

CINZA VEGETAL: CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E TEOR DE CLOROFILA DO CAPIM-MARANDU

VEGETABLE ASH: PRODUCTIVE CHARACTERISTICS AND CHLOROPHYLL IN PALISADEGRASS

Edna Maria BONFIM-SILVA¹; Carlos Eduardo Avelino CABRAL²;
Tonny José Araújo da SILVA¹; Júlio Cezar Fornazier MOREIRA³;
João Carlos Santos de CARVALHO³

1. Professor adjunto, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Rondonópolis, MT, Brasil. embonfim@hotmail.com; 2. Doutorando em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil. 3. Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Rondonópolis, MT, Brasil.

RESUMO: O uso de cinza vegetal na agropecuária é uma prática que auxilia no manejo da fertilidade do solo, além de proporcionar destino ao resíduo sólido, o que contribui para preservação ambiental. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da cinza vegetal na produção e teor de clorofila do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). O experimento foi realizado em casa de vegetação em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em doses de cinza vegetal: 0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00 e 3,75 g dm⁻³. Foram realizados dois cortes na parte aérea das plantas, sendo o primeiro 30 dias após o transplantio e o segundo 33 dias após o primeiro corte. As variáveis avaliadas foram: massa de parte aérea, de lâminas foliares, de colmo+bainha, de raízes, bem como a relação massa seca da parte aérea e massa seca de raízes, eficiência no uso de cinza vegetal e o teor de clorofila (determinação indireta pela leitura SPAD). No primeiro crescimento a produção do capim-marandu respondeu linearmente até a dose de cinza vegetal de 3,75 g dm⁻³. No segundo crescimento a maior produção do capim-marandu ocorreu entre as doses de cinza vegetal de 3,11 a 3,54 g dm⁻³. A cinza vegetal aumenta a produção e o teor de clorofila do capim-marandu.

PALAVRAS-CHAVE: *Brachiaria brizantha*. Leitura SPAD. Resíduo sólido

INTRODUÇÃO

O uso de resíduos industriais na produção vegetal é vantajoso por dois aspectos principais: primeiro, por dar destino ao grande volume de resíduos industriais, o que constitui um problema ambiental e em segundo lugar, o uso de resíduos como fertilizantes reduzem a dependência indireta de rochas calcárias, fosfatadas ou mesmo do petróleo, que possuem longo ciclo geológico e são utilizados em larga escala na indústria de fertilizantes químicos.

A cinza vegetal, resíduo sólido das indústrias cuja energia é proveniente da queima de biomassa vegetal, é passível de ser utilizada como fertilizante. Esse resíduo é eficiente na redução da acidez e melhora a fertilidade do Latossolo de Cerrado, o que envolve diminuição do teor de H+Al, aumento de pH e dos teores de magnésio, fósforo e potássio (OSAKI; DAROLT, 1991; MAEDA et al., 2008; FERREIRA et al., 2012). As alterações na química do solo são variáveis, tendo em vista que a o tipo de biomassa utilizada na queima modifica as características da cinza vegetal. As cinzas de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) são ricas em fósforo e cálcio, enquanto as de bracatinga (*Mimosa*

scabrella) são ricas em potássio (OSAKI; DAROLT, 1991).

O uso de cinza vegetal no cultivo de alface aumenta o peso médio e diâmetro médio de cabeças, número médio de folhas por planta entre as doses de 10 e 15 t ha⁻¹ (DAROLT et al., 1993). Além disso, tem-se verificado o uso de cinza de biomassa de eucalipto para produção de mudas de goiabeira, com doses que variam de 0,36 a 0,57 g dm⁻³ (PRADO et al., 2003). Entretanto, não observaram efeito da cinza vegetal no crescimento de mudas de *Pinus* (MAEDA et al., 2008).

São escassas na literatura informações que se referem ao uso de cinza vegetal na correção e adubação do solo para gramíneas forrageiras. No que se refere às características estruturais do capim-marandu, Bonfim-Silva et al. (2011) verificaram aumento no número de folhas, perfilhos e altura do capim-marandu. Contudo, ainda não se têm informações da influência desse resíduo na produção e nutrição mineral de gramíneas forrageiras. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da cinza vegetal na produção e teor de clorofila do capim-marandu.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em doses de cinza vegetal: 0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00 e

3,75 g dm⁻³. Cada parcela foi constituída por vaso com capacidade de 5 dm³, com cinco plantas de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). A cinza utilizada no presente estudo foi proveniente da queima de biomassa para aquecimento das caldeiras de cervejaria (Tabela 1).

Tabela 1. Percentual dos nutrientes que compõem a cinza vegetal proveniente da queima de biomassa de eucalipto utilizada para aquecimento de caldeira

P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cu	Mn	B	Ca	S
1,67	2,72	0,01	0,01	0,00	0,02	2,70	1,49

O solo foi coletado na camada de 0-20 cm, classificado como Latossolo Vermelho, proveniente de área de Cerrado nativo, cujas amostras foram

submetidas a caracterização química e granulométrica (Tabela 2), conforme o método descrito pela EMBRAPA (1997).

Tabela 2. Análise química e granulométrica do Latossolo Vermelho na profundidade de 0-20 cm.

pH	P	K	Ca	Mg	H	Al	V	M.O.	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			%		g kg ⁻¹		
4,0	1,2	40	0,2	0,1	4,5	1,3	6,5	24,8	476	83	441

Após a coleta, o solo foi peneirado em malha de 4 mm e colocado nos vasos. Em seguida, foram aplicados os tratamentos (doses de cinza vegetal) que reagiram durante 30 dias. Durante todo o experimento o solo foi mantido a 60% da máxima capacidade de retenção de água por meio do método gravimétrico.

A semeadura do capim-marandu foi realizada em bandejas plásticas, com areia lavada permanentemente umedecida. Dez dias após a semeadura e trinta dias após a incorporação da cinza vegetal, foi realizado o transplantio das mudas, com 10 plantas por vaso. Cinco dias após foi realizada a adubação com nitrogênio em todas as parcelas experimentais com a dose de 50 mg dm⁻³ e também o desbaste, permanecendo cinco plantas por vaso. Os critérios de seleção foram vigor e uniformidade das plantas.

Foram realizadas duas leituras SPAD e dois cortes nas forrageiras, sendo o primeiro 30 dias após o transplantio e o segundo 33 dias depois do primeiro corte. Após o primeiro corte das gramíneas forrageiras foram reaplicadas as doses de cinza vegetal em superfície. A leitura SPAD foi realizada nas folhas diagnósticas (+1 e +2) por meio de um clorofilômetro portátil. Ambos os cortes foram realizados a 5,0 cm da superfície do solo, com posterior separação das lâminas foliares e colmo+bainha. As raízes foram separadas por peneiramento e lavadas para retirar todo o solo. Em seguida todo material foi acondicionado em sacos de papel e submetido a secagem em estufa de ar a 65°C até massa constante. Em seguida, todo material

foi pesado para determinação da massa seca. Após o período de 30 dias de incubação da cinza vegetal e a cada corte das plantas foram coletadas amostras de solo para leitura de pH em cloreto de cálcio, e a coleta no primeiro corte foi realizada antes da reaplicação das doses de cinza vegetal.

As variáveis avaliadas foram: pH do solo, massa seca da parte aérea, de lâminas foliares, de colmo+bainha, de raízes, relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca de raízes (MSPA/MSR), eficiência no uso de cinza vegetal (g MSPA/g cinza) e teor de clorofila (leitura SPAD).

A eficiência no uso de cinza vegetal para produção da parte aérea foi adaptada de Alvim et al. (1999), descrita pela equação:

$$EU = \frac{(MSPA_n - MSPA_0)}{0,005C}$$

onde:

EU: eficiência no uso de cinza;

MSPA_n: produção de massa seca da parte aérea do tratamento n

MSPA₀: produção de massa seca da parte aérea da testemunha

C: dose de cinza vegetal aplicada no tratamento n.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e teste de regressão a 1% de probabilidade por meio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado de pH do solo foi significativo após o período de incubação da cinza vegetal e após o segundo corte da gramínea forrageira, com ajustes a modelos linear e quadrático de regressão, respectivamente (Figuras 1A e 1B). Para a leitura de pH por ocasião do primeiro corte não houve

diferença entre os tratamentos com o pH médio de 4,3. Após o período de incubação houve um aumento de 0,4 unidades de pH, o que comprova a capacidade da cinza vegetal em reduzir a acidez ativa do solo (OSAKI; DAROLT, 1991; MAEDA et al., 2008; FERREIRA et al., 2012).

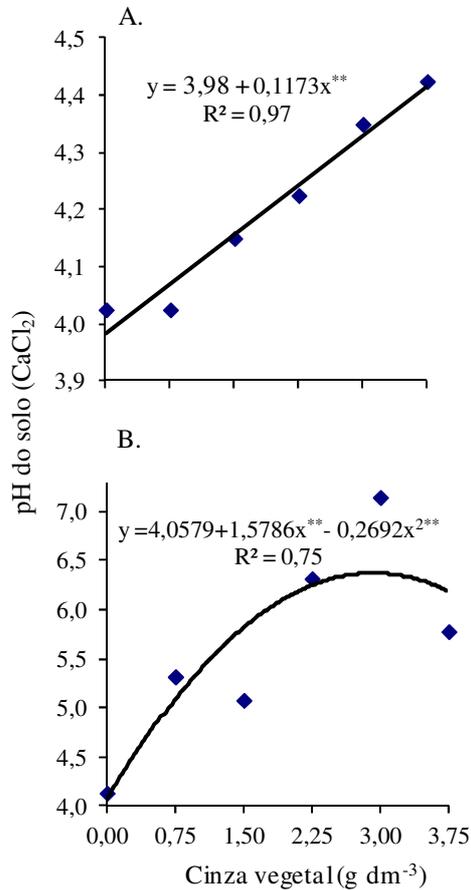


Figura 1. pH do solo após o primeiro (A) e no segundo crescimento (B) do capim-marandu em função das doses de cinza vegetal. ** significativo a 1% probabilidade

Após o segundo crescimento do capim-marandu observou-se um pH máximo de 6,37; obtido na dose de cinza de 2,93 g dm⁻³. De acordo com Sousa e Lobato (2004) esse pH do solo está enquadrado como muito elevado, o que é justificado pelo fato da cinza ter sido reaplicada em superfície e as amostras de solo terem sido obtidas também da camada superficial.

No primeiro e segundo crescimento, a massa seca da parte aérea do capim-marandu foi descrita por modelo linear e quadrático de regressão, respectivamente (Figuras 2A e 2B). No primeiro crescimento, comparando-se a ausência de adubação com a dose de cinza vegetal de 3,75 g vaso⁻¹ houve incremento de 92% da máxima produção (Figura 2A). Esse incremento justifica a ausência de diferença entre o pH do solo após o primeiro

crescimento, que possivelmente está associado a absorção de cátions pelas raízes e consequentemente a liberação de íons H⁺ no solo.

A resposta linear da massa seca da parte aérea do capim-marandu pode ser justificada porque na maior dose houve um fornecimento de fósforo de 62,62 mg dm⁻³ e as doses de fósforo para máxima produção do capim-marandu cultivado em Latossolo está entre 362 e 448 mg dm⁻³ (MESQUISTA et al., 2004). No primeiro crescimento de gramíneas forrageiras há maior requerimento de fósforo (CANTARUTTI et al., 1999; VILELA et al., 2004), uma vez que foi observada mesma produção de massa da parte aérea no capim-marandu entre o tratamento com omissão de todos os macronutrientes e os tratamentos com omissão de fósforo (MONTEIRO et al., 1995). Desse modo,

para maximizar a produção da parte aérea do capim-marandu serão necessárias doses maiores de cinza vegetal do que àquelas utilizadas no presente estudo ou mesmo a associação entre a adubação química e

a cinza vegetal, pois pode ser necessária a utilização de um volume elevado de cinza vegetal devido a baixa concentração de fósforo nesse resíduo (Tabela 1), comparativamente aos fertilizantes fosfatados.

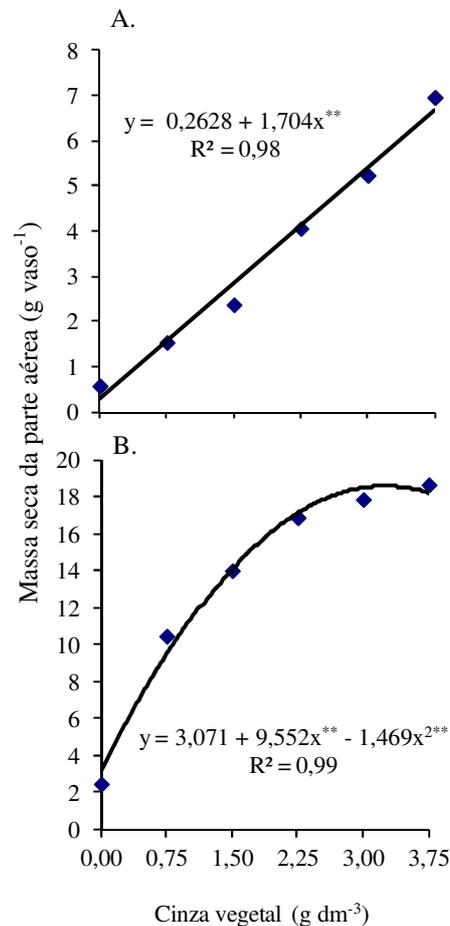


Figura 2. Massa seca da parte aérea do capim-marandu no primeiro (A) e no segundo crescimento (B) em função das doses de cinza vegetal. ** significativo a 1% probabilidade

No segundo crescimento do capim-marandu a dose de cinza vegetal que propiciou maior produção de massa seca da parte aérea foi de 3,25 g vaso⁻¹ (Figura 2B). Diferentemente do primeiro crescimento, houve uma dose que propiciou produção máxima, o que reafirma a menor requerimento de fósforo na rebrota, uma vez que esse nutriente é imprescindível para estabelecimento do sistema radicular do capim-marandu (MONTEIRO et al., 1995; REZENDE et al. 2011) e outras gramíneas (CRUSCIOL et al., 2005). Com relação ao potássio, a máxima produção de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, em rebrota, foi observada na dose de potássio de 61 mg dm⁻³ (RODRIGUES et al., 2008), quantidade que foi suprida com a dose de cinza de 2,24 mg dm⁻³ no capim-marandu.

A produção de lâminas foliares do capim-marandu, no primeiro e segundo crescimentos, foi

descrita por modelo linear e quadrático de regressão, respectivamente (Figuras 3A e 3B), semelhante a resposta observada na massa seca da parte aérea. No primeiro crescimento da gramínea forrageira, a cinza vegetal propiciou um incremento de lâminas foliares de 88%, comparando-se a ausência de adubação com a maior dose de cinza vegetal. Respostas lineares do capim-marandu a adubação com cinza vegetal já foi evidenciado por Bonfim-Silva et al. (2011), que utilizaram as mesmas doses do presente estudo. O uso da cinza vegetal na produção vegetal possui a vantagem de corrigir a acidez do solo (DAROLT et al., 1993; PRADO et al., 2003), além de fornecer total ou parcialmente nutrientes, tais como fósforo, potássio e micronutrientes, o que não é possível apenas com a utilização do calcário.

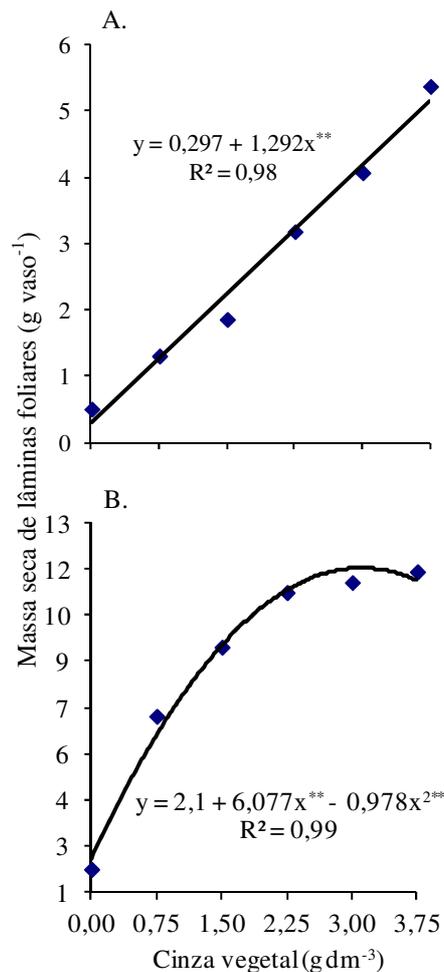


Figura 3. Massa seca de lâminas foliares do capim-marandu no primeiro (A) e no segundo crescimento (B) em função das doses de cinza vegetal. ** significativo a 1% probabilidade

No segundo crescimento (Figura 3B) a dose de cinza vegetal que permitiu a maior massa de lâminas foliares foi de 3,11 g vaso⁻¹. Bonfim-Silva et al, (2011) observaram resposta linear para o número de folhas do capim-marandu em resposta as doses de cinza vegetal, o que implica que após a dose de máxima produção de massa seca de lâminas foliares (3,11 g vaso⁻¹) há ainda emissão de folhas, contudo com menor acúmulo de massa. A produção de lâminas foliares é importante em gramíneas forrageiras, tendo em vista que essa fração apresenta maior teor de proteína bruta (SANTOS et al., 2009; TELES et al., 2011) e melhor digestibilidade (PACIULLO, 2002), o que é desejável na alimentação de ruminantes.

A produção de colmo+bainha do capim-marandu, no primeiro e segundo crescimento, foi descrita por modelos linear e quadrático, respectivamente (Figura 4). No primeiro crescimento, em ausência de cinza vegetal houve uma produção de colmo+bainha de 4% da máxima

produção observada (Figura 4A). Houve um maior incremento na massa seca de colmo+bainha comparativamente a lâmina foliar (Figura 3A), uma vez que as gramíneas forrageiras possuem um momento crítico em que há maior direcionamento de seus fotoassimilados para produção de colmo+bainha (BIANCO et al., 2005).

No segundo crescimento do capim-marandu a massa de colmo+bainha foi descrita por modelo quadrático e a dose de cinza vegetal que possibilitou maior massa de lâmina foliar foi de 3,54 g vaso⁻¹ (Figura 4B). Como foi observado a máxima produção massa seca de lâminas foliares na dose de cinza vegetal de 3,11 g dm⁻³ (Figura 3B), verifica-se que a partir dessa dose até a dose de cinza vegetal de 3,54 g dm⁻³ a forrageira priorizou o desenvolvimento de colmo+bainha e reduziu sua produção de lâminas foliares, o que é indesejável, pois na alimentação animal as lâminas foliares apresentam melhor digestibilidade e teor de proteína bruta, ao contrário da fração colmo+bainha

(PACIULLO, 2002; SANTOS et al., 2010; TELES et al., 2011).

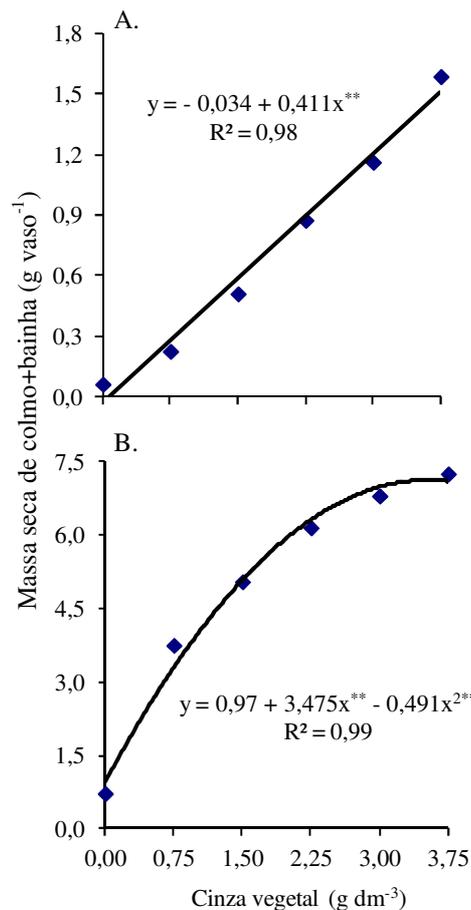


Figura 4. Massa seca colmo+bainha do capim-marandu no primeiro (A) e no segundo crescimento (B) em função das doses de cinza vegetal. ** significativo a 1% probabilidade

Para massa seca de raiz houve ajuste de modelo quadrático de regressão (Figura 5). A dose de cinza vegetal que propiciou a máxima massa seca

de raízes foi de 3,29 g dm⁻³. Na ausência de adubação com cinza vegetal houve produção de raízes de 5% da máxima massa seca observada.

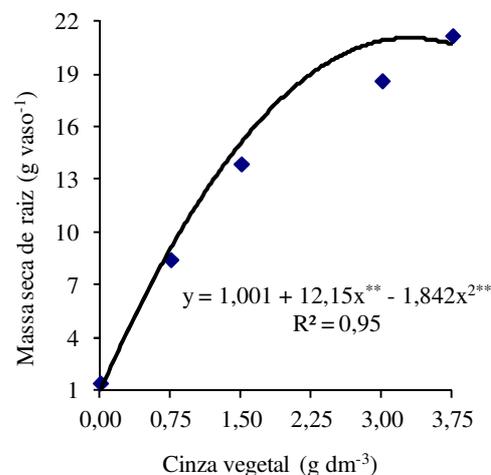


Figura 5. Massa seca raiz do capim-marandu em função das doses de cinza vegetal. ** significativo a 1% probabilidade

A deficiência de fósforo, possivelmente, foi a principal razão pela drástica redução da massa seca de raízes em ausência de cinza vegetal, pois o nitrogênio e fósforo, dos macronutrientes, são responsáveis pela maior redução na massa seca de raízes do capim-marandu (MONTEIRO et al., 1995) e o nitrogênio foi fornecido a todas as parcelas experimentais (50 mg dm^{-3}) nos dois crescimentos da forrageira na forma de uréia. A amplitude de produção de raízes foi inferior àquela observada por Mesquita et al. (2004), o que é justificado pelas maiores doses de fósforo utilizadas, que variaram de 0 a 560 mg dm^{-3} .

A relação MSPA/MSR ajustou-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 6). A

relação se mostrou decrescente, atingindo o ponto mínimo com a dose $2,33 \text{ g dm}^{-3}$. Excetuando a ausência de adubação, as demais doses de cinza vegetal não são descritas por nenhum modelo de regressão, apresentando uma relação MSPA/MSR média de 1,27. Isso demonstra que há proporcionalidade entre a massa seca de parte aérea e raiz do capim-marandu quando adubado com esse resíduo sólido. A maior relação MSPA/MSR em ausência de adubação com cinza vegetal demonstra que a massa seca de raiz é a mais prejudicada, o que pode ser justificada pela escassez de fósforo, nutriente relevante na produção de raízes (MONTEIRO et al., 1995; MESQUITA et al., 2004), que foi fornecido por meio da cinza vegetal.

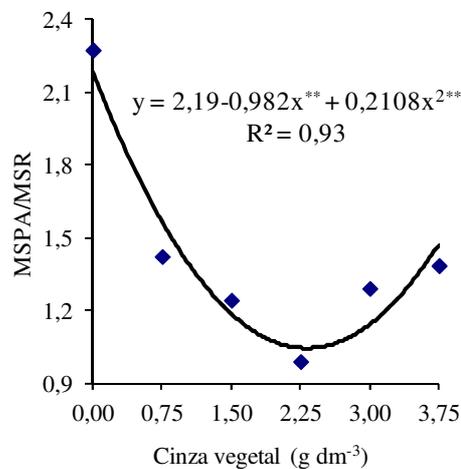


Figura 6. Relação entre massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) do capim-marandu em função das doses de cinza vegetal. ** significativo a 1% probabilidade

A cinza vegetal proporcionou aumento linear no teor de clorofila (leitura SPAD) nos dois crescimentos do capim-marandu (Figuras 7A e 7B). Como a leitura SPAD está diretamente relacionada com o teor de clorofila e avaliação da nutrição nitrogenada (MANARIM; MONTEIRO, 2003; BONFIM-SILVA; MONTEIRO, 2010), observa-se que a cinza propiciou melhor aproveitamento do nitrogênio, o que pode estar associado ao fornecimento de potássio e magnésio por esse resíduo, uma vez que existe uma relação nitrogênio:potássio preconizada em 3:1 (MEGDA; MONTEIRO, 2010) e o magnésio é componente central da molécula de clorofila. Estima-se que de 50 a 70% do nitrogênio total das folhas são integrantes de compostos associados aos

cloroplastos e ao conteúdo da clorofila nas folhas (CHAPMAN; BARRETO, 1997).

Independente da dose de cinza vegetal, no primeiro crescimento, houve uma eficiência média de produção de parte aérea pelo capim-marandu de 0,18 gramas de massa seca da parte aérea para cada grama de cinza vegetal fornecida. No segundo crescimento a eficiência do capim-marandu no uso da cinza foi descrito por um modelo quadrático de regressão (Figura 8). No segundo crescimento a eficiência no uso de cinza vegetal para produção da parte aérea foi superior àquela observada no primeiro crescimento, uma vez que no primeiro crescimento os fotoassimilados são utilizados para o estabelecimento do sistema radicular, o que limita o desenvolvimento da parte aérea.

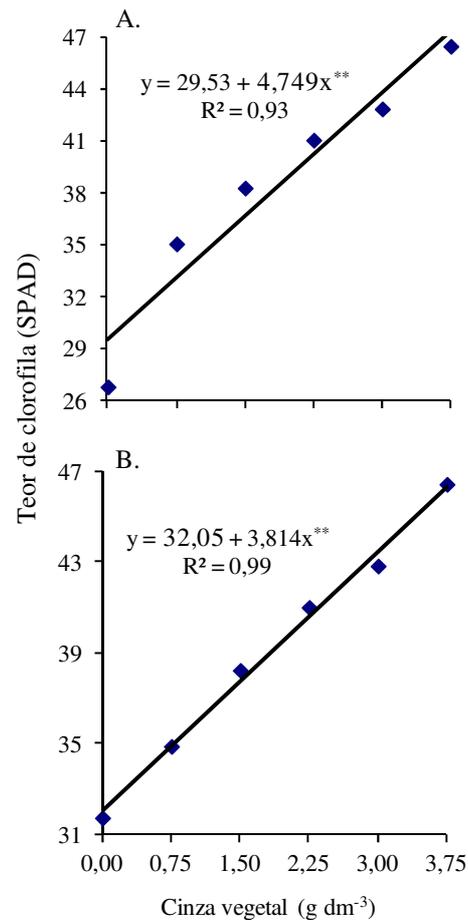


Figura 7. Teor de clorofila (leitura SPAD) nas folhas diagnósticas do capim marandu no primeiro (A) e no segundo crescimento (B) em função das doses de cinza vegetal, ** significativo a 1% probabilidade

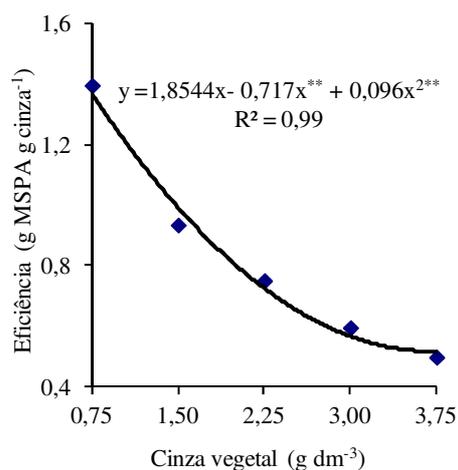


Figura 8. Eficiência na produção de parte aérea do capim-marandu no segundo crescimento em função das doses de cinza vegetal. ** significativo a 1% probabilidade

CONCLUSÕES

No primeiro crescimento a produção do capim-marandu responde linearmente até a dose de cinza vegetal de 3,75 g dm⁻³.

No segundo crescimento a maior produção do capim-marandu ocorre entre as doses de cinza vegetal de 3,11 a 3,54 g dm⁻³.

A cinza vegetal aumenta a produção e o teor de clorofila do capim-marandu.

ABSTRACT: The use of vegetable ash farming is practice that assists in the management of soil fertility, and provide target the solid residue, which contributes to environmental preservation. Thus, the objective was to evaluate the effect of vegetable ash in production and chlorophyll content of the palisade grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design with six treatments and four replications. The treatments consisted of doses of vegetable ash: 0.00, 0.75, 1.50, 2.25, 3.00 and 3.75 g dm⁻³. There were two cuts on the shoot, the first 30 days after transplanting and the second 33 days after the first cut. The variables evaluated were: shoot mass, leaf lamina, stem+sheath, root, and the ratio of shoot dry mass and root biomass, efficient use ash of plant and chlorophyll content (indirect determination by SPAD readings). At first growth the production of palisadegrass responded linearly to the dose of vegetal ash of 3.75 g dm⁻³. The second growth the largest production palisadegrass occurred between doses of ash from 3.11 to 3.54 g dm⁻³. The vegetable ash increases production and chlorophyll of palisadegrass.

KEYWORDS: *Brachiaria brizantha*. SPAD reading. Solid residue.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; VERNEQUE, R. S.; BOTREL, M. A. Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2345-2352, 1999.
- BIANCO, S.; TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005
- BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1641-1649, 2010.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; VALADARES, E. M.; GOLDONI, G. Características morfológicas e estruturais de capim-marandu adubado com cinza vegetal em Latossolo vermelho do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-9, 2011.
- CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. ALVAREZ V., V. H., eds. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 332-341.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.
- CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, E. V.; TIRITAN, C. S. Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 643-649, 2005.
- DAROLT, M. R.; BLANCO NETO, V.; ZAMBON, F. R. A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 11, n. 1, p. 38-40, 1993.

- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. p. 212, 1997.
- FERREIRA, E. P. B.; FAGERIA, N. K.; DIDONET, A. D. Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 228-236, 2012.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDOSO, C. Resposta de *Pinus taeda* à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 28, n. 56, p. 43-52, 2008.
- MANARIM, C. A.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio na produção e diagnose foliar do capim-mombaça. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 59, n. 2, p. 115-123, 2003.
- MEGDA, M. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogen and potassium supply and the morphogenic and productive characteristics of marandu palisadegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1666-1675, 2010.
- MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, I. P. A.; TAVARES, V. B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-mombaça, capim-marandu e capim-andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 290-301, 2004.
- MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R.; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, p. 135-141, 1995.
- OSAKI, F. M. R. DAROLT, M. R. Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba. **Revista Setor Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 197-205, 1991.
- PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 357-364, 2002.
- PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. M.; PEREIRA, L.; CINTRA, A. C. O; NATALE, W. Cinza da indústria de cerâmica na produção de mudas de goiabeira: Efeito no crescimento e na produção de matéria seca. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 78, n. 5, p. 25-35, 2003.
- REZENDE, A. V.; LIMA, J. F.; RABELO, C. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; CARVALHO, M.; FARIA JUNIOR, D. C. N. A.; BARBOSA, L. A. Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 14, p. 335-343, 2011.
- RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; SILVA, S. P.; MONNERAT, J. P. I. S. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. p. 395.

TELES, T. G. R. M.; CARNEIRO, M. S. S.; SOARES, I.; PEREIRA, E. S.; SOUZA, P. Z.; MAGALHÃES, J. A. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 sob efeito de adubação com NPK. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 137-143, 2011.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. p. 367-382.