

Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*

Yuseika Olivera¹, R. Machado¹ y P.P del Pozo²

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana. CP 44280, Matanzas, Cuba
Email: yuseika@indio.atenas.inf.cu

²Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez", Cuba

Resumen

El objetivo de esta revisión es actualizar los conocimientos existentes acerca de los atributos morfológicos y agroproductivos que caracterizan las especies del género *Brachiaria* más utilizadas en el sector ganadero, cuya importancia está avalada por su uso, de una u otra forma, en las zonas tropicales y subtropicales del nuevo y el viejo mundo. Por ello, se presentan temas relacionados con la taxonomía y la descripción del género, sus principales especies, su origen y adaptación, y algunos resultados que se han obtenido en términos de rendimiento de biomasa comestible, comportamiento general en diferentes ambientes, así como su respuesta en condiciones específicas de manejo. Además, se abordan temáticas relacionadas con el mejoramiento genético de estas especies y las nuevas variedades que se han logrado a través de la genética clásica y/o la biotecnología.

Palabras clave: *Brachiaria*, características agronómicas.

Introducción

La alimentación de la masa ganadera en Cuba se sustenta principalmente en la utilización de los pastos y forrajes. Desde la década de los 90, con el derrumbe del campo socialista y la agudización del bloqueo económico por parte de los Estados Unidos, el país ha continuado con más énfasis en la búsqueda de vías, métodos y alternativas para mantener e incrementar la producción ganadera.

Sobre la base de estos problemas, a través de los años se ha trabajado en la identificación de especies, tanto gramíneas como leguminosas (herbáceas y arbóreas), y de otras familias que posean un buen potencial agrícola y productivo, capaces de hacer aceptables aportes, incluso con un mínimo de insumos. En este sentido, el género *Brachiaria* posee algunas especies que se pueden considerar de importancia, entre las que se destacan, como gramíneas forrajeras, *Brachiaria purpurascens*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura*, debido a las buenas cualidades de adaptación y persistencia en suelos con limitantes, como son: los suelos ácidos, los suelos bajos y los de mediana y baja fertilidad; por su eficiente crecimiento y perdurabilidad; sus altas producciones de biomasa de buena calidad y su alto grado de aceptación por los animales. Además, porque son especies que han demostrado una alta agresividad durante la etapa de establecimiento y explotación del pastizal.

Por otra parte, es importante subrayar que estas especies se encuentran entre las más relevantes para ser utilizadas en los ambientes de más difícil manejo (Hernández, Reyes, Mesa y Cárdenas, 1992; Machado, 2002), en correspondencia con sus hábitos de crecimiento, formas de propagación, exigencias medioambientales y utilización de los recursos para llevar a cabo su desarrollo, producción y reproducción.

Ubicación taxonómica

Brachiaria spp., como las restantes especies de gramíneas, pertenece al reino *Cormobionta*; división *Magnoliophyta*; clase *Magnoliopsida*, subclase *Commelinidae*; orden *Poales*; familia *Poaceae*. Estas especies en particular se encuentran ubicadas en la subfamilia *Panicoideae*; tribu *Paniceae* (Catasús, 1997).

Descripción del género

Características morfológicas del género

Anon (1989) caracterizó las especies del género *Brachiaria* como gramíneas anuales o perennes, de porte erecto, decumbentes, esparcidas o estoloníferas. Los tallos o culmos a menudo son enraizados en los nudos inferiores, y en las de tipo perenne usualmente emergen de una base algo rizomático-anudada. La haz es plana, lineal o lineal-lanceolada. Puede ser glabra o pilosa, con vainas foliares cercanas y sobrepuestas. La lígula se presenta como una membrana estrecha que puede ser vellosa o membranácea con borde ciliado. La inflorescencia se puede presentar como panícula racemosa o como una panoja, cuyos raquis se observan de modo solitario o distribuidos de una forma más o menos piramidal, como sucede en *B. purpurascens* a lo largo de un eje común. Las espículas, de dos flores, son desde ovadas hasta oblongas, más o menos planoconvexas o biconvexas, solitarias, en pares o en grupos, y generalmente en dos líneas a lo largo del raquis, excepto en *B. brizantha* que presenta solo una. Estas se desarticulan debajo de las glumas y se caen enteramente al madurar. Las espículas poseen pedúnculos cortos cuando son solitarias. Si son en pares, uno es más grande que el otro. Las glumas son desiguales: la primera o inferior usualmente es más corta que la espícula o tan larga como esta y en dirección al raquis. La segunda o superior es más o menos igual a la lema del flósculo, con cinco a siete (nueve) nervios; estos están regularmente aproximados. El flósculo inferior es estéril o masculino. El flósculo masculino presenta dos lodículas. El flósculo superior es bisexual. La lema se presenta en forma de concha, con cinco nervios oscuros, usualmente papiloso-rugosos o estriados, con la línea de ruptura y la areola deprimida y más o menos lisa y el ápice oscuramente apiculado o mucronado. La palea es tan larga como la lema, con dos quillas, de un grosor prominente, lisa y radiante, con los lados convexamente curvados y faldas marginales delgadas. Las dos lodículas son anchamente cuneiformes, gruesas y carnosas, algunas veces con presencia de lóbulos adaxiales abultados hacia arriba o diagonalmente inclinados y formando aletas traseras. Presenta tres estambres y los estigmas son plumosos. El fruto se encuentra en la clasificación de los frutos secos indehiscentes, los del tipo cariósido (fruto seco, monospermo, con la semilla fuertemente unida al pericarpio), que puede ser ovado, con contorno redondeado o allanado. El hilo secundario es puntiforme y el embrión posee una longitud variable desde la mitad hasta las tres cuartas partes de la cariósido.

Características morfológicas de las especies

Según lo planteado por Roche, Menéndez y Hernández (1990), Borges (1990), Gavilanes (1992) y Guiot (2001), las especies de este género poseen características botánicas específicas que las identifican y diferencian entre sí. A continuación se describen las principales especies utilizadas para la producción forrajera o para el pastoreo directo, sobre la base de las descripciones realizadas por estos autores.

Brachiaria decumbens

Esta especie se caracteriza por ser una planta herbácea, perenne, semierecta a postrada, de 30 a 100 cm de altura. Sus raíces son fuertes y duras, con presencia de pequeños rizomas. Los culmos, de cilíndricos a ovados, 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. Los nudos son de color verde, glabros o poco pilosos y con zonas que tienden a ser fuertemente moradas. Las hojas miden entre 20 y 40 cm de largo y de 10 a 20 mm de ancho y están cubiertas por tricomas. Presentan bordes duros y ásperos. Estas son de color verde oscuro, principalmente en el primer año, debido al alto contenido de clorofila. La inflorescencia es en forma de panícula racemosa, de 25 a 47 cm de longitud; está formada por dos a cinco racimos de 4 a 10 cm de largo. Las espículas son oblongo-elípticas, gruesas, de 3 a 4 mm de largo, alineadas en filas dobles y con pedúnculo corto. Las dos glumas, la lema y la palea son de tamaño diferente. La gluma inferior es muy corta y no llega ni a la mitad de la longitud de las espículas; mientras que la superior es casi tan larga como ésta. Las semillas se reproducen a partir del mecanismo de la apomixis y algunas son infértiles, por lo cual el pasto se propaga principalmente por medio de material vegetativo.

Brachiaria dictyoneura

Es una especie perenne, de porte semierecto a postrado, estolonífera, rizomatosa, de 40 a 90 cm de altura. Muestra estolones largos (hasta 1,5 m), de color púrpura con vellosidades blancas, y posee un buen sistema radical. Los culmos son erectos, delgados y duros, con internodios de color verde a morado, ovalados y en número de cuatro a seis, con una longitud de 4 a 14 cm. Los nudos son de verde claro a morado oscuro, con la presencia de un anillo piloso. Las hojas son lanceoladas, con limbos de 10 a 50 cm de largo y de 0,5 a 1,2 cm de ancho, algunas veces pilosas en las más jóvenes. La lígula es membranácea-ciliada. Por el lado exterior en la unión del limbo y la vaina, presenta un anillo conspicuo membranáceo, duro y saliente, no observado en otras especies del género. Las vainas son de color verde a morado, de seis a 19 cm de longitud, glabras o poco pilosas en las hojas jóvenes. La inflorescencia es una panícula racemosa de 22 a 45 cm de longitud, con dos a siete racimos de 4 a 6 cm de largo, sobre un raquis de color púrpura y verde en forma de zigzag.

Brachiaria humidicola

Es una gramínea perenne y estolonífera de hábito de crecimiento de semierecto a postrado. Puede alcanzar de 38 a 60 cm de altura, con la presencia de estolones fuertes, largos, de color púrpura, que pueden medir hasta 1,2 m de longitud, los cuales presentan facilidad de producción de hijos en los nudos. Los culmos son erectos, delgados, duros y glabros. Los internodios superiores miden de 8 a 10 cm de longitud y los inferiores de 2 a 3 cm. Estos son de color verde claro y sin vellosidades. Los limbos son lineales, duros, bastos y estrechos, con una coloración de verde a morado (principalmente en los bordes). Los ápices tienden a doblarse por la nervadura central y parecen unir los bordes en las horas de mucho calor o sequía, con una longitud de 10 a 30 cm y de 0,5 a 0,8 cm en su parte más ancha. Estos pueden ser glabros o poco pilosos en la base y la lígula es densamente ciliada. La vaina, de 6 a 20 cm, es de color verde a morado y puede ser desde glabra hasta algo vellosa en los bordes. Las hojas de los tallos vegetativos tienen de 10-30 cm de longitud y de 0,5 a 1,0 cm de ancho. Las hojas de los estolones son de 2,5 a 12,0 cm de largo y de 0,8 a 1,2 cm de ancho. La inflorescencia es en panícula racemosa, corta, de 24 a 45 cm de longitud, con uno a cuatro racimos de 3 a 5 cm de longitud. Espículas uniseriadas bifloras, alternadas a lo largo del raquis, de 5 a 6 cm con pedicelos cortos.

Brachiaria brizantha

Entre las accesiones de esta especie existen materiales de diferentes hábitos de crecimiento; pueden ser plantas erectas y rastreras. Las hojas pueden ser con vellosidades o sin vellosidades (glabras). Algunas plantas se propagan por rizomas y otras por estolones. Es una especie perenne, que presenta macollas vigorosas, de hábito erecto o semierecto, con tallos que alcanzan hasta 2,0 m de altura. 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 seis 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. 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; 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 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 purpurascens

Esta especie se caracteriza por ser una planta robusta, con estolones que pueden alcanzar una longitud de 2 a 6 m. Posee un abundante sistema radical con fuertes rizomas. Los culmos son fuertes, ramificados y glabros, con un número indeterminado de nudos, con vellos blancos, suaves y largos. Los internodios son de color verde claro, de 5 a 15 cm de longitud. Las vainas foliares son de color verde mate, de 5 a 18 cm de longitud, de igual o

mayor tamaño que los internodios. Son muy vellosas cerca de la base y ciliadas en los bordes. La lígula es densamente ciliada, de 1 a 1,2 mm de largo. Los limbos son lanceolados, planos, no muy largos y anchos, de 15 a 20 cm de longitud y de 1,0 a 2,5 cm en la parte más ancha. Son acuminados hacia el ápice, de color verde mate, glabros o ligeramente pilosos y con los bordes finamente denticulados. La inflorescencia, de color verde mate claro, es en forma de panícula abierta, de 15 a 20 cm de longitud, con muchas ramas extendidas en todas las direcciones y de forma piramidal, con las ramas superiores muy pequeñas. Las espículas, de forma ovado-elípticas, son de color verde con visos morados.

Brachiaria ruzizensis

Esta especie presenta un crecimiento rastrero, geniculado y perenne. Posee un buen sistema radical, con la presencia de rizomas duros, que tienen facilidad de enraizar y producir ramas en los nudos inferiores. Los culmos son glabros, de color verde claro, de ovalados a cilíndricos, con tendencia a formar bulbillos aéreos, con 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 larga que los internodios, mide de 5 a 17 cm de longitud, es verde y en ocasiones con tonalidades moradas y con 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 es muy pilosa. 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 arrecta

Las accesiones de esta especie se caracterizan por presentar plantas estoloníferas ascendentes, perennes. Posee un sistema radical fuerte. Los estolones, de 36 a 150 cm de longitud y con un número indeterminado de internodios, son de color verde claro a morado. Estos últimos miden de 6 a 11 cm y pueden ser desde cilíndricos hasta ligeramente ovalados. Los nudos son de color verde más claros y glabros. Los limbos, de color verde radiante, son lanceolados, anchos en la base y se van estrechando hacia el ápice, que es acuminado. Estos son cortos, de 6 a 13 cm de longitud y de 1,2 a 2,0 cm en la parte más ancha. Presentan vellos por la haz y son glabros por el envés, y los bordes son finamente dentados y morados. La lígula es ciliada, de 1 mm de longitud. Las vainas, de color verde claro y ocasionalmente con bordes morados, son glabras o poco pilosas en los bordes, de 4 a 7 cm de longitud. La inflorescencia es una panícula racemosa, de color verde a morado, de 15 a 20 cm de longitud, con el eje central triqueto. El raquis puede tener tonalidades desde verde hasta morado y se presenta en número de dos a cinco en cada inflorescencia. Estos son glabros, de 1,5 a 2,5 cm de longitud y de 1,0 a 1,3 mm de ancho. Las espículas son glabras, de color verde a morado y se presentan en dos hileras a lo largo del raquis.

Origen y adaptación

Entre las especies del género *Brachiaria* se pueden apreciar algunas diferencias marcadas en lo relacionado con su adaptación. Debido a ello, se pueden encontrar especies que tienen la capacidad de establecerse en los ambientes de más difícil manejo hasta los que son completamente favorables.

La especie *B. decumbens* es originaria de África Ecuatorial (Anon, 1986) y crece de forma natural en sabanas abiertas o con presencia de arbustivas. Esta gramínea se puede desarrollar en suelos fértiles, ácidos (pH~ 4,2), así como en los que son calcáreos y pedregosos con pH~8.5. También se establece en clima moderadamente húmedo, pero no soporta inundaciones prolongadas. Esta especie se caracteriza por ser muy agresiva en pastoreo. Giraldo, Lizcano, Gijsman, Rivera y Franco (1998) indicaron que está entre las más cultivadas en los sistemas de producción ganadera en el trópico bajo. Se adapta a distintas condiciones agroecológicas, como puede ser en regiones con alturas desde el nivel del mar hasta 2 200 msnm, y a la sequía, lo que le permite establecerse en regiones tropicales donde predominen períodos secos de cuatro a cinco meses. Tolerancia a las altas precipitaciones, el pastoreo intensivo y los suelos ácidos y pobres.

Cardozo, Sánchez y Ferguson (1991) indicaron que *B. dictyoneura* es originaria de África tropical y se adapta bien a diversas condiciones de suelos, como pueden ser los ácidos, los de baja fertilidad, los que tienen una textura de franca a arcillosa, así como a los de buen drenaje, y crece bien en regiones tropicales.

B. brizantha, según informes de Renvoize, Clayton y Kabuye (1996), es originaria de África tropical y se encuentra distribuida en las regiones donde las precipitaciones varían entre 800 y 1 500 mm por año, y algunos materiales de esta especie toleran suelos ácidos y de baja fertilidad. Sin embargo, de acuerdo con estos autores esta especie crece mejor en suelos con fertilidad media a alta. También indicaron que la especie *B. arrecta* se desarrolla bien en suelos de alta humedad, en los cuales se muestra muy agresiva.

Según la descripción realizada por Catasús (1997), *B. purpurascens* se desarrolla bien en suelos de fertilidad media, mal drenaje e inundables o húmedos. También crece y se desarrolla bien en las orillas de los ríos, lagunas y canales de riego, y resiste el encharcamiento.

La especie *B. humidicola* tiene su origen en África tropical oriental y suroriental (Taixeira, Lourenço, Couto, Camarao y Moraes, 1998), especialmente en zonas con alta precipitación. Se cultiva en Brasil, Ecuador, Venezuela y otros países de América Tropical. Las accesiones de esta especie se adaptan a suelos húmedos, aunque presenta un comportamiento muy similar en suelos bien drenados. Es poco exigente a condiciones favorables, por lo que se adapta a suelos de baja fertilidad y pH ácido. También resiste climas extremos con estaciones secas rigurosas.

Por otra parte, Carmona, Treito, Ramírez y García (2001) indicaron que las accesiones de *B. ruziziensis* se adaptan a condiciones de suelos francos y pesados, pero que no estén sometidos a largos periodos de inundación.

Potencialidades del género

Producción de materia seca

Uno de los indicadores más variables en el comportamiento de los pastos es la producción de materia seca, debido a que esta puede ser afectada por las condiciones de manejo a que se sometan las plantas: la utilización o no de riego y de fertilización, la intensidad de corte o pastoreo, la época del año y la edad del pastizal, entre otros. Debido a esta problemática, a través de los años se han realizado muchos y variados estudios, con el fin de obtener una respuesta aceptable para los diferentes ambientes. En este sentido, Machado, Gómez y Quesada (1978), al estudiar el comportamiento inicial de un grupo de gramíneas en suelos de diferentes texturas (del tipo loam-arenoso), indicaron que las especies destacadas por sus rendimientos fueron: *Cynodon barberi* y *B. ruziziensis*. Esta última, junto a *Chloris gayana* cv. Pioneer, se destacaron por ser las de mejor producción de materia comestible en la época de seca. El rendimiento en *B. ruziziensis* concuerda con los informados por Funes (1974) en suelos pardos de Holguín, así como los alcanzados por Yepes (1975) en suelos rojos de Matanzas.

Por otra parte Gerardo y Oliva (1979), al evaluar 25 cultivares de gramíneas, en condiciones de riego y fertilización, mediante corte mecánico, observaron que por sus rendimientos se destacaron, en la época de lluvia, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Uganda y el cv. Makueni (19,5; 19,8 y 19,1 t de MS/ha, respectivamente); mientras que en la época de seca *Ch. gayana* cv. Rongai y *B. decumbens* resultaron las más destacadas (ambas con 6,08 t de MS/ha). Gerardo y Oliva (1979a), al estudiar un grupo de gramíneas introducidas en Cuba, en condiciones de secano y con corte, indicaron que *B. decumbens* tuvo un rendimiento de 10,9 t de MS/ha. Esta especie, al igual que *Brachiaria* sp., mostraron perspectivas para estas condiciones. Por ello, estos autores concluyeron que la distribución anual del rendimiento fue de 30 y 16% en seca para las condiciones de riego y secano, respectivamente.

Según la revisión efectuada por Hernández y Hernández (1980), en ensayos realizados en diferentes ambientes y al comparar un grupo de especies pratenses, en condiciones de corte mecánico, se hizo referencia a que en Australia *B. decumbens* fue superior en cuanto a los rendimientos en relación con la pangola, y que se han encontrado altos rendimientos de esta especie en Colombia. En Fiji, al utilizar aproximadamente 250 kg N/ha/año, Patridge (citado por Hernández y Hernández, 1980) encontró rendimientos que variaron entre 12,4 y 16,4 t MS/ha/año; esta especie se comportó como una de las más destacadas al comparar 15 variedades de pasto. Otros autores como Hernández y Hernández (1984), al evaluar 19 gramíneas en un suelo Ferralítico Rojo catalogado como de mediana fertilidad, en parcelas sencillas (3,0 x 1,0 m), con la utilización de 100-100-150 kg N-P-K/ha/año y sin riego, indicaron que las accesiones *B. humidicola* IRI-409, *Andropogon gayanus* CIAT-57475 y las especies del género *Panicum* 6146, sp.1 y sp.2 fueron las más destacadas para estas condiciones.

Otros resultados en este sentido fueron los expuestos por Ferrufino y Vallejos (1986), quienes al estudiar 36 ecotipos del género *Brachiaria* en un suelo con problemas de textura, en condiciones de corte mecánico, sin riego y sin fertilización, indicaron que la producción de MS total en los ocho cortes varió entre 20 y 34 t/ha/año y las especies que se mostraron más productivas fueron *B. humidicola* con seis accesiones, *B. brizantha* con tres accesiones y dos accesiones de *B. decumbens* y *Brachiaria nigropedata*. Las de menor producción fueron las especies *B. arrecta* CIAT 6020 y *B. ruzizensis*.

Por su parte, Ramírez (1987) comprobó que *B. dictyoneura* tuvo un buen comportamiento durante la adaptación a condiciones estresantes (suelos con pH ~ 4,7). Otros estudios en esta temática fueron los realizados por Silva, Lima y Mochiutti (1992), en un suelo Latosol con pH ~ 5.8 y con la utilización de 25-25-20 kg N-P-K/ha. Al comparar los rendimientos de MS por corte en las diferentes especies: *A. gayanus* CIAT-6209 (1,5 y 0,9 t/ha), 6207 (2,3 y 1,1 t/ha), 6053 (1,4 y 0,6 t/ha), *B. brizantha* (1,9 y 1,0 t/ha) y *B. humidicola* (1,5 y 1,1 t/ha), para los períodos de máximas y mínimas precipitaciones, las especies tuvieron una producción estacional aceptable, por lo que los autores plantearon que las del género *Brachiaria* presentaron una mejor distribución estacional en la producción de forraje.

También en estudios con las especies mencionadas anteriormente, en un suelo Ultisol con pH ~ 5,1, con aplicación de fertilizantes a razón de 100-100-150 kg de N-P-K/ha y sin la utilización de riego, Passoni, Rosemberg y Flores (1992) indicaron que en el período de máximas precipitaciones no se observaron diferencias en el rendimiento de MS en las accesiones de *P. maximum*, *B. decumbens* CIAT-606 (= *B. decumbens* cv. Basilisk), *B. brizantha*, *A. gayanus* CIAT-621 y *B. dictyoneura* CIAT-6133. Sin embargo, en el período de mínimas precipitaciones la especie de mejor comportamiento fue *B. decumbens* CIAT-606, que produjo 2,8 t MS/ha.

Por su parte Ayala y Basulto (1992), al someter a dos años de evaluación un grupo de gramíneas, en condiciones específicas de manejo en un suelo Cambisol dentro del ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional, concluyeron que las mayores producciones de MS se alcanzaron con *B. humidicola* CIAT-679, *B. dictyoneura* CIAT-6133 y *A. gayanus* CIAT-621 (7,81; 10,91 y 11,34 t/ha, respectivamente), en el primer año de evaluación. En el segundo año estas accesiones también sobresalieron por la producción de MS, lo que indicó que con esas producciones de MS, estas especies poseen potencialidad para dichas condiciones.

En otros estudios de evaluación Moreno Ruiz y Silva (1993), al comparar accesiones de la familia de las gramíneas pero en un suelo Mollisol con pH~6.2, 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).

Otros resultados de importancia fueron los alcanzados por Chamorro (1993;1994), al evaluar especies de gramíneas en varios municipios de Colombia, cada uno de ellos con características edafoclimáticas específicas.

Así, en el municipio de Teruel la accesión *B. decumbens* mostró producciones de 2 199 kg de MS/ha a las 12 semanas en la época de mínimas precipitaciones. En las evaluaciones de producción de MS en los municipios de Teruel y Rivera, *B. dictyoneura* CIAT-6133 logró una producción de 1 268 y 6 112 kg MS/ha, en la época de seca y lluvia, respectivamente. Al evaluar en áreas del municipio de Coyaima, *B. dictyoneura* 6133 y *B. humidicola* 6369 alcanzaron 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, obtuvo que la accesión *B. humidicola* CIAT-6369 mostró promedios de 896,5 kg MS/ha, superando estadísticamente a *Dichanthium aristatum* y *Dichanthium annulatum*. En las evaluaciones de producción en los municipios de Teruel y Rivera esta accesión logró una producción de 1 181 y 3 152 kg MS/ha, a las 12 semanas en la época de seca y lluvia, respectivamente. Este autor comprobó que en la evaluación a las cuatro semanas del corte de homogenización, la accesión *B. dictyoneura* CIAT-6133 obtuvo 686,23 kg MS/ha, superando estadísticamente a *D. aristatum* y *D. annulatum*. En este mismo experimento *B. brizantha* CIAT-26646 alcanzó 928,25 kg MS/ha y la accesión CIAT-6780 logró 620,2 kg MS/ha. Entre las especies de *Brachiaria* la de mejor comportamiento fue *B. brizantha* CIAT-26646, la cual presenta una excelente adaptación y producción. En las localidades de Teruel y Rivera, *B. brizantha* CIAT-26646 logró las mayores producciones a las 12 semanas de mínimas y máximas precipitaciones, respectivamente, con valores de 2 389 y 16 007 kg MS/ha, y superó a los demás ecotipos evaluados. Esta fue la gramínea de mejor comportamiento en suelos francos arenosos con pH ligeramente ácido, lo que denota que es una de las accesiones que mantienen un comportamiento excelente, en diferentes condiciones de manejo.

En un estudio realizado en un suelo Ferralítico Rojo en una colección de *Brachiaria spp.*, con aplicación de fertilizantes, en condiciones de secano, Roche, Machado y Alonso (1995) encontraron que el potencial de producción alcanzado por las accesiones de *B. dictyoneura* y *B. ruziziensis* fue el mejor entre todas las accesiones probadas, por lo que dichos autores recomendaron el estudio de estas especies en otras fases para este tipo de suelo.

Por su parte Keller-Grein, Maass y Hanson (1996), en ensayos realizados a una colección de especies del género *Brachiaria*, determinaron que la especie *B. brizantha* presentó una producción más alta que *B. ruziziensis*, pero similar a las demás especies evaluadas: *B. decumbens*, *Brachiaria* híbrido y *B. humidicola*. En este estudio, *B. brizantha* CIAT-26110 y *B. brizantha* CIAT-26318, 16467, 16315, 16113, 26124 y 26562 presentaron las mejores producciones de MS (4,7-5,8 t MS/ha); mientras que las menores ocurrieron con *B. ruziziensis* CIAT 26180 (3,5 t MS/ha) y *B. humidicola* CIAT-16871 (3,4 t MS/ha).

También Rincón (citado por Gallo, Chamorro y Vanegas, 1998) indicó, en un estudio realizado en accesiones de este género en condiciones de corte, con frecuencias prefijadas y la utilización de fertilizantes, que cuatro accesiones de *B. decumbens*, *Brachiaria sp.* y una de *B. ruziziensis* presentaron una alta invasión de salivazo, pero que las producciones de MS fueron buenas para estas accesiones. Ello denota que a pesar de haber existido un ataque de plagas, no se afectó la producción de biomasa comestible, lo que sugiere que existió tolerancia al insecto en estas especies. En este estudio también destacó que *B. eminii* CIAT-6134 y la mayoría de las accesiones de *B. ruziziensis* presentaron una baja producción de MS y un severo ataque de salivazo, por lo que este autor concluyó que las accesiones de estas últimas especies mencionadas fueron susceptibles al ataque de este insecto plaga.

En los estudios realizados por Vargas (citado por Chamorro, 1998), en los cuales evaluó *B. decumbens* 606, planteó que esta especie alcanzó producciones medias de 1,8 t MS/ha en la época de pocas precipitaciones y fue superada por *B. dictyoneura* (2,9 t MS/ha) y *B. humidicola* (2,3 t MS/ha). En la época de máximas precipitaciones *B. decumbens* 606 alcanzó producciones de 3,3 t MS/ha y fue superada por *P. maximum* (3,4 t MS/ha) y por *B. humidicola* (2,3 t MS/ha). Sin embargo, esta especie superó a *D. aristatum* (2,9 t MS/ha), *B. humidicola* 6169 (2,3 t MS/ha) y *P. maximum* 673 con 2,5 t MS/ha.

Este mismo autor, al estudiar varias especies del género *Brachiaria* en diferentes regiones, en condiciones de corte, confirmó que la productividad promedio en la época de mínimas precipitaciones para *B. brizantha* 6780 fue de 1 409 kg MS/ha y esta fue superada por *B. decumbens* 606 (1 781 kg MS/ha), *B. dictyoneura* 6133 (2 898 kg MS/ha), *B. humidicola* 6369 (2 299 kg MS/ha), *P. maximum* 673 (1 544 kg MS/ha) y *B. brizantha* 6387 (1 560 kg MS/ha) y solo superó a *Hyparrhenia rufa* (1 286 kg MS/ha) y a *A. gayanus* 621 (1 346 kg MS/ha). *B. brizantha* 6780 en el municipio de Coyaima en la época de lluvia alcanzó producciones de 3 697 kg MS/ha y en la época de mínimas precipitaciones 602,5 kg MS/ha, lo que denota el buen comportamiento agroproductivo de las especies de este género para esas condiciones específicas. Por su parte Costa, Townsend, Magalhaes y Pereira (1999), al evaluar el comportamiento de siete especies de gramíneas forrajeras, constataron que *B. brizantha* tuvo la mayor producción de MS en el período lluvioso y en el poco lluvioso, con 3,7 y 1,66 t/ha, respectivamente.

Resultados similares a los anteriores obtuvieron Gómez, Velásquez, Miles y Rayo (2000) al evaluar, en el ecosistema de bosque húmedo tropical, 24 accesiones e híbridos de diferentes especies forrajeras, entre las cuales las accesiones de *B. brizantha* presentaron las mayores producciones de MS, con promedio de 4,68 t/ha, tolerancia al ataque de salivazo de los pastos y aceptabilidad relativa por los bovinos. Ello confirmó que esta especie se puede utilizar como una alternativa para aumentar la productividad de esta zona. También Enrique (2001), al evaluar un total de 14 ecotipos, entre los cuales se encontraban ocho de *B. decumbens*, cinco de *B. brizantha* y uno de *B. humidicola* en suelos ácidos de baja fertilidad del sur de Veracruz, constató que el promedio de producción fue de 26, 48 y 59 kg de MS/ha/día a las 4, 8 y 12 semanas, destacándose *B. brizantha* 26646 y el cv. Insurgente (= cv. Marandú), que mostraron la mejor adaptación a ese ambiente.

Así mismo, Parra y Gómez-Carabalí (2000), al realizar un estudio del comportamiento de accesiones de algunas especies de gramíneas, en un suelo con pH~ 6,5, destacaron que las mejores accesiones para esas condiciones fueron *B. dictyoneura* CIAT-6133 y *B. brizantha* CIAT-6780, por tener una producción de 2,4 y 3,3 t MS/ha, respectivamente; estas superaron a todas las accesiones evaluadas. Estos autores también observaron que *B. dictyoneura* CIAT-6133 garantizó una mejor cobertura del suelo, en comparación con las demás gramíneas evaluadas (*P. maximum* y *Cynodon sp.*), por lo que otro uso para esta especie sería como protectora de la capa arable, lo que beneficiaría a la macrofauna y la microfauna del suelo.

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, Giraldo, Peters y Lascano (2002), en la Altillanura colombiana fue de 76,4%; de 52,6% para el Piedemonte de los Llanos Orientales y solo de 10,6% para el Piedemonte del Caquetá.

Carmona et al. (2001) estudiaron la producción de MS en un ambiente de 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 la mayor cantidad de MS y poseían un mayor contenido de hojas que las restantes accesiones estudiadas

Otro factor que puede influir en el rendimiento de las especies del género *Brachiaria* es la edad de corte. En este sentido, al evaluar 16 ecotipos de este género Enrique y Romero (1999) indicaron que a las ocho semanas se destacó *B. dictyoneura* CIAT-6133, con una producción de 126 kg MS/ha, y a las 12 semanas las mejores fueron *B. brizantha* CIAT-16322 y cv. Insurgente, con valores de 124 y 123 kg MS/ha, respectivamente.

Otros estudios se han llevado a cabo con el objetivo de valorar la capacidad asociativa de las especies, para obtener un resultado más completo en lo referente a la alimentación animal y garantizar con ello una dieta más balanceada, debido a la necesidad de aprovechar los recursos naturales, máxime la carencia de insumos (mieles, pienso, entre otros). En este sentido se han obtenido buenos resultados con las asociaciones de gramíneas con leguminosas arbóreas y herbáceas (Dávila, Urbano y Sánchez, 1997; Entrena, Chacón y González, 1998). Sin embargo, en investigaciones realizadas por Savidan, Jank y Penteado (1985) al estudiar la especie *B. decumbens*, como cultivo puro y asociada con leguminosas herbáceas (*Macroptilium atropurpureum* y *Centrosema pubescens*), notaron que esta gramínea mostró una mayor producción cuando creció como cultivo puro (12 t MS/ha/año), que cuando se asoció con las leguminosas.

Estos autores también indicaron que la producción de esta especie ha llegado a 5,9 t de MS/ha en ocho cortes y en buenas condiciones de fertilización. Resultados similares obtuvieron Mosquera y Lascano (1992), quienes señalaron que la disponibilidad de MS fue superior en *B. decumbens* como cultivo puro (3,5 t MS/ha), comparada con los tratamientos en los que estaba asociada con las leguminosas herbáceas *Centrosema acutifolium* y *C. macrocarpum*. En las asociaciones la producción de MS varió entre 1 y 3 t/ha y la más baja se encontró en el tratamiento con bancos de *C. acutifolium*.

Sin embargo, en contraste con los resultados antes mencionados están los obtenidos por Paretas (1990), quien indicó que las especies de este género son recomendables para asociarse con leguminosas afines, entre ellas *Pueraria phaseoloides* y *Arachis pintoi*. También con este criterio están los expuestos por Rao, Kerridge y Macedo (1996), los cuales indicaron las posibilidades de *B. brizantha* de asociarse con la leguminosa *Desmodium ovalifolium*.

Comportamiento general

Otros factores que influyen en el comportamiento de las especies son los relacionados con las afectaciones por plagas, la despoblación, la cobertura y la aceptabilidad, entre otros. Con relación a estos indicadores se han obtenido algunos resultados, como los de Machado et al. (1978), quienes indicaron que la especie *B. ruziziensis* 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 la puede limitar para su uso intensivo. No obstante, esta respuesta pudiera mejorarse al regular las condiciones de manejo, es decir la carga animal, el tiempo de estancia y el tiempo de descanso de los cuarterones, así como otros elementos del manejo. Tal respuesta también pudiera variar con la utilización de insumos (riego y fertilización), los cuales pueden potenciar las cualidades del pasto, para optimizar el aprovechamiento por parte de los animales.

Machado y Rodríguez (1978), al estudiar el comportamiento inicial de un grupo de gramíneas durante el período de lluvias, utilizando parcelas sencillas (3,0 x 1,0 m), en un suelo Ferralítico Rojo, alegaron que entre las accesiones de *B. ruziziensis* el cv. Gruesa mostró una despoblación del 40% y el cv. Lisa solo un 14% de despoblación. Además constataron que estas accesiones no tuvieron ataques de plagas y enfermedades y el vigor fue de medio a alto, por lo que se pudo confirmar que *B. ruziziensis* se encuentra entre las especies con perspectivas para suelos de mediana a baja fertilidad.

Por otra parte, Ayala y Basulto (1992) indicaron que de un amplio grupo de gramíneas estudiadas, las accesiones del género *Brachiaria* presentaron una buena cobertura, especialmente *B. humidicola*, que a las 12

semanas cubrió el 60% del suelo, no así en las especies *A. gayanus* CIAT-621 y *P. maximum* cv. Local, que a la misma edad presentaron una baja cobertura (30%). Otros resultados en este sentido fueron los expuestos por Passoni et al. (1992), quienes en un período similar (12 semanas) observaron que entre las especies de gramíneas que tuvieron un mejor comportamiento, se encontraban *P. maximum* que presentó una cobertura de 100%, *B. decumbens* CIAT-606 con 85% y *B. brizantha* con 92%, y *A. gayanus* CIAT-621 y *B. dictyoneura* CIAT-6133 con 98 y 97%, respectivamente. Resultados muy similares obtuvo Rincón (citado por Gallo et al., 1998), quien al estudiar el comportamiento de accesiones del género *Brachiaria* en el municipio de Iquira, informó que las accesiones *B. decumbens* y *B. humidicola* mostraron de 45 a 75% y de 65 a 95%, respectivamente. Estos resultados sugieren que estas especies también pueden ser utilizadas como protectoras de la capa arable del suelo.

Coincidiendo con lo anteriormente expuesto están los resultados de Vargas (citado por Chamorro, 1998), quien al evaluar a *B. decumbens* CIAT-606 determinó que esta gramínea alcanzaba una cobertura del 94% a las 13 semanas y el 96% a las 22 semanas. Los estudios realizados por este mismo autor en áreas del municipio Alpujarra indicaron que de las accesiones de *B. brizantha* 6780 y 6387, la primera mostró una cobertura del 85 y 96% a las 13 y 22 semanas, respectivamente. De estos estudios se deriva que las especies de este género presentan un buen comportamiento en términos de cobertura, ya que para determinar que una planta posee dificultades con el área poblada, esta debe estar por debajo del 60% (Machado, Seguí y Alonso, 1997).

Con relación a los diferentes aspectos tratados con anterioridad, Paretas (1990) indicó que las especies de este género pueden explotarse en corte y pastoreo. Sin embargo, recomendó que la especie *B. purpurascens* es idónea para corte, debido a que es muy susceptible al pisoteo del animal; mientras que *B. humidicola* es idónea para ser utilizada en pastoreo con animales jóvenes.

Es ampliamente aceptado que las afectaciones ocasionadas por las plagas y las enfermedades pueden ocasionar variaciones en el comportamiento de las especies en dependencia del grado de afectación, aunque muchos autores indican que este no es un grave problema, debido a que las especies de este género son muy resistentes al ataque de plagas y enfermedades. En este sentido, se pueden mencionar los resultados de Cardozo et al. (1991), quienes indicaron que la especie *B. dictyoneura* cv. Llanero mostró buena tolerancia al ataque del salivazo y que esto no influyó en que la planta alcanzara una alta capacidad de rebrote y una buena producción de semilla. Por otra parte, Moreno Ruiz y Silva (1993), al realizar la evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en el agrosistema Itapetinga, en el municipio de Bahía, en Brasil, detectaron que las plagas y las enfermedades no limitaron el desarrollo productivo de las accesiones mejor adaptadas a esas condiciones.

También Keller-Grein et al. (1996), 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, pero esto no afectó el comportamiento de las accesiones en general, por lo que mostraron un excelente vigor. De ahí que concluyeran que estos materiales se pueden considerar como promisorios para regiones que posean un suelo Entisol (pH~4,3). Además, Gómez et al. (2000), al estudiar la adaptación de varias accesiones del género *Brachiaria* en el Piedemonte amazónico colombiano, indicaron que la baja incidencia de insectos en *B. ruziziensis* no puede ser normal, debido a que es una especie altamente susceptible; con lo expresado anteriormente también coinciden los resultados de Keller-Grein et al. (1996).

Otros estudios realizados en los que están implícitas las especies del género *Brachiaria* son los referentes a la transferencia de tecnología en Cuba. Con relación a ello, Lamela, Simón, Suárez y Pérez (2002) plantearon que se ha dado un importante paso para el desarrollo fructífero de las empresas pecuarias en el país. Un ejemplo de ello es la Finca "La Rioja", de la Empresa Pecuaria "José Martí" en la provincia de Matanzas, en la cual la producción de semilla de *B. humidicola* en 1991 era nula. Sin embargo, ya en 1995 esta pudo incrementarse hasta 0,05 t y se mantuvo así a través de los años. Por otra parte, a inicios de los 90 la producción de semilla de la accesión *B. decumbens* cv. Basilisk fue de 0,54 t y en 1999 se incrementó a 0,7 t, con un pico de producción en 1997 de 1,01 t. Tales incrementos estuvieron influidos fundamentalmente porque existió un cambio en la mentalidad del personal vinculado con la labor, lo que denota la importancia de realizar un trabajo con el personal que esté trabajando directamente en esta actividad y la novedosa respuesta que tiene el desarrollo de las nuevas tecnologías.

Mejoramiento de brachiaria

Según Miles y do Valle (1998), desde hace más de una década el mejoramiento de la brachiaria dependía totalmente de la selección que se hacía entre los genotipos existentes en la naturaleza; era imposible la recombinación genética, pues en las especies de este género predomina la reproducción apomíctica (como se especifica en el acápite de Características del género y las especies). Sin embargo, los adelantos en la comprensión de la genética y la citogenética del género *Brachiaria*, han dado vía a la manipulación genética controlada. También estos autores plantean que las iniciativas actuales de mejoramiento apuntan hacia la creación de genotipos apomícticos que combinen la resistencia a las plagas y la adaptación edáfica con otros tributos deseables, como la calidad y el propio rendimiento.

Con relación a lo antes planteado, uno de los métodos utilizados para lograr la mejora de las plantas es la utilización de la biotecnología. En correspondencia con ello Hayward, Armstead y Morris (1998) plantearon que se dispone de modernas técnicas de biología molecular y manipulación genética, que permiten producir más fácilmente plantas mejoradas y desarrollar variedades más resistentes a los estrés climáticos y edáficos. Estos autores señalaron que las mejoras por la aplicación de tecnologías incluyen desde las que producen cambios en una sola base de ADN hasta las que modifican el genoma entero, pero para ello debe existir una estrecha relación entre los fitomejoradores y los biotecnólogos, por lo que se basaron en la premisa: “los fitomejoradores necesitan comprender el potencial de la biotecnología y los biotecnólogos conocer las necesidades de los mejoradores”.

En los últimos años se han realizado algunos estudios, entre los que se encuentran aquellos sobre la secuencia de ADN en *B. brizantha*, así como los de mutación en *B. ruziziensis* (Rodriguez, Cabral, Dusi, de Mello, Rigden y Carneiro, 2003; Risso-Pascotto, Pagliarini y do Valle, 2003).

Nuevas variedades

A través de los estudios de mejoramiento genético se han logrado nuevas variedades comerciales, las cuales han sobresalido por sus aceptables características tanto agronómicas como de manejo (Guiot, 2001; 2005). Estas son *B. decumbens* cv. Señal, *B. brizantha* cv. Toledo e Insurgente, *B. humidicola* cv. Chetumal y *B. híbrido* cv. Mulato.

A continuación se presentan algunas de las características más relevantes de estas especies y del manejo de cada una de ellas (tabla 1).

Tabla 1. Características de las especies *B. decumbens* cv. Señal, *B. brizantha* cv Toledo e Insurgente, *B. humidicola* cv. Chetumal y *B. híbrido* cv. Mulato.

Item-especies	Señal	Toledo	Insurgente	Chetumal	Mulato
Adaptación (pH)	4,5-8	<5	5,5-8	4-6	5-8
Fertilidad del suelo	Media y baja	-	Media a alta	Baja	-
Drenaje	No tolera encharcamiento	Tolera encharcamiento	Requiere buen drenaje	-	Requiere buen drenaje
Altura (msnm)	0-1 800		0-1 800	0-1 300	0-1 800
Precipitación (mm)	Mínima 800		Mínima 800	800	> 1 000
Densidad de siembra (kg/ha)	6-8	3-4	6-8	8-10	5-8
Profundidad de siembra (cm)	1-2		1-2	Máximo 2	2
Fertilización (siembra) (kg/ha)	50 N-P	50 N	50 N-P	50 N	50 N-P
Fertilización (mantenimiento) (kg/ha)	100-200 N 50 P		100-200 N 50 P	100 P	150 N
Proteína (%)	10-12	8-13	12-14	6-9	12-15
Digestibilidad (%)	50-60	60-67	55-60	50-56	55-62
Manejo del pastoreo	Rotacional intensivo		Rotacional	Rotacional	Rotacional intensivo
Carga animal (UGM/ha)	Lluvia: 3-5 Seca: 1-2	Lluvia: 2,5-3	Lluvia: 3-5 Seca: 1-2	Lluvia: 3-5 Seca: 1-3	-

Conclusiones

Las especies del género *Brachiaria* poseen potencial adaptativo y productivo para diversas condiciones, entre estas se destacan las accesiones de las especies *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura* y *B. ruziziensis*. Estas especies crecen y se desarrollan en una amplia gama de ecosistemas ganaderos, se adaptan a condiciones de suelos de baja fertilidad y son capaces de tolerar el encharcamiento y la acidez.

Son especies que poseen un rendimiento de biomasa comestible aceptable, que puede variar con relación a las condiciones de manejo a que se sometan las plantas. Algunas de las especies de este género son muy utilizadas en la alimentación del ganado, aunque para sistemas de corte es más recomendada la especie *B. purpurascens* y para pastoreo la especie *B. humidicola*.

En correspondencia con esta revisión se considera necesario profundizar en los estudios de mejora, haciendo énfasis en la utilización de los métodos biotecnológicos, en particular para aquellas especies de este género que muestran aceptables potencialidades.

Referencias bibliográficas

- 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.
- 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.
- Ayala, A. & Basulto, J. 1992. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en la región oriental de Yucatán, México. *Pasturas Tropicales*. 14 (1):36
- Borges, Casilda, 1990. Coleção de germoplasma de especies de *Brachiaria* no CIAT: Estudos basicos visando ao melhoramiento genético. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQC. 33 p.
- 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-rom]. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Ciudad de La Habana, Cuba
- Catasús, L. 1997. Manual de Agrostología. Editorial Academia. La Habana, Cuba. 98 p.
- Chamorro, D. 1993. Avances en investigación sobre pastos tropicales en el norte de Huila. ICA Regional 6. Segundo curso regional de producción bovina con forrajes tropicales. CORPOICA, Colombia
- Chamorro, D. 1994. Informe final de investigaciones en forrajes tropicales CORPOICA, Grupo Regional Pecuario. CORPOICA, Colombia
- Chamorro, D. 1998. Sistemas de evaluación de especies forrajeras: conceptos y procedimientos técnicos. Gramíneas y leguminosas: Consideraciones agrozootécnicas para ganaderías del trópico bajo. Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6. Centro de Investigación "Nataima". El Espinal, Tolima, Colombia. p. 21
- Costa, N.; Townsend, C.R.; Magalhaes, J.A. & Pereira, R.G. 1999. Desempenho agronomico de gramíneas forrageiras sob sombreamento de seringal adulto. *Pasturas tropicales*. 21 (2):20
- Dávila, C.; Urbano, D. & Sánchez, R. 1997. Efecto de la asociación *Brachiaria sp.* con leucaena (*Leucaena leucocephala*) y matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre la producción de leche. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 5 (Supl. 1):135
- Enrique, J.F. 2001. Tasa de crecimiento estacional de 14 ecotipos de *Brachiaria spp* en suelos ácidos del Sur de Veracruz. [cd-rom]. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Ciudad de La Habana, Cuba
- 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
- Entrena, I.; Chacón, E. & González, V. 1998. Influencia de la carga animal y la fertilización con azufre sobre las tasas de crecimiento, biomasa y producción aérea neta de una asociación de *Brachiaria mutica* - *Teramnus uncinatus*. *Zootecnia Tropical*. 16 (2):183
- Ferrufino, A. & Vallejos, A. 1986. Evaluación de ecotipos de *Brachiaria* en El Chapare, Bolivia. *Pasturas Tropicales*. 8 (3):23
- Funes, F. 1974. Cutting intervals in gramíneas. Proc. of the XII International Grasslands Congress. Moscow. 130 p.
- 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 agrozootécnicas 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^{ra} ed. Bogotá, Colombia. p. 13
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1979. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. I. Con riego. *Pastos y Forrajes*. 2:47
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1979a. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. II. Secano. *Pastos y Forrajes*. 2:67
- Giraldo, L.M.; Lizcano, L.J.; Gijssman, A.J.; Rivera, B. & Franco, L.H. 1998. Adaptación del modelo DSSAT para simular la producción de *Brachiaria decumbens*. *Pasturas Tropicales*. 20 (2):2
- Gómez, M.M.; Velásquez, J.E; Miles, J.W. & Rayo, F.T. 2000. Adaptación de *Brachiaria* en el Pisedomante amazónico colombiano. *Pasturas Tropicales*. 22 (1):19
- Guiot, J.D. 2001. Manual de actualización técnica. [cd-rom]. Semillas Papatla, México. 64 p.
- Guiot, J.D. 2005. Híbridos de *Brachiaria*. Excelente alternativa de producción de forraje en el trópico. [cd-rom]. Congreso de Producción Animal. La Habana, Cuba
- Hayward, M.D.; Armstead, I.P. & Morris, P. 1998. Potencial teórico de los métodos biotecnológicos en el mejoramiento de cultivos. En: *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 196
- Hernández, Marta; Reyes, F.; Mesa, A.R. & Cárdenas, M. 1992. Efecto de la fertilización en el establecimiento de *Brachiaria purpurascens*. I. Suelo oscuro plástico no gleyzado. *Pastos y Forrajes*. 15:213
- Hernández, Neice & Hernández, D. 1980. *Brachiaria decumbens*. *Pastos y Forrajes*. 3:191
- Hernández, Neice & Hernández, J.E. 1984. Evaluación inicial de 19 gramíneas. *Pastos y Forrajes*. 7:23
- Keller-Grein, G.; Maass, B.L. & Hanson, J. 1996. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. In: *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 16
- Lamela, L.; Simón, L.; Suárez, J. & Pérez, A. 2002. La gestión de la innovación y de la transferencia de tecnologías en la EEPF "Indio Hatuey": Estudios de casos. *Pastos y Forrajes*. 25:31
- Machado, R. 2002. Botánica de las gramíneas. Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. Curso: Fundamentos de la producción de pastos. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 21 p.
- Machado, R.; Gómez, Yolanda & Quesada, G. 1978. Comportamiento inicial de pastos introducidos en la provincia de Las Tunas. *Pastos y Forrajes*. 1:209
- Machado, R. & Rodríguez, G. 1978. Comportamiento inicial de gramíneas introducidas. *Pastos y Forrajes*. 1:29
- Machado, R.; Seguí, Esperanza & Alonso, O. 1997. Metodología para la evaluación de especies herbáceas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo). 35 p.
- Miles, J.W & do Valle, Casilda. 1998. Manipulación de la apomixis en el mejoramiento de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 181
- Moreno Ruiz, G. & Silva, J.A. 1993. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en el agrosistema Itapetinga Bahía, Brasil. *Pasturas Tropicales*. 5 (2):13
- Mosquera, P. & Lascano, C. 1992. Producción de leche de vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso controlado a banco de proteína. *Pasturas Tropicales*. 14 (1):2
- Paretas, J.J. 1990. Metodología para la regionalización de gramíneas. En: *Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba*. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 133
- Parra, F.A. & Gómez-Carabalí, A. 2000. Introducción y evaluación de especies herbáceas y arbustivas forrajeras en zonas de ladera de Cauca y Valle del Cauca, Colombia. *Pasturas Tropicales*. 22 (2):54
- Passoni, F.; Rosemberg, M. & Flores, A. 1992. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Satipo, Perú. *Pasturas tropicales*. 14 (1):32
- Ramírez, A. 1987. Nuevas pasturas para los llanos colombianos. *Pasturas Tropicales*. 9 (1):48
- Rao, I.M.; Kerridge, P.C. & Macedo, M.C. 1996. Nutritional requirements of *Brachiaria* and adaptation to acid soils. In: *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 53
- Renvoize, S.A.; Clayton, W. D. & Kabuye, C.H. 1996. Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria*. (Trin.) Griseb. In: *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 1
- Risso-Pascotto, C.; Pagliarini, M.S. & do Valle, Casilda. 2003. A mutation in the spindle checkpoint arresting meiosis II in *Brachiaria ruziziensis*. *Genome*. 46 (4):724
- Roche, R.; Machado, R. & Alonso, F. 1995. Evaluación inicial de *Brachiaria spp.* *Pastos y Forrajes*. 18:11
- Roche, R.; Menéndez, J. & Hernández, J.E. 1990. Características morfológicas indispensables para la clasificación de especies del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 13:205
- Rodrigues, J.C.; Cabral, G.B.; Dusi, D.M.; de Mello, L.V.; Rigden, D.J. & Carneiro, V.T. 2003. Identification of differentially expressed cDNA sequences in ovaries of sexual and apomictic plants of *Brachiaria brizantha*. *Plant Mol. Biol.* 53(6):745

- Savidan, Y.H.; Jank, L. & Penteado, Maria Isabel. 1985. Introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras tropicais no Brasil: novas propostas de modus operandi. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQC. 36 p.
- Silva, A.P. de; Lima, P.R. de & Mochiutti, S. 1992. Desempenho agronomico de gramíneas forrageiras em condições de Campo Cerrado do Amapá, Brasil. *Pasturas Tropicales*. 14 (1):17
- Teixeira, J.F.; Lourenço, J.B.; Couto, W.S.; Camarao, A.P. & Moraes, M.P. 1999. Proteína bruta e teores de minerais em *Brachiaria humidicola* na 1/ha de Marajó, Pará, Brasil. *Pasturas Tropicales*. 21 (3):49
- Yepes, S. 1975. Comportamiento del pasto en invierno sin riego ni fertilización. Series Técnico Científicas A-9 EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 15 p.

Recibido el 2 de agosto del 2005
Aceptado el 20 de diciembre del 2005

Botanical and agronomic characteristics of important forage species of the *Brachiaria* genus

Yuseika Olivera¹, R. Machado ¹y P.P del Pozo²

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana. CP 44280, Matanzas, Cuba
Email: yuseika@indio.atenas.inf.cu

²Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez", Cuba

Abstract

The objective of this review is to update the existing knowledge about the morpho-botanical and agroproductive features that characterize the species of the *Brachiaria* genus most used in the livestock sector, which importance is supported by its use, in one way or another, in tropical and subtropical areas of the new and the old world. That is why, topics are presented related to the taxonomy and description of the genus, its main species, their origin and adaptation, and some results that have been obtained regarding yield of edible biomass, general performance in different environments, as well as their response under specific management conditions. Besides, there is reference to the genetic improvement of these species and the new varieties that have been obtained through classical genetics and/or biotechnology.

Key words: *Brachiaria*, agronomic characteristics

Introduction

Livestock feeding in Cuba is based mainly on the use of pastures and forages. Since the 1990's, with the collapse of the European socialist countries and the strengthening of the economic blockade by the United States, the country has continued with more emphasis on the search for ways, methods and alternatives to maintain and increase livestock production.

Based on these problems, through the years work has been done on the identification of species, grasses as well as legumes (herbaceous and trees), and from other families that have an acceptable agricultural and productive potential, capable of making acceptable contributions, even with minimum resources. In this sense, the *Brachiaria* genus has some species that may be considered important, among which stand out, as forage grasses, *Brachiaria purpurascens*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* and *Brachiaria dictyoneura*, due to the good qualities of adaptation and persistence on soils with limiting factors, such as: acid soils, low soils and medium and low fertility soils; because of their efficient growth and lasting condition; their high productions of good quality biomass and their high degree of acceptance by animals. Furthermore, because they are species which have shown great aggressiveness during the stage of establishment and utilization of the grassland.

On the other hand, it is important to underline that these species are among the most relevant for being used in the environments of most difficult management (Hernández, Reyes, Mesa and Cárdenas, 1992; Machado, 2002), in correspondence with their growth habits, propagation ways, environmental demands and use of the resources to carry out their development, production and reproduction.

Taxonomic location

Brachiaria spp., as the other grass species belong to the *Cormobionta* kingdom; division *Magnoliophyta*; class *Magnoliopsida*, subclass *Commelinidae*; order *Poales*; family *Poaceae*. These species in particular are located in the subfamily *Panicoideae*; tribe *Paniceae* (Catasús, 1997).

Genus description

Morpho-botanical characteristics of the genus

Anon (1989) characterized the species of the *Brachiaria* genus as annual or perennial grasses, erect, decumbent, dispersed or stoloniferous. The stems or culms are frequently rooted in the lower nodes and in the perennial plants they usually emerge from a somehow rhizomatic-knotted base. The leaf bundle is plain, lineal or lineal-lanceolated. It may be glabrous or pilose, with close and superposed sheaths. The ligule is present as a narrow membrane which may be hairy or membranaceous with ciliated edge. The inflorescence may be a racemose panicle or a panicle, which rachises are observed alone or distributed in a more or less pyramidal form, as in *B. purpurascens* along a common axis. The spikelets, of two flowers, are from ovate to oblong, more or less planoconvex or biconvex, alone, in pairs or in groups, and generally in two lines along the rachis, except in *B. brizantha* which presents only one. They are disarticulated under the glumes and fall entirely when mature. The spikelets have short peduncles when they are alone. If they are in pairs, one peduncle is bigger than the other. The glumes are unequal: the first or inferior is usually shorter than or as long as the spikelet and aiming towards the rachis. The second or superior is more or less equal to the lemma of the floscule, with five to seven (nine) nervures; the latter are regularly approximate. The inferior floscule is sterile or male. The male floscule has two lodicules. The superior floscule is bisexual. The lemma is shell-shaped, with five dark nervures, usually papillose-rugose or striate, with the rupture line and the aureole depressed and more or less smooth and the apex darkly apiculate or mucronate. The palea is as long as the lemma, with two keels, prominently gross, smooth and radiant, with the sides convexly curved and thin marginal slopes. The two lodicules are widely cuneiform, gross and fleshy, sometimes with the presence of adaxial lobes bulky on top or diagonally inclined and forming back fins. It has three stamens and the stigmas are plumose. The fruit is within the classification of dry indehiscent fruits, of the caryopsis type (dry, monospermous fruit, with the seed strongly united to the pericarp), which may be ovate, with rounded or leveled contour. The secondary hilum is tipped and the embryo has a variable length from half to three fourths of the caryopsis.

Morpho-botanical characteristics of the species

According to Roche, Menéndez and Hernández (1990), Borges (1990), Gavilanes (1992) and Guiot (2001), the species of this genus have specific botanical characteristics which identify them and differentiate them from each other. Below the main species used for forage production or direct grazing are described, based on the descriptions carried out by the above-mentioned authors.

Brachiaria decumbens

This species is an herbaceous, perennial, semierect to prostrated plant, 30 to 100 cm high. Its roots are strong and hard, with the presence of small rhizomes. The culms from cylindrical to ovate, may be erect or decumbent, green and sometimes with purple gleams, glabrous or pilose, with the presence of six to 16 internodes 18 to 28 cm long. The nodes are green, glabrous or little pilose, and with areas that tend to be dark purple. The leaves are between 20 and 40 cm long and 10 to 20 mm wide and are covered by trichomes. They show hard and rough edges. They are dark green, mainly in the first year due to the high content of chlorophyll. The inflorescence in the form of racemose panicle, 25 to 47 cm long; it is formed by two to five racemes 4 to 10 cm long. The spikelets are oblong-elliptical, gross, 3 to 4 mm long, lined up in double rows and with short peduncle. The two glumes, the lemma and the palea are of different size. The inferior glume is very short and is not even half as long as the spikelets; while the superior glume is almost as long as them. The seeds are produced from the apomixis mechanism and some are infertile, for which the pasture is propagated mainly through vegetative material.

Brachiaria dictyoneura

It is a perennial species, semierect to prostrated, stoloniferous, rhizomic, 40 to 90 cm high. It has long stolons (up to 1,5 m), purple with white villi, and has a good root system. The culms are erect, thin and hard, with green

to purple internodes, oval and from four to six in number, 4-14 cm long. The nodes are dark green to dark purple, with presence of a pilose ring. The leaves are lanceolated, with blades 10-50 cm long and 0,5-1,2 cm wide, sometimes pilose in the younger ones. The ligule is membranaceous-ciliated. On the outer side in the union of the blade and the sheath, it has a membranaceous, hard and protruding conspicuous ring, not observed in other species of the genus. The sheaths are green to purple, six to 19 cm long, glabrous or little pilose in the young leaves. The inflorescence is a racemose panicle 22 to 45 cm long, with two to seven racemes 4 to 6 cm long, on a green and purple rachis in zigzagging form.

Brachiaria humidicola

It is a perennial and stoloniferous grass with a growth habit semierect to prostrated. It may be 38 to 60 cm high, with the presence of long, strong, purple stolons that may be up to 1,2 m long, which easily produce tillers in the nodes. The culms are erect, thin, hard and glabrous. The superior internodes are 8-10 cm long and the inferior ones are 2-3 cm long. They are light green and do not have villi. The blades are lineal, hard, coarse and narrow, green to purple (mainly in the edges). The apices tend to bend by the central nervature and they seem to join the edges in the very hot hours or in drought, with a length of 10 to 30 cm and 0,5 to 0,8 in its widest part. They may be glabrous or little pilose in the base and the ligule is densely ciliated. The sheath, 6-20 cm long, is green to purple and may be from glabrous to a little pilose in the edges. The leaves of the vegetative stems are 10-30 cm long and 0,5-1,0 wide. The leaves of the stolons are 2,5 to 12,0 cm long and 0,8 to 1,2 cm wide. The inflorescence is in short, racemose panicle, from 24 to 45 cm long, with one to four racemes 3-5 cm long. Uniseriate, bifloral spikelets, alternate along the rachis, 5 to 6 cm long with short pedicels.

Brachiaria brizantha

Among the accessions of this species are materials of different growth habits; they may be erect and creeping plants. The leaves may be with or without villi (glabrous). Some plants are propagated by rhizomes and others by stolons. It is a perennial species, which presents vigorous tillers, erect or semierect, with stems reaching up to 2,0 m high. The horizontal rhizomes are short, hard and curve, covered by glabrous scales, yellow to purple. The roots are deep, which allows the plant to survive well during long periods of drought. They are yellowish-white and of soft consistency. The erect or suberect culms are scarcely ramified, with six to 14 internodes 10 to 34 cm long, cylindrical, oval, green or purple and they are also glabrous. The nodes may be glabrous or little pilose, purple. The blades are green and long, 20 to 75 cm long and 0,8 to 2,4 cm in its widest part; they may be lineal or lanceolated, getting thin towards the apex, with the edges white to purple and strongly dentate. They are glabrous or pilose generally towards the base. The ligule is membranaceous-ciliated, 2 mm long. The sheath, 10 to 23 cm long, is shorter than the internodes and green, sometimes with purple tones towards the edges, from glabrous to glabrescent. The inflorescence is in the form of racemose panicle, 34-87 cm long, with the main axis striate, glabrous or pilose, with one to 17 lonely, unilateral and straight racemes, 8-22 cm long.

Brachiaria purpurascens

This species is a robust plant, with stolons that may reach a length of 2-6 m. It has an abundant root system with strong rhizomes. The culms are strong, ramified and glabrous, with an indeterminate number of nodes, with white, soft and long villi. The internodes are light green, 5 to 15 cm long. The foliar sheaths are dull green, 5 to 18 cm long, equal to or larger than the internodes. They are very pubescent near the base and ciliated in the edges. The ligule is densely ciliated, 1 to 1,2 mm long. The blades are lanceolated, flat, not very long and wide, 15-20 cm long and 1,0-2,5 cm in the widest part. They are acuminate towards the apex, dull green, glabrous or slightly pilose, and with the edges finely denticulate. The inflorescence, light dull green, is in the form of open panicle, 15-20 cm long, with many ramifications extended in all directions and with pyramidal form, with the higher branches very small. The spikelets, with ovate-elliptical form, are green with purple gleams.

Brachiaria ruziziensis

This species has a creeping, geniculate and perennial growth. It has a good root system, with the presence of hard rhizomes, which easily root and produce ramifications in the inferior nodes. The culms are glabrous, light green, oval to cylindrical, tending to form aerial bulblets, 25 to 50 cm high. The internodes, which are 10 to 14, reach a length of 4-16 cm. The nodes are green to purple. The sheath of the leaves, longer than the internodes is 5-17 cm long, is green and sometimes with purple tones and a high density of long hairs. The blades, radiant green, 7 to 26 cm long and 1 to 2 cm wide, are acuminate in the apex and very pilose in both sides. They have rough, dentate edges, with many nervures. The ligule is ciliated, 1 mm wide. The inflorescence, in the form of racemose panicle, is green to purple, 16-60 cm long. It may have three to six racemes, 3,5-4,5 cm long and 2,0-4,0 mm wide, and it is very pilose. The spikelet is oval, green to purple, 3,5 to 5,5 mm long and it is present in two rows in the rachis.

Brachiaria arrecta

The accessions of this species present stoloniferous, ascendant, perennial plants. It has a strong root system. The stolons, 36 to 150 cm long and with an indeterminate number of internodes, they are light green to purple. The latter are 6-11 cm long and may be from cylindrical to slightly oval. The nodes are lighter green and glabrous. The blades, radiant green, are lanceolate, wide in the base and get narrower towards the apex, which is acuminate. They are short, 6 to 13 cm long and 1,2 to 2,0 cm in their widest part. They show villi on the bundle and are glabrous on the back, and the edges are finely dentate and purple. The ligule is ciliated, 1 mm long. The sheaths, light green and occasionally with purple edges, are glabrous or little pilose on the edges, 4-7 cm long. The inflorescence is a racemose panicle, green to purple, 15-20 cm long, with the central axis triquetrous. The rachis may be from green to purple and it is present in numbers of two to five in each inflorescence. They are glabrous, 1,5 to 2,5 cm long and 1,0 to 1,3 mm wide. The spikelets are glabrous, green to purple and appear in two rows along the rachis.

Origin and adaptation

Among the species of the *Brachiaria* genus some remarkable difference may be appreciated regarding their adaptation. For that reason, species can be found which are capable of establishing in the environments from those of most difficult management to the completely favorable ones.

B. decumbens is a species that originated in Equatorial Africa (Anon, 1986) and grows naturally in open savannas or with the presence of shrubs. This grass may develop on fertile soils, acid soils (pH ~ 4,2), as well as on calcareous and stony soils with pH ~ 8,5. It is also established on moderately humid climate, but it does not stand long inundations. This species is very aggressive under grazing conditions. Giraldo, Lizcano, Gijsman, Rivera and Franco (1998) indicated that it is among the most cultivated ones in the livestock production systems in the low tropics. It adapts to different agroecological conditions, such as in regions with heights above sea level up to 2 200 meters above sea level, and to drought, which allows it to establish in tropical regions with dry seasons of four to five months. It tolerates high rainfall, intensive grazing and acid and poor soils.

Cardozo, Sánchez and Ferguson (1991) indicated that *B. dictyoneura* originated in tropical Africa and adapts well to different soil conditions, such as acid, low fertility, clayey to loamy, as well as good drainage soils, and it grows well in tropical regions.

B. brizantha, according to reports by Renvoize, Clayton and Kabuye (1996) originated in tropical Africa and is distributed in regions where rainfall varies between 800 and 1 500 mm per year, and some materials of that species tolerate acid and low fertility soils. However, according to these authors, this species grows better on medium to high fertility soils. They also indicated that the species *B. arrecta* develops well on highly humid soils, on which it is very aggressive.

According to the description made by Catasús (1997), *B. purpurascens* develops well on medium fertility, bad drainage soils, soils with flood propensity or humid soils. It also grows and develops well on river, lagoon and irrigation channel shores, and resists swamp formation.

The species *B. humidicola* originates in tropical eastern and southeastern Africa (Teixeira, Lourenço, Couto, Camarao and Moraes, 1999), especially in areas with high rainfall. It is cultivated in Brazil, Ecuador, Venezuela

and other countries of Tropical America. The accessions of this species adapt to humid soils, although it presents a very similar behavior in well drained soils. It is little demanding of favorable conditions, for which it adapts to low fertility and acid pH soils. It also stands extreme climates with severe dry seasons.

On the other hand, Carmona, Treito, Ramírez and García (2001) indicated that the accessions of *B. ruziziensis* adapt to conditions of loamy and heavy soils, but which are not subject to long periods of flood.

Genus potential

Dry matter production

One of the most variable indicators in the performance of pastures is dry matter production, because it can be affected by the management conditions to which the plants are subject: the use or not of irrigation and fertilization, the intensity of cutting or grazing, the season and the age of the grassland, among others. Because of this issue, through the years many and varied studies have been carried out, with the objective of obtaining an acceptable answer for the different environments. In this sense, Machado, Gómez and Quesada (1978), when studying the initial performance of a group of grasses on soils of different textures (of the loam-sandy type), indicated that the outstanding species because of their yields were: *Cynodon barberi* and *B. ruziziensis*. The latter, together with *Chloris gayana* cv. Pioneer, stood out for being the ones with the best production of edible matter in the dry season. The yield in *B. ruziziensis* agrees with those reached by Funes (1974) on brown soils in Holguín, as well as the ones obtained by Yepes (1975) on red soils in Matanzas. On the other hand, Gerardo and Oliva (1979), when evaluating 25 grass cultivars, under irrigation and fertilization conditions, through mechanical cutting, observed that because of their yields, in the rainy season, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Uganda and cv. Makueni stood out (19,5; 19,8 and 19,1 t DM/ha, respectively); while in the dry season *Ch. gayana* cv. Rongai and *B. decumbens* were the most outstanding (both with 6,08 t DM/ha). Gerardo and Oliva (1979a), when studying a group of grasses introduced in Cuba, without irrigation and with cutting, indicated that *B. decumbens* had a yield of 10,9 t DM/ha. This species, like *Brachiaria* sp., showed perspectives for these conditions. For that reason, these authors concluded that the annual distribution of the yield was 30 and 16% in the dry season with and without irrigation, respectively.

According to the review carried out by Hernández and Hernández (1980), in essays carried out in different environments and when comparing a group of grassland species, under mechanical cutting conditions, they indicated that in Australia *B. decumbens* was superior regarding yields as compared to *Digitaria decumbens*, and that high yields of this species have been found in Colombia. In Fiji, when using approximately 250 kg N/ha/year Patridge (cited by Hernández and Hernández, 1980) found yields that varied between 12,4 and 16,4 t DM/ha/year; this species was one of the most outstanding when comparing 15 pasture varieties. Other authors such as Hernández and Hernández (1984), when evaluating 19 grasses on a Ferralitic Red soil labeled as a medium fertility soil, in simple plots (3,0 x 1,0 m), with the use of 100-100-150 kg N-P-K/ha/year and without irrigation, indicated that the accessions *B. humidicola* IRI-409, *Andropogon gayanus* CIAT-57475 and the species of the genus *Panicum* 6146, sp.1 and sp.2 were the most outstanding for these conditions. Others results were the ones exposed by Ferrufino and Vallejos (1986), who when studying 36 ecotypes from the *Brachiaria* genus on a soil with texture problems, under mechanical cutting conditions, with neither irrigation nor fertilization, indicated that the total DM production in the eight cuttings varied between 20 and 34 t/ha/year, and the most productive species were *B. humidicola* with six accessions, *B. brizantha* with three accessions and two accessions of *B. decumbens* and *Brachiaria nigropedata*. The lowest production was shown by the species *B. arrecta* CIAT 6020 and *B. ruziziensis*.

On the other hand, Ramírez (1987) found out that *B. dictyoneura* had a good performance during the adaptation to stressing conditions (soils with pH~4,7). Other studies on this topic were the ones carried out by Silva, Lima and Mochiutti (1992), on a Latosol soil with pH~5,8 and with the use of 25-25-20 kg N-P-K/ha. They, when comparing the DM yields per cutting in the different species: *A. gayanus* CIAT-6209 (1,5 and 0,9 t/ha), 6207 (2,3 and 1,1 t/ha), 6053 (1,4 and 0,6 t/ha), *B. brizantha* (1,9 and 1,0 t/ha) and *B. humidicola* (1,5 and 1,1 t/ha), for the rainy and dry season, suggested that the species had an acceptable seasonal production for which they could state that the *Brachiaria* species were the ones that showed a better seasonal distribution in forage production.

Also in studies with the above mentioned species, on an Ultisol soil with pH~5,1, with application of fertilizers at a rate of 100-100-150 kg N-P-K/ha and without irrigation, Passoni, Rosemberg and Flores (1992) indicated that in the rainy season no differences were observed in the DM yield in the accessions of *P. maximum*, *B. decumbens* CIAT 606 (= *B. decumbens* cv. Basilisk), *B. brizantha*, *A. gayanus* CIAT-621 and *B. dictyoneura* CIAT-6133. However, in the dry season the species with the best performance was *B. decumbens* CIAT 606, which produced 2,8 t DM/ha.

On the other hand, Ayala and Basulto (1992), when evaluating for two years a group of grasses, under specific management conditions on a Cambisol soil within the ecosystem of seasonal semi-evergreen forest, concluded that the highest DM productions were obtained with *B. humidicola* CIAT-679, *B. dictyoneura* CIAT-6133 and *A. gayanus* CIAT-621 (7,81, 10,91 and 11,34 t/ha, respectively), in the first year of evaluation. In the second year these accessions also stood out for DM production, which indicated that with those DM productions, these species have potential for such conditions.

In other evaluation studies Moreno Ruiz and Silva (1993) when comparing accessions of the grass family but on a Mollisol soil with pH~6,2, found that in the dry season the accessions *B. brizantha* CIAT 6387 and *P. maximum* showed the highest daily rates of DM production (131 and 129 kg/ha, respectively).

Other important results were those obtained by Chamorro (1993; 1994), when evaluating grass species in several municipalities of Colombia, each one with specific edaphoclimatic characteristics. Thus, in the Teruel municipality the accession *B. decumbens* showed productions of 2 199 kg DM/ha 12 weeks after being sown in the dry season. In the evaluations of DM production in the Teruel and Rivera municipalities, *B. dictyoneura* CIAT-6133 produced 1 268 and 6 112 kg DM/ha, in the dry and rainy season, respectively. When evaluating in areas of the Coyaima municipality, *B. dictyoneura* 6133 and *B. humidicola* 6369 reached productions in the dry season of 1 055,4 and 1 493 kg DM/ha, and in the rainy season 3 257 and 2 283 kg DM/ha, respectively. This author, when performing a uniformity cutting four weeks after sowing, obtained that the accession *B. humidicola* CIAT-6369 showed an average of 896,5 kg DM/ha, statistically exceeding *Dichanthium aristatum* and *Dichanthium annulatum*. In the production evaluations in the Teruel and Rivera municipalities this accession produced 1 181 and 3 152 kg DM/ha, 12 weeks after sowing in the dry and rainy seasons, respectively. This author verified that in the evaluation four weeks after the homogenization cutting, the accession *B. dictyoneura* CIAT-6133 obtained 686,23 kg DM/ha, statistically exceeding *D. aristatum* and *D. annulatum*. In this experiment *B. brizantha* CIAT-26646 reached 928,25 kg DM/ha and the accession CIAT-6780 achieved 620,2 kg DM/ha. Among the *Brachiaria* species, the one with the best performance was *B. brizantha* CIAT-26646, which shows excellent adaptation and production. In the Teruel and Rivera municipalities, *B. brizantha* CIAT-26646 achieved the highest productions 12 weeks after the beginning of the dry and rainy seasons, respectively, with values of 2 389 and 16 007 kg DM/ha, and exceeded the other ecotypes evaluated. This was the grass with the best performance on loamy sandy soils, with slightly acid pH, which shows that it is one of the accessions which maintain an excellent performance under different management conditions.

In a study performed on a Ferralitic Red soil with a collection of *Brachiaria spp.*, with application of fertilizers, without irrigation, Roche, Machado and Alonso (1995) found that the production potential reached by the accessions of *B. dictyoneura* and *B. ruziziensis* was the best among all the accessions tested, for which these authors recommended the study of these species in other stages for this soil type.

On the other hand, Keller-Grein, Maass and Hanson (1996), in trials carried out on a collection of species of the *Brachiaria* genus, determined that the species *B. brizantha* showed a production higher than *B. ruziziensis*, but similar to the other species evaluated: *B. decumbens*, hybrid *Brachiaria* and *B. humidicola*. In this study, *B. brizantha* CIAT-26110 and *B. brizantha* CIAT-26318, 16467, 16315, 16113, 26124 and 26562 showed the best DM productions (4,7-5,8 t DM/ha); while the lowest occurred with *B. ruziziensis* CIAT-26180 (3,5 t DM/ha) and *B. humidicola* CIAT-16871 (3,4 t DM/ha).

Also Rincón (cited by Gallo, Chamorro and Vanegas, 1998) indicated, in a study carried out on accessions of this genus under cutting conditions, with prefixed frequencies and the use of fertilizers, that four accessions of *B. decumbens*, *Brachiaria sp.* and one of *B. ruziziensis* showed a high invasion rate of spittlebugs, but the DM productions were good for these accessions. This indicates that in spite of an attack by pests, the edible biomass production was not affected, which suggests that there was tolerance to the insect in these species. In this study also stood out that *B. eminii* CIAT-6134 and most of the accessions of *B. ruziziensis* showed low DM production and a severe attack by spittlebugs, for which this author concluded that the accessions of these last species mentioned were susceptible to the attack of this pest insect.

In the studies performed by Vargas (cited by Chamorro, 1998), in which he evaluated *B. decumbens* 606, he stated that this species reached mean productions of 1,8 t DM/ha in the dry season and was surpassed by *B. dictyoneura* (2,9 t DM/ha) and *B. humidicola* (2,3 t DM/ha). In the rainy season *B. decumbens* 606 reached productions of 3,3 t DM/ha and was surpassed by *P. maximum* (3,4 t DM/ha) and *B. humidicola* (2,3 t DM/ha). However, this species exceeded *D. aristatum* (2,9 t DM/ha), *B. humidicola* 6169 (2,3 t DM/ha) and *P. maximum* 673 with 2,5 t DM/ha.

This author, when studying several species of the *Brachiaria* genus in different regions, under cutting conditions, confirmed that the average productivity in the dry season for *B. brizantha* 6780 was 1 409 kg DM/ha and it was surpassed by *B. decumbens* 606 (1 781 kg DM/ha), *B. dictyoneura* 6133 (2 898 kg DM/ha), *B. humidicola* 6369 (2 299 kg DM/ha), *P. maximum* 673 (1 544 kg DM/ha) and *B. brizantha* 6387 (1 560 kg DM/ha) and it only exceeded *Hyparrhenia rufa* (1 286 kg DM/ha) and *A. gayanus* 621 (1 346 kg DM/ha). *B. brizantha* 6780 in the Coyaima municipality in the rainy season produced 3 697 kg DM/ha and in the dry season 602,5 kg DM/ha, which shows the good agroproductive performance of the species of this genus for those specific conditions. On the other hand, Costa, Townsend, Magalhaes and Pereira (1999), when evaluating the performance of seven species of forage grasses, noticed that *B. brizantha* had the highest DM production in the rainy season and the dry season, with 3,7 and 1,66 t/ha, respectively.

Similar results were obtained by Gómez, Velásquez, Miles and Rayo (2000) when evaluating, in the ecosystem of tropical humid forest, 24 accessions and hybrids of different forage species, among which the *B. brizantha* accessions showed the highest DM productions, with average of 4,68 t/ha, tolerance to the attack by spittlebugs and relative acceptability by cattle. It confirmed that this species may be used as an alternative to increase the productivity of that area. Also Enrique (2001), when evaluating a total of 14 ecotypes, among which were eight of *B. decumbens*, five of *B. brizantha* and one of *B. humidicola* on acid low fertility soils south of Veracruz, found that the production average was 26, 48 and 59 kg DM/ha/day 4, 8 and 12 weeks after sowing, standing out *B. brizantha* 26646 and the cv. Insurgente (= cv. Marandú), which showed the best adaptation to that environment.

Likewise, Parra and Gómez-Carabalí (2000) when carrying out a study of the performance of accessions of some grass species, on a soil with pH~6,5, remarked that the best accessions for those conditions were *B. dictyoneura* CIAT-6133 and *B. brizantha* CIAT-6780, for producing 2,4 and 3,3 t DM/ha, respectively; they surpassed all the accessions evaluated. These authors also observed that *B. dictyoneura* CIAT-6133 guaranteed a better covering of the soil, as compared to the other grasses evaluated (*P. maximum* and *Cynodon sp.*) for which another use of this species would be to protect the topsoil, which benefits the soil macrofauna and microfauna.

The dry matter production of the species of the *Brachiaria* genus is variable, depending on rainfall and the conditions of soil fertility. In the dry season, a decrease of forage production has been found in different places. According to Argel, Giraldo, Peters and Lascano (2002), in the Colombian Plateau it was 76,4%; 52,6% for the Mount Foot of the Eastern Plains and only 10,6% for the Mount Foot of Caquetá.

Carmona et al. (2001) studied the DM production in a drought environment in four pastures: *B. decumbens*, *B. brizantha* and the hybrids H36060 and H36061 of these two species, and found significant differences between the treatments. However, the hybrids produced the highest amount of DM and had a higher leaf content than the rest of the accessions studied.

Another factor that may have influence on the yield of the species of the *Brachiaria* genus is the cutting age. In this sense, when evaluating 16 ecotypes of this genus Enrique and Romero (1999) indicated that at eight weeks *B. dictyoneura* CIAT-6133 stood out, with a production of 126 kg DM/ha, and at 12 weeks the best were *B. brizantha* CIAT-16322 and cv. Insurgente, with values of 124 and 123 kg DM/ha, respectively.

Other studies have been carried out with the objective of evaluating the associative capacity of the species, in order to obtain a more complete result regarding animal feeding and thus guarantee a more balanced diet, because of the need to utilize well the natural resources, in view of the lack of inputs (molasses, feed, etc.). Regarding this, good results have been obtained with the associations of grasses with tree and herbaceous legumes (Dávila, Urbano and Sánchez, 1997; Entrena, Chacón and González, 1998). However, in studies carried out by Savidan, Jank and Penteadó (1985) when studying the species *B. decumbens* as pure crop and associated to herbaceous legumes (*Macroptilium atropurpureum* and *Centrosema pubescens*), realized that this grass showed a higher production when growing as pure crop (12 t DM/ha/year), than when associated with the legumes.

These authors also indicated that the production of this species has reached 5,9 t DM/ha in eight cuttings and under good fertilization conditions. Similar results were obtained by Mosquera and Lascano (1992), who suggested that the DM availability was higher in *B. decumbens* as pure crop (3,5 t DM/ha), as compared to the treatments in which it was associated to the herbaceous legumes *Centrosema acutifolium* and *C. macrocarpum*. In the associations the DM production varied between 1 and 3 t/ha and the lowest was found in the treatments with *C. acutifolium* banks.

However, in contrast with the above-mentioned results are the ones obtained by Paretas (1990), who indicated that the species of this genus are advisable to be associated with related legumes, such as *Pueraria phaseoloides* and *Arachis pintoi*. Also with these criteria are those presented by Rao, Kerridge and Macedo (1996), who indicated the possibilities of *B. brizantha* to associate with the legume *Desmodium ovalifolium*.

General performance

Other factors that influence the performance of species are those related to the affections caused by pests, depopulation, cover and acceptability, etc. With regards to these indicators some results have been obtained, like those of Machado et al. (1978), who indicated that the species *B. ruziziensis* is a very valuable pasture for tropical areas, but in grazing experiments it was rapidly depopulated when increasing the stocking rate to 4 animals/ha, which can limit it for intensive use. However, this response could be improved by regulating the management conditions, i.e. the stocking rate, the grazing time and the resting time of the paddocks, as well as other management elements. Such response could also vary with the use of inputs (irrigation and fertilization), which may strengthen the pasture qualities, to optimize the utilization by the animals.

Machado and Rodríguez (1978), when studying the initial performance of a group of grasses during the rainy season, using simple plots (3,0 x 1,0 m) on a Ferralitic Red soil, suggested that among the accessions of *B. ruziziensis* the cv. Gruesa showed 40% depopulation and the cv. Lisa only 14%. Besides, they found that these accessions were not attacked by pests and diseases and the vigor was medium to high, for which it could be confirmed that *B. ruziziensis* is among the species with perspectives for medium to low fertility soils.

On the other hand, Ayala and Basulto (1992), indicated that from a wide group of grasses studied, the accessions of the *Brachiaria* genus showed good cover, specially *B. humidicola*, which 12 weeks after sowing covered 60 % of the soil, unlike the species *A. gayanus* CIAT-621 and *P. maximum* cv. Local which at the same age presented low cover (30 %). Other results in this sense were the ones exposed by Passoni et al. (1992), who in a similar period (12 weeks) observed that among the grass species that had a better performance were *P. maximum* which showed 100 % cover, *B. decumbens* CIAT-606 with 85 % and *B. brizantha* with 92 %, and *A. gayanus* CIAT-621 and *B. dictyoneura* CIAT-6133 with 98 and 97 %, respectively. Very similar results were obtained by Rincón (cited by Gallo et al., 1998), who when studying the performance of accessions of the *Brachiaria* genus in the Iquira municipality, reported that the accessions *B. decumbens* and *B. humidicola* showed 45-75 % and 65-95 %, respectively. These results suggest that these species may also be used as protectors of the topsoil.

Coinciding with previously presented results are the ones obtained by Vargas (cited by Chamorro, 1998), who when evaluating *B. decumbens* CIAT-606 determined that this grass reached 94% cover 13 weeks after sowing and 96% 22 weeks after sowing. The studies carried out by this author in areas of the Alpujarra municipality indicated that of the accessions of *B. brizantha* 6780 and 6387, the first showed 85 and 96% at 13 and 22 weeks of age, respectively. From these studies it is inferred that the species of this genus show a good performance in terms of cover, because to determine that a plant has difficulties with the populated area, it must be below 60% (Machado, Seguí and Alonso, 1997). With regards to the different aspects above mentioned, Paretas (1990) indicated that the species of this genus may be used under cutting and grazing conditions. However, he recommended that the species *B. purpurascens* is ideal for cutting, because it is very susceptible to animal trampling; while *B. humidicola* is good for being used under grazing conditions with young animals.

It is widely accepted that the affections caused by pests and diseases may produce variations in the performance of the species depending on the affection degree, although many authors indicate that this is not a serious problem, because the species of this genus are very resistant to the attack of pests and diseases. In this sense, the results obtained by Cardozo et al. (1991) may be mentioned, who indicated that the species *B. dictyoneura* cv Llanero showed good tolerance to the attack by spittlebugs and that this did not have influence on the fact that the species reached high regrowth capacity and good seed production. On the other hand, Moreno,

Ruiz and Silva (1993), when carrying out the evaluation of forage grasses and legumes in the Itapetinga agrosystem, in the Bahia municipality, Brazil, detected that pests and diseases did not limit the productive development of the accessions better adapted to those conditions.

Also Keller-Grein et al. (1996), when evaluating the response of plants to the attack by insects, observed that *B. decumbens* CIAT-606, *B. humidicola* CIAT 6369, *B. dictyoneura* CIAT-6133 and *B. brizantha* CIAT-6294 and 26646 showed low incidence of pests, but this did not affect the performance of the accessions in general, for which they showed excellent vigor. Hence they concluded that these materials may be considered as promising for regions that have an Entisol soil (pH~4,3). Besides, Gómez et al. (2000), when studying the adaptation of several accessions of the *Brachiaria* genus in the Colombian Amazonian Mount Foot, indicated that the low incidence of insects in *B. ruziziensis* can not be normal, as it is a highly susceptible species; with which also coincide the results obtained by Keller-Grein et al. (1996).

Other studies performed including the species of the *Brachiaria* genus are those referring to technology transference in Cuba. Regarding this, Lamela, Simón, Suárez and Pérez (2002) stated that an important step for the fruitful development of livestock farms in the country has been made. An example is “La Rioja” Farm, of the “José Martí” Livestock Firm in Matanzas province, in which the seed production of *B. humidicola* in 1991 was nil. However, in 1995 this could increase to 0,05 t and has been thus maintained through the years. On the other hand, in the early 1990’s the seed production of the accession *B. decumbens* cv. Basilisk was 0,54 t and in 1999 it increased to 0,7 t, with a production peak of 1,01 t in 1997. Such increases were influenced mainly by a change in the mentality of the personnel linked to labor, which shows the importance of doing work with the personnel directly related to this activity and the novel response to developing new technologies.

Brachiaria improvement

According to Miles and do Valle (1998), more than a decade ago brachiaria improvement completely on the selection made among the genotypes existing in nature; genetic recombination was impossible, because in the species of this genus the apomictic reproduction predominates (as specified under the subtitle Characteristics of the genus and the species). Nevertheless, the advances in the understanding of the genetics and cytogenetics of the *Brachiaria* genus have given way to the controlled genetic manipulation. Also these authors state that the current improvement initiatives point towards the creation of apomictic genotypes that combine resistance to pests and edaphic adaptation with other desirable features, such as quality and yield.

With regards to the above stated, one of the methods used to achieve plant improvement is the use of biotechnology. In correspondence to this, Hayward, Armstead and Morris (1998) affirmed that there is a great number of modern techniques of molecular biology and genetic manipulation, which allow to produce improved plants more easily and develop varieties more resistant to climatic and edaphic stress. These authors opined that improvements will result from the application of technologies which will go from the ones that produce changes in only one DNA base to those that modify the entire genome, but for that there must be a close relationship between plant breeders and biotechnologists, for which they were based on the premise “plant breeders need to understand the potential of biotechnology and biotechnologists must know the needs of plant breeders”.

In the last years some studies have been carried out, among which are those about the DNA sequence in *B. brizantha*, as well as the mutation experiments in *B. ruziziensis* (Rodríguez, Cabral, Dusi, de Mello, Rigden and Carneiro, 2003; Riso-Pascotto, Pagliarini and do Valle, 2003).

New varieties

Through the genetic improvement studies new commercial varieties have been obtained, which have stood out for their acceptable agronomic and management characteristics (Guiot, 2001; 2005). They are: *B. decumbens* cv. Señal, *B. brizantha* cv. Toledo and Insurgente, *B. humidicola* cv. Chetumal and *B. hybrid* cv. Mulato.

Below are some of the most relevant characteristics of these species and the management of each one (table 1).

Table 1. Characteristics of the species *B. decumbens* cv. Señal, *B. brizantha* cv. Toledo and Insurgente, *B. humidicola* cv. Chetumal and *B. hybrid* cv. Mulato.

Conclusions

The species of the *Brachiaria* genus have adaptation and productive potential for diverse conditions, among them stand out the accessions of the species *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura* and *B. ruziziensis*. These species grow and develop in a wide variety of livestock ecosystems, adapt to low fertility soils and are capable of tolerating swamp formation and acidity.

They are species that have an acceptable edible biomass yield, which may vary according to the management conditions to which the plants are subject. Some of the species of this genus are very much used in livestock feeding, although for cutting systems the most recommended species is *B. purpurascens* and for grazing, *B. humidicola*.

In correspondence with this review, it is considered necessary to do further studies on the improvement, making emphasis on the use of biotechnological methods, particularly for those species of this genus that show acceptable potential.