

# TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS DE CAPIM-BRAQUIÁRIA (*Brachiaria decumbens* STAPF CV. BASILISK)<sup>1</sup>

JOSÉ MATEUS KONDO SANTINI<sup>2\*</sup>, SALATIÉR BUZETTI<sup>2</sup>, FERNANDO SHINTATE GALINDO<sup>2</sup>, ELISÂNGELA DUPAS<sup>2</sup>, DANIEL NOE COAGUILA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 01/06/15. Aceito para publicação em 08/12/15.

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP, Brasil.

\*Autor correspondente: santinijmk@gmail.com

**RESUMO:** O suprimento de nutrientes constitui-se em importante fator na nutrição da planta forrageira, refletindo no aumento de produtividade de massa seca (PMS) e melhoria da qualidade. A correta aplicação de fertilizantes em áreas de pastagens degradadas, ao fornecer nutrientes para atender as necessidades metabólicas, promove o desenvolvimento das plantas forrageiras, e por consequência, restabelece a cultura. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de combinações de calagem, adubação e sobressemeadura na recuperação do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk), em estágio avançado de degradação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados correspondem a testemunha; calagem; calagem + NPK; calagem + NPK + FTE (*fritted trace elements*); calagem + NPK + Zn; e calagem + NPK + FTE + sobressemeadura de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). As combinações de calagem e adubação não influenciaram a composição química da pastagem. O tratamento com calagem + NPK + FTE + sobressemeadura foi superior na PMS em relação ao tratamento testemunha, não diferindo dos demais. As concentrações médias de N, P, Ca e Mg da parte aérea do capim-braquiária, não foram influenciadas pelas combinações de adubação. Na avaliação da exportação total de N pelas plantas, houve efeito significativo, sendo o tratamento com calagem + NPK + FTE + sobressemeadura superior (75,76%) aos tratamentos testemunha e calagem, que não diferiram entre si. A utilização de calagem e adubação, em única aplicação, não é suficiente para a completa recuperação e aumento da produtividade e qualidade do capim-braquiária. O uso da sobressemeadura do capim-marandu, sobre pastagens de capim-braquiária, em conjunto com a calagem e a adubação, é uma boa alternativa para o aumento da produtividade e melhoria na qualidade de pastagens em estado avançado de degradação.

Palavras-chave: adubação em pastagens, nutrição de plantas, sobressemeadura.

## MANAGEMENT TECHNIQUES FOR THE RECOVERY OF DEGRADED BRACHIARIA PASTURES (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk)

**ABSTRACT:** The supply of nutrients is an important factor for pasture nutrition, increasing biomass productivity and improving forage quality. The correct application of fertilizers to degraded pasture areas promotes the development of forage plants and the consequent reestablishment of the culture by providing nutrients to meet the metabolic requirements of the plant. The objective of this study was to evaluate the effect of combinations of liming, fertilization and overseeding on the recovery of Brachiaria grass (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk) in an advanced stage of degradation. A randomized block design consisting of six treatments and four repetitions was used. The following treatments were evaluated: control; liming; liming + NPK; liming + NPK + FTE (*fritted trace elements*); liming + NPK + Zn, and liming + NPK + FTE + overseeding of Marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). The combinations of liming and fertilization did

not influence the chemical composition of the pasture. Liming + NPK + FTE + overseeding was superior in terms of biomass productivity when compared to the control treatment and did not differ from the other treatments. The mean concentrations of N, P, Ca and Mg in the aerial part of *Brachiaria* grass were not influenced by the fertilization combinations. Evaluation of total N export by the plant revealed a significant effect, with the liming + NPK + FTE + overseeding treatment being superior (75.76%) to the control and liming treatments, which did not differ from one another. The use of liming and fertilization, in a single application, is not sufficient to completely recover or to increase the productivity and quality of *Brachiaria* grass. Overseeding of Marandu grass on *Brachiaria* pastures, in conjunction with liming and fertilization, is a good alternative to increase the productivity and to improve the quality of pastures in an advanced stage of degradation.

Keywords: pasture fertilization, plant nutrition, overseeding.

## INTRODUÇÃO

A exploração racional, ambientalmente correta, e o uso de mecanismos de desenvolvimento limpo, são temas cada vez mais discutidos no desenvolvimento agropecuário brasileiro. Tais temas, tem ocasionado ao país grande desenvolvimento tecnológico e produtivo no agronegócio, ampliando suas exportações e resultando na maior renda dos produtores (MACEDO, 2009). Dois grandes aspectos, no entanto, chamam a atenção quando se discute sustentabilidade da produção agrícola, sendo: o uso do solo com a agricultura tradicionalista e a degradação das pastagens (VILELA *et al.*, 2011).

Entre as regiões produtoras de bovinos, o cerrado brasileiro merece destaque, quando comparada com as demais regiões, devido às condições favoráveis para a produção e exploração da pecuária em sistemas de pastejo. Porém, apesar da grande área destinada à pecuária no cerrado, boa parte encontra-se em estado de degradação, devido à falta de correção do solo; ou por falta de adubação; ou até mesmo pelo mau uso da terra, como estabelecimento inadequado, lotação excessiva e falta de manutenção (DUPAS *et al.*, 2010).

Considerando que a agropecuária é, em sua maioria extensiva e, por decorrência, possui áreas degradadas tem-se a necessidade de recuperar tais áreas e elevar a produção da forrageira, sendo a forma mais fácil e menos onerosa, a correção e adubação do solo. Muitas informações foram geradas pela pesquisa, dando origem a tecnologias de recuperação de pastagem (YOKOYAMA *et al.*, 1999), mas sem real consenso para a tecnologia mais viável, uma vez que todas as técnicas terão diferentes momentos para utilização.

A recuperação de áreas degradadas é fundamental em termos econômicos, técnicos e ambientais. Para a recuperação destas áreas é essencial a melhoria da

fertilidade do solo e o manejo adequado da planta forrageira (IEIRI *et al.*, 2010). O manejo da fertilidade do solo em áreas de pastagens degradadas difere do realizado em áreas recém-implantadas ou manejadas intensivamente há muitos anos. Para a exploração intensiva das pastagens, a calagem e adubação estão entre os fatores mais importantes que determinam o nível de produção e a qualidade das pastagens (CASTAGNARA *et al.*, 2011). Em áreas já degradadas, a correta correção do solo e adubação pode resultar na recuperação das forrageiras.

O maior conhecimento sobre a eficiência de utilização de nutrientes pelas gramíneas forrageiras forneceria subsídios para diminuir as perdas desses nutrientes para o ambiente, e por ocasião, aumentar a produtividade. Consequentemente, a lucratividade do empreendimento pecuário, baseado na exploração de pastagens adubadas adequadamente, poderia ser incrementada de maneira sustentável. Além disso, estudos desse tipo poderiam fornecer estrutura para o desenvolvimento de modelos simples de apoio à tomada de decisão, permitindo ao pecuarista escolher a estratégia de manejo da pastagem e de adubação mais apropriada para a sua situação (EUCLIDES *et al.*, 2007).

Nesse contexto, avaliou-se o efeito de combinações de calagem, adubação e sobressemeadura de capim-marandu, na recuperação do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk), em estágio avançado de degradação, na produtividade de massa seca e na qualidade do capim.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Implantação, delineamento e tratamentos experimentais

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade

Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, localizada à margem esquerda do Rio Paraná, com coordenadas 20° 21' S e 51° 22' W, a altitude de 326 m, em área ocupada por pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk (capim-braquiária) em estágio avançado de degradação. A caracterização da degradação da área foi realizada pela análise visual e química, de acordo com ROCHA JR. et al. (2013).

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Escuro eutrófico, de textura arenosa (EMBRAPA, 2013). A amostragem do solo foi realizada na profundidade de 0-20 cm e 20-40 cm, anterior ao início da aplicação dos tratamentos, para determinar as características químicas do solo (Tabela 1). A precipitação acumulada e a temperatura média anual foram de 1300 mm e 23,7°C. Os dados relativos a temperatura, umidade do ar e precipitação do período experimental encontram-se na Figura 1. O clima é classificado em Aw, sendo caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, de acordo com a classificação de Köppen (KÖPPEN e GEIGER, 1928).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados correspondem à: testemunha (T1); calagem (T2); calagem + NPK (T3); calagem + NPK + FTE (*fritted trace elements*) (T4); calagem + NPK + Zn (T5); e calagem + NPK + FTE + sobressemeadura de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) (T6).

Nos tratamentos com aplicação de calcário, fez-se a aplicação de 970 kg/ha, para elevar a saturação por bases (V%) a 60%, utilizando calcário dolomítico (PRNT 90%). Na mistura de grânulos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, as fontes utilizadas foram, respectivamente, ureia (45% de N) na dose de 50 kg/ha de N, superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na dose de 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) na dose de 30 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Com relação aos micronutrientes, no tratamento com calagem + NPK + FTE foi utilizado o FTE-12 (3,9% S; 1,8% B; 2,0% Mn e 9,0% Zn) na dose de 22,2 kg/ha, para atingir 2 kg/ha de Zn. No tratamento com calagem + NPK + Zn, a dose foi de 2 kg/ha, utilizando como fonte sulfato de zinco (20% de Zn). E no tratamento calagem +

NPK + FTE + sobressemeadura foi utilizada 7 kg/ha de sementes puras viáveis de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) sobressemeado. Cada parcela teve área de 6,0 m<sup>2</sup> (3 x 2 m), com 1 m de espaçamento entre elas.

A área não foi preparada, mantendo o capim-braquiária com elevado grau de degradação. Para início do experimento, o solo foi corrigido quanto à fertilidade, aplicando-se calcário (23/10/2013) em todos os tratamentos, com exceção do tratamento testemunha. No tratamento com calagem + NPK + FTE + sobressemeadura, o capim-marandu foi semeado a lanço 9 dias após a calagem e as aplicações de NPK, FTE e Zn foram realizadas a lanço 23 dias após a calagem.

### Coleta de dados e procedimentos analíticos

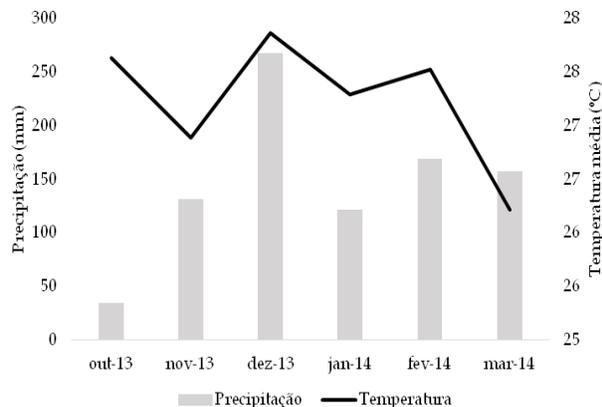
Anterior às avaliações, procedeu-se às amostragens das parcelas, com cortes de planta inteira (folha, colmo, bainha, e inflorescência) realizadas manualmente, na altura em relação ao solo de 25 cm, no centro das parcelas, delimitando em uma área de 0,5 m<sup>2</sup> (com auxílio de demarcador), quando a altura variou de 30 a 40 cm (DA SILVA et al., 2012). As amostragens do capim foram realizadas em quatro cortes: 13/12/2013; 14/01/2014; 14/02/2014; 16/03/2014. Após a coleta das amostras, o restante do capim foi roçado (25 cm em relação ao solo), com roçadeira mecânica, e removido das parcelas.

Após a colheita, a forragem foi colocada em sacos de papel e, posteriormente, colocadas em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura de 65°C, por 72 horas. Com as amostras secas, realizou-se a pesagem, quantificando a matéria seca para cálculo da produtividade de massa seca (PMS) por dia e total. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley equipado com peneira com crivos de 1 mm, e armazenadas para posterior análises.

Foram realizadas as análises químicas foliares para determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1997).

**Tabela 1. Análise do solo da área experimental em duas profundidades, anterior à aplicação dos tratamentos**

Profundidade (cm)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	S (g/dm)	MO (CaCl <sub>2</sub> )	pH	K -----	Ca (mmol/dm <sup>3</sup> )	Mg -----	H + Al -----	Al -----	B -----	Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	Fe -----	Mn -----	Zn -----
0 - 20	5	2	21	4,8	2,5	12	6	28	1	0,2	1,7	45,0	27,1	0,9
20 - 40	1	2	13	4,8	0,5	12	5	24	1	0,1	1,5	18,0	19,	0,5



**Figura 1. Precipitação total e temperatura média, de outubro/2013 a abril/2014.**

Para os cálculos de exportação de nutrientes, foram multiplicados os respectivos teores nutricionais de parte aérea pela PMS (kg/ha em cada corte), sendo convertidos em kg/ha e g/ha, respectivamente, para macronutrientes e micronutrientes.

Nas determinações dos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, as amostras foram acondicionadas em sacos de tecido não tecido de gramatura 80 com dimensões de 5 x 10 cm e mergulhados em becker contendo 50 mL de solução de detergente neutro, por amostra, quando determinada a FDN; e 50 mL de solução de detergente ácido, quando determinada a FDA, e submetida à digestão em autoclave a 105°C por 60 minutos (MERTENS, 2002). A lignina foi analisada com a adição de ácido sulfúrico 720 g/L no resíduo

insolúvel da determinação da FDA (VAN SOEST, 1994). As concentrações de celulose e hemicelulose foram estimadas por diferença.

A quantificação de nitrogênio total (NT) foi realizada pela digestão sulfúrica seguindo o método analítico semi micro-Kjeldahl e, por conseguinte, o teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela multiplicação da concentração de NT por 6,25 (AOAC, 1990).

### Análise estatística

Inicialmente foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade dos dados. Nos casos em que  $H_0$  foi rejeitada, procedeu-se à transformação de dados utilizando a equação  $(x+0,5)^{0,5}$ . Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (teste F). Se observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ), procedeu-se ao teste de Tukey, para a comparação das médias entre os tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas com o emprego do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo diário de massa seca diferiu significativamente no primeiro e terceiro cortes, para os tratamentos avaliados (Tabela 2). No primeiro corte, o tratamento com calagem + NKP + FTE + sobressemeadura foi superior ao tratamento testemunha, calagem e calagem + NPK, mas não diferiu do tratamento com calagem + NPK + FTE e do tratamento calagem + NPK + Zn. No terceiro corte, o tratamento com calagem + NKP + FTE +

**Tabela 2. Acúmulo diário de massa seca e produtividade de massa seca total do capim-braquiária submetido a combinações de calagem, adubação e sobressemeadura em relação a cada corte efetuado**

Tratamentos	PMS <sup>1</sup> (kg/ha por dia)				PMS <sup>2</sup> total (kg/ha)
	Cortes				
	1º	2º	3º	4º	
Testemunha	25,7 b	21,0	20,3 ab	31,0	3.041 b
Calagem	22,3 b	18,3	21,0 ab	36,7	3.043 ab
Calagem+NPK	29,3 b	21,8	24,3 ab	37,7	3.503 ab
Calagem+NPK+FTE	33,3 ab	16,0	19,3 ab	35,0	3.218 ab
Calagem+NPK+Zn	34,6 ab	21,3	14,0 b	38,7	3.369 ab
Calagem+NPK+FTE+ SS	50,6 a	25,8	43,0 a	33,7	4.748 a
CV (%)	39,59	27,43	25,21	27,35	27,80

<sup>1</sup>Acúmulo diário de massa seca. <sup>2</sup>Produtividade de massa seca total.

Médias seguidas de letra diferente, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

sobressemeadura foi superior ao tratamento calagem + NPK + Zn, mas não diferiu dos tratamentos dos demais. Na produtividade de massa seca total (PMS Total), o tratamento em que foi efetuada calagem + NPK + FTE + sobressemeadura foi superior ao tratamento testemunha com 56% (1.707 kg/ha de MS de forragem) de aumento na PMS total. O efeito observado na PMS total foi consequência do aumento na taxa de acúmulo de matéria seca diária do capim-braquiária (Tabela 2), resultante da correção e adubação da pastagem e, principalmente, da sobressemeadura com capim-marandu que, possivelmente, preencheu as falhas existentes na pastagem de capim-braquiária degradado.

Com base na análise inicial de solo, os teores de P (5,0 mg/dm<sup>3</sup>), S (2,0 mg/dm<sup>3</sup>), B (0,16 mg/dm<sup>3</sup>) e Zn (0,9 mg/dm<sup>3</sup>) foram considerados relativamente baixos, conforme RAJ *et al.* (1996). A acidez foi classificada como alta (pH em CaCl<sub>2</sub> em 4,8), e a V% estava com valor superior (42%) ao preconizado por WERNER *et al.* (1996) para o capim-braquiária (40%). Assim sendo, era esperado maior efeito na PMS total dos tratamentos com FTE, Zn e sobressemeadura, no entanto, foi observado melhor resultado com calagem + NPK + FTE + sobressemeadura, provavelmente devido ao preenchimento das áreas nas falhas no perfilamento na pastagem degradada. De acordo com VOLPE *et al.* (2008), a correção e adubação do solo são fundamentais para a renovação de pastagens degradadas, porém, a maior responsividade à fertilidade do capim-marandu pode ter auxiliado na maior produtividade verificada no tratamento com sobressemeadura em relação aos demais.

Nos tratamentos com aplicação de micronutrientes, não houve aumento da PMS total do capim-braquiária pelo uso do sulfato de zinco e do FTE, em comparação a testemunha.

Destacando que o Zn e o B foram considerados os micronutrientes limitantes, de acordo com RAJ *et al.* (1996), com teor inicial no solo de 0,9 e 0,16 mg/dm<sup>3</sup>. A ausência de efeito à aplicação de Zn em forrageira, no acúmulo diário de massa seca, na PMS total e na qualidade, também foi verificada por FERNANDES *et al.* (2008) e OLIVEIRA *et al.* (2006).

Ausência de resposta na aplicação de calagem já foi descrita na literatura para diferentes tipos forrageiras, como em *Panicum maximum* cv. Tobiatã (LUZ *et al.*, 2002), *Panicum maximum* Jacq. CV IZ-1, *Panicum maximum* cv. Vencedor; e *Panicum maximum* cv. Centenário (MITIDIERI, 1995), *Paspalum atratum* Sw. (ELYAS *et al.*, 2006) e capim-braquiária (FERNANDES *et al.*, 2008). Em capim-braquiária, isso é atribuído à tolerância ao alumínio e ao manganês e boa adaptação aos solos de baixa fertilidade e ácidos. É pertinente salientar, que respostas de forrageiras do grupo das braquiárias à aplicação de calcário dependerá do V% inicial do solo, que no presente trabalho estavam com valores próximos aos preconizados (WERNER *et al.*, 1996).

Os teores médios de PB, FDN, FDA, hemicelulose, celulose, e lignina do capim-braquiária não diferiram entre os tratamentos (Tabela 3). Quando os resultados de FDN, FDA, PB e lignina dos cortes individuais foram avaliados, verificou-se que apenas a PB, no primeiro corte teve efeito de tratamento, sendo que o tratamento com calagem + NPK + FTE + sobressemeadura foi superior aos tratamentos testemunha e calagem, não diferindo dos demais. Devido ao uso da concentração direta de N foliar para cálculo, o efeito verificado para o teor de PB no presente trabalho, deve-se à aplicação de N-fertilizante. VITOR *et al.* (2008) enfatizaram que há resposta positiva no aumento do teor de PB à adubação nitrogenada, e observaram efeito linear das doses de N nos teores de PB do capim-

**Tabela 3. Composição química do capim-braquiária (média de quatro cortes) submetido a combinações de calagem, adubação e sobressemeadura**

Tratamentos	PB	FDN	FDA	Hemi	Celulose	Lignina
Testemunha	6,9	70,4	36,2	34,3	29,3	6,8
Calagem	7,1	69,9	36,0	33,9	28,7	7,3
Calagem+NPK	8,5	70,4	36,3	34,1	28,6	7,6
Calagem+NPK+FTE	7,1	69,6	35,9	33,7	28,6	7,3
Calagem+NPK+Zn	7,3	69,5	35,5	34,0	28,5	7,0
Calagem+NPK+FTE+ SS	7,9	69,3	36,2	33,0	28,8	7,4
CV (%)	10,4	2,1	2,1	3,5	2,5	6,6

braquiária, tanto no período seco quanto no chuvoso.

A ausência de efeito nos teores de fibras em relação aos tratamentos utilizados está de acordo com VAN SOEST (1994) que afirmou que o estágio de maturidade da gramínea influencia mais o teor de FDN e FDA que a adubação em si. Não foi observado efeito da sobressemeadura nos teores de PB, FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina em relação aos demais tratamentos. Esse fato também foi verificado por MOREIRA *et al.* (2006) em estudo com épocas de sobressemeadura no *Cynodon dactylon* (capim-Tifton 85).

Efeito da sobressemeadura, em condições semelhantes ao do presente trabalho (áreas formadas com espécies perenes de clima tropical), foi estudado por REIS *et al.* (2001). Os autores destacaram que a sobressemeadura pode ser considerada uma opção para aumentar a produção e a distribuição estacional de forrageira e, principalmente, para manter o valor nutritivo durante a estação fria e seca do ano. VITOR *et al.* (2008) concluíram que o capim-braquiária, sobressemeado, possui elevada produção de massa seca, adequada cobertura do solo e boa composição química, tanto no período seco como no chuvoso, constituindo-se boa alternativa para renovação de pastagens degradadas.

As concentrações médias de N, P, Ca e Mg da parte aérea do capim-braquiária, não foram influenciadas pelas combinações de adubação (Tabela 4). Na avaliação da exportação total de N pelas plantas, houve efeito significativo, sendo o tratamento com calagem + NPK + FTE + sobressemeadura superior (75,76%) aos tratamentos testemunha e calagem, que não diferiram entre si.

A ausência de resposta da concentração média de N, à aplicação dos fertilizantes, pode ter sido ocasionada pela melhor distribuição do nutriente na planta, ou seja, apesar da aplicação de N não ter resultado no incremento do nutriente no tecido foliar, ocasionou acréscimos de produtividade (Tabela 2). Estes resultados são confirmados por CARVALHO *et al.* (1991), em que os autores observaram que a aplicação de N não resulta, necessariamente, em aumento do nutriente no tecido vegetal.

Embora o teor de P no solo estivesse baixo, não foi verificada diferença nas concentrações médias de P, nos tratamentos avaliados, postulando que o P não foi o nutriente limitante. Mas, salienta-se, que na maioria dos solos com pastagens degradadas (baixos nível de P), o P é o nutriente limitante, embora a resposta à adubação fosfatada muitas vezes ocorra em longo prazo. Nesse contexto, IEIRI *et al.* (2010) preconizaram que a utilização de

**Tabela 4. Concentrações médias (média dos quatro cortes) e exportação total (soma dos quatro cortes) de N, P, K, Ca, Mg e S da parte aérea do capim-braquiária em função das combinações de calagem, adubação e sobressemeadura**

Tratamentos	Concentração média (g/kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Testemunha	11,0	3,1	14,3 b	1,6	1,7	0,4 b
Calagem	11,4	3,3	15,6 ab	1,9	1,9	0,4 b
Calagem+NPK	13,6	2,6	16,8 a	1,8	1,7	0,5 ab
Calagem+NPK+FTE	11,4	2,7	16,2 ab	1,9	1,8	0,4 ab
Calagem+NPK+Zn	11,7	2,7	16,6 a	1,8	1,8	0,4 ab
Calagem+NPK+FTE+ SS	12,6	3,1	16,5 a	1,6	1,5	0,5 a
CV (%)	10,4	12,7	6,4	16,2	13,5	14,5
	Exportação Total (kg/ha)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Testemunha	33,4 b	9,4	43,6 b	4,8	5,3	1,2 b
Calagem	34,6 b	10,0	47,6 ab	5,8	5,9	1,1 b
Calagem+NPK	47,5 ab	9,1	58,9 ab	6,2	6,1	1,6 ab
Calagem+NPK+FTE	36,7 ab	8,8	52,0 ab	6,3	5,8	1,3 ab
Calagem+NPK+Zn	39,4 ab	9,1	56,1 ab	6,0	6,1	1,4 ab
Calagem+NPK+FTE+ SS	60,0 a	14,9	78,3 a	7,8	7,2	2,4 a
CV (%)	33,3	28,5	25,3	20,9	20,2	34,9

Médias seguidas de letra diferente, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

fontes mais solúveis, como o superfosfato simples, possui efeito mais rápido nas concentrações de P nos tecidos vegetais, quando comparados as fontes menos solúveis, sendo necessária a combinação de fonte mais solúveis com fonte menos solúvel, quando se almeja efeito a longo prazo e residual.

Efeito significativo foi observado nas concentrações médias de K, na parte aérea do capim-braquiária, em que os tratamentos calagem + NPK; calagem + NPK + Zn; e calagem + NPK + FTE + sobressemeadura foram superiores ao tratamento testemunha, não diferindo dos tratamentos calagem e calagem + NPK + FTE. As combinações avaliadas também influenciaram a exportação total de K, em que o tratamento calagem + NPK + FTE + sobressemeadura foi 79,5% superior ao tratamento testemunha, não diferindo dos demais tratamentos avaliados.

De acordo com RAJ *et al.* (1996), a concentração adequada de K foliar varia de 12 a 25 g/kg para o capim-braquiária e de 12 a 30g/kg para o capim-marandu. Torna-se notório, que apesar da concentração de K estar na faixa recomendada, encontram-se próximo ao mínimo, resultando na maior facilidade da absorção do nutriente. Destacando, que efeito significativo dos tratamentos com a aplicação de K, era esperado, uma vez que as gramíneas forrageiras extraem grande quantidade deste nutriente, podendo até ocorrer o consumo de luxo (GOMMERS *et al.*, 2005). De acordo com COUTINHO *et al.* (2004), mesmo em capins menos responsivos, em solos com teores não altos de K, são notórias as melhorias ocasionadas pela adubação potássica.

Mesmo com o teor de Ca do solo considerado baixo (12 mmol/dm<sup>3</sup>) e Mg do solo adequado (6 mmol/dm<sup>3</sup>) (SOUZA e LOBATO, 2004), o teor de Ca não foi limitante para o capim-braquiária, não havendo diferenças na concentração e exportação de Ca e Mg entre os tratamentos. Assim, para o capim-braquiária, é necessário avaliar qual seriam os teores de Ca e Mg limitantes para o crescimento dessa forrageira, em vista, que os valores da análise de fertilidade do solo, no presente trabalho, não limitaram o desenvolvimento da cultura.

Por outro lado, OLIVEIRA *et al.* (2000) no estudo do efeito da calagem nos teores de nutrientes no capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), em condições próximas ao do presente trabalho, verificaram aumento significativo nos teores de K, Ca, Fe e Mn. O capim-tanzânia pertence ao grupo de forrageiras mais exigentes, quando comparado ao capim-braquiária, e mais sensível a acidez do solo e deficiência nutricional, fato que justificaria a reposta à calagem no capim-tanzânia em detrimento ao capim-braquiária.

Na avaliação da concentração e exportação total de S, verificou-se que no tratamento calagem + NPK + FTE + sobressemeadura foi superior aos tratamentos testemunha e calagem. Os efeitos significativos na concentração média e exportação total de S podem ser explicados pelo fato de S geralmente estar em baixos teores nos solos de cerrado, tornando-o limitante para a produção agrícola. De acordo com SOUZA e LOBATO (2004), o teor adequado para o S, no solo, é de 5 a 9 mg/dm<sup>3</sup>, superior ao encontrado no solo utilizado neste experimento (2 mg/dm<sup>3</sup>). Deste modo, é provável que o S foi um dos nutrientes que limitaram a recuperação do capim-braquiária, e mesmo com o fornecimento de S através do superfosfato simples, a quantidade não foi suficiente para suprir esta limitação. Pressupondo-se que em locais com forte déficit de S, o uso exclusivamente de superfosfato simples, em única aplicação, não é suficiente para elevar o teor adequadamente do elemento, necessitando de outras fontes, em conjunto, para a supressão de S, como o sulfato de amônio ou gesso agrícola.

No Brasil existe forte preocupação com a disponibilidade de macronutrientes no solo, mas o S ainda é pouco estudado, mesmo com grande importância em solos de cerrado, pois, com a intensificação do uso de fertilizantes concentrados, como a ureia (46% de N), o superfosfato triplo (41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e MAP (9% de N; 48% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), a deficiência de S está aumentando significativamente (DOMINGUES *et al.*, 2008), comprometendo a produtividade tanto das grandes culturas quanto das pastagens. BONFIM-SILVA e MONTEIRO (2006) obtiveram respostas positivas para a produtividade e componentes produtivos do capim-braquiária, com a utilização de S. Corroborando o aumento nas concentrações de S no tecido foliar, DOMINGUES *et al.* (2008) relataram ajuste linear com aumento na concentração de S em relação as doses de S aplicadas no solo. Segundo os autores, a aplicação de S justifica-se pelo fato de que, nos tratamentos que não receberam S, a concentração na planta estava abaixo do considerado adequado, de 1,5 a 3,0 g/kg, (RAJ *et al.*, 1996), como verificado no presente estudo. Ou seja, quando notória a deficiência em S, far-se-á melhor correção do solo com o nutriente; tão quanto, a forrageira, terá melhor aproveitamento das fontes de S aplicadas.

Em relação às concentrações médias e exportação total de micronutrientes, não foram verificados efeitos significativos para Cu, Fe, Mn e Zn (Tabela 5). A ausência de resposta na concentração e exportação total dos referidos micronutrientes, é

Tabela 5. Concentração média e exportação total de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) da parte aérea do capim-braquiária em função das combinações de calagem, adubação e sobressemeadura

Tratamentos	Concentração nutricional foliar média (mg/kg)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Testemunha	5,4 b	6,0	137	102	31
Calagem	6,5 ab	9,0	104	102	33
Calagem+NPK	6,4 ab	9,0	88	97	24
Calagem+NPK+FTE	7,1 ab	7,0	108	102	28
Calagem+NPK+Zn	7,3 ab	10	86	94	25
Calagem+NPK+FTE+ SS	7,7 a	11	94	103	34
CV (%)	15,4	29,2	22,9	13,3	18,2
	Exportação total (g/ha)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Testemunha	16,3 b	17,2	415,0	308,6	93,8
Calagem	19,6 b	26,1	317,5	308,9	99,5
Calagem+NPK	22,4 b	32,1	309,7	338,9	87,0
Calagem+NPK+FTE	22,8 ab	23,3	348,2	327,0	89,1
Calagem+NPK+Zn	24,7 ab	33,9	290,5	316,9	85,6
Calagem+NPK+FTE+ SS	36,5 a	51,8	445,5	488,7	161,0
CV (%)	28,5	37,9	23,9	10,8	34,2

Médias seguidas de letra diferente, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

explicada pelo fato que a quantidade disponível destes micronutrientes no solo, normalmente, não limitam o crescimento das gramíneas forrageiras (FAQUIN *et al.*, 1998), ou seja, as gramíneas forrageiras são pouco responsivas à micronutrientes.

Para o B verificou-se efeito significativo na concentração média, em que o tratamento testemunha foi inferior (30,33%) ao tratamento calagem + NPK + FTE + sobressemeadura, não diferindo dos demais tratamentos avaliados. Já para a exportação média de B, observou-se superioridade (87,83%) do tratamento calagem + NPK + FTE + sobressemeadura em relação ao tratamento testemunha, calagem e calagem + NPK, estes que não diferiram dos demais tratamentos avaliados. Os efeitos observados nas concentrações médias e exportação total de B foi ocasionado pela limitação do nutriente no solo. Essa limitação é comprovada pelas concentrações de B nas folhas, variando de 5,4 mg/kg (testemunha) à 7,7 mg/kg (calagem + NPK + FTE + sobressemeadura). De acordo com RAJ *et al.* (1996), a faixa de B adequada para o capim-braquiária varia de 10 a 25 mg/kg, faixa esta, maior ao encontrado no presente trabalho.

Diante os dados analisados, torna-se notória que a aplicação de calcário, fertilizante NPK e

fritas (micronutrientes), aliada a sobressemeadura, resultaram no aumento das concentrações de nutrientes na parte aérea e aumento da quantidade exportada de nutrientes, evidenciando a melhoria da qualidade do capim-braquiária degradado.

REIS *et al.* (2001), avaliaram a sobressemeadura no capim-Tifton 85 em condições climáticas próximas as do presente trabalho, e concluíram que a sobressemeadura foi a opção a ser considerada para aumentar a produção e distribuição estacional e, principalmente, o valor nutritivo da forragem durante a estação fria e seca do ano. VITOR *et al.* (2008) verificaram que o capim-braquiária tem elevada produção de matéria seca, adequada cobertura do solo e boa composição química, tanto no período seco como no chuvoso, quando sobressemeado sobre capim-gordura (*Melinis minutiflora*), constituindo-se de boa alternativa para renovação de pastagens degradadas.

Conforme observado na Tabela 6, as concentrações de N, P, K e Mg, estão na faixa adequada, e as concentrações de Ca e S abaixo da faixa considerada como adequada WERNER *et al.* (1996). Pode-se inferir que mesmo o Ca estando abaixo da faixa de suficiência, não houve limitação do nutriente. Por outro lado, foi visível o aumento

Tabela 6. Concentração média, máxima e mínima dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) foliares do capim-braquiária

Macronutrientes (g/kg)	Concentração			DP <sup>1</sup>	CV (%)
	Média	Máxima	Mínima		
N	12,06	12,73	11,39	2,71	22,5
K	2,92	3,08	2,76	0,65	22,1
K	16,03	16,70	15,36	2,72	16,9
Ca	1,77	1,92	1,63	0,59	33,1
Mg	1,76	1,85	1,66	0,38	21,9
S	0,42	0,45	0,40	0,11	26,6
Micronutrientes (mg/kg)					
B	6,83	7,97	5,69	4,63	67,8
Cu	8,61	10,33	6,89	6,97	81,0
Fe	102,92	116,28	89,55	54,13	52,6
Mn	99,72	106,30	93,15	26,62	26,7
Zn	29,88	32,23	27,52	9,52	31,9

<sup>1</sup>Desvio padrão.

de S quando ocorreu a adição dos nutrientes. De acordo com WERNER *et al.* (1996), o Fe, Mn, Zn e Cu estão na faixa considerada adequada e a concentração de B foi inferior a concentração considerada adequada para a forrageira, levando ao efeito positivo da aplicação dos adubos para as variáveis que envolveram este nutriente.

## CONCLUSÃO

A utilização de calagem e adubação, em única aplicação, não é suficiente para a completa recuperação e aumento da produtividade e qualidade do capim-braquiária. O uso da sobressemeadura do capim-marandu, sobre pastagens de capim-braquiária, em conjunto com a calagem e a adubação, é uma boa alternativa para o aumento da produtividade e melhoria na qualidade de pastagens em estado avançado de degradação.

## REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Washington: AOAC, 1990.
- BONFIM-SILVA, E.M.; MONTEIRO, F.A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1289-1297, 2006.
- CARVALHO, M.M.; MARTINS, C.E.; VERNEQUE, R.S.; SIQUEIRA, C. Resposta de uma espécie de braquiária à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.195-200, 1991.
- CASTAGNARA, D.D.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R.; DEMINICIS, B.B.; BAMBERG, R. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.931-942, 2011.
- COUTINHO, E.L.M.; SILVA, A.R.; MONTEIRO, F.A.; RODRIGUES, L. R. A. Adubação potássica em forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 219-277.
- DOMINGUES, M.R.; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; SASSAKI, N. Doses de enxofre e de zinco na cultura do milho em dois sistemas de cultivo na recuperação de uma pastagem degradada. **Científica**, v.32, p.147-151, 2008.
- DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A.L.; HERNANDEZ, F.B.T.; BERGAMASCHINE, A.F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2598-2603, 2010.
- ELYAS A.C.W.; PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; MORAIS, A.R. Nitrogênio e saturação por bases no desempenho do capim-pojuca (*Paspalum atratum* Swalen cv. pojuca) cultivado em vasos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.554-561, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de

- Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; MEDEIROS, R.N.; OLIVEIRA, M.P. Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1189-1198, 2007.
- FAQUIN, V.; MORIKAWA, C.K.; EVANGELISTA, A.R.; CURTI, N.; WERNEK JR.; M.R.; MARQUES, E.S. Nutrição em macro e micronutrientes de gramíneas forrageiras cultivadas em Latossolo da região dos campos das Vertentes-MG, Brasil. **Pasturas Tropicais**, v.20, p. 13-17, 1998.
- FERNANDES, F.M.; PRADO, R.M.; KAWATOKO, M.; ISEPON, O.J. Efeito residual de calcário, nitrogênio e zinco na produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* em condições de campo. **Zootecnia Tropical**, v.26, p.125-131, 2008.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- GOMMERS, A.; THIRY, Y.; DELVAUX, B. Rhizospheric mobilization and plant uptake of radiocesium from weathered soils: I. Influence of potassium depletion. **Journal of Environmental Quality**, v.34, p.2167-2173, 2005.
- IEIRI, A.Y.; LANA, R.M.Q.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com brachiaria. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1154-1160, 2010.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der erde**. Gotha: Verlag justus perthes, 1928.
- LUZ P.H.C.; HERLING, V.R.; BRAGA, G.J.; VITTI, G.C.; LIMA, C.G. Tipos e doses de calcário nas características agrônomicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata em função dos métodos de aplicação. **Scientia Agricola**, v.59, p.155-159, 2002.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009. Suplemento especial.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MOREIRA, A.L.; REIS, R.A.; SIMILI, F.F.; PEDREIRA, M.S.; CONTATO, E.D.; RUGGIERI, A.C. Época de sementeira de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim-tifton 85: Produção e composição botânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.739-745, 2006.
- OLIVEIRA, I.P.; CASTRO, F.G.F.; CUSTÓDIO, D.P.; MOREIRA, F.P.; PAIXÃO, V.V.; SANTOS, R.S.M.; FARIA, C.D. Avaliação da calagem sobre os parâmetros quantitativos, qualitativos e nutricionais da forrageira Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, p.71-75, 2000.
- OLIVEIRA, P.P.A.; SOUZA, F.H.D.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. **Avaliação da adubação com micronutrientes em pastagens sob irrigação para produção de forragem e de sementes**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. (Boletim técnico, 100).
- REIS, R.A.; SOLLENBERGER, L.E.; URBANO, D. Impact of overseeding cool-season annual forages on spring regrowth of Tifton 85 bermudagrass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p.295-297.
- ROCHA Jr., P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17; p. 952-968, 2013.
- SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nded. Ithaca: Cornell University, 1994.
- VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1127-1138, 2011.
- VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; MOREIRA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; PEREIRA, A.L. Rendimento e composição química do capim-braquiária introduzido em pastagem degradada de capim-gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2107-2114, 2008.
- VOLPE, E.; MARCHETTI, M.E.; MACEDO, M.C.M.; ROSA JUNIOR, E.J. Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em Neossolo Quartzarênico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, p.131-138, 2008.
- WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. Forrageiras. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p.263-273. (Boletim técnico, 100).
- YOKOYAMA, L.P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P.; BARCELLOS, A.O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1335-1345, 1999.