



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## RESÍDUO SIDERÚRGICO “PÓ DE BALÃO” EM COMBINAÇÃO COM NITROGÊNIO E FÓSFORO NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE *Brachiaria humidicola*

**Edwana Mara Moreira Monteiro<sup>(1)</sup>; Edilson Carvalho Brasil<sup>(2)</sup>; José de Brito Lourenço Júnior<sup>(3)</sup>; Cristiane do Socorro Barros de Oliveira<sup>(4)</sup>; Edwin Assunção Almeida<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Doutoranda em Ciências Agrárias; Departamento de Engenharia Florestal; Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Tancredo Neves, 2.501, Bairro Montese, CEP 66077-901, Belém, Pará. E-mail: edmara6@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador A; Laboratório de Solos; Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, Belém, Pará, CEP 66.095-100, Caixa Postal, 48; <sup>(3)</sup> Professor, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia; Universidade do Estado do Pará, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, 2.626, Bairro Marco, Belém, Pará, CEP 66095-100; <sup>(4)</sup> Zootecnista; Universidade Federal Rural da Amazônia; Av. Tancredo Neves, 2.501, Bairro Montese, CEP 66077-901, Belém, Pará

**Resumo** – O trabalho objetivou avaliar a composição mineral da forrageira quicuio-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), adubada com resíduo orgânico da indústria siderúrgica (pó de balão), combinado com nitrogênio e fósforo, em condições de casa de vegetação. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com cama de aviário (4 g dm<sup>-3</sup>) e pó de balão (10 g dm<sup>-3</sup>), quatro níveis de N (0, 50, 100, 200 mg dm<sup>-3</sup>) e quatro de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 100, 200, 300 mg dm<sup>-3</sup>). Os teores de macrominerais não apresentaram efeito significativo para as fontes de variância estudadas, exceto o teor de cálcio. O resíduo orgânico, pó de balão proporcionou maior teor (3,0 g kg<sup>-1</sup>). Os microminerais apresentaram influência dos resíduos orgânicos, doses de N e P, exceto o cobre que não apresentou efeito significativo quanto às fontes estudadas.

**Palavras-Chave:** adubação de pastagem, composição química, quicuio-da-amazônia, siderurgia.

### INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira está estreitamente ligada a exploração de pastagens nativas ou cultivadas, daí o importante papel das gramíneas forrageiras como um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso dessa atividade. A elevada capacidade produtiva das gramíneas, principalmente as tropicais, faz delas alternativa para alimentação animal, pelo baixo custo e praticidade (Tofoli, 2006).

A adubação de pastagens é prática agrícola cada vez mais utilizada pelos produtores, para corrigir os elementos limitantes ao crescimento das plantas forrageiras, com aumento da produção de forragem, taxa de lotação e a produção animal, entretanto, a forragem ofertada deve possuir energia e nutrientes necessários para suprir as exigências dos ruminantes (Quadros et al., 2006). A adubação nitrogenada propicia o desenvolvimento de tecido rico em proteína e pobre em parede celular e lignina, mas, o rendimento forrageiro, em condições de baixos teores de fósforo disponível no solo, pode não responder à adubação com nitrogênio (Quadros et al., 2002). Esse é um dos maiores problemas no estabelecimento e manutenção

de pastagens, pois o fósforo favorece o desenvolvimento da parte aérea e das raízes (Belarmino et al., 2003).

Dessa forma, este trabalho foi conduzido para avaliar a composição mineral da *Brachiaria humidicola*, fertilizada com resíduo orgânico, pó de balão, combinado com nitrogênio e fósforo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará (1° 28'S e 48° 27'W), entre novembro de 2009 e março de 2010, em casa de vegetação, com substrato constituído de amostra da camada superficial (0-20 cm) de solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletada em área de floresta secundária, secada ao ar, destorroada e passada em peneira, com malha de 2 mm de abertura. Antes da instalação do experimento foram realizadas análises químicas e físicas na amostra, no Laboratório de Solos dessa instituição de pesquisa, conforme metodologia da Embrapa (1997) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletado na camada de 0 a 20 cm, em Belém, Pará.

Característica química <sup>1</sup>	Valor
pH em H <sub>2</sub> O	4,5
N (%)	0,13
P (mg dm <sup>-3</sup> ) P - Melhlich - 1	2
K (mg dm <sup>-3</sup> ) K - Melhlich - 1	15
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	9
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,3
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,2
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,6
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,7
M.O (g kg <sup>-1</sup> )	9,9
CTC pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,21
Saturação por bases (%)	8,13
Característica física <sup>1</sup>	Valor
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	160
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	64
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	796

<sup>1</sup> Média de duas repetições.

Após a aplicação do corretivo, na quantidade de 10 g/vaso, o solo ficou em incubação por 30 dias, em vasos com capacidade de cinco  $\text{dm}^3$  de terra, mantendo-se a umidade próxima à capacidade máxima de retenção de água. Após a incubação, as amostras receberam aplicação dos tratamentos, com resíduos orgânicos (pó de balão e cama de aviário) e minerais (P e N), conjuntamente com adubação básica de 400  $\text{mg dm}^{-3}$  de K, na forma de cloreto de potássio (KCl); 5  $\text{mg dm}^{-3}$  de Zn, na forma de sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ); 0,5  $\text{mg dm}^{-3}$  de B, na forma de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ); 1,0  $\text{mg dm}^{-3}$  de Cu, na forma de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Os nutrientes foram aplicados, na forma de solução, com 20  $\text{ml vaso}^{-1}$ , por ocasião do corte de uniformização, exceto o N, com aplicação dividida em três parcelas, a primeira, por ocasião do corte de uniformização, e as duas, a cada dez dias.

#### **Delineamento Experimental**

Para análise de nutrientes foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial  $2 \times 4 \times 4$ , com 32 tratamentos e duas repetições. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos, cama de aviário, na dose de 4  $\text{g dm}^{-3}$  e pó de balão, 10  $\text{g dm}^{-3}$ , quatro níveis de N (0, 50, 100, 200  $\text{mg dm}^{-3}$ ), na forma de uréia, e quatro de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0, 100, 200, 300  $\text{mg dm}^{-3}$ , na forma de fosfato natural reativo de Arad.

#### **Condução do Experimento e Análise Laboratorial**

As sementes de *B. humidicola* possuíam as seguintes características: Pureza = 90,5%; Germinação = 81%; VC = 73,3% e foram germinadas, em bandejas de plástico, utilizando-se areia lavada, como substrato. Após 20 dias da germinação, foram transplantadas cinco plantas, por vaso, com altura média de 10 centímetros. A irrigação foi efetuada para manter a umidade do solo em 70% da capacidade de embebedimento do solo, fazendo-se regas diárias, durante o período de execução do experimento. Após 15 dias do transplantio realizou-se corte de uniformização nas plantas, a 15 cm do solo. Para avaliação do experimento realizaram-se dois cortes na parte aérea das plantas, o primeiro aos 30 dias do corte de uniformização e o segundo aos 60 dias.

As análises de macro e microminerais de tecido vegetal foram realizadas conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974). Analisaram-se os teores dos macrominerais (N, P, K, Ca e Mg) e microminerais (Cu, Mn, Fe e Zn). O N total foi determinado pelo método de Kjeldhal. Os nutrientes P, K, Ca e Mg do tecido vegetal foram determinados após a digestão com solução nitro-perclórica 2:1. O P foi medido por colorimetria, enquanto os teores de K, por fotometria de chama, e os de Ca e Mg e microminerais, por espectrofotometria de absorção atômica.

#### **Análise Estatística**

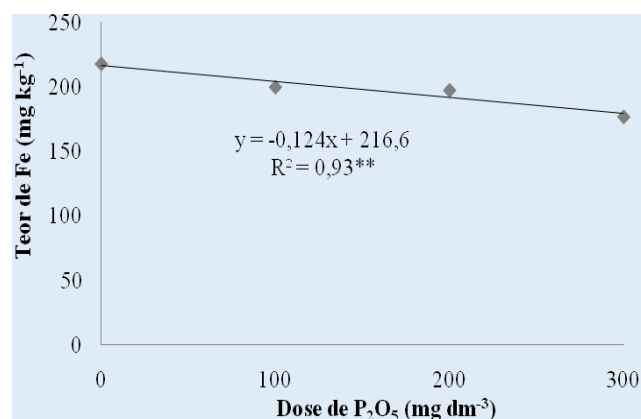
Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância, para avaliar o efeito dos resíduos orgânicos, níveis de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e de N. Os efeitos do  $\text{P}_2\text{O}_5$  e N foram avaliados por análise de regressão, pela decomposição da soma de quadrado de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e N, em efeitos linear, quadrático e cúbico. Os

resíduos orgânicos foram comparados pelo teste Tukey (teste F), em nível de 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os teores de macrominerais não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ) para as fontes de variância estudadas, exceto o teor de Ca. O teor de Ca apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos resíduos orgânicos utilizados, quando o pó de balão proporcionou maior teor (3,0  $\text{g kg}^{-1}$ ), do que a cama de aviário (2,42  $\text{g kg}^{-1}$ ). Lana et al. (2010), ao avaliar doses de cama de aviário, como adubo orgânico, para pastagem de *Brachiaria decumbens* observaram teores de Ca, entre 2,95 e 4,37  $\text{g kg}^{-1}$ , e para Guimarães Júnior et al. (2008), de 2,80  $\text{g kg}^{-1}$ .

O teor de Cu não apresentou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) das fontes estudadas. O teor de Fe apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 1).



**Figura 1.** Teor médio de Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , em Belém, Pará.

Ao aplicar doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na gramínea *B. humidicola* ocorreu diminuição linear nos teores de Fe. Os teores de Fe, na parte aérea, de 132,8 a 273,5  $\text{mg kg}^{-1}$ , corroboram com os indicados como concentração ideal, de 50 a 250  $\text{mg kg}^{-1}$ , de acordo com Sousa e Lobato (2004). Os níveis de Fe encontrados na forrageira estão dentro da faixa de suficiência, onde os teores adequados para as braquiárias, na MS, é 180 a 250  $\text{mg kg}^{-1}$  (Malavolta et al., 1997). Entretanto, encontram-se acima do que determina McDowell (2006), que estima, para ruminante adulto, entre 30 e 60  $\text{mg kg}^{-1}$ , e, para bezerros, de 100  $\text{mg kg}^{-1}$ . Houve efeito significativo da interação resíduo orgânico vs. dose de N vs. dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , no teor de Mn (Tabela 2).

O pó de balão, combinado com a maior dose de N, 200  $\text{mg dm}^{-3}$ , e doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0 e 100  $\text{mg dm}^{-3}$ , promoveu maiores teores de Mn na gramínea, 75,5 e 83,3  $\text{mg kg}^{-1}$ , respectivamente, quando comparado com adubações de cama de aviário, nas mesmas doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Os teores de Mn são considerados adequados para a forrageira em estudo, segundo Sousa e Lobato (2004), que recomendam teores de Mn entre 40 e 250  $\text{mg kg}^{-1}$ . Segundo o NRC (2001), os requerimentos em Mn para gado de corte e leiteiro variam de 20 a 40  $\text{mg kg}^{-1}$ . Dessa forma, os teores determinados neste trabalho atendem plenamente as exigências de ambas as categorias.

O teor de Zn apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), com relação às interações resíduo orgânico vs. dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  vs. dose de N (Figuras 2 e 3).

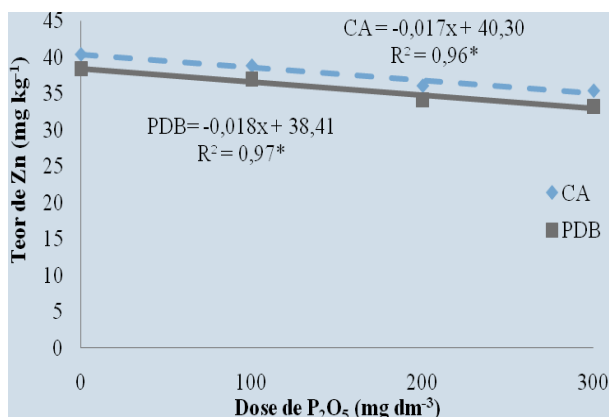


Figura 2. Teor médio de Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , em Belém, Pará.

O menor teor de Zn ( $33,20 \text{ mg kg}^{-1}$ ) foi obtido ao adubar a gramínea *B. humidicola* com pó de balão e maior dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $200 \text{ mg dm}^{-3}$ ), com redução linear no teor de Zn, ao aplicar doses crescente de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Os dados do presente trabalho foram superiores aos preditos pelo NRC (2000), para bovinos de corte, de  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  e aos obtidos por Pereira et al. (2010), com média  $19,12 \text{ mg kg}^{-1}$ . Em ambas as avaliações, os teores estão adequados para essa forrageira, de acordo com Sousa e Lobato (2004), que indicam variação entre  $20,0$  e  $50,0 \text{ mg kg}^{-1}$ .

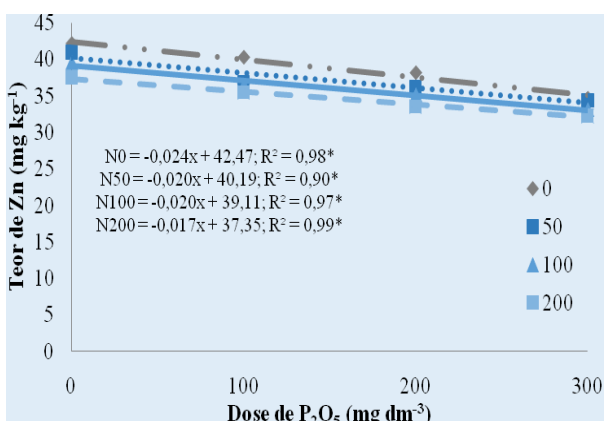


Figura 3. Teor médio de Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , em Belém, Pará.

Doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , combinadas com doses de N, promoveram redução linear nos teores de Zn, e a combinação  $200 \text{ mg N dm}^{-3}$  e  $300 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \text{ dm}^{-3}$  proporcionou menor teor de Zn, na gramínea *B. humidicola*. Segundo Malavolta et al. (1997), altos níveis de P no solo causam diminuição na absorção do Zn, pois o P insolubiliza o Zn na superfície das raízes e diminui sua absorção, fato observado com a adubação fosfatada utilizada. Guimarães Júnior et al. (2008), ao avaliarem a concentração mineral de genótipos de *Brachiaria brizantha* cultivados em solo de cerrado obtiveram teor médio de Zn de  $26,51 \text{ mg kg}^{-1}$ .

## CONCLUSÕES

- Os teores de macrominerais não apresentam efeito significativo para as fontes de variância

estudadas, exceto o teor de cálcio. O resíduo orgânico, pó de balão proporciona maior teor ( $3,0 \text{ g Ca kg}^{-1}$ ).

- Os resíduos orgânicos, doses de N e P, têm influência direta nos teores de microminerais da gramínea, exceto no cobre.

## REFERÊNCIAS

- BELARMINO, M.C.J.; PINTO, J.C.; ROCHA, G.P.; FURTINI NETO, A.E.; MORAIS, A.R. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim Tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. *Ciência Agrotecnologia*, v.27, n.4, p.879-885, 2003.
- EMBRAPA (SNLCS). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERNANDES, F.D.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, M.A.; OLIVEIRA, E.M. Concentração mineral de genótipos de *Brachiaria brizantha* cultivados em solo de cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Brasília. *Anais...* Brasília, 2008. p.1-5.
- LANA, R.M.Q.; ASSIS, D.F.; SILVA, A.A.; LANA, A.M.Q.; GUIMARÃES, E.C.; BORGES, E.N. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. *Bioscience Journal*, v.26, n.2, p.249-256, 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MCDOWELL, L.R. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. In: ABREU, E. M.A. de; FERNANDES, A.R.; MARTINS, A.R.A.; RODRIGUES, T.E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. *Revista Acta Amazônica*, v.36, n.1, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy of Science, 2000. 242 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed., Washington: National Academy of Science, 2001.
- PEREIRA, A.A.; BORGES, J.D.; LEANDRO, W.M. Metais pesados e microminerais no solo e em folhas de *Brachiaria decumbens* às margens de rodovias. *Bioscience Journal*, v.26, n.3, p.347-357, 2010.
- QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B.; HERLING, V.R.; RAMOS, A.K.B. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com quatro doses de NPK. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.1333-1342, 2002.
- \_\_\_\_\_. Valor nutritivo dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com nitrogênio e sob lotação rotacionada. *Acta Scientiarum. Animal Science*, v. 28, n. 4, p. 385-392, 2006.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa, 2004. 416p.
- TOFOLI, R.C.Z. **Produção de matéria seca e absorção de macrominerais pelo braquiário, em função de níveis de saturação por bases do solo e fontes fosfatadas**. 2006. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém. 2006.

**Tabela 2.** Teor médio de Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  vs. resíduo orgânico, em Belém, Pará.

Combinação N e $\text{P}_2\text{O}_5$ ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	Teor de Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na MS da gramínea	
	Cama de aviário	Pó de balão
N0P0	84,2aA1	83,0aA1
N0P100	86,1aA1	74,1bB2
N0P200	82,5bA1	72,1bB2
N0P300	86,6aA1	79,8bB2
N50P0	90,2bA1	80,8bB2
N50P100	91,8bA1	87,0aA1
N50P200	84,2aA1	79,2bB2
N50P300	82,6aA1	74,8cB2
N100P0	82,3aA1	71,8bB2
N100P100	80,5aA1	83,9aA1
N100P200	85,7aA1	71,6bB2
N100P300	76,5bA1	67,9cB2
N200P0	69,3cB2	75,5bA1
N200P100	77,8bB2	83,3aA1
N200P200	91,9aA1	70,9bB2
N200P300	96,7aA1	68,4cB2

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas demarcadas pelas linhas negritadas, e dígitos que comparam os resíduos orgânicos para cada combinação de dose de N e dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  não diferem ( $p < 0,05$ ).