

## RELAÇÕES DA PRODUÇÃO DE MASSA SECA E AS QUANTIDADES DE NUTRIENTES EXPORTADOS POR *Brachiaria brizantha* EM SOLOS SOB O MANEJO PELO SISTEMA "BARREIRÃO"<sup>1</sup>

Roberto Toledo de Magalhães<sup>2</sup>, Itamar Pereira de Oliveira<sup>3</sup> e Huberto José Kliemann<sup>4</sup>

### ABSTRACT

RELATIONS BETWEEN DRY MATTER YIELD AND THE AMOUNTS OF NUTRIENTS EXPORTED BY *Brachiaria brizantha* ON SOILS UNDER THE "BARREIRÃO" CROPPING SYSTEM

The relation between dry matter yield and the nutrients exported by *Brachiaria brizantha* on a dystrophic Oxisol (Goiás, Brazil) was assessed in a pasture established after clearing an original Cerrado area. This pasture was established by applying 1.5 t/ha of calcitic lime and direct sowing of *Brachiaria decumbens*. After ten years, this pasture was renewed using the "Barreirão System". In a single operation, rice was sowed at a depth of 3 cm to 5 cm together with *B. brizantha*, mixed with fertilizers, placed at a depth of 8 cm to 10 cm. Areas where the system has been used from one to six years were compared with a native forest and a seventeen years-old traditional pasture as reference areas. Considering the amounts of exported nutrients from the system, the data allow us to conclude that to sustain productivity of the Barreirão System: a) nitrogen from soil organic matter, levels of exchangeable calcium, magnesium and potassium, and available phosphorus and zinc (extracted by Mehlich-1 method) are insufficient after four years of use; b) available iron, copper and manganese are sufficient to keep the system going longer than six years; c) no consistent relationship between potassium exported and dry matter yield was found.

KEY WORDS: Tropical pastures, macronutrients, micronutrients, Barreirão system, savannah soils.

### INTRODUÇÃO

Do ponto de vista pedogenético e geoquímico, os solos de cerrados são altamente intemperizados, isto é, passaram por processos geologicamente longos – cerca de 100 milhões de anos – de lixiviação de bases e eliminação da sílica. O

### RESUMO

Avaliaram-se as relações da produção de massa seca com a exportação de nutrientes num solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, fase Cerrado, de textura franco-argilo-arenosa, em áreas de pastagem provenientes da abertura do cerrado original. Formou-se o pasto aplicando 1,5 t/ha de calcário calcítico e fazendo semeio direto com *Brachiaria decumbens*. Após dez anos de uso, renovou-se a pastagem através do "Sistema Barreirão", corrigindo-a com 2,0 t/ha de calcário dolomítico. Numa única operação, semeou-se o arroz e a *Brachiaria brizantha* e procedeu-se à adubação, nas profundidades de 3 a 5 cm e de 8 a 10 cm, respectivamente. Monitoraram-se áreas cujo tempo de implantação do sistema variava de um a seis anos, tendo como referências uma área de mata nativa e outra de dezessete anos de pastejo tradicional. Pelos dados obtidos conclui-se que, para manter a produtividade no sistema, em função dos nutrientes exportados pela pastagem: a) o nitrogênio da matéria orgânica do solo e os níveis de cálcio e magnésio e de fósforo e zinco disponíveis pelo extrator Mehlich-1 no solo são insuficientes a partir do quarto ano; b) o cobre, o ferro e o manganês disponíveis são suficientes por prazos maiores que seis anos; c) quanto à produção de massa seca e à exportação de potássio, não foi possível estabelecer relações coerentes entre ambas.

PALAVRAS-CHAVE: Pastagens tropicais, braquiárias, macronutrientes, micronutrientes, sistema Barreirão, cerrado.

material residual corresponde, na fração argila, a óxidos e hidróxi-óxidos de ferro e alumínio e a argilas tipo caulinita (Weaver 1974, Lopes 1977, Curi 1983).

Os solos brasileiros sob vegetação de cerrados ocupam uma área de cerca de 180 milhões de hectares, estendendo-se pela região Centro-Oeste,

1. Trabalho recebido em fev./2002 e aceito para publicação em set./2002.

2. Departamento de Zootecnia, Universidade Católica de Goiás. Caixa Postal 86, CEP 74.605-220, Goiânia, GO.

3. Embrapa Arroz e Feijão. Cx. Postal 179. Rod. Goiânia – Nova Veneza, km 12. CEP 75.375-000 Santo Antônio de Goiás.

4. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Campus II - UFG, Goiânia-GO. E-mail: kliemann@agro.ufg.br

por partes do Sudeste, do Norte e do Nordeste (Goedert 1989). São naturalmente ácidos e de baixa fertilidade, e possuem matéria orgânica de baixa atividade. Em contrapartida, são profundos e têm alta estabilidade de agregados. Goedert argumenta que a capacidade produtiva desses solos é reduzida em níveis de manejo primitivo, porém o seu potencial é elevado, desde que sejam corrigidas as limitações nutricionais.

Tradicionalmente os solos de cerrados têm sido incorporados ao sistema produtivo agropecuário com o plantio simultâneo de arroz e de semente de capim, principalmente *Brachiaria decumbens*. A produção de arroz amenizava o custo de implantação da pastagem, e, uma vez formada essa pastagem, novas áreas eram incorporadas pelo mesmo processo. Houve, então, a expansão das áreas com pastagens cultivadas, em detrimento das áreas com arroz. Nesse processo de formação de pastagens os solos normalmente não eram adequadamente corrigidos (Portes *et al.* 1993).

A partir de 1986, com a introdução e adaptação de algumas técnicas já utilizadas pelos fazendeiros goianos, foi iniciada a recuperação de pastagens degradadas na Fazenda Barreirão, em Piracanjuba, GO. Ao conjunto das técnicas empregadas no processo de recuperação denominou-se "Sistema Barreirão". Este foi implementado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP/Embrapa), em Goiânia, GO (Portes *et al.* 1993). O sistema foi estudado em diversos experimentos, e sua viabilidade técnica e econômica foi determinada (Kluthcouski *et al.* 1991, Yokoyama *et al.* 1992, Portes *et al.* 1993).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a relação da produção de massa seca com a exportação de nutrientes pela *B. brizantha*, em solo manejado pelo "Sistema Barreirão" ao longo de seis anos, tendo como referência uma área de mata nativa e outra de pastagem implantada pelo sistema tradicional há dezessete anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nas áreas onde se implantou o "Sistema Barreirão" (Kluthcouski *et al.* 1991, Portes *et al.* 1993), na Fazenda Barreirão, Piracanjuba, GO. O solo foi descrito e coletado segundo Lemos & Santos (1996), sendo classificado como Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, fase Cerrado, textura franco-argilo-arenosa. O clima local é do tipo Aw, segundo Köppen, clima quente e úmido,

com uma longa estação seca e precipitações pluviárias anuais na ordem de 1.600 mm.

A área destinada à implantação do experimento é proveniente da abertura direta do cerrado original. Após o desmatamento, aplicaram-se 1,5 t/ha de calcário calcítico e realizou-se o semeio direto de *Brachiaria decumbens*. Após dez anos de uso da área, implantou-se o "Sistema Barreirão" nas pastagens degradadas. O preparo do solo foi feito com uma gradagem sobre a pastagem, seguida da aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico, de uma aração profunda com arado de aiveca (a uma profundidade de 35 a 40 cm) e de uma gradagem de nivelamento.

A semeadura da cultura e da forrageira, mais a adubação, foi executada em uma única operação. Usaram-se 7 g/ha de semente de *B. brizantha*, que foi semeada juntamente com o adubo à profundidade entre 8 e 10 cm. O arroz foi semeado a uma profundidade entre 3 a 5 cm, no espaçamento de 45 cm. Na adubação empregaram-se 300 kg da fórmula 5-30-15, 30 kg de FTE Br12 e 30 kg de sulfato de zinco por hectare.

As análises físicas e químicas de rotina de solos foram feitas de acordo com a metodologia preconizada pela Embrapa (1997). As análises químicas na massa seca (30% da massa verde) de *B. brizantha* foram executadas conforme a metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1989).

Os tratamentos consistiram de áreas com diferentes números de anos de uso, desde a reforma da pastagem pelo Sistema Barreirão, com duas testemunhas: uma do perfil pedológico não perturbado (mata nativa de cerrado) e a outra do sistema tradicional de manejo de pastagens (dezessete anos). As relações da produção de massa verde com as quantidades de nutrientes exportadas foram avaliadas por meio de ajuste de regressões polinomiais pelo método dos quadrados mínimos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 verificam-se o histórico de produtividade de *B. brizantha* ao longo de seis anos de implantação do "Sistema Barreirão" e o histórico da produção do pasto degradado com dezessete anos de manejo tradicional. O pico de produção de 24 t/ha de massa verde, constatado no terceiro ano após a implantação da pastagem, é mais elevado do que o dos primeiros anos, é devido à maior precipitação pluvial do ano e à total reação do calcário, que, segundo Tisdale *et al.* (1985), se completa somente dois anos após a sua aplicação.

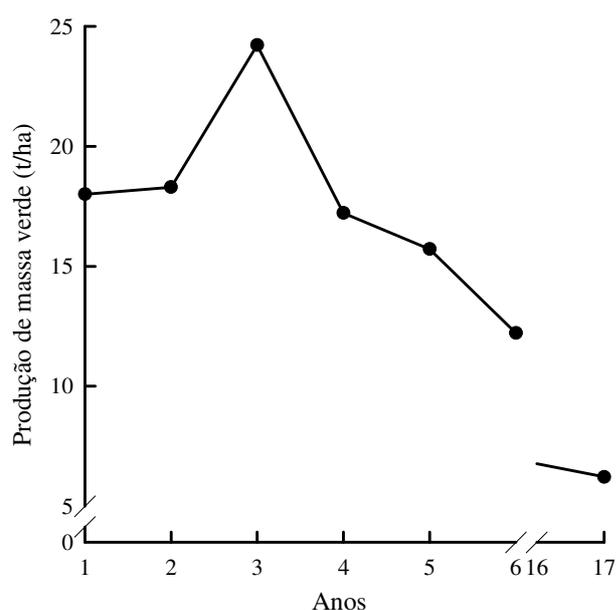


Figura 1. Decréscimo da produtividade de *Brachiaria brizantha* ao longo dos anos em solo LEd, submetido ao Sistema Barreirão de manejo de pastagens (Piracanjuba, GO)

Os declínios das produções de massa verde nos anos seguintes são decorrentes da degradação das propriedades físicas e da exportação dos nutrientes, bem como do esgotamento das reservas do solo, como se verifica pelas relações discutidas a seguir.

#### Nitrogênio

Para a produção de uma tonelada de massa seca de *B. brizantha*, de acordo com a equação de regressão da Figura 2, necessita-se de 10 kg N/ha, valor este abaixo daquele preconizado por Malavolta (1987) para as braquiárias. Diferenças nas quantidades exportadas são, deste modo, explicadas pelas diferenças entre as espécies de braquiárias e as formas de nitrogênio aplicadas (CIAT 1988). A forma linear da relação entre a produção de massa seca de *B. brizantha* e as quantidades exportadas de nitrogênio é coerente com os decréscimos de matéria orgânica ao longo dos anos e sua relação com a produção de biomassa de *B. brizantha* (Magalhães 1997). O nitrogênio mineralizável da matéria orgânica é uma fração muito pequena do total solicitado pela pastagem, o que explica a razão do formato linear da equação de "exportação" do nutriente, mesmo com a aplicação de 45 kg N/ha na implantação do sistema.

O teor de nitrogênio total – de 11 g/kg de massa seca de *B. brizantha* – tem-se mostrado insuficiente desde o início da implantação do sistema,

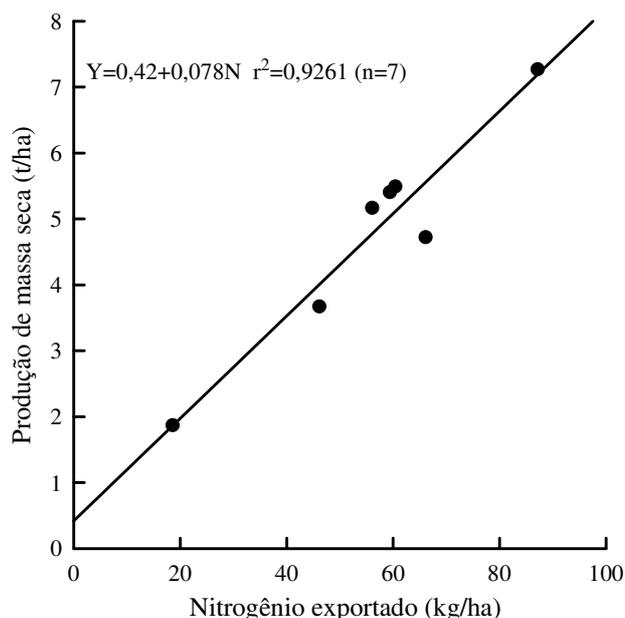


Figura 2. Relação da produtividade de massa seca de *Brachiaria brizantha* com as quantidades de nitrogênio exportado do solo LEd, submetido ao sistema Barreirão (Piracanjuba, GO)

o que comprova a afirmação de Malavolta (1987), de que o nível adequado situa-se na faixa de 17g/kg. Deduz-se daí que o nitrogênio do solo não é capaz de maximizar a produção de biomassa e o teor de proteínas, o que resulta na diminuição da capacidade de suporte da pastagem (Vilela *et al.* 1981).

#### Fósforo e potássio

Para a produção de uma tonelada de massa seca de *B. brizantha*, de acordo com a equação de regressão da Figura 3a, necessitam-se de 4,6 kg de P/t, valor este superior ao preconizado por Malavolta (1987), de 3 kg P/t. A superestimação da necessidade de P pode ser atribuída ao decréscimo dos teores foliares desse elemento ao longo dos anos, conforme dados da Tabela 1, o que é confirmado pelo formato praticamente linear da relação da produção de massa seca com a exportação do nutriente.

Magalhães (1997) encontrou relação linear entre a produção de massa verde de *B. brizantha* com a disponibilidade de fósforo (pelo extrator Mehlich-1), o que impossibilitou a determinação do nível crítico. Isso demonstra que, além do fraco poder de extração de fósforo do método, a quantidade aplicada de fosfato foi insuficiente para sustentar a produtividade do "Sistema Barreirão" ao longo dos anos.

Para a produção de uma tonelada de massa seca de *B. brizantha*, estimada pela equação da Figura 3b,

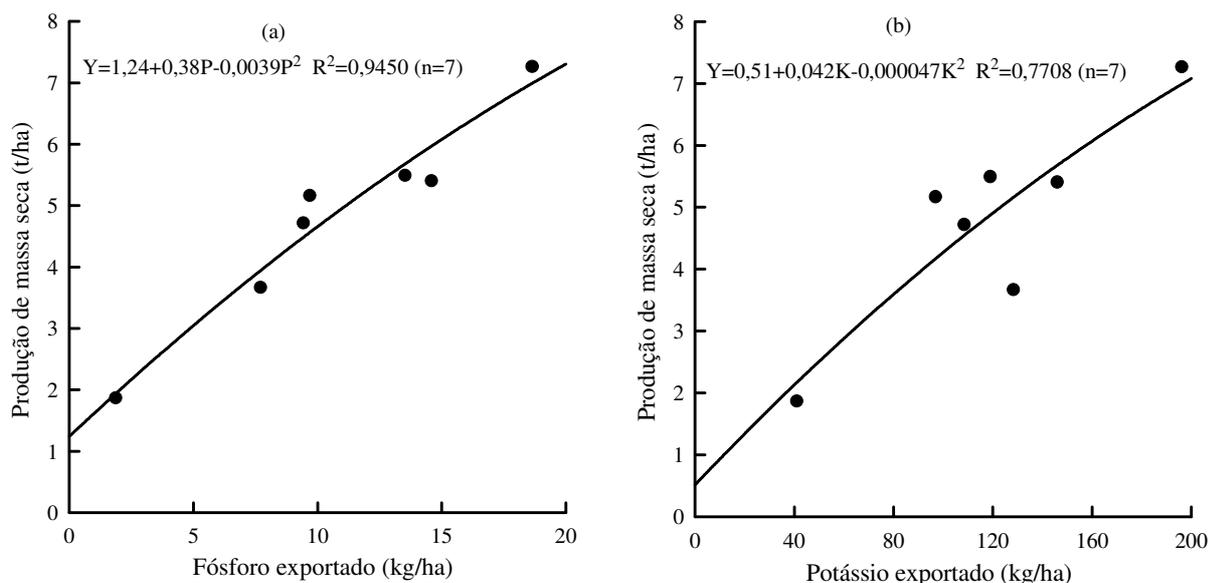


Figura 3. Relação da produtividade de massa seca de *Brachiaria brizantha* com as quantidades de fósforo (a) e de potássio (b) exportados do solo LEd, submetido ao sistema Barreirão (Piracanjuba, GO)

Tabela 1. Produções de massa seca (MS), teores de macronutrientes na parte aérea de *Brachiaria brizantha* e quantidades exportadas do solo LEd (dados médios de 5 repetições) (Fazenda Barreirão, Piracanjuba, GO)

Ano após a implantação	MS <sup>1</sup> t/ha	Concentração na planta					Quantidades exportadas				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
		-----g/kg-----					-----kg/ha-----				
1	5,41	11	2,7	27	2,6	2,7	59,4	14,6	145,9	14,0	14,5
2	5,50	11	3,6	23	2,0	2,0	60,5	13,5	118,9	13,5	14,2
3	7,27	12	2,5	27	2,3	2,7	87,2	18,6	196,1	17,1	19,6
4	5,10	11	1,9	19	2,0	2,4	56,1	9,7	96,9	10,2	12,2
5	4,72	14	2,0	23	2,1	2,3	66,2	9,4	108,5	9,9	10,8
6	3,67	11	1,8	30	2,4	2,1	46,2	7,7	128,3	10,3	9,0
17 (testem.)	1,87	10	1,0	22	3,0	2,3	18,6	1,9	41,0	5,6	4,2

<sup>1</sup>- A massa seca é considerada como 30% da massa verde.

são necessários 45,4 kg K/t. O teor foliar de K mais baixo, observado no quarto ano, atribui-se à maior produtividade no terceiro ano, como mostra a Figura 1, com subsequente exaustão do potássio trocável do solo, que deve ter sido parcialmente repostado pela reserva do solo (fator capacidade). No quarto ano houve uma apreciável passagem de K da fração trocável para a prontamente disponível, porém não em quantidades capazes de sustentar uma alta produtividade. Em decorrência disso, nos anos subsequentes o declínio da produtividade foi acompanhado pelo esgotamento progressivo da reserva de K do solo, chegando à testemunha (pasto degradado de dezessete anos) a teores de 56 mg/dm (Magalhães 1997), o que corresponde à produção de apenas 6,2 t/ha de massa verde.

Os teores foliares de potássio na *B. brizantha* ao longo dos anos aparentemente foram suficientes para maximizar a produtividade, isto é, foram maiores que os 18 g/kg sugeridos por Malavolta (1987). Entretanto, por causa da flutuação dos teores foliares de K na planta, como mostra a Tabela 1, e dos teores de potássio trocável nos solos, como foi verificado por Magalhães (1997), não é possível estabelecer com segurança relações coerentes entre a produção de massa seca e a exportação de potássio.

A quantidade de potássio necessária para a produção de uma tonelada de massa seca de *B. brizantha* foi muito superior ao valor sugerido por Malavolta (1987). Observa-se que a quantidade estimada de 500 kg de K necessária para maximizar a produção de massa seca (11,0 toneladas) extrapola

o domínio dos dados observados. Por isso é necessária cautela para avaliar a necessidade de potássio por extrapolação, que pode ser mascarada pela deficiência de outros nutrientes, como o nitrogênio (Pereira 1987) e o fósforo (Sanzonovicz 1985).

### Cálcio e magnésio

As equações de regressão que relacionam as produções físicas com as quantidades de cálcio e magnésio exportadas, como mostra a Figura 4, apresentam formato quadrático (aproximadamente linear), mostrando que são necessários, respectivamente, 3,30 kg Ca e 4,25 kg Mg para produzir uma tonelada de massa seca de *B. brizantha*. Malavolta (1987) sugere valores de 5 kg para o cálcio e 2,5 kg para o magnésio. As quantidades exportadas de cálcio (33 kg) e de magnésio (46,1 kg), que maximizam as produções (10,8 t e 9,6 t de massa seca, respectivamente), extrapolam o universo dos dados observados.

Os dois nutrientes são absorvidos essencialmente por fluxo de massa e interceptação radicular (Tisdale *et al.* 1985), e, deste modo, a ocorrência dos veranicos típicos dos cerrados pode prejudicar o crescimento radicular e a absorção de ambos. Conseqüentemente, a quantidade de calcário aplicada, de 2,0 t/ha, torna-se insuficiente para suprir teores adequados de cálcio e magnésio sob o enfoque

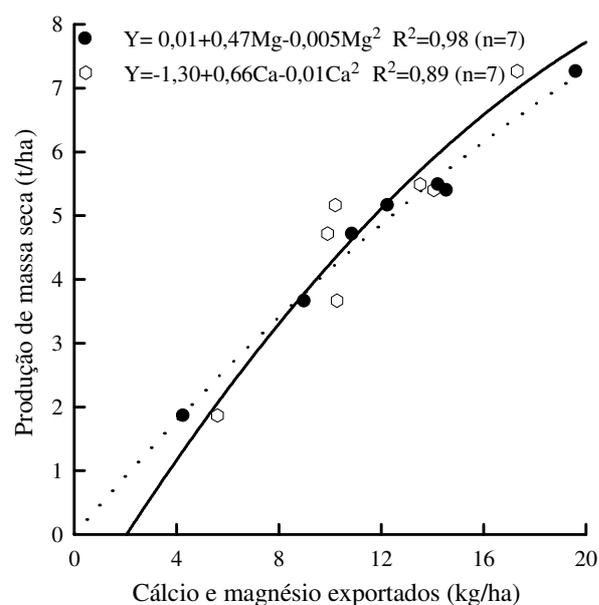


Figura 4. Relação da produtividade de massa seca de *Brachiaria brizantha* com as quantidades de cálcio e magnésio exportados do solo LEd, submetido ao sistema Barreirão de manejo de pastagens (Piracanjuba, GO)

da qualidade nutricional das pastagens, independentemente da produção física. Magalhães (1997) verificou que os teores de cálcio e magnésio diminuíram de 5,4 até 2,2 cmolc/dm<sup>3</sup> de Ca+Mg, do primeiro ao sexto ano de implantação do "Sistema Barreirão". Esses valores foram insuficientes para suprir a quantidade máxima solicitada de cálcio e de magnésio e para sustentar a produtividade a partir do quarto ano, com o nível crítico de 4,5 cmolc/dm<sup>3</sup>.

### Micronutrientes ferro, manganês, cobre e zinco

Os teores de ferro no tecido de *B. brizantha* apresentaram flutuações de 230 a 3.700 mg/kg, da ordem de 1.600% entre anos, como se verifica na Tabela 2. A alta concentração de Fe no tratamento testemunha (área degradada com dezessete anos de pastejo tradicional) pode ser atribuída ao "efeito Steejnberg" (efeito de diluição/concentração), em que o crescimento é proporcionalmente menor do que a absorção do nutriente, ou proporcionalmente maior, com o retardamento do crescimento por deficiência do mesmo nutriente (Jarrel & Beverly 1981).

Ao longo dos anos, os teores de ferro disponível no solo pelo extrator Mehlich-1, situam-se na faixa de 72 a 182 mg Fe/dm<sup>3</sup> (Magalhães 1997). No que tange à exportação de Fe por *B. brizantha*, encontrou-se uma relação linear entre a produção de massa seca e as quantidades exportadas do elemento ( $r^2 = 0,74$ , significativo a 5%), desde que se exclua o outlier dos pares de dados (teor de Fe das amostras colhidas nas parcelas de pasto degradado: dezessete anos), assinalado na Figura 5a. Embora a equação ajustada não permita estimar a produção máxima, aceitam-se como suficientes os níveis existentes no solo e na biomassa da *B. brizantha*, pois, segundo Malavolta (1987), os teores adequados situam-se na faixa de 180 a 250 mg Fe/kg de matéria seca das braquiárias.

Os teores de manganês no tecido vegetal de *B. brizantha* variaram de 138 a 210 mg/kg, como mostra a Tabela 2. Com base na equação da Figura 5b, estima-se que são necessários 139 g desse elemento para a produção de uma tonelada de massa seca. Esse valor aproxima-se das quantidades sugeridas por Malavolta (1987). De acordo com Magalhães (1997), o índice de manganês disponível pelo extrator Mehlich-1 foi praticamente constante ao longo dos anos, sendo assim, remota a possibilidade de deficiência em médio prazo.

Com relação ao zinco, estima-se que para a produção de uma tonelada de massa seca de *B. brizantha* são exportados 37 g, conforme mostra a

Tabela 2. Produções de massa (MS), teores de micronutrientes na parte aérea de *Brachiaria brizantha* e quantidades exportadas do solo LED (dados médios de cinco repetições) (Fazenda Barreirão, Piracanjuba, GO)

Ano após a implantação	MS <sup>1</sup> t/ha	Concentração na planta				Quantidades extraídas			
		Zn	Cu	Mn	Fe	Zn	Cu	Mn	Fe
		-----mg/kg-----				-----g/ha-----			
1	5,41	36	4	170	820	194,5	21,61	918	4430
2	5,50	41	4	170	280	225,5	22,00	935	1540
3	7,27	33	3	210	840	239,8	21,80	1525	6098
4	5,10	33	3	140	600	168,3	15,30	714	3060
5	4,72	33	6	200	455	155,6	14,15	943	2145
6	3,67	23	3	138	230	98,8	12,83	590	984
17 (testem.)	1,87	30	6	180	3700	61,6	11,16	336	6904

<sup>1</sup>- A massa seca é considerada como 30% da massa verde.

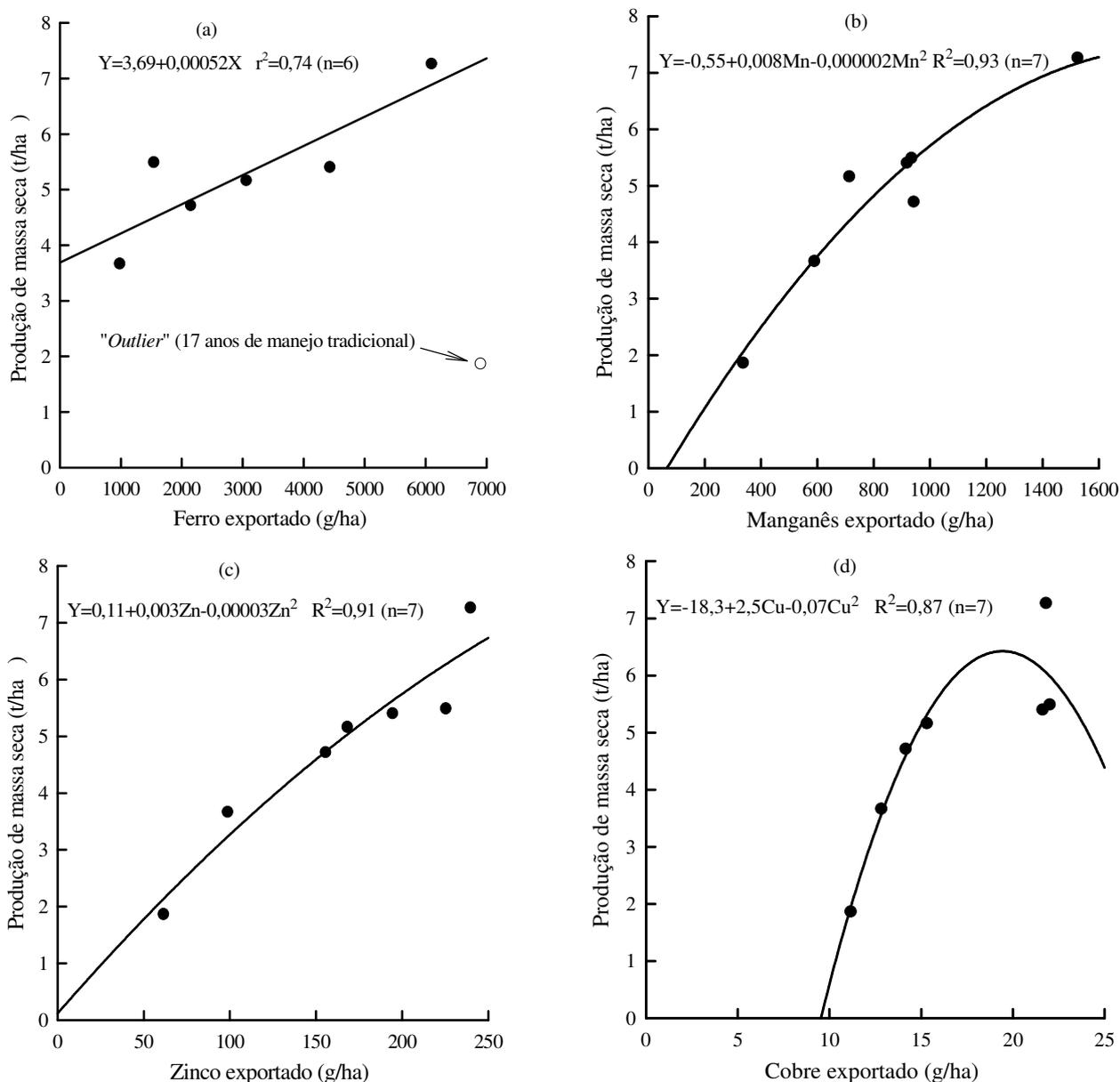


Figura 5. Relação da produtividade de massa seca de *Brachiaria brizantha* com as quantidades de ferro (a), manganês (b), zinco (c) e cobre (d) exportados do solo LED, submetido ao Sistema Barreirão de manejo de pastagens (Piracanjuba, GO)

Figura 5c. O valor representa cerca da metade daquele sugerido por Malavolta (1987).

Os teores de zinco na parte aérea de *B. brizantha* variaram de 41 a 23 mg Zn/kg de massa seca (Tabela 2). Esses valores são adequados, de acordo com os sugeridos por Malavolta (1987), de 27 mg Zn/kg, e coerentes com a evolução dos teores de zinco apresentados por Magalhães (1997). Embora as quantidades de zinco aplicadas por ocasião da implantação do Sistema Barreirão tenham-se mostrado suficientes, no médio prazo – do quarto ano em diante – tornam-se insuficientes, considerando-se o nível crítico de 1,8 mg/kg (extrator Mehlich-1), encontrado por Magalhães (1997).

Quanto aos teores de cobre na parte aérea de *B. brizantha*, estes variaram entre 3 e 6 mg/kg de massa seca (Tabela 2), sendo adequados, segundo a sugestão de Malavolta (1987), que é de 6 mg/kg. A quantidade de cobre necessária para a produção de uma tonelada de massa seca, com base na equação de regressão, não pôde ser estimada com segurança por causa do R<sup>2</sup> não significativo (Figura 5d). Sousa *et al.* (1980) chegaram a conclusões semelhantes.

As estimativas das necessidades dos nutrientes para a produção vegetal, feitas através das quantidades exportadas, têm as mesmas restrições descritas para os níveis críticos dos nutrientes disponíveis no solo, em decorrência de seu esgotamento generalizado ao longo dos anos de pastejo.

## CONCLUSÕES

Para manter a produtividade do "Sistema Barreirão", em função das quantidades exportadas de nutrientes pela *B. brizantha*, conclui-se:

1. O nitrogênio proveniente da matéria orgânica do solo é insuficiente a partir do quarto ano de pastejo.
2. Os níveis de cálcio e magnésio trocáveis e de fósforo e zinco disponíveis pelo extrator Mehlich-1 no solo são insuficientes a partir do quarto ano.
3. Os níveis de cobre, ferro e manganês disponíveis no solo pelo extrator Mehlich-1 são suficientes por prazos maiores que seis anos.
4. Não foi possível estabelecer relações coerentes entre a produção de massa seca e a exportação de potássio por causa da flutuação dos teores disponíveis nos solos e dos teores nas plantas ao longo dos anos.

## REFERÊNCIAS

- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1988. Programa de ganado de carne. CIAT, Cali. 248p. (Informe Anual).
- Curi, N. 1983. Lithosequence and toposequence from Goiás and Minas Gerais States, Brazil. PhD Thesis. Purdue University. Lafayette. 158 p.
- Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, Rio de Janeiro. 1997. Manual de métodos de análises químicas de solos. CNPS/Embrapa, Rio de Janeiro. 212 p.
- Goedert, W. J. 1989. Região dos Cerrados: Potencial agrícola e política para o seu desenvolvimento. *Pesq. Agropec. Bras.*, 24(1):1-17.
- Jarrel, W. M. & R. B. Beverly. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, 34(1): 197-224.
- Kluthcouski, J., A. P. Pacheco, S. M. Teixeira & E. T. de Oliveira. 1991. Renovação de pastagens de Cerrado com arroz. I. Sistema Barreirão. CNPAF/Embrapa, Goiânia. 20 p. (Documentos, 33).
- Lemos, R. C. de & R. D. dos Santos. 1996. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3. ed. Soc. Bras. Ciência do Solo, Campinas. 83 p.
- Lopes, A. S. 1977. A survey of fertility status of soils under Cerrado vegetation in Brazil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41(2): 422-6.
- Magalhães, R. T. 1997. Evolução das características químicas e físicas dos solos submetidos ao manejo do "Sistema Barreirão". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás. 81 p.
- Malavolta, E. 1987. Manual de calagem e adubação das principais culturas. Ceres, São Paulo. 496 p.
- Malavolta, E., G. C. Vitti, & S. A. de Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. POTAFOS, Piracicaba. 201 p.
- Pereira, J.P. 1987. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. p. 117 - 196. In Pedreira, J.V.S. & N. M. F. M. Meirelles. (Ed.). Encontro sobre Capins do Gênero *Brachiaria*. Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, São Paulo. 337 p. Anais.
- Portes, T. de A., J. Kluthcouski, & A. Silveira Filho. 1993. Crescimento de *Brachiaria brizantha* e arroz em cultivo consorciado e em cultivo isolado. In Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 4. Univ. Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará. *Rev. Bras. Fis. Veg.*, 5(1): 94-94. (Resumo 209).
- Sanzonowicz, C. 1985. Recomendação e prática de adubação e calagem na Região Centro-Oeste do Brasil. p. 309 - 334. In Simpósio sobre Calagem e Adubação de Pastagens. IZ/Embrapa/Anda/Potafos, Nova Odessa, São Paulo. 476 p.

- Sousa, J. C., J. H. Conrad, W. G. Blue, C. B. Ammerman, & L. R. McDowell. 1980. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. *Pesq. Agropec. Bras.*, 15(2): 335 - 41.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, & J. D. Beaton. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. 4. ed. MacMillan, New York. 754 p.
- Vilela, H., A. G. Teixeira Filho, D. do Nascimento Júnior, M. T. de Melo & A. M. Carneiro. 1981. Efeito de leguminosas com leguminosas e de pastagens com uréia sobre o desempenho de novilhos. *Rev. Soc. Bras. Zootecnia*, 10(1): 78 - 87.
- Weaver, J. M. 1974. *Soils of the Central Plateau of Brazil; chemical and mineralogical properties*. Cornell University, Ithaca, New York. 45p. (Agronomy mimeogr., 74-8).
- Yokoyama, L. P, J. Kluthcouski, J. de C. Gomide, E. P. Santana, A. D. Canovas, E. T. de Oliveira, I. P. de Oliveira, & C. M. Guimarães. 1992. Plantio de arroz em consórcio com pastagem no sistema Barreirão: análise econômica. CNPAF/Embrapa, Goiânia. 11 p. (Com.Técnico, 25)