

FITODISPONIBILIDADE DE METAIS E PRODUÇÃO DE TIFTON 85 CULTIVADA COM DIFERENTES FONTES E DOSES DE ZINCO

Affonso Celso Gonçalves Júnior^{1*}; Herbert Nacke²; Diego Rodrigo Lambert³; Lucas Wachholz⁴; Daniel Schwantes⁵; Juliana Casarin⁶; Eduardo Eustáquio Mesquita⁷

SAP 8591 Data envio: 09/09/2013 Data do aceite: 27/11/2013
Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471
Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 1, jan./mar., p. 33-38, 2015

RESUMO - O elemento zinco (Zn) é um micronutriente essencial às plantas, sendo que a adição deste em cultivos pode gerar incremento de produtividade. Em solos brasileiros são frequentes os casos de deficiência de Zn, o que torna necessária a fertilização destas áreas com este nutriente. Porém deve-se destacar que algumas fontes deste micronutriente disponíveis no mercado apresentam em sua composição metais pesados. Este trabalho objetivou estudar o efeito de diferentes fontes e doses de Zn aplicadas na tifton 85 sobre a produção de matéria seca e teores de Zn, fósforo (P), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr) no tecido vegetal e teores de Zn, Cd, Pb e Cr no solo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido utilizando-se um Latossolo Vermelho eutrófico (LVE) de textura média. Foram utilizados vasos com o volume de 4 dm³, organizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sob esquema fatorial (5x4) e três repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco fontes de Zn (A, B, C, D, E) e quatro doses do nutriente (0, 2, 4, 6 kg ha⁻¹). Os resultados mostram que não ocorreu acúmulo de Cd, Pb e Cr no tecido foliar e de Cd e Cr no solo. Entre as fontes estudadas, a fonte E gerou maior produção de matéria seca em relação as fontes A, B, C, D. Já a fonte A disponibilizou as maiores concentrações de Zn para a forrageira.

Palavras-chave: *Cynodon dactylon*, micronutriente, contaminação ambiental.

Phytoavailability of heavy metals and production of Tifton 85 cultivated with different sources and doses of zinc

ABSTRACT - The element zinc (Zn) is considered an essential micronutrient to plants, being that the addition of this metal in forage cultivation may cause increment in the productivity. In Brazilian soils are frequent the cases of Zn deficiency, being necessary the fertilization of these areas with this micronutrient. However it must be highlighted that some sources of this micronutrient available in the market present in its composition heavy metals. This work aimed to study the effect of different sources and doses of Zn applied in Tifton 85 and the production of dry matter and the levels of Zn, phosphorus (P), cadmium (Cd), lead (Pb) and chromium (Cr) in leaf tissue and the levels Zn, Cd, Pb and Cr in soil. The experiment was conducted in a greenhouse using a Rhodic oxisol of medium texture. Vases with volume of 4 dm³ were used, which were organized in a completely randomized in factorial scheme (5x4) with three replications. The treatments were the five sources of Zn (A, B, C, D) in four doses of the micronutrient (0, 2, 4, 6 kg ha⁻¹). The results show that did not occurred accumulation of Cd, Pb and Cr in the leaf tissue and Cd and Cr in the soil. The source E provided higher production of dry matter in relation to the sources A, B, C, D. However the source 'A' provided higher concentrations of Zn for the forage.

Key words: *Cynodon dactylon*, micronutrient, environmental contamination.

¹Pós-Doutor em Ciências Ambientais, Unioeste, Centro de Ciências Agrárias, Laboratório de Química Ambiental e Instrumental, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: affonso133@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Doutor em Agronomia, Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, PR

³Graduação em Zootecnia, Unioeste, Laboratório de Química Ambiental e Instrumental

⁴Mestrando em Zootecnia, Unioeste, Laboratório de Química Ambiental e Instrumental

⁵Mestre em Agronomia, PUCPR – Campus Toledo, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Ambiental

⁶Mestre em Agronomia Unioeste, Laboratório de Química Ambiental e Instrumental

⁷Professor Associado, Unioeste, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, PR

INTRODUÇÃO

A população mundial se encontra em crescente expansão, fato este que torna a demanda por alimentos cada vez maior, necessitando de processos tecnológicos e eficientes para a produção destes produtos e dentro deste contexto a produção de alimentos de origem animal é de suma importância para atender esta demanda.

Nesse contexto destacam-se os ruminantes, capazes de transformar alimentos fibrosos em proteína animal. O uso de gramíneas forrageiras apresenta-se como uma boa alternativa para a alimentação destes animais pelo fato de possuírem bom valor nutritivo e baixo custo. Estas espécies de um modo geral apresentam grande variabilidade morfológica, distribuição geográfica e bom potencial de utilização na alimentação animal, sendo que o capim Tifton 85 (*Cynodon* sp.), um híbrido formado do cruzamento entre as cultivares Tifton 68 (*C. nlemfuensis*) e o *C. dactylon* (BURTON et al., 1993) se encaixa nestas características, apresentando-se como uma excelente planta forrageira.

No entanto, o estado atual das pastagens no mundo é preocupante, pois o principal uso da terra agricultável está nesta forma de cultivo (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2008) onde a maior parte dessas áreas encontra-se em algum estágio de degradação. Essa degradação decorre das atividades extrativistas desenvolvidas pelos pecuaristas, que ocasionam a redução na fertilidade do solo devida ao baixo uso de corretivos e fertilizantes (COSTA et al., 2010).

Assim a fertilização das pastagens é de fundamental importância para prevenção da degradação das áreas de cultivo e também assegurar produtividades satisfatórias (HERNANDES et al., 2009), com um bom aproveitamento dos recursos naturais, fertilizantes e corretivos, e melhor valor nutritivo do alimento ofertado aos animais (OLIVEIRA, 2006).

A fertilização deve complementar os nutrientes que estão em concentrações insuficientes no solo (CERETTA, 2007), e contemplando os macronutrientes e

micronutrientes. Porém deve-se salientar que a maioria das formulações comerciais utilizadas na fertilização de pastagens não possui micronutrientes, podendo acarretar em deficiências destes para as plantas prejudicando o seu crescimento, o desenvolvimento e produção (GONÇALVES JR. et al., 2010).

Alguns fertilizantes utilizados para o fornecimento de micronutrientes, podem ter em sua composição, além dos elementos desejáveis, metais pesados como cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr) (GONÇALVES Jr et al., 2011), fato este que pode contribuir para a deterioração do meio ambiente.

Diante do exposto o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de fontes e doses de zinco (Zn) aplicadas na gramínea Tifton 85 sobre a produção de matéria seca, teores de Zn, fósforo (P) e a disponibilidade dos metais pesados cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr) para as plantas e o solo utilizado para o cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon, com coordenadas geográficas de 24° 26' e 24° 46' de latitude Sul, 53° 57' e 54° 22' de longitude Oeste e altitude de 420 m. Foram utilizados vasos com capacidade de 4 dm³, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006) e amostrado no município de Palotina-PR, na profundidade de 0 a 20 cm, apresentando textura média (312 g kg⁻¹ de argila, 155 g kg⁻¹ de silte e 533 g kg⁻¹ de areia).

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento (PAVAN et al., 1992). As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE.

TABELA 1. Análise química do solo utilizado no experimento.

pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	CTC	C	P	Cu	Zn	Fe	Mn	V%
(CaCl ₂)	----- cmol _c dm ⁻³ -----						g m ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----					
5,55	0,56	4,94	1,40	2,77	6,90	9,67	10,25	8,73	6,20	6,70	78,00	88,00	71,3

H+Al (acidez potencial), SB (soma de bases), CTC (capacidade de troca catiônica), C (carbono orgânico), V% (saturação por bases), Cu, Zn, Fe e Mn extraídos por Mehlich⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x4, com os tratamentos compostos por cinco fontes de Zn (fontes A, B, C, D, E), quatro doses de Zn (0, 2, 4, 6 kg ha⁻¹) e três repetições, totalizando 60 parcelas experimentais.

As cinco fontes de Zn utilizadas neste experimento são grânulos de diferentes empresas que utilizam como matéria prima óxido de zinco (ZnO) e elementos traços fritados (fritted trace elements ou FTE), que são compostos de micronutrientes processados em

altas temperaturas. Em função de este trabalho objetivar avaliar fertilizantes disponíveis no mercado todas as fontes foram adquiridas comercialmente, de maneira que são apresentadas nesta pesquisa as informações oriundas dos rótulos dos referidos produtos comerciais. Desta forma, as fontes foram classificadas desta forma:

Fonte A - granulado de FTE com 150 mg kg⁻¹ de Zn da empresa 1;

Fonte B- granulado de FTE com 100 mg kg⁻¹ de Zn da empresa 2;

Fonte C- granulado de FTE com 150 mg kg⁻¹ de Zn da empresa 3;

Fonte D- granulado de FTE com 150 mg kg⁻¹ de Zn de empresa 4;

Fonte E- granulado de ZnO com 150 mg kg⁻¹ de Zn da empresa 5.

Antes da instalação do experimento foram realizadas ainda análises químicas para a quantificação dos

metais pesados Cd, Pb e Cr no solo de cultivo e nos fertilizantes (Tabela 2), sendo utilizada a digestão nitroperclórica (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005) e determinações por técnicas de espectrometria de absorção atômica modalidade chama (EAA-chama) (WELZ; SPERLING, 1999).

TABELA 2. Concentrações em mg kg⁻¹ dos metais pesados Cd, Pb e Cr no solo e nos fertilizantes utilizados no experimento.

Amostra	Cd	Pb	Cr
Solo	<LQ	24,63	<LQ
Fonte A	211,77	11039,46	1347,45
Fonte B	237,19	2011,39	33,21
Fonte C	115,08	1380,96	27,62
Fonte D	203,82	9872,82	1304,42
Fonte E	178,89	2746,82	309,87
Superfosfato Simples	5,33	23,00	15,67
Uréia	5,00	18,00	47,33

LQ (limites de quantificação): Cd = 0,005; Pb = 0,01; Cr = 0,01.

Visando adequar a fertilidade do solo aos teores propostos por Raij (1996), foi realizada um dia antes do plantio uma fertilização com 0,87 g de superfosfato simples por vaso (388,89 kg ha⁻¹), sem incubação.

O plantio foi realizado no dia 3 de novembro de 2011, utilizando-se cinco mudas por vaso, sendo que as mudas foram obtidas a campo. Durante todo o período experimental, foram realizadas regas diárias, com o intuito de um nível de umidade no solo ótimo para o desenvolvimento da cultura, evitando assim qualquer possibilidade de estresse hídrico das plantas avaliadas.

Aos 30 dias após o plantio (DAP) foi realizado corte nas plantas a 5 cm de altura para sua total homogeneização e posterior aplicação os tratamentos com as diferentes fontes e doses de Zn. A partir desta data, foi realizada ainda a aplicação de N na forma de ureia (RAIJ, 1996), de modo que as aplicações deste fertilizante foram parceladas em 8 aplicações semanais, sendo aplicado um total de 0,2 g por vaso (88,8 kg ha⁻¹).

Aos 40 dias após corte de nivelamento foi realizado o primeiro corte para avaliação da produção de matéria seca e quantificação dos teores dos elementos P, Zn, Cd, Pb e Cr. Aos 70 dias após nivelamento foi realizado o segundo corte com o mesmo propósito, sendo posteriormente ainda realizada amostragem de solo dos vasos para avaliação das concentrações dos elementos P, Zn, Cd, Pb e Cr. O solo foi seco em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 45 °C por 48 h.

As recomendações bromatológicas citam que a época ideal para corte da tifton 85 ocorre durante o intervalo de 27 - 43 dias (CARVALHO, 2012), pois neste intervalo ocorre o maior acúmulo nutricional da cultura. Desta forma, no presente trabalho optou-se pela realização do 1° corte aos 40 dias após nivelamento, com o objetivo de se avaliar o acúmulo de nutrientes na cultura. Já o 2° corte foi realizado aos 70 dias após nivelamento, com a principal prerrogativa de avaliar mais intimamente a fitodisponibilidade destes metais pesados tóxicos nos

tecidos durante o ciclo de vida da planta, sendo esta uma preocupação de âmbito ambiental, mas também atrelada a questões pertinentes a produção animal.

Nos dois cortes, após a coleta do material vegetal foi realizada lavagem em água destilada e deionizada, para posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65 °C até peso constante.

Após a desidratação do material vegetal a sua massa foi mensurada e os valores foram extrapolados para kg ha⁻¹ em função do volume da camada agricultável de 20 cm.

Foi determinada a concentração dos elementos Zn, Cd, Pb e Cr no material vegetal e no solo por FAAS (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005; WELZ; SPERLING, 1999; PAVAN et al., 1992), e a concentração P por espectrometria de ultravioleta visível (PAVAN et al., 1992).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2003) utilizando-se o teste Tukey para comparação entre as fontes e regressão polinomial para avaliação do efeito das doses em caso de significância pelo teste F de Fischer a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se correlacionar os valores dos metais pesados tóxicos Cd e Pb obtidos na análise dos fertilizantes com os valores de referência estipulados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 27 de 2006 (BRASIL, 2006), observa-se que apenas a fonte A apresenta valores superiores de Pb (11039,46 mg kg⁻¹), sendo que os valores máximos permitidos de Pb são 10000,00 mg kg⁻¹ e de Cd 450,00 mg kg⁻¹.

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância (Tabela 3), para a produção de matéria seca houve interação significativa entre as fontes e doses de Zn

utilizadas no primeiro corte ($P < 0,05$). Para o teor foliar de Zn ocorreu significância nos dois cortes, sendo que no P

do primeiro corte houve significância ($P < 0,05$) somente para as fontes de Zn utilizadas.

TABELA 3. Resumo da análise de variância e teste de médias para produtividade de matéria seca e teor de Zn e P foliar no capim Tifton 85 fertilizadas com diferentes fontes e doses de Zn.

Fonte	MS 1	MS 2	Zn foliar 1	Zn foliar 2	P foliar 1	P foliar 2
	kg ha ⁻¹		mg kg ⁻¹			
A	4429,41	4089,70	34,08a	38,91abc	28,87ab	21,43
B	4209,13	3638,53	34,00ab	38,25c	27,64ab	17,95
C	4514,33	3800,42	32,16ab	34,50bc	29,15ab	16,56
D	4267,52	3914,54	29,33ab	26,50a	33,00a	20,82
E	4925,69	3625,26	28,50b	24,58ab	26,53b	18,91
Média	4469,21	3813,69	31,61	32,55	29,00	19,13
D.M.S. (5%)	797,69	796,63	5,56	12,34	0,57	5,74
F _{Fonte}	2,054 ^{NS}	0,982 ^{NS}	3,562*	4,736*	3,018*	2,010 ^{NS}
Dose (kg ha ⁻¹)						
0,0	4127,38	3796,17	31,56	30,13	2,89	19,85
2,0	4815,28	4201,69	33,20	28,66	3,10	18,97
4,0	4222,93	3501,06	29,20	36,73	2,94	16,94
6,0	4711,25	3755,83	32,53	34,66	2,67	21,16
Média	4469,21	3813,69	31,61	32,55	2,90	19,13
D.M.S.	1595,38	1593,27	11,12	24,69	1,15	11,48
F _{dose}	3,804 ^{NS}	2,700 ^{NS}	2,022 ^{NS}	1,914 ^{NS}	1,980 ^{NS}	1,869 ^{NS}
F _{fonte x Dose}	2,090*	1,852 ^{NS}	1,067 ^{NS}	1,610 ^{NS}	1,530 ^{NS}	0,597 ^{NS}
C.V. (%)	15,30	17,91	15,08	32,52	16,99	25,72

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F de Fischer ; NS – não significativo pelo teste F de Fischer; Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo método de Fischer a 5 % ;MS1– matéria seca do primeiro corte; MS2 – matéria seca do segundo corte; Zn foliar 1– quantidade de Zn presente na Tifton no primeiro corte; Zn foliar 2 – quantidade de Zn presente na Tifton no segundo corte; P foliar 1– quantidade de P presente na Tifton no primeiro corte; P foliar 2 – quantidade de P presente na Tifton no segundo corte.

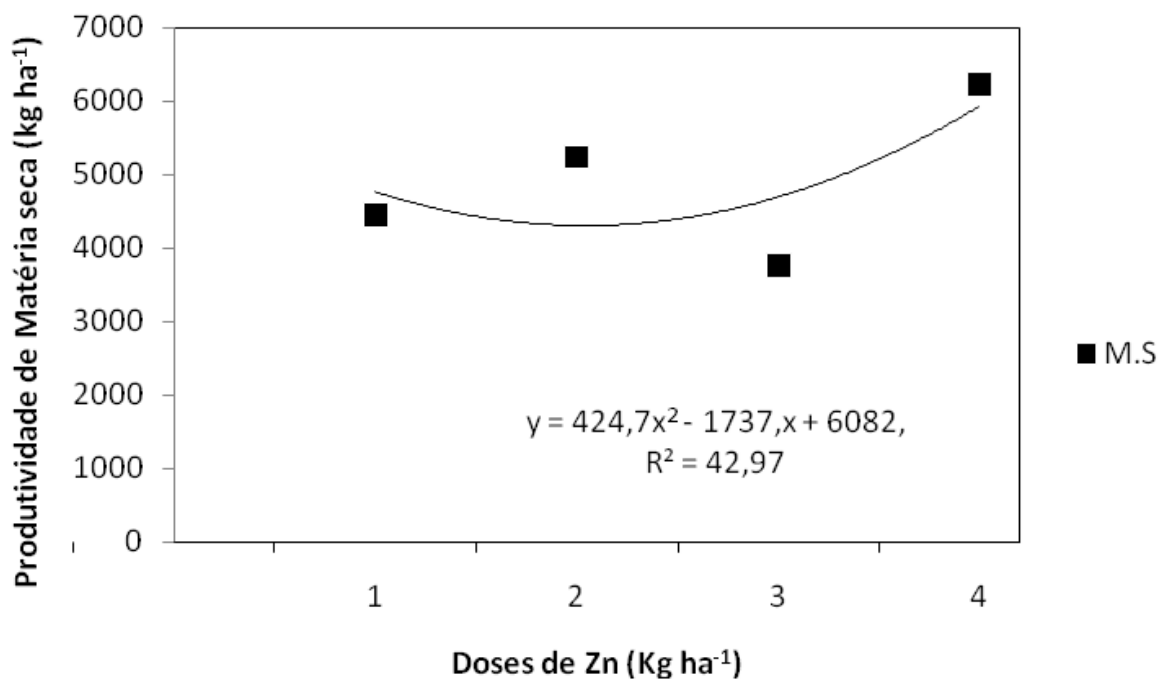


FIGURA 1 - Produtividade do capim Tifton 85 em função das diferentes doses utilizadas no experimento para a fonte E.

TABELA 4. Desdobramento da interação fonte *versus* doses na produção de matéria seca no primeiro corte da Tifton 85.

Fonte de Zn	Doses (kg ha ⁻¹)			
	0,0	2,0	4,0	6,0
A	4087,05	4352,44	4341,83	4936,31 ab
B	3598,73	4522,29	4171,98	4543,52 b
C	4384,29	5031,85	4734,61	3906,58 b
D	4108,28	4925,69	4108,28	3927,81 b
E	4458,60	5244,16	3757,96	6242,04 a

TABELA 5. Resumo da análise de variância e teste de médias para a concentração de Pb e Zn no solo cultivado.

Fonte	Zn Solo	Pb Solo
	-----mg kg ⁻¹ -----	
A	34,00c	24,00b
B	34,41c	28,83ab
C	45,33bc	31,41ab
D	53,16ab	28,83ab
E	57,50a	34,00a
Média	44,88	29,41
D.M.S. (5%)	12,10	8,58
F _{Fonte}	12,704**	3,045*
0,0	41,66	32,26
2,0	44,53	28,60
4,0	47,40	26,60
6,0	45,93	30,20
Média	44,88	29,41
D.M.S. (5%)	24,20	17,17
F _{dose}	0,831 ^{NS}	1,599 ^{NS}
F _{fonte x Dose}	1,101 ^{NS}	1,315 ^{NS}
C.V. (%)	23,12	25,03

**Significância a 1% de probabilidade pelo teste F de Fischer * significância a 5 % de probabilidade pelo teste F de Fischer; N.S. - não significativo pelo teste t Student a 5% de probabilidade) D.M.S. (diferença mínima significativa).

Nas análises químicas realizadas neste trabalho não foram encontrados teores significativos de Cd, Pb e Cr no tecido foliar do capim Tifton 85, também não se obteve valores relevantes de Cd e Cr no solo, entretanto observou-se a presença de Pb no solo. No entanto, deve-se enfatizar que estes resultados não garantem que não houve acúmulo destes metais nas plantas analisadas, podendo estar abaixo do limite de detecção do método utilizado (EAA-chama).

As médias das concentrações de Pb e Zn no solo estão apresentadas na Tabela 5. Observa-se que ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) somente entre as fontes de Zn utilizadas.

O Zn no solo variou de 34,0 a 53,5 mg kg⁻¹, segundo Rajj (1996) estes valores são considerados médios.

Comparando os dados obtidos de Pb no solo após o experimento com os dados estabelecidos pela resolução 420 do CONAMA (BRASIL, 2009), pode se ressaltar que estes valores estão abaixo do limite estipulado para o VP (valor de prevenção) que é de 72 mg kg⁻¹.

Tendo em vista a falta de dados para valores de referência de qualidade (VRQ) no Estado do Paraná foram empregados dados fornecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB do Estado de São Paulo (COMPANHIA DE TECNOLOGIA

DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2005), que estipula o valor de 17 mg kg⁻¹ de Pb como nível máximo, sendo que o solo do experimento apresenta Pb em concentração acima da apontada como qualidade natural do solo.

Os teores de Pb encontrados no trabalho estão acima da média dos solos agricultáveis dos Estados Unidos (10,6 mg kg⁻¹), Polônia (20,9 mg kg⁻¹) e próximo aos teores mundiais (25 mg kg⁻¹) (KABATA PENDIAS; PENDIAS 2001).

Deve-se salientar que a resolução 420 do CONAMA estabelece os limites de contaminantes no solo, porém permite que os contaminantes sejam introduzidos no solo até se atingir o valor de prevenção (VP). Sendo assim, a legislação é permissiva quanto à poluição do solo até alcance do limite máximo agricultável, promovendo a contaminação ambiental.

CONCLUSÕES

O uso da fertilização com o micronutriente Zn em Tifton 85 apresentou incremento na produção de matéria seca na interação entre as fontes e doses de Zn no primeiro corte.

Quanto aos teores foliares de Zn houve incremento em ambos os cortes e para os teores de P no tecido vegetal houve incremento com relação a fontes no primeiro corte, sendo a fonte D a que proporcionou maior acúmulo de P.

Para os elementos Cd, Pb e Cr não foram encontradas concentrações no tecido foliar e o mesmo ocorreu com estes metais no solo. Porém foi observado incremento da concentração de Pb no solo, sendo a maior concentração de Pb observada com aplicação da fonte E.

Pelos resultados obtidos observa-se que nas presentes condições de fertilidade do solo a fertilização com Zn não se mostrou necessária. Já em relação a contaminação do solo com metais pesados deve-se atentar ao fato que fertilizações sucessivas podem aumentar as concentrações destes elementos tóxicos no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. Gaithersburg, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 27**. Brasília, 2006.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução 420**. Brasília, 2009.
- BURTON, G.W; GATES, R; HILL, G.M. Registration of Tifton 85 bermudagrass. **Crop Science**. Madison, v.33, n.3, p.644-645, 1993.
- CARVALHO, W. T. V. **Valor nutricional do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte** (Tese de Doutorado) 25/05/2012, 250 p., UFMG.
- CERETTA, C.A; SILVA, L.S; PAVINATO, A. Manejo de adubação. In: NOVAIS, R. F et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 852p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Decisão de diretoria**. São Paulo, 2005.
- COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do Capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.1, p.192-199, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPÉCUARIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: 2006.
- FARINATTI, L.H.E.; MONKS, P.L.; FISCHER, V.; POLI, C.H.E.C.; MARTINS, R.S.; CASTILHOS, Z.M.S. Avaliação das atividades do comportamento ingestivo de vacas em lactação em pastagem nativa e tifton 85 na região da campanha do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, v.15, n.1, p.95-100, 2009.
- FERREIRA,D.F; SISVAR. **Sistema de análises estatísticas**. UFLA. 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **STAT 2008**. Disponível: em <http://www.faostat.fao.org/site/418/DesktopDefault.aspx?PageID=418> Acesso dia 23 Abril 2012.
- GONÇALVES Jr, A.C.; NACKE, H.; MARENGONI, N.G.; CARVALHO, E.A.; COELHO, G.F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p.660-666, 2010.
- GONÇALVES Jr, A.C.; NACKE, H.; SCHWANTES, D.; NAVA, I.A.; STREY, L. Phytoavailability of Toxic Heavy Metals and Productivity in Wheat Cultivated Under Residual Effect of Fertilization in Soybean Culture. **Water Air e Soil Pollution**. Berlin, v.220, n.1-4, p.205-211, 2011.
- HERNANDES, A.; PRADO, R.M.; PEREIRA, F. S.; MODA, L.R.; ICHINOSE, J.G.S.; GUIMARÃES, R.C.M. Desenvolvimento do capim Tanzânia em função da aplicação de zinco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.5, p.383-389, 2009.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of beef cattle**. Washington, 1996.
- OLIVEIRA, P.P.; 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. **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, p.40, 2006.
- PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI H.C. Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade. Londrina, **IAPAR**, p.350, 1992.
- RAII, B.V., CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.; **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996.
- VALE F.; ALCARDE, J.C. Extratores para avaliar a disponibilidade do zinco em fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.3, p.655-662, 2002.
- WELZ, B; SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. Wiley-VCH, Weinheim, 1999