

## INTRODUÇÃO

O gênero *Brachiaria*, tribo *Paniceae*, é composto por cerca de 100 espécies, que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais e nos hemisférios Norte e Sul, porém com maior frequência na África (Renvoize, 1987). Dentre as espécies, algumas apresentam, do ponto de vista produtivo, maior valor econômico, como *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola* e *B. dictyoneura*, por sua plasticidade genética, que lhes permite adaptarem-se a variadas condições de solo e clima, numa ampla faixa de latitude (Valle, 1990, 1991), além de *B. mutica* e *B. arrecta*, com utilização mais localizada, especialmente na América (Keller-Grein *et al.*, 1994).

No Brasil existem extensas áreas ocupadas por diferentes formações campestres, como o cerrado, o pantanal, a caatinga e o pampa gaúcho, que apresentam ecossistemas variados, pressupondo a existência de ecotipos de plantas adaptadas às condições de clima e solo muito diversas (Pereira, 1988).

A produção animal nos trópicos depende quase exclusivamente de pastagens, que no Brasil são constituídas praticamente por gramíneas do ciclo  $C_4$ , que associadas às condições climáticas, apresentam maior produção de matéria seca em relação às gramíneas  $C_3$ . O alto potencial de produção das gramíneas de clima tropical (35 a 85 t de MS/ha/ano), comparado com o daquelas de clima temperado (20 a 27 t de MS/ha/ano), é atribuído à resposta às altas temperaturas nas quais se desenvolvem a via fotossintética (Cooper, 1973). Uma vez que plantas  $C_4$  são mais eficientes na fixação de  $CO_2$  e no uso de nitrogênio; por outro lado apresentam baixo teor de nitrogênio nos tecidos em relação às  $C_3$  (Brown, 1978).

Ao avaliar 760 gramíneas  $C_3$  e  $C_4$ , Minson (1976) observou que 53% das de clima tropical apresentaram menos de 9% de proteína, em contraste com as de clima temperado, que foram 32%. O alto potencial de produção de matéria seca das  $C_4$  tem por consequência maior concentração de carboidratos estruturais na parede celular em relação às  $C_3$ .

Apesar disso, existe uma ampla variabilidade genética para produtividade e qualidade entre as gramíneas tropicais, que têm permitido amplos trabalhos de seleção e melhoramento genético (Pereira, 1988). Estes programas, geralmente envolvem grande número de ecotipos ou híbridos nas fases iniciais (Cameron, 1983; Miles e Valle, 1996). As avaliações mais usuais envolvem atributos agronômicos, tais como produção de forragem, potencial de produção de sementes, capacidade de adaptação a fatores

bióticos e abióticos (Lascano, 1992), persistência e resistência a pragas e doenças (Pereira, 1988). Porém, avaliações criteriosas de valor nutricional e de consumo, nas mesmas condições, tornam-se impraticáveis e caras uma vez que necessitam ser repetidas durante o ciclo de crescimento da forrageira e preferencialmente sob pastejo.

Por exemplo, na coleção do gênero *Brachiaria* da Embrapa, só a *B. brizantha* tem 151 ecotipos. Desses, 96 foram avaliados sob cortes a cada 6 semanas quanto à produção de matéria seca, relação lâmina foliar/colmo, velocidade e densidade de rebrota, dentre outras características, durante três anos, totalizando 18 cortes visando primeiramente determinar a adaptação dos genótipos (Valle *et al.*, 1993). Teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, no entanto, foram determinados apenas uma vez no período das águas e outro na seca devido à quantidade de amostras e conseqüente custo em realizar análises laboratoriais. Com base nas avaliações agronômicas, 10,4% dos ecotipos foram selecionados para integrarem a rede de ensaios regionais (Valle e Miles, 1994).

Tomando como base o exemplo citado, estima-se que para efetuar a seleção dos 10 ecotipos mais promissores entre os 96 quanto ao potencial qualitativo sob pastejo, seriam necessários no mínimo 384 ha, 768 novilhos e mais de 1.500 análises de digestibilidade, o que certamente na prática seria inviável.

Em trabalhos de melhoramento e seleção, Smith *et al.* (1972), sugeriram que as duas melhores maneiras se de aumentar o valor nutritivo de uma forrageira seria por intermédio de aumento de digestibilidade e do potencial de consumo.

Gramíneas de alta qualidade são aquelas que podem prover proteína, energia e minerais em proporção direta ao requerido pelos animais. Assim, a composição química é freqüentemente utilizada como índice de qualidade, e provém de análises aproximadas de vários compostos específicos. O conhecimento do teor de nitrogênio total das lâminas de gramíneas permite discriminar aquelas que, ao serem consumidas, não atenderiam o mínimo requerido pelas bactérias celulolíticas no rúmen. Enfatizam-se avaliações das lâminas foliares, e não da planta toda, uma vez que essas representam alta proporção da forragem selecionada pelos animais em pastejo.

O teor médio de proteína bruta em gramíneas tropicais gira em torno de 10%, apesar de apenas a metade delas atingirem o mínimo de 6%, para atender o nitrogênio requerido pelos microorganismos do rúmen (Milford e Minson, 1966).

Em forrageiras como *Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Phalaris arundinacea* e *P. aquatica*, entre as gramíneas, e em *Medicago falcata*, *M.*

*media* e *M. sativa*, entre as leguminosas, o teor de proteína bruta tem sido utilizado como critério de seleção (Cooper, 1973). No Brasil, nas décadas de oitenta e noventa, espécies dos gêneros *Brachiaria* (Valle e Miles, 1994) e *Panicum* (Jank *et al.*, 1997) foram selecionadas, tendo sempre o teor de proteína bruta como um dos caracteres qualitativos no processo de seleção.

Um dos principais fatores que determinam a qualidade das forrageiras é a digestibilidade, que pode ser definida como sendo a porção digestível da forragem sobre o total da forragem consumida. Minson (1971) sugeriu que a digestibilidade e a relação folha/caule devem constituir os mais importantes fatores para a seleção de gramíneas forrageiras.

Os estudos de digestibilidade *in vitro* tiveram início com Barnett (1957), que determinou a digestibilidade da celulose em silagem. O uso dessa técnica relacionada ao estágio de maturação e lignificação da parede celular foi descrito inicialmente por Kamstra *et al.* (1958), a qualidade da forragem por Asplund *et al.* (1958), Quicke *et al.* (1959) e Donefer *et al.* (1960), o consumo por Crampton *et al.* (1960). Além da digestibilidade da celulose, Tilley e Terry (1963) propuseram avaliar os parâmetros de consumo. Minson (1971) estudando a relação da composição química com o valor nutritivo, argumentou que a utilização da técnica da digestibilidade *in vitro* é mais recomendável, do que o uso exclusivo da análise química tradicional na previsão da qualidade da forrageira.

Os primeiros trabalhos de seleção de forrageiras baseados em digestibilidade de matéria seca ou atributos químicos, ocorreram com Coastcross 1 (*Cynodon* spp), por Burton *et al.*, (1967). Posteriormente vieram trabalhos com *Bromus inermis* (Ehlke *et al.*, 1986) e *Brachiaria* spp (Valle e Miles, 1994), além de outros (Vogel *et al.*, 1984; Gabrielsen *et al.*, 1991; Casler e Carpenter, 1989).

A qualidade da forragem é resultante da sua digestibilidade, composição química e consumo. O desempenho animal em pastagens está relacionado primeiramente à quantidade de forragem, considerado por Reid *et al.*, (1961) como o primeiro fator limitante à produção animal. Quando a quantidade não for limitante, o desempenho animal passa a ser função da qualidade da forrageira, onde a digestibilidade da matéria seca e o consumo passam então a determinar a produção animal.

Crampton *et al.* (1960) citaram que diferenças na qualidade entre as forrageiras são atribuídas às variações da digestibilidade (10 a 40%) e consumo (60 a 90%). Assim,

estimativas de consumo é que poderão indicar o real potencial qualitativo de forrageiras. Todavia, as avaliações de consumo são complexas, impossibilitando avaliar grande número de ecotipos.

O consumo da forragem pelos ruminantes é limitado pela densidade da forragem e pela taxa de degradação das partículas que passam pelo rúmen. Duas medidas indiretas de consumo em laboratório: teor de fibra em detergente neutro e índice de redução do tamanho das partículas, têm sido utilizadas em programas de melhoramento de forrageiras (Casler *et al.*, 2000).

A baixa taxa de degradação de uma forragem pode também ser resultado da resistência à ruptura dos tecidos durante o processo de mastigação, o que aumenta o tempo de retenção das partículas no rúmen (Balch e Campling, 1962; Laredo e Minson, 1973). Assim, folhas de maior resistência propiciam taxas menores de redução de partículas durante a mastigação, ruminação e ação microbiana, dificultando a digestão e conseqüentemente diminuindo a passagem do resíduo da fermentação pelo rúmen (Wilson, 1965; McKinnon *et al.*, 1988; Inoue *et al.*, 1989; Henry *et al.*, 1996).

Estudos para melhor caracterizar a qualidade de forrageiras por meio de sua resistência física, Minson e Cowper (1974) propuseram avaliar a resistência à moagem, a força de ruptura (Wilson, 1965) e a força de cisalhamento (Mackinnon *et al.*, 1988). Dentre essas, as que se mostraram especialmente discriminantes, quando relacionadas à composição química e digestibilidade foram a resistência à moagem (Mir *et al.*, 1990). Hughes *et al.* (2000), demonstraram que a resistência ao cisalhamento, influenciada pela morfologia, está relacionada à composição química, especialmente aos componentes da parede celular, como lignina e celulose.

Alguns fatores são determinantes na resistência dos tecidos foliares ao cisalhamento e ruptura, tais como quantidade de água e celulose, idade da planta, estação do ano, teor e distribuição de hemicelulose e lignina (Evans, 1964, 1967; Mir *et al.*, 1990).

Uma característica dos trabalhos de seleção de forrageiras é que o período entre a introdução do germoplasma num programa de melhoramento e o seu lançamento no mercado é muitas vezes dilatado, devido os diversos aspectos a serem avaliados, bem como a equipe multidisciplinar que deve ser formada para este fim. Metodologias que venham auxiliar neste processo, possibilitando maior agilidade e segurança na definição dos ecotipos promissores, já no início do processo, é de fundamental importância. As

técnicas de cisalhamento e de produção de gás, associadas a análises químicas foram propostas para este fim.

Este trabalho teve por objetivo identificar dentre oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu as que apresentam melhor potencial qualitativo, a partir de avaliações químicas, de cisalhamento e produção de gás, com vistas a subsidiar o processo de seleção de novas cultivares de *Brachiaria*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPLUND, J.M.; BERG, R.T.; McELROY, L.W.; PIGDEN, W.J. Dry matter and volatile fatty acid production in the artificial rumen as indices of forage quality. *J. Anim. Sci.*, v. 38, p. 171. 1958.

BALCH, C.C.; CAMPLING, R.C. Regulation of voluntary intake in ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews*, v. 32, p. 669-686. 1962.

BARNETT, A.J.G. Studies on the digestibility of the cellulose fraction of grassland products. Part I. The relation between the digestibility of silage cellulose as determined *in vitro* and silage crude fiber digestibility by feeding trial. *J. Agric. Sci.*, v. 49, p. 467. 1957.

BROWN, R.H. A difference in N use efficiency in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants and its implications in adaptation and evolution. *Crop Sci.*, 18:93-98. 1978.

BURTON, G.W.; HAT, R.H.; LOWERY, R.S. Improving forage quality in bermudagrass by breeding. *Crop Sci.*, v. 7, p. 329-332. 1967.

CAMERON, D.F. To breed or not to breed. In: McIVOR, J.G.; BRAY, R.A. (Eds). Genetic resources of forage plants. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), East Melbourne, Australia, p. 237-250. 1983.

CASLER, M.D.; CARPENTER, J.A. Morphological and chemical responses to selection for *in vitro* dry matter digestibility in smooth bromegrass. *Crop Sci.*, v. 29, p. 924-928. 1989.

CASLER, M.D.; CULVENOR, R.A.; COMBS, D.K.. Divergent selection for two laboratory predictors of voluntary intake: relationships among the predictors and leaf morphology variables. *Anim. Feed. Sci and Tec.*, v. 84, p. 107-111. 2000.

COOPER, J.P. Chemistry and biochemistry of herbage. In: G.W. Butler; R.W. Bailey, (Eds.). New York: Academic Press, v. 2, p. 379-417. 1973.

CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. *J. Anim. Sci.*, v. 19, p. 538-544. 1960.

DONEFER, E.; CRAMPTON, E.W.; LLOYD, L.E. Prediction of nutritive value index of a forage from *in vitro* rumen fermentation data. *J. Anim. Sci.*, v. 19 p. 545. 1960.

EHLKE, N.J.; DROLSOM, P.N.; SHENK, J.S. Divergent selection for *in vitro* dry matter digestibility in smooth bromegrass. *Crop Sci.*, v. 26, p. 1123-1126. 1986.

EVANS, P.S. A study of leaf strength in four ryegrass varieties. *N. Z. J. Agric. Res.*, v. 7, p. 508-513. 1964.

EVANS, P.S. Leaf strength studies of pasture grasses. I. Apparatus, techniques and some factors affecting leaf strength. *J. Agr. Sci.*, v. 69, p. 171-174. 1967.

GABRIELSEN, B.C.; VOGEL, K.P.; ANDERSON, B.E.; WARD, J.K. Alkali-labile cell-wall phenolics and forage quality in three switchgrass strains selected for differing digestibility. *Crop Sci.*, v. 30, p. 1313. 1991.

HENRY, D.A.; MACMILLAN, R.H.; SIMPSON, R.J. Measurements of the shear and tensile fracture properties of leaves of pasture grasses. *Aust. J. Agric. Res.*, v. 47, p. 587-603. 1996.

HUGHES, N.R.G.; VALLE, C.B. do; SABATEL, V.; BOOCK, J.; JESSOP, N.S.; HERRERO, M. Shearing strength as additional selection criterion for quality in *Brachiaria* pasture ecotypes. *J. Agric. Sci.*, v. 135, p. 123-130. 2000.

INOUE, T.; BROOKES, I.M.; BARRY, T.N.; HOHN, A. Effects of selection for shear strength on the voluntary intake and digestion of perennial ryegrass fed to sheep. *Proc. N. Z. S. Anim. Prod.*, v. 49, p. 221-224. 1989.

JANK, L.; CALIXTO, S.; COSTA, J.C.G.; SAVIDAN, Y.H.; CURVO, J.B.E. Catálogo de caracterização e avaliação de germoplasma de *Panicum maximum*: descrição morfológica e comportamento agrônômico. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 53 p. 1997.

KAMSTRA, L.D.; MOXON, H.L.; BENTLEY, O.G.. The effect of state of maturity and lignification on the digestion of cellulose in forage plants by rumen microorganisms *in vitro*. J. Anim. Sci., v. 17, p. 199. 1958.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B.L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasm collections. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. do. (Eds.). *Brachiaria: biology, agronomy, and improvement.*, Cali: CIAT/EMBRAPA, p. 16-42. 1994.

LAREDO, M.A.; MINSON, D.J. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. Aust. J. agric. Res., v. 24, n. 6, p. 875-878. 1973.

LASCANO, C.E. Managing the grazing resource for animal production in savannas of tropical America. Trop. Grass, v. 25, p. 66-72. 1992.

MACKINNON, B.W.; EASTON, H.S.; BARRY, T.N.; SEDCOLE, J.R. The effect of reduced leaf shear strength on the nutritive value of perennial ryegrass. J. agric. Sci., v. 111, p. 469-474. 1988.

MILES, K.W.; VALLE, C.B do. Manipulation of apomixis in *Brachiaria* breeding. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. do. (Eds.). *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*, Cali, CIAT/EMBRAPA, p.164-177. 1996.

MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: IX International Grassland Congress, São Paulo, Brazil, p. 815-822. 1966.

MINSON, D.J. The place of chemistry in pasture evaluation. Proceedings of the Royal Australian Chemical Institute, v. 38, p. 153. 1971.

MINSON, D.J. Relation between digestibility and composition of feed – a review. In: Carbohydrate research in plants and animals. Landbonw hogeschool Wageningen Miscellaneous Papers 12, Wageningen. The Netherlands. Veenman. H. & Zonen, B.v., p. 101-114. 1976.

MINSON, D.J.; COWPER, J.L. An integrating wattmeter for measuring the energy used to grind pasture samples. *J. Br. Grassl. Soc.*, v. 29, p. 133. 1974.

MIR, P.S.; MIR, Z.; HALL, J.W. Physical characteristics of feeds and their relation to nutrient components and dry matter disappearance *in sacco*. *Anim. Feed Sci Tec.*, v. 31, p. 17-27. 1990.

PEREIRA, A.V. Melhoramento genético de plantas forrageiras. In: II SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2, Juiz de Fora, 1988. Anais ... Juiz de Fora: SBZ, p. 135-161. 1988.

QUICKE, G.V.; BENTLEY, O.G.; SCOTT, H.W.; MOXON, A.L. Cellulose digestion *in vitro* as a measure of the digestibility of forage cellulose in ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 18, p. 275. 1959.

REID, R.L. Problems of feed evaluation related to feeding of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 44, p. 2122-2133. 1961.

RENVOIZE, S.A. A survey of leaf-blade anatomy in grasses. XI. *Paniceae*. *Kew Bull.*, v. 42, n.3, p. 739-768. 1987.

SMITH, L.W.; GOERING, H.K.; GORDON, C.H. Relationships of forage compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. *J. Dairy Sci.*, v. 55, p. 1140-1147. 1972.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage method technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, v. 18, p. 104. 1963.

VALLE, C.B. do. Coleção de germoplasma de espécies de *Brachiaria* no CIAT: estudos básicos visando ao melhoramento genético. CNPGC - Documentos, nº 46. CNPGC/EMBRAPA, Campo Grande, 33 p. 1990.

VALLE, C.B. do. Avaliação de germoplasma e melhoramento genético de braquiárias. In: PAULINO, V.T.; PEDREIRA, J.V.S.; CAMARGO, D.F.V.; MEIRELLES, N.M.F.;

BIANCHINI, D.; OLIVEIRA, P.R.P. (Eds). II ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiaria*, Nova Odessa, p. 301-342. 1991.

VALLE, C.B. do; CALIXTO, S.; AMÉZQUITA, M.C. Agronomic evaluation of *Brachiaria* germplasm in Brazil. In: XVII INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, Palmerston North, New Zealand, v. 1, p. 511-512. 1993.

VALLE, C.B. do; MILES, J.W. Melhoramento de gramíneas do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A. M; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de. (Eds). XI SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, FEALQ, Piracicaba, p. 1-23. 1994.

VOGEL, K.P.; BRITTON, R.; GORZ, H.J.; HASKINS, F.A. *In vitro* and *in vivo* analyses of hays of switchgrass strains selected for high and low *in vitro* dry matter digestibility. *Crop Sci.*, v. 24, p. 977-980. 1984.

WILSON, D. Nutritive value and the genetic relationships of cellulose content and leaf tensile strength in *Lolium*. *J. Agric. Sci.*, v. 65, p. 285-292. 1965.

## **RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PRODUTIVIDADE DE ECOTIPOS DE *Brachiaria brizantha***

### Resumo

A necessidade de diminuir o tempo entre avaliações iniciais e liberação de uma nova cultivar de bom valor nutricional nos programas de seleção de forrageiras tem induzido a busca por novas metodologias que atendam esta exigência e ao mesmo tempo sejam seguras e garantam reprodutibilidade. A técnica de cisalhamento é uma destas alternativas. Lâminas foliares de nove ecotipos de *Brachiaria brizantha* foram submetidas ao cisalhamento e análise química, visando estabelecer correlações e assim subsidiar o programa de seleção de forrageiras de melhor qualidade na Embrapa Gado de Corte. Na análise química, foram avaliadas matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, proteína bruta (PB), sílica e digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO). Os resultados mostram que existe alta correlação entre características físicas determinadas por cisalhamento e teores de FDN, FDA, celulose e DIVMO. As metodologias utilizadas detectaram diferenças entre ecotipos e permitiu identificar aqueles de maior potencial de qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** componentes estruturais, DIVMO, força de cisalhamento, PB.

**SHEARING STRENGTH, CHEMICAL COMPOSITION AND PRODUCTIVITY  
OF *Brachiaria brizantha* ECOTYPES**

Abstract

The need to shorten the time between initial evaluations and the release of a new cultivar with high nutritive value in forage selection programs prompted the search for new methodologies to combine speed and efficacy/repeatability. The shearing strength technique is an interesting option in that sense. Leaf blades of nine *Brachiaria brizantha* ecotypes were used in the shearing tests and in chemical analyses to establish correlation and thus subsidize the selection of forages of higher quality in the Embrapa Beef Cattle Center program. Chemical analyses included contents of organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin, crude protein (CP), silica and digestibility. Results showed that there is high correlation between shearing strength parameters and structural chemical components such as NDF, ADF, cellulose and digestibility levels. The methodology used detected differences among genotypes and identified those of high quality potential.

**KEYWORDS:** CP, IVDMO, shearing strength, structural components.

## INTRODUÇÃO

Programas de seleção de forrageiras envolvem uma grande equipe multidisciplinar, com custo elevado e longo tempo para a determinação de todas os atributos morfológicos e fisiológicos das plantas. Caracteres agrônômicos e índices qualitativos são necessários para a avaliação do potencial forrageiro (Pereira, 1988; Jank, 1994), por isso, devem ser utilizadas técnicas mais simples que discriminem diferenças entre ecotipos e sejam menos onerosas e de respostas mais rápidas.

Utilizando ecotipos de *B. brizantha*, coletados pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) na África, na década de 80, a Embrapa Gado de Corte, vem selecionando-os com o objetivo de identificar cultivares que aumentem a oferta de forragem de qualidade para a região dos cerrados do Brasil.

Nesse programa de seleção e melhoramento, além das avaliações comumente utilizadas, está sendo testada para fins de utilização em trabalhos futuros, a técnica da resistência ao cisalhamento, que mede a resistência do tecido à ruptura quando uma força é aplicada perpendicularmente à superfície da folha.

Essa técnica foi utilizada inicialmente para caracterização morfológica de forragens (MacKinnon *et al.*, 1988; Inoue *et al.*, 1989) e posteriormente por Hughes, *et al.*, (2000), sendo capaz de identificar diferenças entre ecotipos da mesma espécie, além de ter sido utilizada para a avaliação de características físicas de forragem (Inoue *et al.*, 1989; MacKinnon *et al.*, 1988; Hughes *et al.*, 2000).

É de se esperar que com a presença em maiores teores de componentes estruturais em tecidos de lâminas foliares, a força requerida para sua ruptura seja maior, e que haja, portanto, correlações positivas entre caracteres químicos e físicos.

Os carboidratos estruturais não são completamente digeríveis, sendo a lignina o principal fator limitante (Moore e Mott, 1973). A lignina isolada não afeta a digestão da celulose *in vitro*, mas observaram-se altas correlações entre maturidade, aumento da lignificação e diminuição da digestibilidade da celulose (Kamstra *et al.*, 1958; Tomlím *et al.*, 1965). Esta interferência na digestibilidade da celulose e da hemicelulose pode ocorrer via incrustação, mas também através da ligação direta da lignina com esses carboidratos (Van Soest, 1968).

Assim como a lignina, a sílica presente na parede celular de algumas células pode ser relacionada como um dos fatores que limitam a digestibilidade dos

constituintes estruturais (Moore e Mott, 1973). As gramíneas metabolizam a sílica, se ela estiver disponível no solo, depositando-a na parede celular (Van Soest, 1968).

Há evidências de que a resistência ao cisalhamento, influenciada pela morfologia, está relacionada à composição química, especialmente da parede celular, devido à presença de lignina e celulose, comum em espécies de clima tropical (Van Soest, 1985; Wilson e Hatfield, 1997; Hughes *et al.*, 2000).

Este trabalho, que subsidia o programa de melhoramento e seleção de *Brachiaria* na Embrapa Gado de Corte, objetivou relacionar a resistência física medida por cisalhamento com a composição química em ecotipos de *Brachiaria brizantha* e a cv, Marandu, discriminando assim, de forma prática, aqueles de maior valor nutritivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande – MS, localizada a 20°28' de latitude Sul e 55°40' de longitude Oeste, com altitude média de 520m (Mothci, *et al.*, 1979). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso e de savana, subtipo AW, caracterizado por distribuição irregular de chuvas, com período seco e chuvoso bem definido.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro, distrófico. A análise química encontra-se no apêndice 1, e foi realizada nos 18 piquetes avaliados em maio de 1998.

Os dados meteorológicos do período experimental foram obtidos do SISCLIMA – Sistema de Dados Meteorológicos da EMBRAPA (Apêndices 2 e 3).

### *Área Experimental*

Oito ecotipos – B1, B2, B3, B4, B5, B6, B8, B9 e a cultivar Marandu de *Brachiaria brizantha* foram implantadas em 1994, em 18 piquetes com 1000 m<sup>2</sup> cada, em duas repetições com vistas a determinar o efeito do animal sobre o crescimento e persistência desses genótipos (Apêndice 4).

Para o início deste experimento, a área experimental foi submetida no final de 1999 a duas desfolhas para uniformização que precederam às amostragens no período

das águas, no mês de janeiro, e na seca, em julho de 2000. No período das águas a forragem foi rebaixada a aproximadamente 10 cm por novilhos em pastejo, sendo que no período da seca, a uniformização foi efetuada com a moto-segadeira manual, no qual procurou se manter a mesma altura de desfolha realizada pelos animais em janeiro.

Após a uniformização dos piquetes no período das águas, foi realizada adubação de manutenção nos piquetes com 700 kg/ha de N P K (20-05-20), aplicado manualmente, a lanço, sobre a superfície do terreno.

### *Forragem Disponível*

Foram realizadas duas amostragens da forragem, sendo uma representativa do período das águas, em fevereiro de 2000, e outra na seca, em agosto de 2000. Quando se efetuaram os cortes, nos dois períodos, a forragem apresentava crescimento acumulado de 42 dias.

Para a amostragem da forragem disponível, foi utilizado um quadrado de 0,25m<sup>2</sup>, lançado em quatro pontos de cada uma das três faixas transectas por piquete, coletando-se todo o material contido na área interna do quadrado, a uma altura de corte de 10 cm do solo.

Da forragem colhida e pesada nos pontos de cada faixa transecta, foi feita uma sub-amostra de aproximadamente 500g, que foi separada em três componentes: lâminas verdes, colmo + bainha verdes e material morto. Para o cálculo do teor de matéria seca (%MS), os componentes foram colocados em estufa com ventilação forçada de ar (65° ± 5°C) por 72 horas. Apenas as lâminas foliares foram processadas para análises químicas.

Foram analisadas a porcentagem de lâminas na matéria seca total (%MS), na matéria verde seca (%MVS), produção por hectare de matéria seca (kg MS/ha), de matéria seca verde (kg MSV/ha) e matéria seca verde de lâminas foliares (kg MSVLF/ha).

### *Caracterização física*

As amostragens das lâminas foliares para caracterização física foram realizadas em fevereiro e agosto de 2000, nos períodos das águas e da seca, respectivamente.

Coletaram-se 12 lâminas de cada piquete, sempre a segunda lâmina completamente expandida, sendo quatro por faixa transecta. Das lâminas coletadas por piquete, selecionaram-se nove inteiras, sem danos, sendo agrupadas de acordo com o tamanho, em três lâminas menores ( $G_1$ ), três lâminas de tamanho mediano ( $G_2$ ) e três lâminas maiores ( $G_3$ ).

Nessas lâminas inicialmente verificou-se a massa, área, comprimento e largura das lâminas foliares. A determinação da massa foi realizada pesando-se separadamente os três grupos de três lâminas de cada piquete em balança analítica. A área foliar foi determinada nas três lâminas individualizadas, de cada grupo, através de aparelho integrador de área foliar (Li-Cor Leaf Area Index Meter). Foram consideradas duas medições de área com variação máxima de 5%.

O comprimento em centímetros de cada lâmina em cada grupo ( $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_3$ ) foi realizado para estabelecer os dois horizontes para cisalhamento, um a 1/3 ( $H_1$ ), e o outro a 2/3 ( $H_2$ ) de distância da lígula, que foram marcados com caneta. Em seguida mediu-se a largura das lâminas em  $H_1$  e  $H_2$ , agrupando-as com fita adesiva, de forma a deixar os horizontes com o ponto de cisalhamento bem visível.

A resistência ao cisalhamento foi medida em quilogramas/força para cada grupo de três lâminas com o aparelho Warner-Bratzer. Com os dados obtidos, foram calculados: a) densidade linear (DL) = massa média/comprimento médio (g/cm) e b) densidade de área (DA) = massa média/área média ( $g/cm^2$ ). E estabeleceu-se as seguintes relações: a) força por largura (F/L) = força média nos horizontes 1 e 2/largura média (kg/cm); b) força por densidade linear (F/DL) = força média nos horizontes 1 e 2/densidade linear (kg/g/cm) e c) força por densidade de área (F/DA) = força média nos horizontes 1 e 2/ densidade de área (kg/g/cm).

Foram analisados o comprimento (cm), largura (cm), área ( $cm^2$ ) das lâminas e a resistência ao cisalhamento em força (kg), e as relações F/L (kg/cm), F/DL (kg/g/cm) e F/DA ( $kg/g/cm^2$ ).

#### *Caracterização química*

Para as análises químicas utilizou-se espectrofotômetro de refração próximo ao infravermelho (NIRS) previamente calibrado. Das lâminas foliares determinou-se proteína bruta (PB) (AOAC, 1970), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em

detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina em ácido sulfúrico (LigS), sílica (SIL) (Goering e Van Soest, 1970), e digestibilidade (DIVMO) (Tilley e Terry, 1963).

#### *Delineamento estatístico*

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com duas repetições. Os tratamentos consistiram de oito ecotipos de *Brachiaria brizantha* e a cv. Marandu. Foi realizada análise de variância, sendo a comparação de médias pelo teste de Tukey, utilizando-se o nível de significância de 5%. Para análise dos dados utilizou-se o PROC GLM (General Linear Models) do SAS (1988). Os dados obtidos no período das águas e da seca foram analisados separadamente.

Na análise de correlação linear entre as variáveis químicas e físicas foram utilizadas 18 observações. A análise foi realizada através do PROC CORR do SAS (1988).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Diferenças na proporção de lâminas e produção de forragem com 42 dias de crescimento entre ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu foram observados, tanto na época das águas, como na época da seca (Tabelas 1 e 2). Assim, a cv. Marandu e B4 apresentaram a maior proporção de lâminas foliares (%MS) no período das águas. No período seco, B4 manteve esta característica, juntamente com B2 e B8.

No período das águas, cv. Marandu, B1, B4, B8 e B9 destacaram-se por apresentarem elevada proporção de lâminas (%MVS). Dentre esses, cv. Marandu é que apresenta maior diferença com os demais ecotipos, diferindo ( $P < 0,05$ ) de B2, B3, B5 e B6. Ressalta-se o ecotipo B5 que apresentou menos de 50% de lâminas foliares em % MVS.

No período seco, os ecotipos B2, B4, B6 e B9 apresentaram mais de 50% de lâminas (%MVS) embora não diferiram ( $P > 0,05$ ) de B1, B3 e B8 que apresentaram em média 43%.

Com relação à produção de matéria seca no período das águas, com exceção ao ecotipo B5, os demais apresentaram maior produção em relação à cv. Marandu, com média de 6.209,2 kgMS/ha e 2.545,5 kgMS/ha, respectivamente.

Tabela 1. Proporção de lâminas foliares e produção de matéria seca no período das águas

Ecotipos	LF (%MS)	LF (%MVS)	MS/ha (kg)	MSV/ha (kg)	MSVLF/ha (kg)
cv. Marandu	60,0 <sup>a</sup>	74,8 <sup>a</sup>	2545,5 <sup>c</sup>	2057,7 <sup>b</sup>	1507,7 <sup>dc</sup>
B1	46,7 <sup>bc</sup>	62,3 <sup>abc</sup>	6218,6 <sup>a</sup>	4736,1 <sup>a</sup>	2879,8 <sup>ab</sup>
B2	35,8 <sup>de</sup>	55,5 <sup>bc</sup>	5721,5 <sup>ab</sup>	3699,0 <sup>ab</sup>	2044,7 <sup>cd</sup>
B3	35,5 <sup>de</sup>	51,9 <sup>bc</sup>	6594,0 <sup>a</sup>	4504,2 <sup>a</sup>	2318,7 <sup>abc</sup>
B4	50,4 <sup>ab</sup>	65,1 <sup>ab</sup>	5185,3 <sup>ab</sup>	3963,1 <sup>ab</sup>	2553,2 <sup>abc</sup>
B5	27,3 <sup>e</sup>	45,1 <sup>c</sup>	3492,9 <sup>bc</sup>	2359,9 <sup>b</sup>	949,9 <sup>e</sup>
B6	33,6 <sup>de</sup>	52,5 <sup>bc</sup>	6802,1 <sup>a</sup>	4404,5 <sup>a</sup>	2208,1 <sup>bcd</sup>
B8	42,2 <sup>bcd</sup>	59,6 <sup>abc</sup>	7511,7 <sup>a</sup>	5346,3 <sup>a</sup>	3061,8 <sup>a</sup>
B9	40,0 <sup>cd</sup>	57,7 <sup>abc</sup>	5431,6 <sup>ab</sup>	3787,9 <sup>ab</sup>	2170,1 <sup>bcd</sup>
Médias	41,3	58,3	5500,4	3873,2	2188,2
DMS	10,2	19,1	2436,0	1987,6	762,2
CV (%)	13,1	17,4	23,5	27,2	18,5

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

LF = Lâmina foliar; MS = Matéria seca; MVS = Matéria verde seca; MSVLF = Matéria seca verde de lâmina foliar.

Maiores variações entre os ecotipos para produção de forragem (kg MS/ha) foram observadas no período seco. Nesse período destacam-se os ecotipos B1, B6 e B9 com 2.952 kg MS/ha de média. Produções muito baixas foram verificadas para B4 e B8, que não diferiram ( $P > 0,05$ ) de B5 e B2. A cv. Marandu apresentou produção intermediária, não diferindo de B2, B3, B5, B6 e B9.

Praticamente da mesma forma, maiores produções de matéria seca verde (kg/ha) foram verificadas para B1, B3, B6 e B8, que diferiram estatisticamente da cv. Marandu e de B5, todavia não diferindo dos demais ecotipos no período das águas. No período seco, o ecotipo B1 produziu maior quantidade de MSV/ha que os ecotipos B3, B4, B5 e B8 que apresentaram as menores produções, porém não apresentou diferença entre os demais ecotipos. Para essa variável a cv. Marandu apresentou produção semelhante aos demais ecotipos.

As maiores produções de matéria seca verde de lâmina foliar no período das águas foram observadas para B1, B3, B4 e B8, diferindo da cv. Marandu e de B5, embora B8 tenha diferido também de B2, B5, B6 e B9. No período seco, B1, B2, B6 e B9 destacaram-se com as melhores produções de MSVLF, e as menores produções foram observadas pela cv. Marandu, B3, B4, B5 e B8, embora somente B5 tenha diferido ( $P < 0,05$ ) dos todos os ecotipos de melhor produção.

Dos caracteres avaliados, destacam-se a produção de lâminas (kg/ha de MSVLF) e a proporção de lâminas (%MVS), visto os animais em pastejo serem

seletivos, colhendo espécies ou componentes das forrageiras não casualmente (Hodgson, 1990). A seleção de animais em pastejo é influenciada pela arquitetura da planta na comunidade (Illus, 1986). Segundo Taiton *et al.*, (1996), a porcentagem de lâminas das plantas individuais, bem como a altura da camada de lâminas acima da bainha e a resistência à colheita das lâminas influenciam no consumo.

Tabela 2. Proporção de lâminas foliares e produção de Matéria seca no período da seca

Ecotipos	LF (%MS)	LF (%MVS)	MS/ha (kg)	MSV/ha (kg)	MSVLF/ha (kg)
cv. Marandu	11,1 <sup>bc</sup>	35,1 <sup>bc</sup>	2216,6 <sup>bc</sup>	713,4 <sup>ab</sup>	245,8 <sup>bc</sup>
B1	11,5 <sup>bc</sup>	39,6 <sup>abc</sup>	3296,3 <sup>a</sup>	975,0 <sup>a</sup>	387,8 <sup>ab</sup>
B2	20,4 <sup>abc</sup>	54,5 <sup>a</sup>	1956,2 <sup>bcd</sup>	730,5 <sup>ab</sup>	388,6 <sup>ab</sup>
B3	12,2 <sup>bc</sup>	44,7 <sup>ab</sup>	2148,5 <sup>bc</sup>	533,2 <sup>b</sup>	235,9 <sup>bc</sup>
B4	30,2 <sup>a</sup>	52,9 <sup>ab</sup>	999,7 <sup>de</sup>	517,1 <sup>b</sup>	262,3 <sup>bc</sup>
B5	8,7 <sup>c</sup>	25,5 <sup>c</sup>	1847,0 <sup>cde</sup>	569,4 <sup>b</sup>	154,7 <sup>c</sup>
B6	16,8 <sup>bc</sup>	56,4 <sup>a</sup>	2732,7 <sup>abc</sup>	796,8 <sup>ab</sup>	460,5 <sup>a</sup>
B8	22,0 <sup>ab</sup>	44,6 <sup>ab</sup>	987,9 <sup>e</sup>	475,6 <sup>b</sup>	213,7 <sup>bc</sup>
B9	13,4 <sup>bc</sup>	56,2 <sup>a</sup>	2827,5 <sup>ab</sup>	662,9 <sup>ab</sup>	372,2 <sup>ab</sup>
Médias	16,3	45,5	2112,5	663,8	302,4
DMS	12,2	18,8	961,3	364,4	190,2
CV (%)	39,7	21,9	24,1	29,1	33,3

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

LF = Lâmina foliar; MS = Matéria seca; MVS = Matéria verde seca; MSVLF = Matéria seca verde de lâmina foliar.

Assim, dos ecotipos avaliados destacam-se B1, B3, B4 e B8 no período das águas. Esses apresentaram em média 2.703,4 kg de MSVLF em 42 dias de crescimento, produção essa 44% superior a observada para a cv. Marandu. Com essa produtividade a capacidade de suporte seria 1,8 UA com pressão de pastejo de 8% de MSVLF, e apenas 1,0 UA na cv. Marandu.

O ecotipo B3, que embora apresentou produção de MSVLF considerável, a proporção de lâminas (%MSVLF) foi de 51,9% e de 35,5% em relação à MS total, possivelmente maior pressão de seleção seria exercido pelos animais em pastejo e conseqüentemente poderia afetar o consumo.

Já para o período da seca, destacaram-se os ecotipos B1, B2, B6 e B9 que apresentaram em média 402,3 kg de MSVLF, mais do que outros ecotipos. Dentre esses, os que apresentaram proporção de lâminas acima de 50%, como B2, B4, B6 e B9 poderiam favorecer a estrutura do dossel. Entretanto, nesses ecotipos a produção de

MSVLF variou de 262,3 a 460,5 kg de MSVLF, o que provavelmente em um sistema de pastejo, permitiria uma taxa de lotação similar, inclusive a B3 e B8. Dessa forma, com base nos dados obtidos com produção de lâminas foliares destacam-se os ecotipos B1, B4 e B8.

As diferenças apresentadas pelos ecotipos estudados em relação à cv. Marandu apontam para uma possível melhoria da produção de forragem nas pastagens, principalmente no Centro-Oeste brasileiro, com a liberação desses ecotipos como novas cultivares.

Tabela 3. Características morfológicas de lâminas foliares de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, período das águas e seca

Ecotipos	Comprimento (cm)		Largura (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	
	águas	seca	águas	seca	águas	seca
cv. Marandu	24,6 <sup>e</sup>	22,2 <sup>cde</sup>	1,5 <sup>b</sup>	1,2 <sup>ab</sup>	30,5 <sup>b</sup>	20,4 <sup>b</sup>
B1	39,3 <sup>bc</sup>	26,4 <sup>abc</sup>	1,3 <sup>c</sup>	1,0 <sup>ab</sup>	39,6 <sup>b</sup>	20,4 <sup>b</sup>
B2	31,1 <sup>de</sup>	20,2 <sup>cde</sup>	1,3 <sup>c</sup>	1,0 <sup>ab</sup>	30,5 <sup>b</sup>	15,6 <sup>bc</sup>
B3	34,5 <sup>dc</sup>	23,5 <sup>bcd</sup>	1,3 <sup>c</sup>	1,2 <sup>ab</sup>	37,2 <sup>b</sup>	21,8 <sup>b</sup>
B4	48,4 <sup>a</sup>	30,4 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>	70,0 <sup>a</sup>	36,6 <sup>a</sup>
B5	16,6 <sup>f</sup>	16,3 <sup>e</sup>	1,0 <sup>d</sup>	0,9 <sup>b</sup>	13,2 <sup>c</sup>	11,7 <sup>c</sup>
B6	31,8 <sup>d</sup>	24,7 <sup>abcd</sup>	1,2 <sup>c</sup>	1,1 <sup>ab</sup>	29,7 <sup>b</sup>	20,5 <sup>b</sup>
B8	45,7 <sup>ab</sup>	29,5 <sup>ab</sup>	1,8 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>	67,0 <sup>a</sup>	31,9 <sup>a</sup>
B9	34,7 <sup>cd</sup>	19,8 <sup>de</sup>	1,4 <sup>bc</sup>	1,3 <sup>ab</sup>	39,6 <sup>b</sup>	20,3 <sup>b</sup>
DMS	5,3	6,5	0,2	0,4	10,3	8,2
CV (%)	14,8	6,7	11,1	9,2	24,1	9,1

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

As diferenças morfológicas encontradas entre os ecotipos, demonstraram a diversidade desses ecotipos, reflexo de características intrínsecas ao genótipo, somadas ao efeito do ambiente (Tabela 3). Os ecotipos B4 e B8 apresentaram as maiores lâminas no período das águas, embora B8 não diferiu de B1. Essa característica de B4 e B8 persistiu no período seco, mas B8 já não diferiu também de B1, B3 e B6.

Da mesma forma, espera-se que ocorra entre os ecotipos, diferenças na largura e área e que exista uma certa correlação com o comprimento das lâminas foliares. Nas águas, lâminas foliares de B4 e B8 apresentaram-se também mais largas e com maior área foliar.

No período seco, a expressão do potencial genético poderá não ocorrer, principalmente devido ao déficit hídrico além de outros fatores ambientais que afetam a morfogênese.

Devido às diferenças morfológicas entre os ecotipos e o efeito do ambiente, para as avaliações da resistência ao cisalhamento, tornou-se necessário padronizar a medida de força para considerar a área, massa e comprimento das lâminas, semelhante ao realizado por Hughes *et al.*, 2000.

Diferenças ( $P < 0,05$ ) entre ecotipos na força de cisalhamento (kg), força por densidade linear (F/DL) (kg/g/cm), força por densidade de área (kg/g/cm<sup>2</sup>) e força por largura (kg/cm), foram observadas e estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Força de cisalhamento em lâminas de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu em duas estações do ano, águas e seca

Ecotipos	Força (kg)		F/DL (kg/g/cm)		F/DA (kg/g/cm <sup>2</sup> )		F/L (kg/cm)	
	águas	seca	águas	seca	águas	seca	águas	seca
cv. Marandu	2,9 <sup>c</sup>	1,7 <sup>c</sup>	107,8 <sup>c</sup>	92,4 <sup>cd</sup>	132,2 <sup>abc</sup>	83,7 <sup>bc</sup>	1,9 <sup>bc</sup>	1,5 <sup>cd</sup>
B1	3,9 <sup>ab</sup>	2,3 <sup>ab</sup>	159,9 <sup>a</sup>	136,5 <sup>a</sup>	159,2 <sup>ab</sup>	104,5 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>
B2	2,7 <sup>c</sup>	1,5 <sup>c</sup>	127,6 <sup>bc</sup>	91,8 <sup>cd</sup>	122,9 <sup>cd</sup>	70,2 <sup>c</sup>	2,2 <sup>b</sup>	1,5 <sup>cd</sup>
B3	4,1 <sup>ab</sup>	2,4 <sup>a</sup>	156,1 <sup>a</sup>	116,7 <sup>b</sup>	166,6 <sup>a</sup>	108,0 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>	2,1 <sup>ab</sup>
B4	3,2 <sup>bc</sup>	1,7 <sup>c</sup>	83,4 <sup>d</sup>	53,9 <sup>e</sup>	118,4 <sup>cd</sup>	64,4 <sup>c</sup>	1,8 <sup>bc</sup>	1,2 <sup>d</sup>
B5	1,7 <sup>d</sup>	1,4 <sup>c</sup>	110,9 <sup>c</sup>	102,0 <sup>bc</sup>	92,6 <sup>d</sup>	76,2 <sup>bc</sup>	1,6 <sup>c</sup>	1,5 <sup>cd</sup>
B6	2,8 <sup>c</sup>	1,7 <sup>bc</sup>	135,9 <sup>ab</sup>	96,2 <sup>cd</sup>	123,8 <sup>abcd</sup>	79,4 <sup>bc</sup>	2,3 <sup>b</sup>	1,6 <sup>c</sup>
B8	4,3 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	110,4 <sup>c</sup>	85,9 <sup>cd</sup>	160,2 <sup>a</sup>	92,3 <sup>ab</sup>	2,3 <sup>b</sup>	1,7 <sup>bc</sup>
B9	3,0 <sup>c</sup>	1,7 <sup>bc</sup>	117,0 <sup>bc</sup>	80,7 <sup>d</sup>	133,2 <sup>abc</sup>	78,7 <sup>bc</sup>	2,2 <sup>b</sup>	1,4 <sup>cd</sup>
DMS	0,9	0,6	24,3	16,8	36,3	19,7	0,5	0,4
CV (%)	10,9	7,6	14,4	4,3	12,7	5,7	12,8	6,3

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

F/DL = força por densidade linear; F/DA = força por densidade de área; F/L = força por largura

Nas lâminas do período das águas, a força requerida para o cisalhamento foi menor para B5, com 1,7 kg, enquanto os valores de B1, B3 e B8, foi 4,1 kg, ou seja, 58% a mais do observado para B5. Ressalta-se que B1 e B3 não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) com B4. Na seca, B8 que não apresentou diferença significativa de B3 e B1, requereram a maior força, diferindo ( $P < 0,05$ ) da cv. Marandu, B2, B4 e B5, com menores forças. (Tabela 4)

Na relação de força por densidade linear, as lâminas de B1, B3 e B6 no período das águas, requereram a maior força, porém não diferiram de B2 e B9. O ecotipo B4 requereu 83,4 kg/g/cm, ou seja, entre os avaliados, foi o que apresentou menor ( $P < 0,05$ ) relação entre força/densidade linear. No período seco, B1 e B4 apresentaram

respectivamente, a maior e a menor ( $P < 0,05$ ) força por densidade linear entre os ecotipos estudados.

Maior força por densidade de área foi requerida para B3 e B8, que embora não tenham diferido de cv. Marandu, B1 e B9, diferiram dos demais ecotipos no período das águas. No período seco, B1 e B3, que embora não tenham diferido ( $P > 0,05$ ) de B8, apresentaram valores maiores ( $P < 0,05$ ) que os demais ecotipos.

Nas águas, a relação de força por largura, mostrou que B1 e B3 obtiveram maiores valores, diferindo dos outros ecotipos. As menores relações foram observadas para a cv. Marandu, B4 e B5. Também no período seco, B1 e B3 foram os ecotipos que tiveram maior relação, e B4 a menor, embora não tenha diferido significativamente da cv. Marandu, B2, B5 e B9.

Tais índices demonstram uma melhor qualidade das lâminas foliares no período seco em relação às águas. Isso possivelmente se deve ao fato das baixas temperaturas ocorridas no período experimental, inclusive com ocorrência de geada, fato explicado por Wilson *et al.*, (1991). Temperaturas baixas determinam menor produção de componentes estruturais (Van Soest, 1985), com conseqüente melhoria do valor nutricional.

Diferenças significativas entre espécies de *Brachiaria* e entre ecotipos de mesma espécie quanto a características morfológicas e físicas foram relatadas anteriormente (Hughes *et al.*, 2000). Estes autores encontraram correlações altas entre força de cisalhamento e composição química avaliando 12 ecotipos de quatro espécies de *Brachiaria*.

Assim, B2, B4, B5 e B6, além da cv. Marandu foram os que demonstraram na avaliação de força de cisalhamento e as relações estabelecidas, resultados mais interessantes, por apresentarem na maioria dos casos, valores mais baixos, podendo indicar uma menor concentração de carboidratos estruturais. A correlação desses resultados com os da análise química são essenciais.

A análise química nesse trabalho foi realizada buscando verificar as diferenças entre os ecotipos avaliados, em duas épocas do ano - águas e seca, e principalmente visando estabelecer correlações entre as características químicas e físicas nas lâminas foliares (Tabelas 5 e 6).

Todos os ecotipos apresentaram o mínimo de proteína bruta necessário para atender a microbiota do rúmen, que é de 6% (Minson, 1990). No período das águas (Tabela 5), o ecotipo B5 diferiu significativamente da cv. Marandu, B2, B3 e B6, que

apresentaram os menores teores. No período da seca (Tabela 6), todos os ecotipos, com exceção da cv. Marandu apresentaram valores superiores a 12%, onde B4 diferiu ( $P < 0,05$ ) da cv. Marandu, embora não tenha diferido dos demais. Valores acima de 12% de PB (%MS) são importantes, pois não limitam o ganho em peso dos animais (Minson, 1990).

Tabela 5. Composição química em porcentagem de Matéria Seca (%MS) e Digestibilidade *in vitro* de Matéria Orgânica (DIVMO) de lâminas foliares de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, estação das águas

Ecotipos	PB	FDN	FDA	Celulose	Lignina	Sílica	DIVMO
cv. Marandu	10,9 <sup>b</sup>	73,9 <sup>b</sup>	36,1 <sup>c</sup>	26,0 <sup>de</sup>	2,9 <sup>c</sup>	2,6 <sup>a</sup>	61,5 <sup>ab</sup>
B1	11,0 <sup>ab</sup>	77,1 <sup>ab</sup>	37,8 <sup>bc</sup>	28,6 <sup>b</sup>	3,1 <sup>bc</sup>	1,5 <sup>a</sup>	59,1 <sup>bc</sup>
B2	10,6 <sup>b</sup>	75,8 <sup>ab</sup>	37,5 <sup>c</sup>	26,9 <sup>cd</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	2,5 <sup>a</sup>	62,0 <sup>ab</sup>
B3	10,2 <sup>b</sup>	80,3 <sup>a</sup>	40,1 <sup>a</sup>	30,1 <sup>a</sup>	3,1 <sup>bc</sup>	2,1 <sup>a</sup>	54,7 <sup>c</sup>
B4	12,1 <sup>ab</sup>	74,1 <sup>b</sup>	37,0 <sup>c</sup>	27,9 <sup>bc</sup>	3,0 <sup>bc</sup>	1,7 <sup>a</sup>	62,5 <sup>ab</sup>
B5	13,5 <sup>a</sup>	72,9 <sup>b</sup>	32,9 <sup>d</sup>	24,9 <sup>e</sup>	2,5 <sup>d</sup>	1,8 <sup>a</sup>	65,9 <sup>a</sup>
B6	09,7 <sup>b</sup>	75,6 <sup>ab</sup>	37,6 <sup>c</sup>	26,8 <sup>cd</sup>	3,2 <sup>bc</sup>	2,8 <sup>a</sup>	57,4 <sup>bc</sup>
B8	11,3 <sup>ab</sup>	77,5 <sup>ab</sup>	39,8 <sup>ab</sup>	29,0 <sup>ab</sup>	3,5 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	58,0 <sup>bc</sup>
B9	11,6 <sup>ab</sup>	75,9 <sup>ab</sup>	36,5 <sup>c</sup>	26,5 <sup>d</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	2,1 <sup>a</sup>	62,3 <sup>ab</sup>
Médias	11,2	75,9	37,3	27,4	3,1	2,2	60,4
DMS	2,5	5,3	2,0	1,3	0,3	1,4	5,4
CV (%)	12,1	2,5	3,1	2,5	5,8	22,6	6,1

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Os teores dos constituintes da parede celular no período das águas apresentaram-se semelhantes, em média 75,3(%MS), com exceção à B3, que diferiu significativamente da cv. Marandu, B4 e B5, em média com 73,6(%MS).

Os teores de celulose no período das águas foram maiores para B3 e B8 ( $P < 0,05$ ), sendo 18,7% superior ao ecotipo B5 que apresentou o menor teor. No período seco, B3 obteve o maior teor, sendo 17,9% superior aos menores valores ( $P < 0,05$ ) apresentados pela cv. Marandu e os ecotipos B2, B4, B5, B6 e B9.

O teor de lignina foi maior para B8, B9 e B2, que diferiram significativamente da cv. Marandu e de B5 no período das águas. No período seco, B1, B3 e B4 apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) em relação a B5, não que em média foram superiores ao observado no período seco do ano.

Forrageiras tropicais apresentam tendência a acumular constituintes da parede celular, quando comparados às espécies de clima temperado (Moore e Mott, 1977). Sendo que os tecidos vegetais contêm uma grande porcentagem, 35 a 80% de celulose, hemicelulose e lignina, com a função de manter a integridade estrutural da planta,

existindo uma correlação negativa entre constituintes da parede celular e consumo animal, ficando bem evidente que quanto maior o teor de FDN da forragem, menor a digestibilidade e consumo pelo animal (Jung e Allen, 1995).

Tabela 6. Composição química em porcentagem de Matéria Seca (%MS) e Digestibilidade *in vitro* de Matéria Orgânica (DIVMO) de lâminas foliares de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, estação seca

Ecotipos	PB	FDN	FDA	Celulose	Lignina	Sílica	DIVMO
cv. Marandu	10,2 <sup>b</sup>	67,9 <sup>abc</sup>	33,1 <sup>ab</sup>	22,8 <sup>cd</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	3,5 <sup>ab</sup>	61,1 <sup>a</sup>
B1	12,9 <sup>ab</sup>	70,9 <sup>a</sup>	33,1 <sup>ab</sup>	25,3 <sup>b</sup>	2,7 <sup>a</sup>	1,5 <sup>d</sup>	70,3 <sup>a</sup>
B2	12,3 <sup>ab</sup>	65,9 <sup>cd</sup>	31,4 <sup>ab</sup>	23,3 <sup>cd</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	3,1 <sup>abc</sup>	73,2 <sup>a</sup>
B3	13,3 <sup>ab</sup>	69,2 <sup>ab</sup>	34,3 <sup>a</sup>	27,0 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	1,9 <sup>cd</sup>	70,0 <sup>a</sup>
B4	16,2 <sup>a</sup>	66,4 <sup>bc</sup>	31,2 <sup>ab</sup>	23,4 <sup>cd</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,4 <sup>bcd</sup>	76,6 <sup>a</sup>
B5	13,2 <sup>ab</sup>	68,1 <sup>abc</sup>	31,3 <sup>ab</sup>	23,3 <sup>cd</sup>	2,3 <sup>b</sup>	2,2 <sup>bcd</sup>	70,3 <sup>a</sup>
B6	12,2 <sup>b</sup>	63,1 <sup>d</sup>	30,2 <sup>b</sup>	22,1 <sup>d</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>abc</sup>	71,8 <sup>a</sup>
B8	13,1 <sup>ab</sup>	66,7 <sup>bc</sup>	32,9 <sup>ab</sup>	24,0 <sup>bc</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>a</sup>	68,6 <sup>a</sup>
B9	12,3 <sup>ab</sup>	66,0 <sup>cd</sup>	30,7 <sup>b</sup>	22,3 <sup>cd</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>abc</sup>	73,4 <sup>a</sup>
Médias	12,9	67,1	32,0	23,7	2,6	2,9	70,6
DMS	4,6	3,1	3,3	1,7	0,3	1,5	15,7
CV (%)	11,5	2,6	3,5	3,1	7,4	19,5	6,6

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Não ocorreu diferença significativa entre os ecotipos estudados para os teores de sílica no período das águas que em média foram menores que os observados no período seco (2,2 %MS e 2,9 %MS, respectivamente). No período seco, o ecotipo B8 diferiu ( $P < 0,05$ ) de B1, B3, B4 e B5.

Para DIVMO no período das águas a cv. Marandu, B2, B4, B5 e B9, apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) em relação a B3. No período seco do ano, não ocorreu diferença ( $P > 0,05$ ) entre ecotipos. Em média, a DIVMO no período seco do ano, foi superior 16,9% em relação ao período das águas.

A digestibilidade das gramíneas tropicais situa-se em torno de 55 a 60%, sendo que para espécies com baixos teores de proteína bruta, esses valores podem ser menores (Moore e Mott, 1973). Esse trabalho apresentou resultados maiores de digestibilidade para lâminas foliares no período seco, em relação ao das águas, com exceção da cv. Marandu.

Resultados da análise química e DIVMO mostraram que os teores de proteína bruta, sílica e DIVMO foram em média, maiores no período seco, com ressalva para a cv. Marandu, que apresentou pequena variação para menos em teor de proteína bruta e

DIVMO, enquanto que lignina, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e celulose apresentaram em média, teores menores nesta época do ano. Isto ocorreu provavelmente devido às menores temperaturas médias no período seco (Wilson *et al.*, 1983), associados à baixa precipitação pluviométrica (Apêndice 1). Nestas condições, o crescimento da forragem é mais lento e acarreta um maior acúmulo de carboidratos solúveis e proteínas nas folhas e colmos, melhorando o valor nutritivo (Van Soest, 1985). Gerdes *et al.*, (2000), apontaram resultados semelhantes em estudo de *B. brizantha* cv. Marandu.

Através da análise de correlações das características físicas e químicas de lâminas foliares, foi possível estabelecer as variáveis mais discriminantes nas duas estações do ano (Tabelas 7 e 8). No período das águas, foram encontradas correlações positivas ( $P < 0,05$ ) entre força e fibras em detergente neutro e ácido, celulose e lignina ( $r = 0,74, 0,88, 0,90$  e  $0,65$  respectivamente) e negativas com DIVMO.

Características morfológicas das folhas, como massa e área quando associadas aos parâmetros de força, como força por densidade de área foram altamente correlacionadas com fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, celulose e lignina ( $r = 0,76, 0,82, 0,61$  e  $0,82$ , respectivamente). Força e Força/densidade de área se correlacionam negativamente com digestibilidade ( $r = -0,74$  e  $-0,75$ ).

No período da seca, as correlações foram menores que no período anterior, porém, foram encontradas correlações positivas entre parâmetro de força e fibra detergente ácido e celulose ( $r = 0,60$  e  $0,62$ , respectivamente); entre força/densidade de área e fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e celulose ( $r = 0,59, 0,68$  e  $0,71$ , respectivamente).

Tabela 7. Coeficientes de correlação entre variáveis físicas e químicas, obtidos no período das águas

	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Força (kg)	F/DL (kg/g/cm)	F/DA (kg/g/cm <sup>2</sup> )	F/L (kg/cm)
PB	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FDN	NS	NS	NS	0,74**	0,61**	0,76**	0,79**
FDA	0,67**	NS	0,55*	0,88**	NS	0,82**	0,68**
Cel	0,71**	NS	0,59*	0,90**	NS	0,82**	0,76**
LigS	0,65**	0,50*	0,54*	0,65**	NS	0,61**	NS
DIVMO	NS	NS	NS	-0,74**	-0,61**	-0,75**	-0,75**

\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; NS = não significativo;

F/DL = força por densidade linear; F/DA = força por densidade de área; F/L = força por largura.

Tabela 8. Coeficientes de correlação entre variáveis físicas e químicas, obtidos no período da seca

	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Força (kg)	F/DL (kg/g/cm)	F/DA (kg/g/cm <sup>2</sup> )	F/L (kg/cm)
PB	NS	0,47*	0,58*	NS	NS	NS	NS
FDN	NS	NS	NS	NS	0,58*	0,59**	0,64**
FDA	NS	NS	NS	0,60**	NS	0,68**	0,56*
Cel	NS	NS	NS	0,62**	0,55*	0,72**	0,66**
LigS	0,56*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
DIVMO	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; NS = não significativo;

F/DL = força por densidade linear; F/DA = força por densidade de área; F/L = força por largura

Provavelmente devido ao maior desenvolvimento vegetativo dos ecotipos no período das águas, maiores correlações ocorreram entre as variáveis físicas e químicas nesse período.

Condições de pleno crescimento permitem a expressão das características dos genótipos facilitando na discriminação. A maior presença de carboidratos estruturais nos tecidos em de lâminas foliares interferem diretamente na sua digestibilidade e esta relação pode ser adequadamente avaliada pelo parâmetro de força e sua relação principalmente com densidade de área, quando correlacionados com variáveis químicas.

A celulose apresenta-se, aparentemente como o maior fator de resistência dos tecidos, em função dos resultados obtidos nos dois períodos estudados.

Os parâmetros Força e F/DA nos períodos das águas e seca mostraram-se bastante discriminantes, quando correlacionados com parâmetros químicos. Assim, para os próximos trabalhos, as medições lineares, como comprimento e largura para a determinação de F/L e F/DL podem ser dispensados, ou ainda, utilizar-se apenas o parâmetro de força, sem a necessidade da padronização desse com os demais.

Devido os resultados mais discriminantes no período das águas, os próximos trabalhos de avaliação por força de cisalhamento poderão ser desenvolvidos somente nesse período do ano.

Esta técnica mostrou-se, portanto discriminante no processo de seleção de ecotipos de melhor valor nutricional e maior potencial de consumo.

## CONCLUSÕES

Dentre as variáveis utilizadas para verificar a resistência ao cisalhamento, a força (kg) e a relação força/densidade de área ( $\text{kg/g/cm}^2$ ), apresentaram-se promissoras para avaliação qualitativa de gramíneas.

O período das águas mostrou-se mais adequado para a identificação de ecotipos de *Brachiaria brizantha* quanto as variáveis qualitativas.

A técnica da resistência ao cisalhamento, associada à produção de forragem e às variáveis químicas e biológicas, mostraram-se muito interessantes, conseguindo discriminar os ecotipos em função do seu potencial qualitativo, sendo mais uma ferramenta rápida e de baixo custo operacional no processo de seleção de forrageiras tropicais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST – AOAC. Official methods of analyses. Washington D.C.: AOAC. 1015p. 1970.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; POSSENTI, R.A.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. Rev. Bras. Zoot., v. 29, n. 4, p. 955-963. 2000.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agric. Hand., v. 379, p. 1-20. 1970.

HODGSON, J. Hebage production and utilization. In: grazing management – science into practice. New York: John Wiley & Sons. p. 38-54. 1990.

HUGHES, N.R.G.; VALLE, C.B.; SABATEL, V.; BOOCK, J.; JESSOP, N.S.; HERRERO, M. Shearing strength as additional selection criterion for quality in *Brachiaria* pasture ecotypes. J. Agric. Sci., v. 135, p. 123-130. 2000.

ILLUS, A.W. Foraging behaviour and diet selection. GUDMUNSDSSON, O. (Ed.). Grazing Reserch at Northem latitudes. New York: Plenum Press. p. 227-236. 1986.

INOUE, T.; BROOKES, I.M.; BARRY, T.N.; HOHN, A. Effects of selection for shear strength on the voluntary intake and digestion of perennial ryegrass fed to sheep. Proc. N. Z. S. Anim. Prod., v. 49, p. 221-224. 1989.

JANK, L. Potencial do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, Campinas, Anais... Campinas: C.N.B.A., p. 25-31. 1994.

JUNG. H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. J. Anim. Sci., v. 73, p. 2774-2790. 1995.

KAMSTRA, L.D.; MOXON, H.L.; BENTLEY, O.G.. The effect of state of maturity and lignification on the digestion of cellulose in forage plants by rumen microorganisms *in vitro*. J. Anim. Sci., v. 17, p. 199-208. 1958.

MACKINNON, B.W.; EASTON, H.S.; BARRY, T.N.; SEDCOLE, J.R. The effect of reduced leaf shear strength on the nutritive value of perennial ryegrass. J. Agric. Sci., v. 111, p. 469-474. 1988.

MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. New York: Academic Press, 483 p. 1990.

MOORE, J.E.; MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. Anti-quality components of forages. Madison: CSSA, Special Publication, nº 4, p. 53-98. 1973.

MOTHCI, E.P.; AMARAL, J.A.M.; SANTOS, R.D. Levantamento de reconhecimento-detalhado e aptidão agrícola dos solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Mato Grosso do Sul. EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro, Boletim Técnico 59. 225 p. 1979.

PEREIRA, A.V. Melhoramento genético de plantas forrageiras. In: II SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. Juiz de Fora, Anais... Juiz de Fora: SBZ, p. 135-161. 1988.

TAITON, N.M.; MORRIS, C.D.; HARDY, M.B. complexity and stability in grazing systems. HODGSON, J. & ILLUS, A.W. (Eds.) The Ecology and Management of Grazing Systems. Wallingford: CAB International. p. 275-299. 1996.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassl., v. 18, p. 104-111. 1963.

TOMLIM, D.C.; R.R. JOHNSON; B.A. DEHORITY. Relationship of lignification to *in vitro* cellulose digestibility of grasses and legumes. J.Anim.Sci., 24:161-5. 1965.

SAS. SAS User's Guide: Statistics: 5 ed., Cary: SAS Institute, 1988. 956p.

VAN SOEST, P.J. Structural and chemical characteristics which limit the nutritive value of forages. In: C.M. HARRISON (Ed.). Forage: economic quality. Special Publication n. 13. Am. Soc. Agr., p. 63-76. 1968.

VAN SOEST, P.J. Composition, fiber quality, and nutritive value of forages. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Eds.). Forages: the science of grassland agriculture. Iowa State University Press. 4<sup>a</sup> ed. Ames, p. 412-21. 1985.

WILSON, J.R.; DEINUM, B.; ENGELS, F.M. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. Neth. J. Agric. Sci., v. 39, p. 31-48. 1991

WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rume microflora. Aust. J. Agric. Res., v. 48, p. 165-180. 1997.

**PRODUÇÃO DE GÁS *in vitro* E COMPOSIÇÃO QUÍMICA NA  
CARACTERIZAÇÃO DE VALOR NUTRICIONAL DE ECOTIPOS DE  
*Brachiaria brizantha***

Resumo

Nos programas de melhoramento de forrageiras, há a necessidade de se desenvolver metodologias que sejam rápidas e ao mesmo tempo eficientes na seleção de genótipos de melhor valor nutricional. O objetivo deste trabalho foi de verificar a viabilidade do uso da técnica de produção de gás *in vitro* para fins de identificação de genótipos de melhor potencial qualitativo. Ao mesmo tempo, foi feita uma adaptação na metodologia com vistas a melhor simular as condições de pastejo e com isso aumentar a eficiência da técnica. Neste trabalho, foram utilizados oito ecotipos de *B. brizantha* e a cultivar Marandu em duas épocas do ano. A adaptação incorporada à metodologia tradicional que usa amostras secas e moídas foi a utilização de lâminas foliares verdes maceradas em gral como se mastigadas pelo gado. As lâminas foram incubadas em líquido ruminal tamponado, com leituras de volume e pressão de gás produzidos às 4, 8, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Os resultados foram expressos em volume acumulado de gás e em parâmetros cinéticos da fermentação. Foi possível detectar diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre ecotipos, para volumes acumulados, mas não para tempo de colonização e taxas de degradação. Há necessidade de novos ajustes da metodologia no sentido de melhorar sua eficiência em discriminar ecotipos. Foi possível selecionar o ecotipos B1, B3, B5 com base nos altos volumes acumulados de gás na fração rápida e sua composição química.

**PALAVRAS CHAVE:** cinética da fermentação, fermentação *in vitro*, taxa de degradação, valor nutritivo.

**IN VITRO GAS PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION IN  
CHARACTERIZING NUTRITIONAL VALUE OF ECOTYPES OF  
*Brachiaria brizantha***

Abstract

There is a need to develop methodologies in forage breeding programs to help select efficiently and quickly those ecotypes of higher nutritional value. Thus, the objective of this work was to verify the viability of the in vitro gas production technique in identifying genotypes of higher qualities potential by ruminants. At the same time, an adaptation was included in order to better simulate grazing conditions and thus improve the efficiency of the technique. Eight ecotypes of *B. brizantha* and the cultivar Marandu were evaluated in two seasons of the year. The adaptation introduced in the traditional technique that uses dried and ground samples was to use green leaves ground in mortars as if chewed by cattle. These samples were incubated in liquid ruminal, with readings of accumulated gas volume and pressure at 4, 8, 12, 24, 48, 72, and 96 hours. Results were expressed as accumulated gas volumes and kinetic fermentation parameters. It was possible to detect significant differences ( $P < 0.05$ ) between ecotypes for volume but not for lag time or rates of degradation. New adjustments in the technique are needed in order to improve the efficiency in discriminating among genotypes. It was possible to select ecotypes B1, B3, B5 based on high accumulated volume in the fast fraction and chemical composition.

**KEYWORDS:** kinetics of fermentation, in vitro fermentation, rate of degradation, nutritive value.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a nutrição bovina, se dá na maioria das vezes em pastagens, que geralmente não oferece ao animal condições para a máxima produção, pois nem sempre a quantidade e a qualidade destas forragens suprem suas necessidades, além disso, diversos fatores de ambiente interagem, afetando o processo de degradação ruminal.

Para a avaliação da qualidade dessas forragens, vários métodos foram desenvolvidos e revolucionaram a avaliação de plantas forrageiras. Tilley e Terry (1963) desenvolveram procedimentos para simular a digestão de forrageiras e com isso comparar diferentes alimentos quanto ao potencial de conversão em produto animal. Van Soest (1985) estabeleceu relações entre os teores de fibra em detergente na forragem e o desempenho animal.

Atualmente, além dos métodos químicos, que muitas vezes são demorados (Murray, 1993), métodos físicos (MacKinnon *et al.*, 1988; Inoue *et al.*, 1989), biológicos e anatômicos (Lempp *et al.*, 1997), foram integrados ao processo de avaliação e seleção de forrageiras.

A análise biológica visa avaliar a qualidade da forragem através de técnicas que simulam a atividade microbiana no rúmen do animal. Dentre os métodos disponíveis para se medir a digestibilidade e a cinética da digestão está o da produção de gás, o qual, basicamente mede essa produção a partir da fermentação de uma amostra em líquido ruminal tamponado, cujo princípio básico está na relação direta entre a fermentação e degradabilidade do alimento. Na técnica da produção de gás, tanto a digestibilidade da forragem, como as taxas de degradação, ocorrem com base na liberação dos produtos da digestão (Thiago e Barrocas, 1998). Esta técnica tem sido utilizada com sucesso para avaliar o valor nutritivo de substratos fermentecíveis (Menke, *et al.*, 1979; Steingass e Menke, 1986), sendo que outros parâmetros podem ser avaliados, como proteína bruta, fibra bruta, teor de gorduras e cinzas para se predizer a energia metabolizável (Blümmel e Ørskov., 1993).

Inicialmente, Menke *et al.* (1979) propuseram uma técnica que consistia na medida direta do volume de gás sob condições normais de pressão atmosférica, o que exigia atenção contínua do laboratorista durante todo o tempo das medições. Mais adiante, Pell e Schofield, (1993) e Cone *et al.*, (1995) com uma técnica mais avançada, propuseram que o gás produzido seria acumulado em garrafas de volume fixo e o volume determinado em função de variações de pressão. As medições são realizadas

eletronicamente por transdutores de pressão, um para cada garrafa, envolvendo muito equipamento e com pequeno número de garrafas por corrida, limitando assim sua utilização.

Theodorou *et al.* (1993) propuseram uma técnica cujas leituras de pressão e volume são feitas manualmente, utilizando apenas um transdutor de pressão, conectado a um amperímetro digital, o que permite ampliar o número de garrafas por corrida. Essa técnica tornou-se atrativa como uma das avaliações de seleção em programas de melhoramento genético por ser simples, confiável e relativamente de baixo custo. Além disso, apresenta reproduzibilidade e aumenta o número de técnicas que avaliam as respostas do animal aos nutrientes (Herrero e Jessop, 1997).

Adaptações à técnica descrita por Theodorou *et al.* (1993) foram propostas por Thiago e Barrocas (1998), e a utilização destas por Sabatel *et al.* (1999) permitiram detectar diferenças significativas entre ecotipos de *Brachiaria* na Embrapa Gado de Corte.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar oito ecotipos e uma cultivar de *Brachiaria brizantha*, através da técnica de produção de gás e verificar a viabilidade dessa técnica na identificação de genótipos de maior potencial qualitativo, além de aperfeiçoar a metodologia utilizada no processo de avaliação de forrageiras.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande – MS, localizada a 20°28' de latitude Sul e 55°40' de longitude Oeste, com altitude média de 520m (Mothci, *et al.*, 1979). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso e de savana, subtipo AW, caracterizado por distribuição irregular de chuvas, com período seco e chuvoso bem definido.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro, distrófico. A análise química encontra-se no Apêndice 1, e foi realizada nos 18 piquetes avaliados em maio de 1998.

Os dados meteorológicos do período experimental foram obtidos do SISCLIMA – Sistema de Dados Meteorológicos da EMBRAPA (Apêndices 2 e 3).

Oito ecotipos e a cultivar Marandu de *Brachiaria brizantha* foram distribuídos em 18 piquetes com 1000 m<sup>2</sup> cada, em duas repetições (Apêndice 4).

Para o início deste experimento, a área experimental foi submetida a duas desfolhas para uniformização que precederam em seis semanas as amostragens no período das águas, no mês de janeiro, e na seca, em julho de 2000. No período das águas a forragem foi rebaixada a aproximadamente 10 cm por novilhos em pastejo, sendo que no período da seca, a uniformização foi efetuada com a moto-segadeira manual, no qual procurou se manter a mesma altura de desfolha realizada pelos animais em janeiro.

### *Produção de gás*

As amostragens para a caracterização biológica de lâminas foliares foram realizadas em fevereiro e agosto de 2000, nos períodos das águas e seca, respectivamente.

Foram amostradas dez lâminas em três faixas transectas por piquete (Apêndice 5), coletando-se sempre a segunda lâmina completamente expandida. As trinta lâminas de cada piquete foram levadas ao laboratório e cortadas com tesoura em fragmentos de aproximadamente um centímetro. Destes fragmentos de lâminas foliares, foram formadas seis sub-amostras de um grama cada, pesados em balança de precisão, colocado em saquinhos de papel e identificado, num total de 108 amostras. O material foi mantido úmido até o final das pesagens e então macerado manualmente em gral por 1 minuto. Todas as seis amostras de cada piquete foram manipuladas simultaneamente por avaliadores independentes. Após a maceração, as amostras foram acondicionadas em garrafas de fermentação (vidro borossilicato), de 125 mililitros, boca (Diâmetro Interno X Diâmetro Externo) 13 mm x 20 mm, estas fechadas com tampas de butileno e identificadas.

Para incubação, utilizou-se dois banhos-maria a 39°C, com 57 garrafas cada, sendo três amostras de cada piquete e três para prova em branco em cada banho-maria.

A produção de gás foi medida de acordo com a técnica proposta por Theodorou *et al.* (1993), com adaptações de Thiago e Barrocas (1998).

As curvas de produção de gás foram estabelecidas, com medições após 4, 8, 12, 24, 48, 72 e 96 horas de fermentação. Para cada amostra, o volume médio de gás foi inicialmente corrigido pela prova em branco em cada tempo de incubação, e

posteriormente foi calculado o volume médio de gás acumulado. Os componentes cinéticos da produção de gás foram estimados por regressões não-lineares, relacionando-se tempo de incubação com o volume médio de gás acumulado, usando-se o procedimento de regressões não lineares, NLIN do aplicativo SAS (SAS, 1990) seguido de ANOVA e teste de médias (Tukey) para os componentes cinéticos da digestão.

O modelo matemático utilizado foi o proposto por Schofield *et al.* (1994):

$$V = A/1 + \exp [2 + 4B(C-T)] + D/1 + \exp[2 + 4E(C-T)]$$

Onde:

V = volume de gás acumulado (mL)

T = tempo de incubação (h)

A = volume de gás acumulado na fração rápida (mL)

B = taxa específica da fração rápida

C = tempo de espera (“lag time”) (h)

D = volume de gás na fração lenta (mL)

E = taxa específica da fração lenta

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em duas repetições com três amostras intra-blocos. Os tratamentos consistiram de oito ecotipos de *Brachiaria brizantha* e a cv. Marandu. Para análise de correlação utilizou-se o PROC COR do SAS (1990).

Os dados obtidos no período das águas e da seca foram analisados separadamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectaram-se diferenças significativas entre os ecotipos avaliados, para a variável de volume de gás acumulado na fração rápida (A) em lâminas foliares colhidas no período das águas e para o volume de gás acumulado nas frações rápida e lenta (D) e volume de gás acumulado após 24 e 48 horas de fermentação no período seco (Tabelas 1 e 2 e Figuras 1 a 4), que evidenciam diferenças entre as forrageiras na fermentação ruminal.

No período das águas, o volume de gás acumulado na fração rápida mostrou diferenças ( $P < 0,05$ ) para os ecotipos B5 e B8 em média apresentando 19,0 e 11,1 mL, respectivamente.

Tabela 1. Parâmetros cinéticos de fermentação ruminal de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cultivar Marandu, período das águas

Ecotipos	Parâmetros				
	A (mL)	B	C (h)	D (mL)	E
cv. Marandu	14,8 <sup>ab</sup>	0,078	5,6	36,7	0,0138
B1	16,0 <sup>ab</sup>	0,068	5,4	49,1	0,0130
B2	15,9 <sup>ab</sup>	0,060	2,9	35,3	0,0134
B3	13,5 <sup>ab</sup>	0,064	4,1	46,5	0,0138
B4	13,3 <sup>ab</sup>	0,063	3,3	36,0	0,0133
B5	19,0 <sup>a</sup>	0,054	5,1	35,5	0,0130
B6	14,8 <sup>ab</sup>	0,067	4,3	37,0	0,0136
B8	11,1 <sup>b</sup>	0,068	3,3	33,8	0,0128
B9	12,2 <sup>ab</sup>	0,064	3,5	35,4	0,0134
Médias	14,5	0,065	4,2	38,4	0,0133
DMS	7,1	NS	NS	NS	NS
CV (%)	12,1	13,2	53,9	12,9	3,5

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). NS = não significativo.

A = volume de gás acumulado na fração rápida, B = taxa específica da fração rápida, C = tempo de espera ("lag time"), D = volume de gás na fração lenta, E = taxa específica da fração lenta.

Para os demais parâmetros cinéticos da fermentação no período das águas, não detectaram-se diferenças significativas. A taxa específica da fração rápida apresentou-se em média 0,065, enquanto a lenta 0,0133, indicando que maior volume de gás por unidade de tempo foi liberado na fase rápida. O tempo de espera também foi semelhante para todos os ecotipos avaliados, com média de 4,2 horas, embora essa variável tenha apresentado Coeficiente de Variação alto (53,9%).

Os volumes de gás obtidos no período das águas, não apresentaram diferenças significativas entre os ecotipos para 24 e 48 horas de fermentação (Figuras 1 e 2), em média 16,7mL e 15,2 mL, respectivamente, com uma diferença de 9,9% em relação ao menor valor, significando que as quantidades acumuladas nos dois períodos são bem próximas (Figuras 1 e 2).

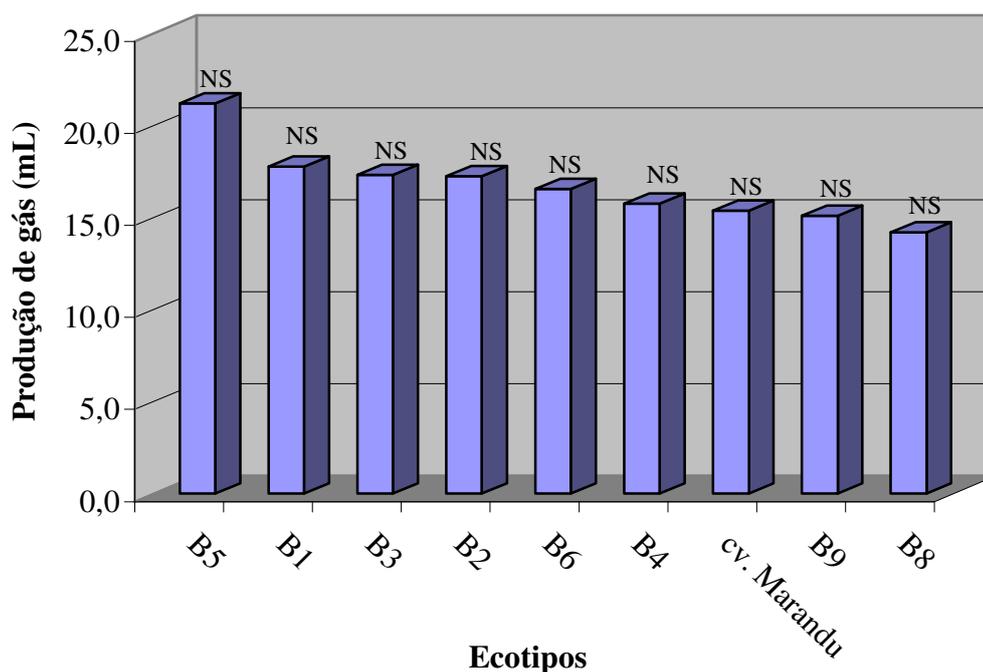


Figura 1. Volume de gás acumulado em 24 horas de fermentação para oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, período das águas. NS = não significativo ( $P > 0,05$ ). CV (%) = 13,8.

Portanto, os ecotipos que apresentaram maior liberação de gás até as 24 horas poderão ser os de melhor qualidade. Considera-se aqui o tempo de retenção das lâminas no rúmen, segundo Minson (1981), em torno de 24 horas.

A técnica da produção de gás serve para expressar a fermentação dos carboidratos, seja da parede celular ou do conteúdo celular. A primeira leitura válida é computada a partir das quatro horas de fermentação, já que até esse período, há a fermentação dos carboidratos prontamente solúveis, como o do conteúdo celular (Herrero e Jessop, 1996).

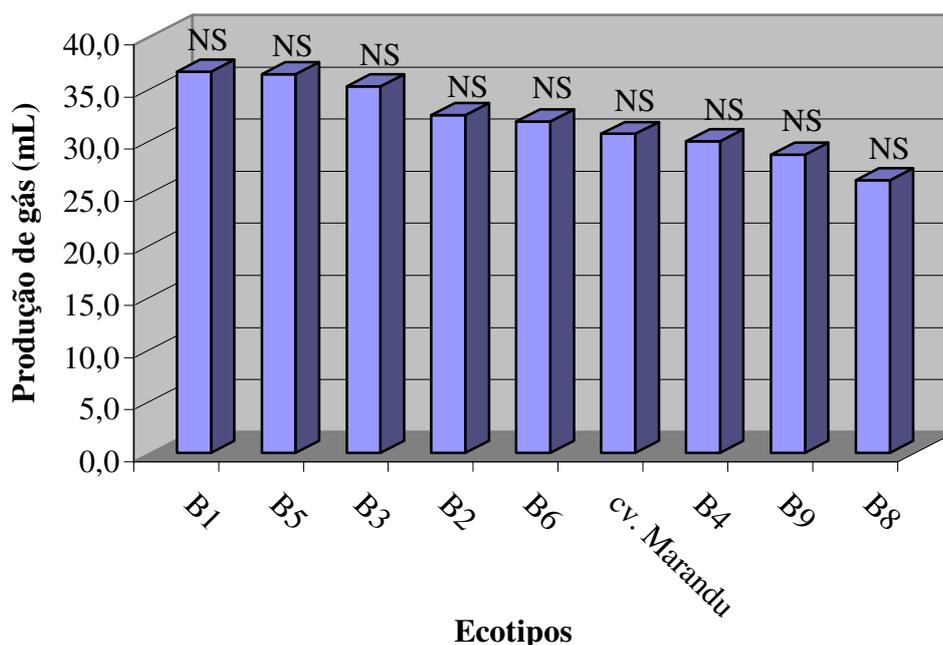


Figura 2. Volume de gás acumulado em 48 horas de fermentação para oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, período das águas.  
NS = não significativo ( $P > 0,05$ ), CV (%) = 11,2.

Tabela 2. Parâmetros cinéticos de fermentação de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, período da seca

Ecotipos	Parâmetros				
	A (mL)	B	C (h)	D (mL)	E
cv. Marandu	19,2 <sup>cde</sup>	0,158	9,1	50,1 <sup>ab</sup>	0,0152
B1	24,4 <sup>ab</sup>	0,158	9,2	68,4 <sup>a</sup>	0,0155
B2	15,5 <sup>f</sup>	0,535	8,9	46,0 <sup>ab</sup>	0,0169
B3	23,2 <sup>ab</sup>	0,853	10,5	56,5 <sup>a</sup>	0,0165
B4	17,9 <sup>ef</sup>	2,487	10,5	28,5 <sup>b</sup>	0,0168
B5	24,8 <sup>a</sup>	0,133	8,5	57,1 <sup>a</sup>	0,0161
B6	21,2 <sup>bcd</sup>	0,148	9,1	52,7 <sup>ab</sup>	0,0161
B8	18,2 <sup>def</sup>	0,173	9,4	45,5 <sup>ab</sup>	0,0158
B9	22,4 <sup>abc</sup>	0,137	8,7	55,0 <sup>a</sup>	0,0159
Médias	20,8	0,590	9,3	51,09	0,0161
DMS	3,3	NS	NS	24,6	NS
CV (%)	3,9	204,6	11,0	11,8	4,8

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). NS = não significativo.

A = volume de gás acumulado na fração rápida, B = taxa específica da fração rápida, C = tempo de espera ("lag time"), D = volume de gás na fração lenta, E = taxa específica da fração lenta.

No período da seca (Tabela 2), ocorreram diferenças significativas entre os ecotipos nos parâmetros cinéticos da fermentação para volume de gás acumulado na fração rápida e volume de gás acumulado na fração lenta. Para o volume de gás acumulado na fração rápida, B5 apresentou o maior valor, e embora não tenha diferido ( $P > 0,05$ ) de B1, B3 e B9, com média de 23,7 mL, diferiu significativamente da cv. Marandu, e dos ecotipos B2, B4 e B8, com média de 17,7 mL.

Para o volume de gás acumulado na fração lenta, B1, B3, B5 e B9, que não diferiram ( $P > 0,05$ ) da cv. Marandu, B2, B6 e B8, obtiveram média de 59,2 mL, apresentaram diferença significativa de B4, que obteve o menor volume de gás acumulado.

Para o volume de gás acumulado em 24 horas (Figura 3), valores semelhantes foram obtidos ( $P < 0,05$ ) pelos ecotipos B1, B3, B5 e B9, diferindo significativamente de B2, B4 e B8. Praticamente o mesmo padrão foi observado nas 48 horas de produção de gás (Figura 4), quando B1, embora não tenha apresentado diferença ( $P > 0,05$ ) de B3, B5, B6 e B9, diferiu dos demais ecotipos.

O volume de gás produzido em 24 horas de fermentação no período seco foi nitidamente maior que no período das águas, além de se verificar que nas 24 horas iniciais, a média de produção de gás foi de 33,9 mL, enquanto que para as 24 horas seguintes, foi de apenas 18,5 mL, com uma diferença de 83,2% em relação ao menor valor.

Além disso, observa-se no período seco, uma melhor capacidade de diferenciação entre parâmetros quando comparados com o período das águas. Isso ocorreu, possivelmente devido o menor desenvolvimento da forragem neste período, e o comportamento fisiológico da planta, alterado pela menor precipitação pluviométrica e pelas baixas temperaturas, inclusive com ocorrência de geadas (Apêndice 3). Neste caso, há a maior concentração de carboidratos solúveis e menor síntese de carboidratos estruturais (Wilson *et al.*, 1983; Van Soest, 1985), favorecendo assim, a ação microbiana nas células.

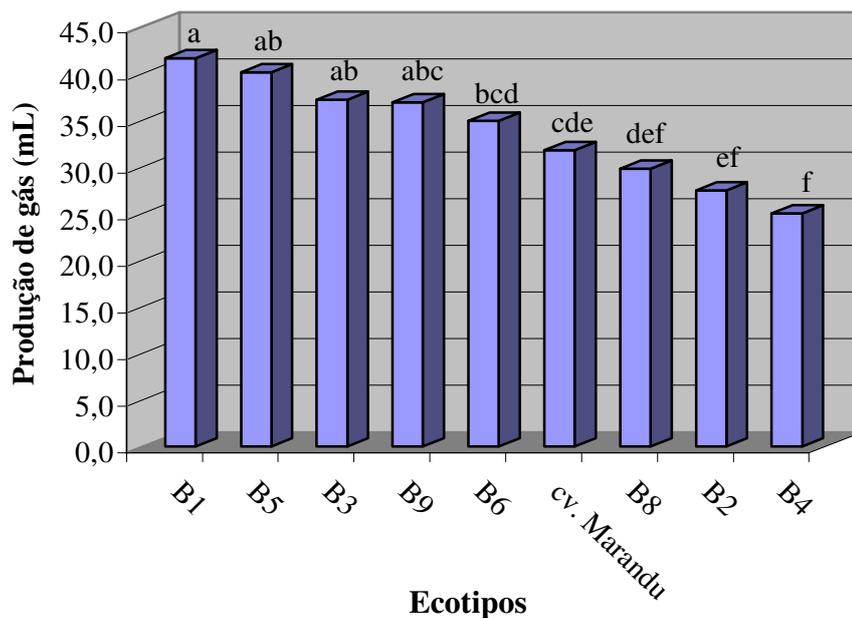


Figura 3. Volume de gás acumulado em 24 horas de fermentação *in vitro* para oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, período da seca. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). CV (%) = 3,8.

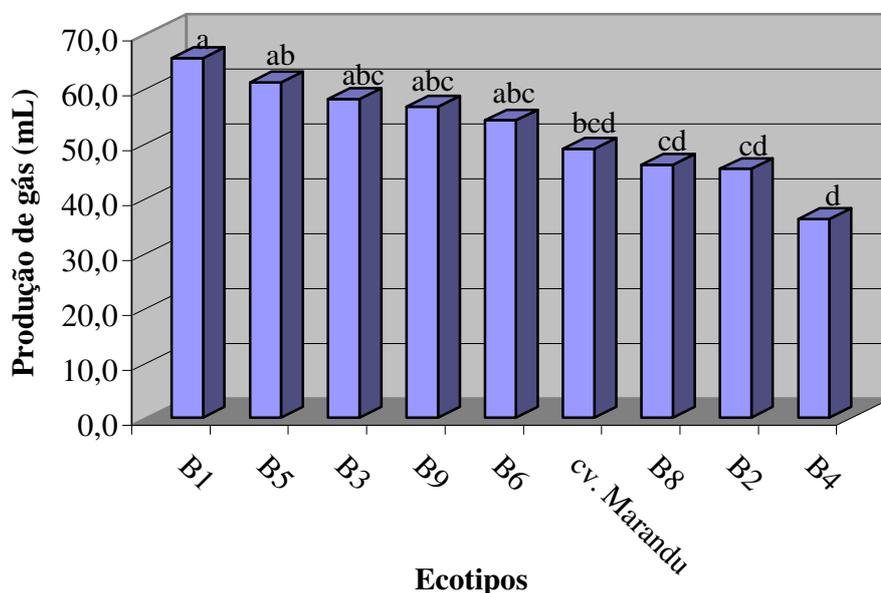


Figura 4. Volume de gás acumulado em 48 horas de fermentação *in vitro* para oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, período da seca. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). CV (%) = 6,9.

Um fator que pode ter afetado nos resultados foi a metodologia adotada para a maceração do material em gral, que foi realizada por seis pessoas concomitantemente por um minuto, resultando em diferentes níveis de desagregação da lâmina foliar. Portanto, para que este efeito seja retirado, ou para maior uniformidade no processamento das amostras, recomenda-se que o material não sofra nenhum tipo de maceração ou poderia ainda se adotar recortar o material com tesoura ou lâmina em tamanho médio de 2 a 3 mm<sup>2</sup>, de forma a fornecer condições homogêneas entre ecotipos no processo de degradação do material na fermentação *in vitro*.

A análise química nesse trabalho foi realizada buscando verificar as diferenças entre os ecotipos avaliados, em duas épocas do ano - águas e seca, e principalmente visando estabelecer correlações entre as características químicas e de produção de gás em lâminas foliares (Tabelas 3 e 4). A discussão dos resultados encontram-se no primeiro capítulo desta dissertação.

Tabela 3. Composição química em porcentagem de Matéria Seca (%MS) e Digestibilidade *in vitro* de Matéria Orgânica (DIVMO) de lâminas foliares de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, estação das águas

Ecotipos	PB	FDN	FDA	Celulose	Lignina	Sílica	DIVMO
cv. Marandu	10,9 <sup>b</sup>	73,9 <sup>b</sup>	36,1 <sup>c</sup>	26,0 <sup>de</sup>	2,9 <sup>c</sup>	2,6 <sup>a</sup>	61,5 <sup>ab</sup>
B1	11,0 <sup>ab</sup>	77,1 <sup>ab</sup>	37,8 <sup>bc</sup>	28,6 <sup>b</sup>	3,1 <sup>bc</sup>	1,5 <sup>a</sup>	59,1 <sup>bc</sup>
B2	10,6 <sup>b</sup>	75,8 <sup>ab</sup>	37,5 <sup>c</sup>	26,9 <sup>cd</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	2,5 <sup>a</sup>	62,0 <sup>ab</sup>
B3	10,2 <sup>b</sup>	80,3 <sup>a</sup>	40,1 <sup>a</sup>	30,1 <sup>a</sup>	3,1 <sup>bc</sup>	2,1 <sup>a</sup>	54,7 <sup>c</sup>
B4	12,1 <sup>ab</sup>	74,1 <sup>b</sup>	37,0 <sup>c</sup>	27,9 <sup>bc</sup>	3,0 <sup>bc</sup>	1,7 <sup>a</sup>	62,5 <sup>ab</sup>
B5	13,5 <sup>a</sup>	72,9 <sup>b</sup>	32,9 <sup>d</sup>	24,9 <sup>e</sup>	2,5 <sup>d</sup>	1,8 <sup>a</sup>	65,9 <sup>a</sup>
B6	09,7 <sup>b</sup>	75,6 <sup>ab</sup>	37,6 <sup>c</sup>	26,8 <sup>cd</sup>	3,2 <sup>bc</sup>	2,8 <sup>a</sup>	57,4 <sup>bc</sup>
B8	11,3 <sup>ab</sup>	77,5 <sup>ab</sup>	39,8 <sup>ab</sup>	29,0 <sup>ab</sup>	3,5 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	58,0 <sup>bc</sup>
B9	11,6 <sup>ab</sup>	75,9 <sup>ab</sup>	36,5 <sup>c</sup>	26,5 <sup>d</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	2,1 <sup>a</sup>	62,3 <sup>ab</sup>
Médias	11,2	75,9	37,3	27,4	3,1	2,2	60,4
DMS	2,5	5,3	2,0	1,3	0,3	1,4	5,4
CV (%)	12,1	2,5	3,1	2,5	5,8	22,6	6,1

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (P > 0,05).

Através das análises de correlações (Tabela 5) estabelecidas entre parâmetros cinéticos da fermentação, 24 e 48 horas de produção de gás e composição química dos ecotipos estudados no período das águas, foi possível detectar correlações negativas entre fibra detergente ácido e produção de gás na fração rápida e com 24 horas de produção de gás ( $r = -0,51$  e  $-0,49$ , respectivamente). A digestibilidade *in vitro* da

matéria orgânica também se correlacionou negativamente com o tempo de colonização ( $r = -0,58$ ).

Os resultados obtidos com as análises de correlação no período das águas demonstram que o maior teor de fibra em detergente ácido, interfere negativamente na fase inicial da digestão e que ocorre menor produção de gás nesse período.

No período seco, a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica teve alta correlação com as taxas específicas das frações rápida e lenta ( $r = 0,56$  para ambas).

Tabela 4. Composição química em porcentagem de Matéria Seca (%MS) e Digestibilidade *in vitro* de Matéria Orgânica (DIVMO) de lâminas foliares de oito ecotipos de *B. brizantha* e a cv. Marandu, estação seca

Ecotipos	PB	FDN	FDA	Celulose	Lignina	Sílica	DIVMO
cv. Marandu	10,2 <sup>b</sup>	67,9 <sup>abc</sup>	33,1 <sup>ab</sup>	22,8 <sup>cd</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	3,5 <sup>ab</sup>	61,1 <sup>a</sup>
B1	12,9 <sup>ab</sup>	70,9 <sup>a</sup>	33,1 <sup>ab</sup>	25,3 <sup>b</sup>	2,7 <sup>a</sup>	1,5 <sup>d</sup>	70,3 <sup>a</sup>
B2	12,3 <sup>ab</sup>	65,9 <sup>cd</sup>	31,4 <sup>ab</sup>	23,3 <sup>cd</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	3,1 <sup>abc</sup>	73,2 <sup>a</sup>
B3	13,3 <sup>ab</sup>	69,2 <sup>ab</sup>	34,3 <sup>a</sup>	27,0 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	1,9 <sup>cd</sup>	70,0 <sup>a</sup>
B4	16,2 <sup>a</sup>	66,4 <sup>bc</sup>	31,2 <sup>ab</sup>	23,4 <sup>cd</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,4 <sup>bcd</sup>	76,6 <sup>a</sup>
B5	13,2 <sup>ab</sup>	68,1 <sup>abc</sup>	31,3 <sup>ab</sup>	23,3 <sup>cd</sup>	2,3 <sup>b</sup>	2,2 <sup>bcd</sup>	70,3 <sup>a</sup>
B6	12,2 <sup>b</sup>	63,1 <sup>d</sup>	30,2 <sup>b</sup>	22,1 <sup>d</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>abc</sup>	71,8 <sup>a</sup>
B8	13,1 <sup>ab</sup>	66,7 <sup>bc</sup>	32,9 <sup>ab</sup>	24,0 <sup>bc</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>a</sup>	68,6 <sup>a</sup>
B9	12,3 <sup>ab</sup>	66,0 <sup>cd</sup>	30,7 <sup>b</sup>	22,3 <sup>cd</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>abc</sup>	73,4 <sup>a</sup>
Médias	12,9	67,1	32,0	23,7	2,6	2,9	70,6
DMS	4,6	3,1	3,3	1,7	0,3	1,5	15,7
CV (%)	11,5	2,6	3,5	3,1	7,4	19,5	6,6

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Tabela 5. Coeficientes de correlação entre parâmetros cinéticos da fermentação e composição química em lâminas foliares de oito ecotipos *B. brizantha* e a cv. Marandu, período das águas

	A (mL)	B	C (h)	D	E (mL)	24horas	48 horas
PB	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FDN	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FDA	-0,51*	NS	NS	NS	NS	-0,49*	NS
Celulose	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LigS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sílica	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
DIVMO	NS	NS	-0,58*	NS	NS	NS	NS

\* =  $P < 0,05$ ; NS = não significativo;

A = volume acumulado na fração rápida; B = taxa específica da fração rápida; C = tempo de espera; D = volume de gás acumulado na fração lenta; E = taxa específica da fase lenta.

Através das análises de correlação realizadas nesse trabalho, não foi possível obter resultados conclusivos para os caracteres avaliados. Isso ocorreu devido as condições climáticas do período seco que provocaram uma diferença na idade fisiológica das lâminas foliares, na matéria seca (%MS) e na taxa de aparecimento e expansão de lâminas foliares.

Tabela 6. Coeficientes de correlação entre parâmetros cinéticos da fermentação e composição química em lâminas foliares de oito ecotipos *B. brizantha* e a cv. Marandu, período da seca

	A (mL)	B	C(h)	D	E(mL)	24horas	48 horas
PB	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FDN	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FDA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Celulose	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LigS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sílica	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
DIVMO	NS	0,56*	NS	NS	0,56*	NS	NS

\* =  $P < 0,05$ ; NS = não significativo;

A = volume acumulado na fração rápida; B = taxa específica da fração rápida; C = tempo de espera; D = volume de gás acumulado na fração lenta; E = taxa específica da fase lenta.

## CONCLUSÕES

A técnica de produção de gás *in vitro* apresentou-se como metodologia discriminante de ecotipos apenas no período seco do ano, não o sendo na época das águas para a maioria dos parâmetros estudados.

O processo de maceração do material a ser incubado pode ser alterado, podendo ser picado em partículas de 2 a 3 mm<sup>2</sup>.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLÜMMEL, M.; ØRSKOV, E.R. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Techn.*, v. 40, p. 109-119. 1993.

CONE, J.W.; BEUVINK, J.A.M.W.; RODRIGUES, M.A.M. Use and applications of an automated time related gas production test for the in vitro study of fermentation kinetics in the rumen. *Revista Portuguesa de Zootecnia, Anais*, n. 1, p. 25-36. 1995.

HERRERO, M.; JESSOP, N.S. In vitro gas production of tropical pasture legumes. *Proc. Canadá*, p. 12-42. 1997.

INOUE, T.; BROOKES, I.M.; BARRY, T.N.; HOHN, A. Effects of selection for shear strength on the voluntary intake and digestion of perennial ryegrass fed to sheep. *Proc. N. Z. S. Anim. Prod.*, v. 49, p. 221-224. 1989.

LEMPPE, B.; EZEQUIEL, J.M.B.; SANTOS, J.M. Observação da estrutura girder na taxa de digestão dos tecidos em lâminas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana e Vencedor. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais... Juiz de Fora, SBZ*, p. 12-14. 1997.

MACKINNON, B.W.; EASTON, H.S.; BARRY, T.N.; SEDCOLE, J.R. The effect of reduced leaf shear strength on the nutritive value of perennial ryegrass. *J. Agric. Sci.*, v. 111, p. 469-474. 1988.

MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; SLEINGASS, H.; FRITZ, D.; SCHENEIDER, W. The estimation of the ruminant feeding stuffs from the gas productions when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.*, v. 93, n. 1, p. 217-222. 1979.

MINSON, D.J. Assessing the plant animal complex. In: *International Grassland Congress, 14, Lexington, Proceedings...*, p. 23-29. 1981.

MOTHCI, E.P.; AMARAL, J.A.M.; SANTOS, R.D. Levantamento de reconhecimento-detalhado e aptidão agrícola dos solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Mato Grosso do Sul. EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro, 1979. Boletim Técnico, 59. 225p.

MURRAY, I. Forage analysis by near infra-red reflectance spectroscopy. In: A. DAVIES, R.D. BAKER, S.A. GRANT AND A.S. LAIDLAW (Eds), SWARD MEASUREMENT HANDBOOK. Br. Grassl. Soc., p. 285-312. 1993.

PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. J. Dairy Sci, v. 6, n. 5, p. 1063-1073. 1993.

SABATEL, V.O.; VALLE, C.B.DO; THIAGO, L.R.L.S.; BOOCK, J.C.; MACEDO, M.C.M.; HERRERO, M. Produção de gás como parâmetro comparativo de qualidade entre 20 acessos de *Brachiaria*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. Anais... Porto Alegre: SBZ. 1999. Sessão Forragicultura. CD-ROM.

SAS Institute (Cary, USA). SAS language reference. Cary, 1042 p. 1990.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. J. Anim. Sci, v. 72, n. 11, p. 290-291. 1994.

STEINGASS, H.; MENKE, K. Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit pansen-saft bestimmten fasbildung und der chemischen analyse. Tierernährung, v. 14, p. 251-270. 1986.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; McALLAN, A.B.; FRANCE, J.A. A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed. Sci Tecn, v. 48, n. 3-4, p. 185-197. 1993.

THIAGO, L.R.L.S.; BARROCAS, G.E.G. Técnica de produção de gás: adaptações ao método proposto pelo IGER, UK. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 18 p. 1998.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage method technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. v. 18, p. 104. 1963.

VAN SOEST, P.J. Composition, fiber quality, and nutritive value of forages. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Eds). Forages: the science of grassland agriculture. Iowa State University Press. 4<sup>a</sup> ed. Ames, p. 412-21. 1985.

WILSON, J.R.; BROWM, R.H. WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, and C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> intermediate types of *Panicum*, species. Crop Sci., 23: 141-6. 1983.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de ajustar metodologias de avaliação química, física e biológica que permitam selecionar de forma rápida e discriminante os genótipos de *Brachiaria brizantha* potencialmente de maior qualidade e com isso fornecer subsídios ao processo de seleção de novas cultivares em andamento na Embrapa Gado de Corte.

Na avaliação física, utilizou-se a técnica de cisalhamento que quantifica a força necessária para romper a lâmina foliar quando aplicada perpendicularmente à sua superfície.

A análise química foi realizada através de espectrofotometria próxima ao infravermelho - NIRS (Near Infra-red Spectrophotometer), fornecendo dados de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina em ácido sulfúrico (LigS), sílica e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). Na produção de forragem foi estimado o teor de matéria seca (%MS), dos componentes morfológicos lâmina foliar, colmo + bainha foliar e material morto.

A avaliação biológica foi realizada através da técnica de produção de gás *in vitro*, que mede o volume de gás acumulado na fermentação de uma amostra em líquido ruminal tamponado. Neste caso o princípio básico está na relação direta entre a fermentação e degradabilidade da forragem. Numa adaptação da metodologia tradicional que utiliza amostras vegetais secas e moídas, foram utilizadas neste trabalho, lâminas foliares verdes de nove ecotipos de *B. brizantha* maceradas em gral e incubadas em líquido ruminal tamponado, com leituras de volume e pressão de gás entre 4 e 96 horas de fermentação. Os resultados foram expressos em volume total acumulado de gás e calculados os parâmetros cinéticos da fermentação.

Esta dissertação é composta por dois artigos, abordando a caracterização dos ecotipos de braquiária pelos métodos físicos no primeiro e pelo método biológico no segundo. Podem ser citadas as seguintes conclusões: a) a técnica de cisalhamento, associada com avaliação química e de produção de forragem, mostrou-se eficaz no processo de avaliação de *Brachiaria brizantha* por discriminar com rapidez e baixo custo os ecotipos de melhor qualidade; b) pela técnica de produção de gás, foi possível identificar quatro ecotipos de melhor qualidade, porém esta técnica não permitiu o estabelecimento de dados conclusivos, devido a ausência de significância estatística,

principalmente no período das águas. Alterações na metodologia aplicada na técnica de produção de gás foram sugeridas a fim de melhorar a repetibilidade.

**APÊNDICE**

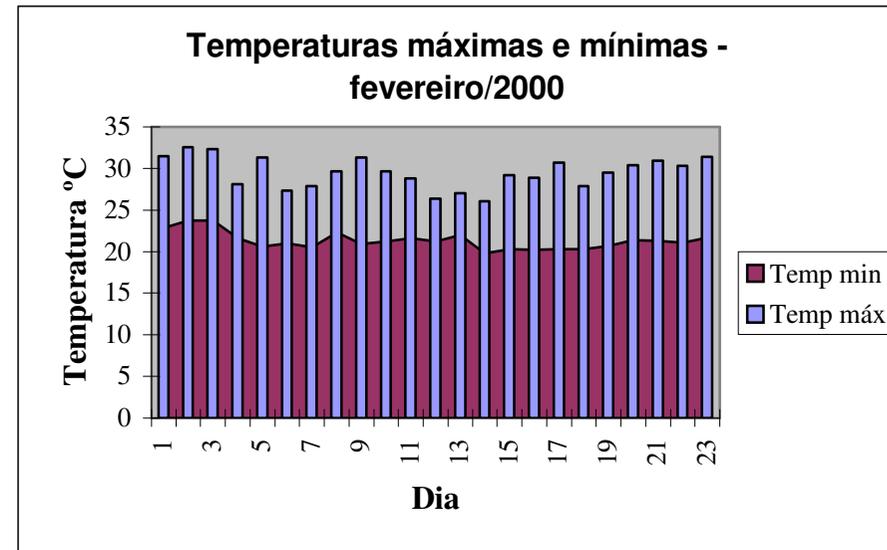
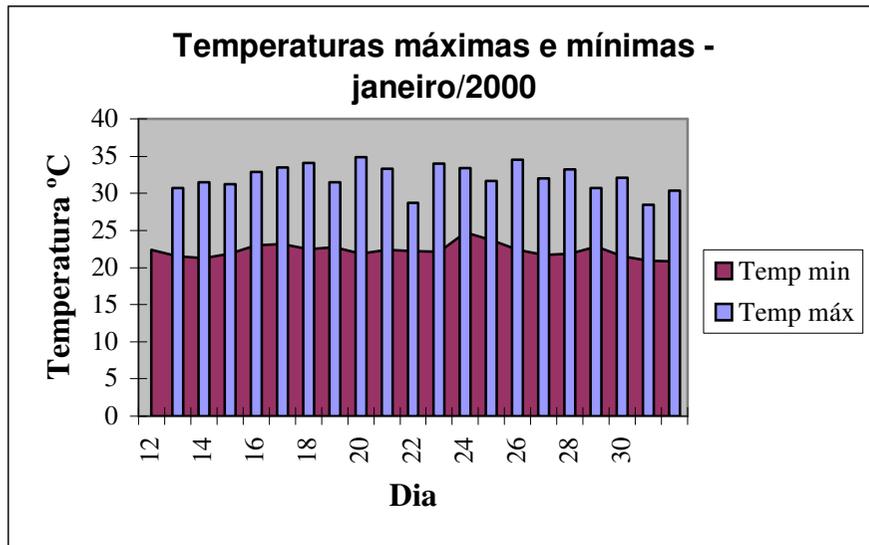


Apêndice 1. Análise química de solo da área experimental, 18 piquetes de 1.000m<sup>2</sup>, 0-15cm de profundidade

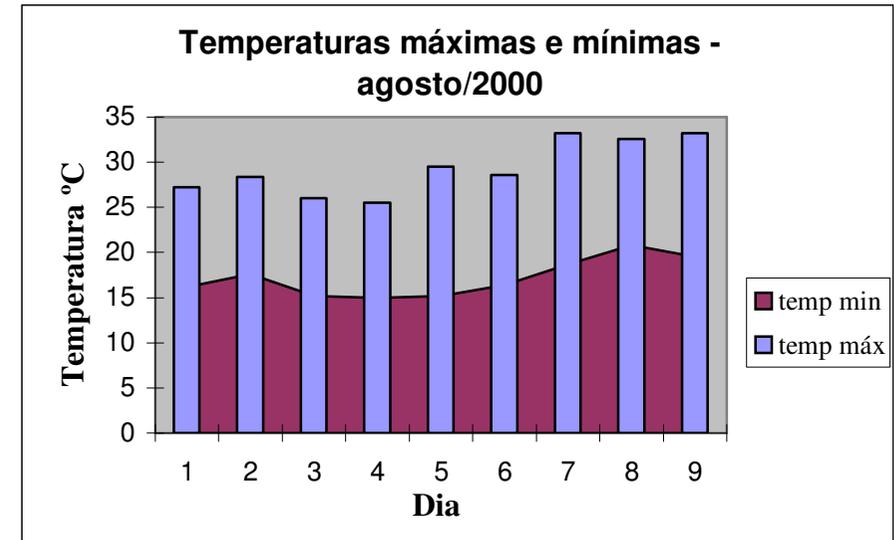
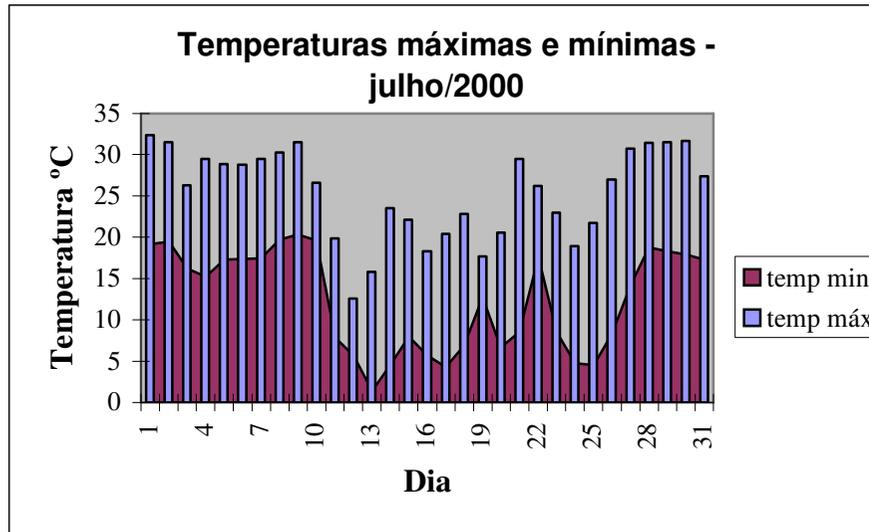
N° ordem	Ident.	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	S	T	t	V	m	M.O.	Pme	Pres	K
		água	CaCl	meq/100ml									%			ppm	
1	PIQ01	5,7	4,8	1,87	0,73	0,09	0,37	6,05	2,69	8,74	3,06	30,80	12,14	3,87	2,09	3,12	35,6
2	PIQ02	5,8	4,7	1,50	0,51	0,16	0,33	5,18	2,17	7,35	2,50	29,49	13,20	3,61	3,09	5,18	63,1
3	PIQ03	5,6	4,6	1,46	0,58	0,12	0,38	6,05	2,16	8,21	2,54	26,33	15,04	3,73	2,09	2,92	47,7
4	PIQ04	5,8	4,7	1,47	0,65	0,19	0,17	4,95	2,30	7,25	2,47	31,74	6,89	3,96	3,21	4,72	73,0
5	PIQ05	5,7	4,6	1,99	0,57	0,18	0,23	5,92	2,74	8,67	2,98	31,67	7,85	4,01	2,42	4,16	70,8
6	PIQ06	5,7	4,6	1,43	0,54	0,13	0,34	5,40	2,10	7,50	2,44	27,98	13,95	3,51	2,02	3,36	51,0
7	PIQ07	5,8	4,7	1,73	0,77	0,19	0,21	6,12	2,69	8,81	2,90	30,52	7,33	4,49	2,09	3,51	73,0
8	PIQ08	5,6	4,6	1,57	0,63	0,10	0,31	5,54	2,30	7,84	2,60	29,28	11,84	3,99	1,93	3,86	40,0
9	PIQ09	5,8	4,7	2,10	0,94	0,05	0,19	5,45	3,10	8,55	3,29	36,22	5,82	3,78	1,58	3,91	20,2
10	PIQ10	5,6	4,7	1,39	0,56	0,12	0,45	5,99	2,07	8,07	2,52	25,69	17,72	3,63	1,63	3,07	48,8
11	PIQ11	5,8	4,6	1,39	0,55	0,11	0,27	5,99	2,05	8,04	2,31	25,44	11,50	3,83	1,58	3,46	42,2
12	PIQ12	5,7	4,7	1,99	0,66	0,08	0,19	4,93	2,73	7,65	2,92	35,60	6,56	3,38	1,70	3,02	30,1
13	PIQ13	5,8	4,6	1,41	0,50	0,26	0,16	5,65	2,16	7,82	2,32	27,69	6,86	3,77	1,39	2,92	101,5
14	PIQ14	5,8	4,7	1,80	0,73	0,14	0,16	5,63	2,68	8,31	2,83	32,20	5,62	4,31	2,18	3,91	56,5
15	PIQ15	5,8	4,6	1,57	0,58	0,16	0,19	5,31	2,31	7,62	2,51	30,36	7,63	3,67	1,48	2,68	64,2
16	PIQ16	5,7	4,7	1,57	0,59	0,15	0,21	5,24	2,31	7,55	2,52	30,62	8,42	3,65	2,20	4,11	58,7
17	PIQ17	5,7	4,6	1,52	0,54	0,15	0,19	5,76	2,21	7,96	2,40	27,68	7,98	3,87	1,70	3,41	57,6
18	PIQ18	5,0	4,7	2,23	0,59	0,09	0,20	5,25	2,91	8,17	3,11	35,66	6,49	3,81	1,93	3,86	33,4

S: Soma de bases (Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup> + K<sup>+</sup>); T: Capacidade de Troca de Cátions; t: Soma de Bases + Al<sup>3+</sup>; V: Saturação de Bases; M.O.: Matéria orgânica; Pme: Fósforo em extrator Mehlich; Pres: Fósforo em extrator resina.

## Apêndice 2. Temperaturas máximas e mínimas no período experimental - período das águas



## Apêndice 3. Temperaturas máximas e mínimas no período experimental - período da seca



Apêndice 4. Croqui da área experimental representando a distribuição dos ecotipos estudados em piquetes de 1.000 m<sup>2</sup>

**Rep. I**

B4	B5	B1	B3	cv. Marandu	B2	B9	B8	B6
----	----	----	----	----------------	----	----	----	----

**CORREDOR CENTRAL**

**Rep. II**

cv. Marandu	B8	B9	B2	B6	B5	B3	B1	B4
----------------	----	----	----	----	----	----	----	----

Apêndice 5. Croqui da área experimental, representando um piquete de 1000m<sup>2</sup> com as faixas transectas (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub>) de coleta de amostras.

