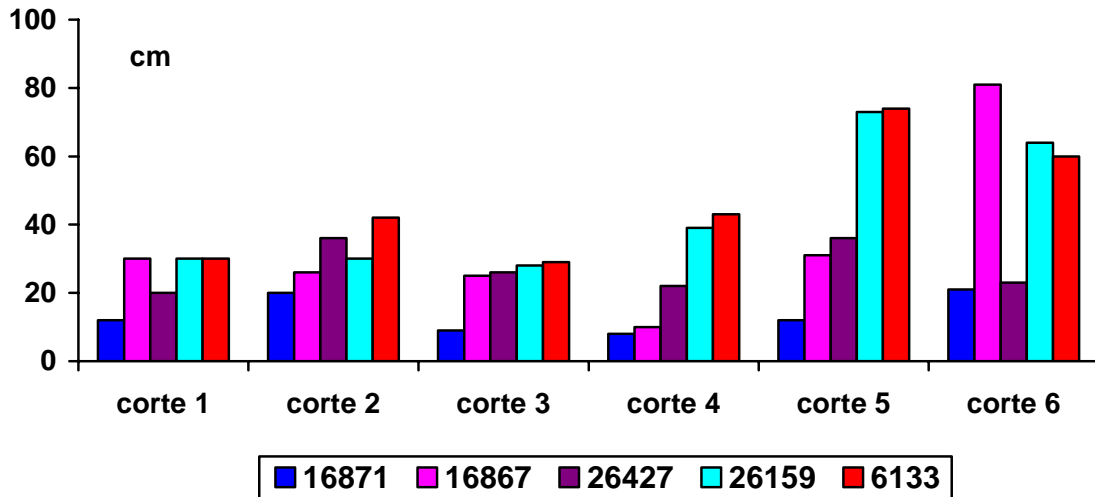


Fig. 1. Dinámica de las accesiones de crecimiento estolonífero.

En las accesiones de crecimiento decumbente, en todos los cortes se destacó como la de mayor velocidad de crecimiento *B. decumbens* CIAT-606, seguida de *B. decumbens* CIAT-16497; mientras que *B. ruzizensis* CIAT-26180 presentó los valores más bajos (fig. 2).

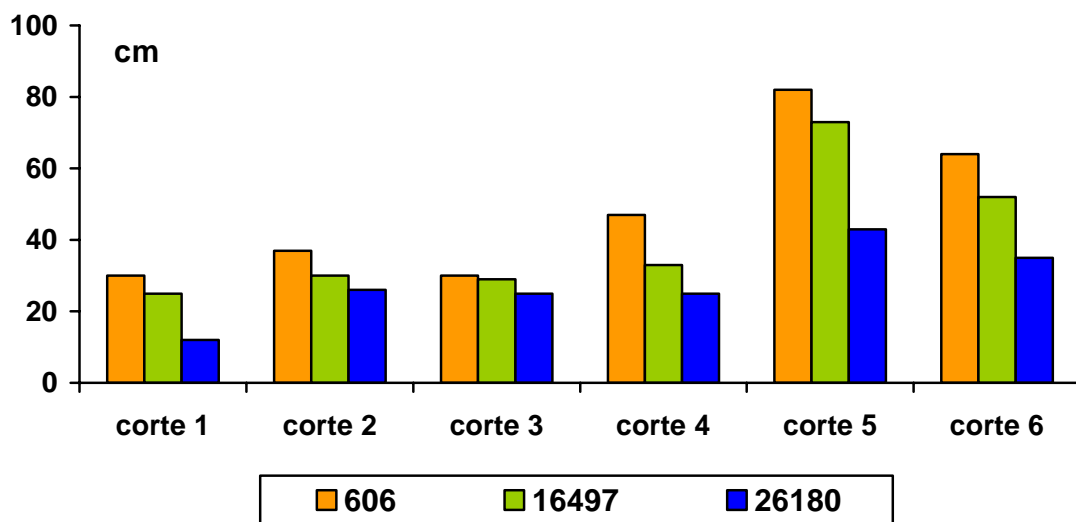


Fig. 2. Dinámica de las accesiones de crecimiento decumbentes.

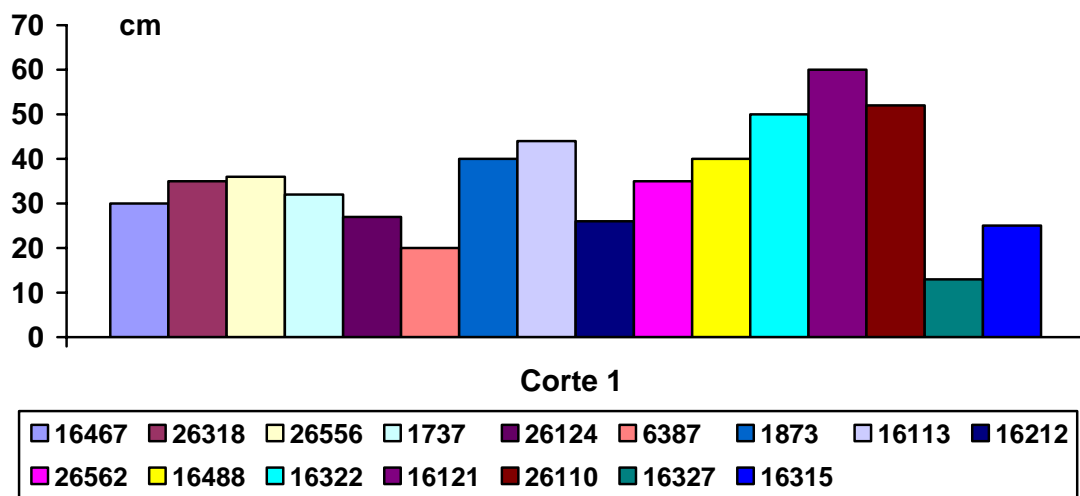
En el caso de las accesiones de crecimiento erecto (fig. 3), en los dos primeros cortes se destacaron por su capacidad de rebrote *B. brizantha* CIAT-16322, CIAT-16121 y CIAT-16113; la menos destacada en el primer corte fue *B. brizantha* CIAT-16327 y en el segundo la *B. híbrido* CIAT-1873.

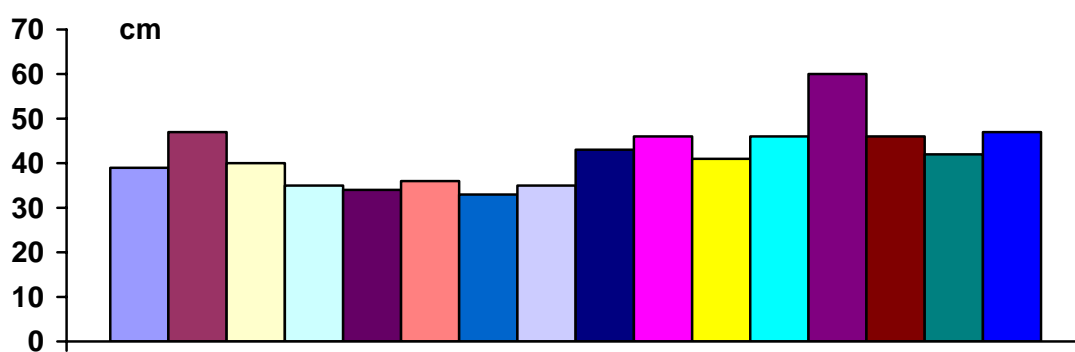
En el tercer corte se destacaron las accesiones *B. brizantha* CIAT-26110 y 26318, y la menos destacada fue *B. brizantha* CIAT-16327.

En el cuarto corte resultaron sobresalientes *B. brizantha* CIAT-26318, CIAT-16113 y *B. híbrido* CIAT-1873, y las de menor crecimiento fueron *B. brizantha* CIAT-16467 y 16327

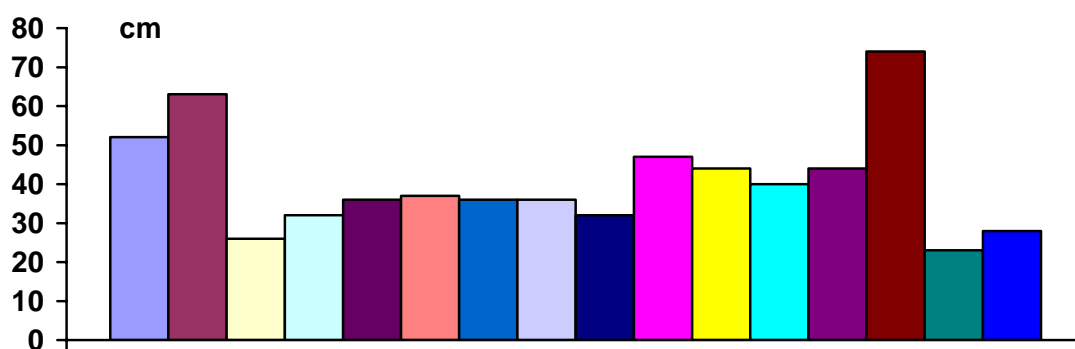
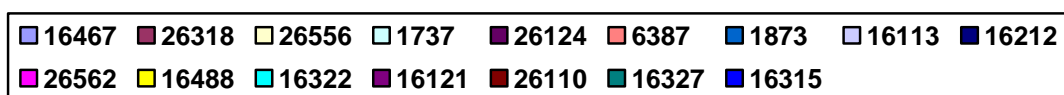
En el quinto corte las de mejor rebrote fueron *B. brizantha* CIAT-26110 y CIAT-16113, tuvieron menos recuperación *B. brizantha* CIAT-16327.

En el sexto corte se destacaron *B. brizantha* CIAT-26110, CIAT-16467 y CIAT-16315 y las menos destacadas fueron *B. brizantha* CIAT-16212 y CIAT-16327.

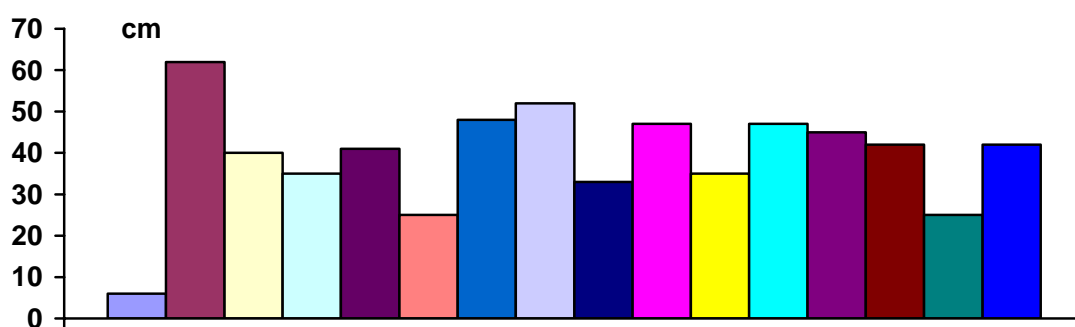
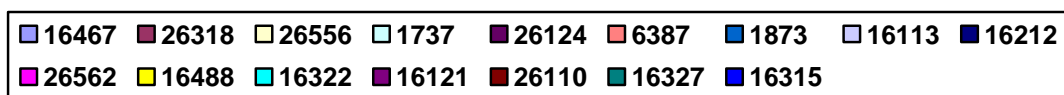




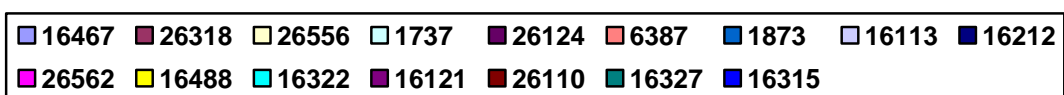
Corte 2



Corte 3



Corte 4



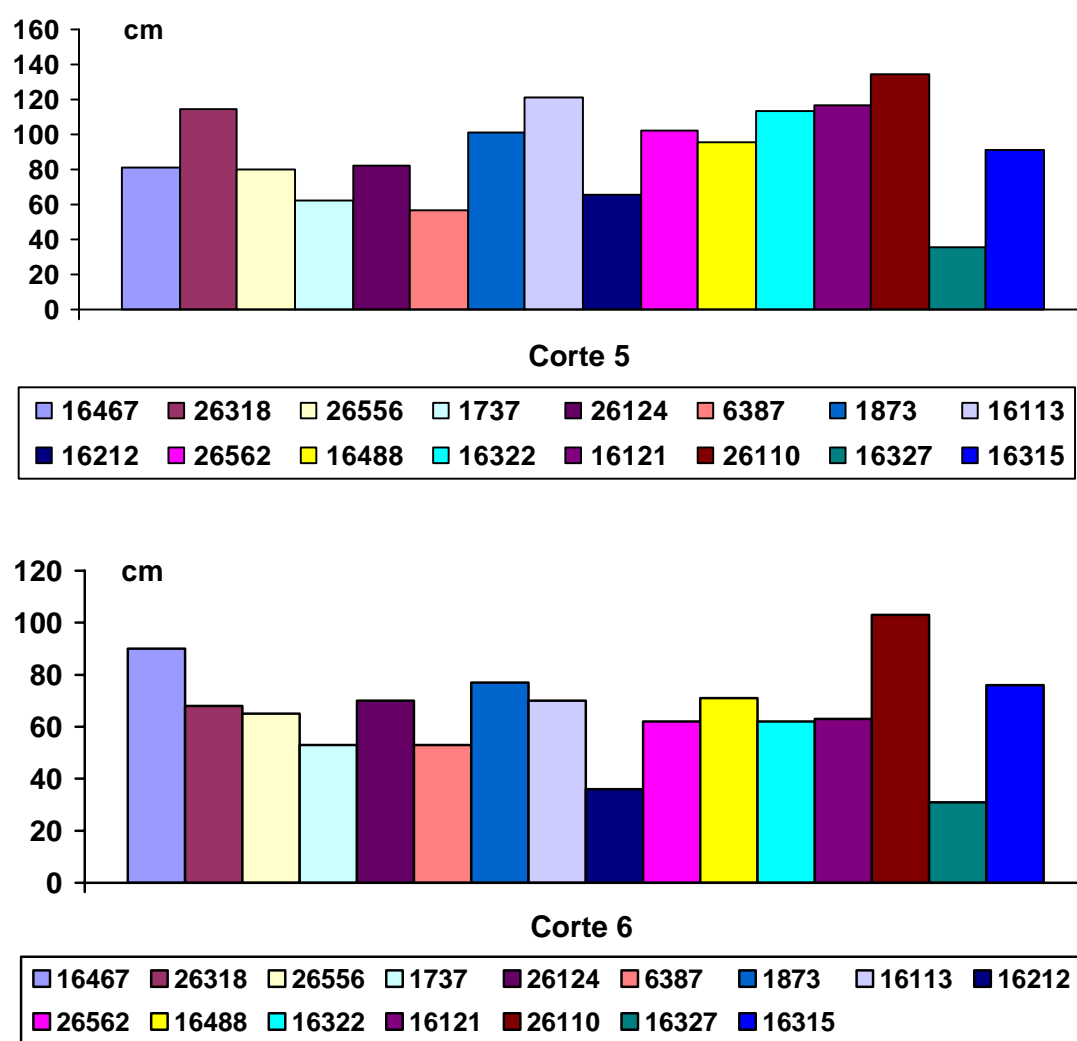


Fig. 3. Dinámica de las accesiones de crecimiento erecto.

En este sentido, las fotos 1, 2, 3 y 4 muestran las accesiones con mejores resultados. Mientras que las fotos 5, 6, 7 y 8 ilustran las menos adaptadas en estas condiciones.



Foto 1. *B. brizantha* CIAT-16322



Foto 2. *B. dictyoneura* CIAT-6133



Foto 3. *B. decumbens* CIAT-606



Foto 4. *B. brizantha* CIAT-16113



Foto 5. *B. brizantha* CIAT-6387



Foto 6. *B. decumbens* CIAT-16497



Foto 7. *B. humidicola* CIAT-16867



Foto 8. *B. ruzizensis* CIAT-26180

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

Para que el desarrollo ganadero de un país o de una región esté garantizado, 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, donde 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 introducirlas en las explotaciones, desempeñan un papel determinante para decidir cuáles son las más adecuadas (Machado, Machado, Seguí, Olivera, Toral y Wencomo, 2006).

La región del Magdalena Medio 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.

Estudios realizados por Borges (1990) y Rondon, Rao, Lascano, Barrios, Ishikawa, Subbarao, Okada e Ito (2002) reafirman tal alternativa, al determinar que entre las especies más relevantes para suelos ácidos se encuentran *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. dictyoneura* y *B. brizantha*.

Cuando se realizan investigaciones agrícolas donde se involucran un grupo numeroso de plantas y se quiere 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 están interactuando factores que involucran desde las características fisiológicas de la planta y las propiedades del suelo, hasta factores ambientales o climáticos; estos ejercen un efecto conjunto en los resultados del experimento, por lo que ignorar estas estructuras de interacciones puede implicar que, en ocasiones, se llegue a conclusiones finales falsas (Linares, Acosta y Sistach, 1986).

Las técnicas multivariadas tienen como objetivo fundamental, atendiendo al conjunto de variables observadas, establecer grupos de individuos que tengan características similares.

Los métodos del análisis multivariado constituyen una herramienta útil, tanto para evaluar la variabilidad fenotípica como para conocer la contribución relativa de los distintos caracteres presentes en una misma colección. En igual sentido, a través de las respuestas que se obtienen de un grupo numeroso de variables, es posible hallar las diferencias que existen entre las variedades de un mismo cultivo (Álvarez, 1982; González, 1991).

Una de las técnicas más difundidas en la actualidad es el análisis de componentes principales (ACP), el cual tiene como finalidad construir un conjunto de nuevas variables o componentes. Este conjunto creado tiene la característica de agrupar la mayor parte de la variabilidad inicial de la información tenida en cuenta y de concentrar en los primeros ejes los componentes o variables más importantes que intervienen en el análisis (Torres, Martínez y Noda, 1993).

El ACP ha sido muy utilizado en la interpretación de los datos provenientes de investigaciones realizadas en la agricultura y en la evaluación de colecciones de gramíneas (Machado, 2006; Sánchez, 2003).

Linares *et al.*, (1986) indican que el ACP forma grupos de individuos a partir de su ubicación en un plano, lo que en ocasiones conlleva a errores de interpretación, por lo que estos autores sugieren que para asegurar la calidad del agrupamiento, se debe combinar esta técnica con otros métodos de análisis multivariado, como el análisis de clasificación automática (análisis de cluster).

Este procedimiento ha sido utilizado en los últimos años para establecer grupos de especies o accesiones con caracteres agronómicos específicos, sobre la base de su expresión cuantitativa, razones por las cuales los seleccionamos para la interpretación de los resultados generados por esta investigación.

En este sentido la variabilidad acumulada que se halló en los ACP aplicados en esta Tesis, fueron inferiores a los obtenidos por Olivera y Machado (2004a) al evaluar una colección de 20 accesiones de *Brachiaria spp* en suelos bajos de mediana fertilidad. Ello indica que, con independencia de las condiciones edafoclimáticas, las accesiones de este género pueden expresar una variación marcada entre los individuos y, a su vez, agruparse en función de esas variables, lo que representa un elemento positivo en el trabajo de evaluación.

También resultaron inferiores a los obtenidos por Olivera (2004) al llevar a cabo la evaluación y selección inicial de accesiones de *Brachiaria* spp en suelos ácidos cubanos, con independencia de la época.

La interpretación de los resultados de esta investigación señala 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 tenga una acción preponderante, lo que representa un elemento positivo en el trabajo de evaluación y selección a nivel regional.

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 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 2 900 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 eso 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 adaptan, en mayor o menor grado, a las condiciones del suelo donde se llevó a cabo la investigación, pero además

toleraron el régimen de manejo a que fueron sometidos, no obstante las marcadas diferencias botánicas halladas entre las accesiones.

De hecho quedó demostrado 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.

Las investigaciones realizadas en áreas tropicales con la familia de las gramíneas señalan que los géneros *Brachiarias*, *Panicum* y *Cenchrus* sobresalen por su buen comportamiento durante el período de mínimas precipitaciones (Plaza, 2006).

Ello está asociado a que las especies de estos géneros presentan características morfofisiológicas, abundante sistema radical y follaje, que les permiten hacer un mejor aprovechamiento y uso de las condiciones del clima imperantes en esa época del año (Seguí, Machado, Machado, Olivera, Martín y Pedroso, 2000; Rao, Miles, García y Ricaurte, 2006), aun cuando tales períodos no son muy pronunciados en la zona en la cual se realizó esta investigación.

Es importante precisar, que en el caso de las especies de *Brachiaria* tienen además mecanismos morfológicos que favorecen su establecimiento, como es poseer un profundo sistema radical con raíces adventicias que les permiten absorber los nutrientes, y una disposición de las hojas que contribuye a hacer un uso mayor de la radiación solar (Da Costa, Pereyra, Pociornik, Rodríguez de Abreu, 2002).

En esta investigación se pudo comprobar que la frecuencia de corte utilizada para la evaluación de las accesiones permite una buena recuperación de la planta, pues no se detectaron depauperaciones en las parcelas.

No obstante, es conocido que estas respuestas están supeditadas al régimen de explotación al que estén sometidas y al balance alcanzado entre la demanda y el suministro de recursos para el crecimiento de las plantas (Del Pozo, 1998).

B. decumbens y *B. humidicola* han sido seleccionadas por su adaptación y persistencia en suelos ácidos de baja fertilidad natural y han mostrado una persistencia alta, una calidad nutritiva intermedia y una respuesta moderada a la aplicación de fertilizantes.

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

En el segundo año no se presentaron ataques de plagas, lo que denota que estas accesiones se comportaron como tolerantes o poco susceptibles ante estos agentes depresivos y que poseen características genéticas y bioquímicas que les permiten dar una respuesta favorable.

Un comportamiento similar lo obtuvieron Cardona *et al.* (2006) cuando estudiaron un grupo de gramíneas en las que fueron incluidas 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 selección de numerosas investigaciones con germoplasma de *Brachiaria* spp y de otras especies de gramíneas.

En el segundo año, la altura y la producción de forraje seco fluctuaron en un rango superior con respecto al primero. Este resultado indica que las plantas alcanzaron su máximo desarrollo después de un año de explotación.

La cobertura con la que se comenzaron las investigaciones no rebasó el 53% para las accesiones más ventajosas, que en este caso fueron las del grupo 1, y solo en el segundo año se logró un mayor cubrimiento, en correspondencia con el manejo aplicado. Es conocida la tendencia de las especies de este género a cubrir el suelo, particularmente en los tipos procumbentes y decumbentes, a partir de rizomas y falsos estolones o con el incremento del número de vástagos en los tipos erectos (Olivera, 2004).

Estos resultados demuestran que los valores hallados en el rendimiento de forraje seco se pueden considerar aceptables, sobre todo para el grupo II (primer año) y para los grupos III y V, (segundo año), en los que se encuentran las accesiones que tienen la mayor cantidad de atributos positivos.

En los grupos antes mencionados se encontraron las accesiones con mayor altura, *B. brizantha* CIAT-16113, CIAT-26318 y CIAT-16488; *B. decumbens* CIAT 606; *B. dictyoneura* CIAT-6133; y *B. brizantha* CIAT-16322, que sobresalieron en el primer año, y las cuatro últimas además en el segundo año.

Debe destacarse, en este sentido, que la mayor altura en el quinto y el sexto corte obedece a que es el período donde ocurren las mayores precipitaciones en esta región.

El análisis de conglomerados del primer año, señaló que las accesiones *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), fueron las más destacadas, al sobresalir por encima de la media poblacional en todos los indicadores estudiados.

En este grupo estuvieron representadas las accesiones que mostraron las mayores alturas vegetativas.

Estos resultados coinciden con los de Mesa *et al.*, (1989) y Olivera (2004), quienes hallaron que en Cuba las accesiones, como *B. dictyoneura* CIAT-6133, y *B. brizantha* (CIAT-16467, 16322, 16212, 26562, 16488 y 16121), también han mostrado poseer un rendimiento de biomasa superior con respecto a otras gramíneas en suelos de baja fertilidad y alta acidez.

Las accesiones evaluadas mostraron un amplio rango de variación entre ellas en los indicadores medidos y estimados, lo que influyó en las respuestas halladas y al analizar los dos años se constató que no todas presentaron el mismo desarrollo y crecimiento.

Los resultados obtenidos en los dos períodos demostraron que los rendimientos y el porcentaje de hojas de las mejores accesiones, en ocasiones, duplicaron los alcanzados por las de inferior comportamiento.

La composición bromatológica estuvo dentro de los valores esperados, sobre todo los porcentajes de proteína, si se tiene en cuenta que la fertilización fue baja.

Lascano, Hoyos y Velásquez (1982) consideran que las especies de *Brachiaria* se dividen en dos grupos de calidad bien diferenciados; un primer grupo de calidad alta, que incluye *B. brizantha*, *B. decumbens* y *B. ruziziensis*; y un grupo de calidad baja, que comprende *B. dictyoneura* cv. Llanero y *B. humidicola* y que las diferencias entre estos dos grupos están determinados, en lo fundamental, por el contenido de proteína.

Estas diferencias se atribuyen a que varias accesiones tienden a presentar dificultades en la nitrificación, sobre todo en condiciones de suelos ácidos, como es el caso de la región donde se efectuó esta investigación (Lascano y Euclides, 1996).

Rao, Miles, Plazas, Ricaurte y García (2004) encontraron que *B. decumbens* CIAT-606 ocupa una posición destacada entre las gramíneas de mejor rendimiento por su abundante producción de hojas y a la potencialidad productiva manifestada en diferentes ambientes. Esta respuesta también está asociada a su capacidad de producir estolones, que le permiten formar un césped denso.

Entre las accesiones de esta colección hubo algunas que no manifestaron buenos resultados en ninguno de los períodos evaluados; ello sugiere que existen accesiones que, a pesar de pertenecer a la misma especie, su potencial genético no les permitió desarrollarse en las condiciones edafoclimáticas a las que fueron sometidas. Entre ellas se encuentran *B. dictyoneura* CIAT-16871, *B. ruziziensis* CIAT-26180 y *B. brizantha* CIAT-16212, 26124, 26427 y 26110.

Los pastos con hábito macoloso y erecto tienen una alta probabilidad para ser invadidos por plantas indeseables; sin embargo, las accesiones de *B. brizantha*, a pesar de poseer este hábito de crecimiento, no resultaron afectadas.

Resultados similares obtuvo Machado (2006) en *A. gayanus* CIAT- 621, quien encontró una alta estabilidad poblacional del pasto en ambas épocas del año.

Con relación a los cambios ocurridos en la estabilidad de la composición botánica se observó, que las especies y accesiones pertenecientes a la colección de *Brachiaria* spp,

demonstraron poseer características que les permitieron evitar el desarrollo de las malezas y de expresar su capacidad de recuperación y de agresividad.

Rao *et al.* (2006) señalan que los suelos ácidos del trópico, altamente intemperizados, se caracterizan por una combinación de deficiencias nutricionales y toxicidad de minerales. La fitotoxicidad por aluminio es la principal limitación para la producción agrícola en estos suelos.

Los resultados de este trabajo indican que 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, Diago y Guerra, 2003).

Por tanto, los resultados y el alcance del análisis permitieron constatar la capacidad adaptativa de un numeroso grupo de accesiones de las especies del género *Brachiaria* en los suelos marcadamente ácidos, con aceptables respuestas en términos de producción de biomasa y comportamiento general y se demostró que existen germoplasmas que pueden ser explotados en este tipo de suelo, sin insumos, como elementos importantes de la sostenibilidad que deben identificar los sistemas actuales y futuros.

CONCLUSIONES

- La evaluación de las accesiones de *Brachiaria* spp en condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad, permitió seleccionar individuos con capacidad de adaptación, una adecuada persistencia y producción de forraje sin presentar despoblaciones, en estas condiciones.
- La variabilidad total fue aceptable en los dos años, en función de los indicadores medidos y/o estimados, lo que permitió alcanzar una adecuada diferenciación entre las accesiones.
- Los indicadores, de mayor contribución a la formación de los grupos y en la selección, en el primer año, fueron: la altura, la producción de forraje seco, el porcentaje de hojas, la emergencia, el porcentaje de plagas, el porcentaje de enfermedades y el porcentaje cobertura; mientras que en el segundo año fueron: la altura, la producción de forraje, el porcentaje de hojas y la incidencia de enfermedades.
- Las accesiones que resultaron destacadas en el primer año por presentar valores superiores a la media poblacional en los indicadores tenidos en cuenta 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).
- En el segundo año se ratificaron las mismas accesiones como destacadas, excepto *B. brizantha* CIAT-16113 y 26318 y *B. humidicola* CIAT-26159.
- 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.
- Las accesiones que presentaron mayores afectaciones a las plagas fueron *B. humidicola* CIAT-16871 y *B. brizantha* CIAT-26110 y CIAT-26556
- La accesión con mayor incidencia de enfermedades fue *B. híbrido* CIAT-1737.
- No se hallaron variaciones importantes en la composición bromatológica de las accesiones en las condiciones experimentales de esta Tesis.
- Las accesiones con mejor crecimiento durante los cortes fueron: de las estoloníferas, *B. dictyoneura* CIAT-6133; de las de hábito decumbente, *B. decumbens* CIAT-606; y de las de crecimiento erecto, *B. brizantha* CIAT-16113, CIAT-26110, CIAT-26318 y CIAT-16322.

RECOMENDACIONES

- Determinar la persistencia y el valor nutritivo de las mejores accesiones en condiciones de pastoreo simulado.
- Establecer bancos de semillas con las accesiones más promisorias para su multiplicación en forma asexual.
- Difundir progresivamente las *B. brizantha* CIAT-16322, CIAT-16212, CIAT-16121 y CIAT-16488; *B. decumbens* CIAT-606 y *B. dictyoneura* CIAT-6133.

NOVEDAD CIENTÍFICA

Es la primera vez para la región de Magdalena Medio en Colombia que:

- Se realiza la evaluación y se obtienen importantes resultados de una colección de *Brachiaria* spp., durante dos años.
- Se determinan las accesiones que presentan menos incidencia de plagas y enfermedades.
- Se establecen las bases para realizar un cambio en la estructura varietal de los pastos utilizados en los sistemas de producción ganadera.
- Se proporcionan opciones de los pastos factibles a utilizar en función de los tipos de suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, Iramis & Carrobello, Caridad. 2002. Suelos: una mirada hacia abajo. Bohemia. Año 94. N° 13:24
- Álvarez, Miriam. 1982. Una aplicación del método de la I-Distancia a la selección de grupos de variedades de piña (*Ananas comosus* L. Merr). **Cultivos Tropicales** 4(3):427- 435
- Anon. 1986. Progresos de la red nacional de evaluación de pastos tropicales en México. **Pasturas Tropicales**. 8(3):26
- Anon. 1989. Instructivo técnico para la siembra, manejo y producción animal de la *Brachiaria*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 15 p.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 11th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C.
- Argel, P.; Giraldo, G.; Peters, M. & Lascano, C.E. 2002. Producción artesanal de semillas de pasto Toledo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 10 p.
- Argel, P.J. & Keller-Grein, G. 1998. Experiencia regional con *Brachiaria*: región de América Tropical. Tierras bajas húmedas. En: *Brachiaria*: biología, agronomía y mejoramiento. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. y do Valle, C.B.). CIAT y EMBRAPA. Cali, Colombia. p. 226
- Ayala, A. & Basulto, J. 1992. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en la región oriental de Yucatán, México. **Pasturas Tropicales**. 14(1):36.
- Baruch, Z. & Fisher, M.J. 1991. Factores climáticos de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el crecimiento. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, experiencia y enfoques de la investigación. Red de Investigación y Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. Colombia. P.103-142
- Bernal, E.J. 2003. Pastos y Forrajes Tropicales: Producción y Manejo. 3^a Edición. Bogotá: Banco Ganadero. Colombia. p. 327-340
- Bodian, A. 1997. Tropical Pastura and Fodder Plants (Grasses and Legumes). New York, USA. p. 26-31
- Borges, Casilda. 1990. Coleção de germoplasma de especies de *Brachiaria* no CIAT: Estudos basicos visando ao melhoramiento genético. EMBRAPA-CNPQC. Campo Grande, Brasil. 33p.

- Botero, R. 1998. Manejo de explotaciones ganaderas en Las Sabanas Bien Drenada de los Llanos Orientales de Colombia. Cali. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p:34
- Botrel, M. Alwin, M.J. & Martínez, C.E. 1990. Aplicación de Nitrógeno en Accesión de *Brachiaria*, Eteita sobre Osteoses de Proteína Bruta e Minerales. *Pasturas Tropicales*. p:2-10
- 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***. Vol. 27(2): p:2
- Cardona. C.; Sotelo. G & Miles J.W. 2006. Resistencia en *brachiaria* especies de salivazo: métodos, mecanismos y avances. ***Pasturas Tropicales***. 26(3):30
- Cardozo, C.I.; Sánchez, M. & Ferguson, J.E. 1991. Efecto del método de cosecha en el rendimiento y calidad de las semillas de *Brachiaria dictyoneura* cv. *Llanero*. ***Pasturas Tropicales***. 13(1):9
- Carmona, Ivone; Treito, C.; Ramírez, P. & García, G. 2001. Resistencia a sequía de *Brachiaria spp.* 1. Aspectos fisiológicos. CD-ROOM. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Ciudad de La Habana, Cuba.
- Catasús, L. 1997. Manual de Agrostología. Editorial Academia. 98 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2002. Red Colombiana para la evaluación de *brachiaris*. Resumen de logros. 1995. año 2000. Convenio Fondo Nacional del Ganado. (FEDEGAN). 12p.
- Corbea, L. A. & Hernández, Marta. 1992. Agrotécnia del establecimiento de gramíneas estoloníferas. ***Pastos y Forrajes***. 15(2):195
- CORPOICA. 1995. Caracterización de los sistemas de producción en el crecer Magdalena Medio Santandereano Regional 7. 1^a ed. Barrancabermeja: CORPOICA, Colombia. p:250-260
- Cuadrado. H. 1998. Pasto Pelado, *Brachiaria decumbens*. Boletín de Divulgación no. 82. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Medellín, Medellín, Colombia. p:1-3
- Cuadrado. H. Torregoza. L. Jiménez. N. 2001. Producción, Comparación Química y Digestibilidad de 4 ecotipos del género *Brachiaria*. ***Revista Carta Fedegan***. 66:19-24

- Chamorro, D. 1993. Avances en investigación sobre pastos tropicales en el norte de Huila. ICA Regional seis. Segundo curso regional de producción bovina con forrajes tropicales. CORPOICA, Colombia. 35 p.
- Chamorro, D. 1994. Informe final de investigaciones en forrajes tropicales. Grupo Regional Pecuário. CORPOICA, Colombia. 26 p.
- Chamorro, D. 1998. Sistemas de evaluación de especies forrajeras: conceptos y procedimientos técnicos. Gramíneas y leguminosas: Consideraciones agro zootécnicas para ganaderías del trópico bajo. Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6. Centro de Investigación "Nataima", El Espinal, Tolima, Colombia. p. 21
- Da Costa, F.; Pereyra, R.O.; Pociornik, S. & Rodríguez de Abreu, J.B. 2002. Distribución vertical de Características Morfológicas de Sistema Radicular de *Brachiaria humidicola*. ***Pasturas Tropicales***. 24(3):14
- Da Costa N.; Townsend, C.R.; Magalhaes, J.A.; Pereira de A, R.G. & Azebedo, D.M. 2006. Comportamiento forrajero de *B. Brizantha* cv. Marandú em sistema silvipastoril no amazonia brasileira. ***Pasturas Tropicales***. 28(3):31
- Da Silva, A.P.; de Lima, P.R. & Mochiutti, S. 1992. Desempenho agronómico de gramíneas forrageiras em condições de Campo Cerrado do Amapá, Brasil. ***Pasturas Tropicales***. 14(1):17
- Del Pozo, P.P. 1998. Análisis del crecimiento del pasto estrella (*C. nlemfuensis*) bajo condiciones de corte y pastoreo. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. ISCAH-ICA. La Habana, Cuba. 83p.
- Del Pozo, P.P. 2000. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Conferencia. (Mimeo). 22p.
- Enrique, J.F. & Romero, J. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp en Isla, Veracruz. ***Agrociencia***. 33(2):141
- Enrique, J.F. 2001. Tasa de crecimiento estacional de 14 ecotipos de *Brachiaria* spp en suelos ácidos del Sur de Veracruz. CD: XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Ciudad de La Habana, Cuba
- Ferrufino, A. & Vallejo, A. 1986. Evaluación de ecotipos de *Brachiaria* en el Chapare, Bolivia. ***Pasturas Tropicales***. 8(3):23

- Flores, A.; Rodríguez, Iraida & Torrealba, J. 1992. Pasto ganadero, *Brachiaria dictyoneura*. El Tigre, Anzoátegui, Venezuela. FONAIAP- Estación Experimental Anzoátegui. Serie B. 24p.
- Gallo, J.E; Chamorro, D.R. & Vanegas, M.A. 1998. Principales gramíneas en la zona del valle cálido del alto Magdalena. Gramíneas y leguminosas: Consideraciones agro zootécnicas para ganaderías del trópico bajo. Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6. Centro de Investigación "Nataima", El Espinal, Tolima, Colombia: p:115
- Gavilanes, C.E. 1992. Métodos de siembra de especies forrajeras. Pastos y forrajes para Colombia. Suplemento Ganadero. 3^{era} ed. Bogotá, Colombia. p. 13
- Gómez, M.M.; Velásquez, J.E; Miles, J.W. & Rayo, F.T. 2000. Adaptación de *Brachiaria* en el Pie de monte amazónico colombiano. **Pasturas Tropicales**. 22(1):19
- González, María C. 1991. Análisis de la variabilidad originada por el cultivo *in vitro* de semillas de la variedad Amistad-82 en condiciones salinas. **Cultivos Tropicales**. 12 (3):83-85
- Guiot. G.J. & Meléndez, N.F. 2002. Comparación Morfológica de brachiarias híbrido mulato y B. brizantha. Tabasco. In: XV Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Tabasco, México.
- Guiot. G.J. & Meléndez. N.F. 2003. Producción anual de forrajes de 4 especies de brachiarias en Tabasco. In: XVI Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Tabasco, México.
- Gutiérrez, A.; Paretas, N.; 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. Documento de Campo. La Habana, Cuba. 64 p.
- Hernández, Marta. 2006. Los suelos ganaderos de Cuba. Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo). 18p.
- Hernández, Marta.; Reyes, F.; Mesa, A.R & Cárdenas M. 1992. Efecto de la Fertilización en el establecimiento de *Brachiaria purpurascens*. I. Suelo oscuro plástico con gleyzado. **Pastos y Forrajes**. 15(3):199
- Hernández, Neice & Hernández, D. 1980. *Brachiaria decumbens*. **Pastos y Forrajes**. 3(2):191

- Hernández, Neice & Hernández, J.E. 1984. Evaluación inicial de 19 gramíneas. **Pastos y Forrajes**. 4(1):23
- Hernández, R.; Machado, R. & Gómez, A. 1981. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. III Cascajal. Secano con fertilización. **Pastos y Forrajes**. 7(1):23
- Keller-Grein, G.; Maass, B.L. & Hanson, H. 1998 Variación natural en *Brachiaria* y bancos de germoplasma existentes. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. (Eds: Miles, J.W.; Maass, B.L. y do Valle, C.B.). Centro de Agricultura Tropical (CIAT) y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Cali, Colombia. p:18
- La Torre, S. 1998. Dos nuevas *Brachiaria* en Carta Ganadera. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogota, Colombia. p:7-13
- Lascano, C. E.; Hoyos, P & Velásquez, J. 1982. Aspectos de calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en la altillanura plana de los llanos orientales de Colombia. VI Simposio Cerrado. DF. Brasilia, Brasil.
- 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). Colombia. 18p.
- Lascano, C. & Euclide, S. 1996. Selective Grazing on grass-legumine mistura in tropical pasture. En Anibal de Moraes et al., (eds). Grassland ecofisiology and grazing ecology. Curitiba, Parana. Brasil. p:151-164
- Lenné, J. M. 1990. Rust on the tropical pastures grass *Brachiaria Humidicola* in South América. **Plant Dis**. 74:9
- Linares, Gladys; Acosta, Lilian & Sistach Viviam. 1986. Estadística Multivariada. Editorial Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 319p.
- López-Herrera, María A. 1998. Nutritive value of the diet of ewes grazing on *Brachiaria decumbens* pasture. 34 Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro, México. 150p.
- Machado, R. 1998. Selección de ecotipos de *Brachiaria spp.* bajo condiciones de pastoreo sin fertilización. **Pastos y Forrajes**.

- Machado, R. 2006. Botánica de las gramíneas. Programa de Maestría de Pastos y Forrajes. Curso: fundamento de la producción de pastos EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo). p:21
- 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. *Milagros Milera* (Editora). Capítulo I. Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. ISBN: 959-16-0209-x. 2006. 459p.
- Marcelino, K.R.A.; Leite, C.G.; Vilela, L.; Diago, C.A. & Guerra, A.F. 2003. Productividad e índice de área foliar de *Brachiaria birzanta* cv. Marandú sobre diferentes dosis de nitrógeno en suelos hídricos. ***Pasturas Tropicales***. 25(2):10
- Mateus, H. 1997. Avance de investigación en el comportamiento agronómico de accesiones e híbridos Apomícticos. Barrancabermeja: CORPOICA. p:10-20
- Mateus, H. 2000. Establecimiento, renovación de pasturas y especies, para clima cálido. Estación Experimental El Nús. San Roque, Antioquia. ICA. Colombia, p:9-34
- Matías, C. & Ruz, Vivian. 1992. Efecto de la densidad y distancia de siembra sobre la producción de semilla de *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*. ***Pastos y Forrajes***. 15 (3):219
- Meléndez, N.F. 2003. Evaluación agronómica de tres pastos bajo pastoreo en dos localidades del trópico mejicano. INFAP- CIR. Golfo- Centro. Informe Técnico.
- 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
- Miles, J.W. 1999. Nuevos Híbridos de *Brachiaria*. ***Pasturas Tropicales***. 21(2):78
- Miles, J.W. 2006. Mejoramiento Genético en *Brachiaria*, Objetivos estratégicos, logros y proyección. ***Pasturas Tropicales***. 28(1):26
- Moreno Ruiz, G. & Silva, J.A. 1993. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en el agrosistema Itapetinga Bahia, Brasil. ***Pasturas Tropicales***. 5(2):13
- Muñoz, K. 1995. La Amazonia Ecuatoriana, También tiene sus Pastos Mejorados, *Brachiaria humidicola*. *Pastos Tropicales*. Cali, Colombia. p:23

- Olivera, Yuseika. 2004. Selección de accesiones de *Brachiaria spp* en suelos de mal drenaje y mediana fertilidad. Tesis de Maestría en P y F. [En línea] Disponible en: <http://biblioteca.eepfih.cu/>. consultado: abril/07.
- Olivera, Yuseika & Machado, R. 2004a. Selección de accesiones de *Brachiaria spp* en suelos de mal drenaje y mediana fertilidad. **Pastos y Forrajes**. 27(1):13
- Olivera, Yuseika & Machado, R. 2004b. Evaluación de especies del genero brachiaria en suelo acido e infértiles durante la época de mínima precipitación. **Pastos y Forrajes**. 27(3):225
- Olivera Yuseika, Machado, R. & Del Pozo P .P. 2006. Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. **Pastos y Forrajes**. 29(1):37
- Olivera, Yuseika; Machado, R.; Del Pozo, P.P.; Ramírez, J. & Cerrero, B. 2006. Caracterización y selección de accesiones en una colección de brachiaria. **Pasturas Tropicales**. 28(3):55
- Pastrana, L.; Meléndez, F. & Amaya, S. 1992. Pasto *Brachiaria humidicola* (rendle) Scheweickerd. Nueva opción para producir forraje en Tabasco. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Folleto técnico N° 1. Área Pecuaria. Tabasco, México. 31p.
- Pérez, R. 1997. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992, Pasto Dulce *Brachiaria humidicola*; Boletín Técnico No. 181. p.3-9.
- Pérez, A.; Matías, C. & González Yolanda. 1997. Tecnologías para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. **Pastos y Forrajes**. 20(1):21
- Peters, M.; Franco, L.H.; Schmidt, A. & Hincapié, B. 2003. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para productores en Centroamérica. Publicación CIAT: 333. Cali. Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p:21
- Philippeau, G. 1986. Comment interpreter les resultats d´ un analyse in composants principales. Service des Etudes Statistiques ITCF. Lusignan, France. 36p.
- 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

- Quinquin, J.; Rosiello, J.B.; Rodríguez de Abreu, B.J. & Rodríguez, Alves. 2006. Adudacao nitrogenada y potasita em pastagem de brachiaria humidicola em un planisado de baixada fluminense, Rio de Janeiro. **Pasturas Tropicales**. 28(3):27
- Rao, M.I.; Kerridge, P.C. & Macedo, M.C. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.). Centro de Agricultura Tropical (CIAT) y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. p:58-78
- 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
- Rivas. L. & Holmann, F. 2004. Impacto económico potencial de la adopción de cultivares de brachiaria resistente a cercospidos. **Pasturas Tropicales**. 26(3):39
- Roche, R.; Machado, R. & Alonso, F. 1995. Evaluación inicial de *Brachiaria spp.* **Pastos y Forrajes**. 18(11): 31
- Roche, R.; Menéndez, J. & Hernández, J. E. 1990. Características morfológicas indispensables para la clasificación de especies del genero *Brachiaria*. **Pastos y Forrajes**. 18(13):105
- Rondon, M.; Rao, I.M.; Lascano, C.; Barrios, E.; Ishikawa, T.; Subbarao, G.V.; Okada, K. & Ito, O. 2002. Tropical forage grasses and their influence on inhibition of nitrification and emission of nitrous oxide from acid soil. 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
- 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. Departamento de Ecología Funcional. Ciudad de La Habana, Cuba. 87p.
- Sandusky, Tatiana. 1990. *Brachiaria, Taxonomy of Cultivated and Native Species in Brazil*. Hecneea (Brasil). p:139-140

- Sandusky, Tatiana.1994. Brachiaria, Taxonomy of cultivated and native species in Brasil. Hocnnea. Brasil. p:139-150
- Seguí, Esperanza; Machado, Hilda; Machado, R.; Olivera, Yuseika, Martín, G. & Pedroso, J. 2000. Informe final del Proyecto: Mejoramiento genético en gramíneas y leguminosas herbáceas para suelos ácidos y/o de baja y mediana fertilidad para ser explotados con bajos insumos. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo).
- Tercas, L. & Paladines. E. 2002. Productividad Animal y Manejo de Pasturas de Brachiaria Decumbens Stapk en los Llanos Orientales Colombianos. p: 260
- Thomas, D. & Grof, B. 1986. Some pasture species for the tropical savannas of South America. III. *Andropogon gayanus*, *Brachiaria spp.* and *Panicum maximum*. Herb Abstrac. 56:557-565
- 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 de Cienc. Agrícola.** 27:131
- Valério, J.R.; Lapointe, S.L.; Kelemu, S.; Fernández, C.D. & Morales, F.J. 1998. Plagas y enfermedades de las especies. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. y do Valle, C.B.). Centro de Agricultura Tropical (CIAT) y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa)-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Cali, Colombia. p. 96
- Velásquez J.M. Muñoz. E. A. A. 2006. Producción de forraje de brachiaria híbrido cv. Mulato II solo y asociado con Arachis pintoii en suelos de terraza y mesón en el Piedemonte Amazónico. Rev. **Pasturas Tropicales.** 28(2):26
- Vieito, E.; Cordoví, E.; González, P.J.; Funes, F.; Fernández, J. L. & Fonseca, E. 2001. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha de semilla en Brachiaria humidicola, Staff. **Pastos y Forrajes.** 17(3):53

Anexo 1. Agrupación de las accesiones estudiadas en el primer año.

[illegible]

Anexo 3. Matriz de datos. Colección de *Brachiaria* spp. Año 1.

Ecotipo	A	PF (Ms)	H (%)	P(%)	Em (%)	Co (%)	E (%)
CIAT-16871	14,2	0,97	74,8	92	17,2	33,3	1
CIAT-16467	46,2	1,91	78,6	12	40,4	58,6	1
CIAT-26318	58,3	2,62	69	0	31,7	50	1
CIAT-16867	42	1,18	72,3	6	15,1	32,3	1
CIAT-26556	41,2	2,08	65,2	0	35,7	38	2
CIAT-1737	36,2	1,65	75,8	0	20	54,6	2
CIAT-26124	42,2	1,9	75,2	20	85	60,3	1
CIAT-6133	44	2,31	75	28	31	50,3	1
CIAT-606	43	1,73	73,8	32	13,4	42,6	1
CIAT-16497	34,8	1,67	84,6	16	23,3	43,6	1
CIAT-6387	38,5	1,5	78,6	0	12	31,6	1
CIAT-1873	45	1,78	77,8	0	44,7	65,3	1
CIAT-16113	52,8	1,73	76,4	0	33,4	41,3	1
CIAT-26427	34,5	1,2	55,6	14	36,1	33	1
CIAT-16212	41,7	1,7	71,2	19	43	50,3	1
CIAT-26562	49,5	2,36	74,6	0	7,7	29	1
CIAT-16488	48,5	2,19	66,4	18	27,1	51,6	1
CIAT-16322	52,5	2,45	79,8	0	53	45	1
CIAT-16121	57	2,37	67,6	10,5	48,3	37	1
CIAT-26159	37,7	2,04	67,3	17	21,3	35,6	1
CIAT-26110	24,5	2,42	73,6	0	41,7	44,3	1
CIAT-26180	66,2	1,08	64,5	39	24,7	37	1
CIAT-16327	26,3	1,25	70,2	12	55	44,3	1
CIAT-16315	46,3	1,72	73,8	17	806,8	42,6	1

Anexo 4. Matriz de datos. Colección de *Brachiaria* spp. Año 2.

Ecotipo	A	PF (Ms)	H (%)	P(%)	E (%)
CIAT-16871	50,3	1,2	94	0	
CIAT-16467	62,5	1,97	80	0	1
CIAT-26318	41,2	2,04	80	0	2
CIAT-16867	41,2	1,05	90	0	2
CIAT-26556	38,3	1,95	78	0	3
CIAT-1737	46,3	1,45	82	0	4
CIAT-26124	50	1,86	82	0	2
CIAT-6133	46	2,22	88	0	1
CIAT-606	40,7	1,95	78	0	1
CIAT-16497	42,8	1,73	86	0	1
CIAT-6387	46,3	1,5	93	0	1
CIAT-1873	58,2	1,65	71	0	1
CIAT-16113	35,2	1,88	83	0	2
CIAT-26427	42,3	1,65	55	0	1
CIAT-16212	55,7	1,76	75	0	1
CIAT-26562	52,2	2,15	70	0	1
CIAT-16488	55,2	2,24	87	0	1
CIAT-16322	58,7	1,93	84	0	1
CIAT-16121	38,3	2,29	78	0	1
CIAT-26159	75,5	1,61	87	0	1
CIAT-26180	26,8	2,36	70	0	1
CIAT-26110	28,5	1,07	86	0	1
CIAT-16327	50,2	1,57	88	0	1
CIAT-16315	45,7	1,68	81	0	1

Anexo 5. Vista panorámica del área experimental.

