

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ FAÉ GIOSTRI

**MICRONUTRIENTES E SÓDIO EM SOLO E CAMPO NATIVO: RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE RESÍDUO LÍQUIDO DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS**

**CURITIBA
2009**

ANDRÉ FAÉ GIOSTRI

**MICRONUTRIENTES E SÓDIO EM SOLO E CAMPO NATIVO: RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE RESÍDUO LÍQUIDO DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, Curso de Mestrado em Ciências do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Ph.D. Antonio Carlos Vargas Motta.

Co-Orientador: Prof^a Dra. Beatriz Monte Serrat.

CURITIBA
2009

Giostri, André Faé

Micronutrientes e sódio em solo e campo nativo: resposta a aplicação de resíduo líquido de indústria de enzimas / André Fae Giostri.— Curitiba, 2009.

62 f.

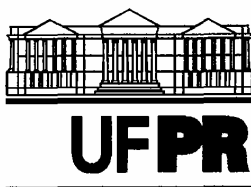
Orientador: Antonio Carlos Vargas Motta.

Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Solos - Fertilidade. 2. Nutrição animal. I. Título.

CDU 631.452

CDD 631.42



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648
Página: www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/
E-mail: pgcsolo@ufpr.br

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **ANDRÉ FAÉ GIOSTRI**, sob o título: "**Micronutrientes e sódio em solo e campo nativo: resposta à aplicação de resíduo líquido de indústria de enzimas**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 30 de abril de 2009.

Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta, Presidente.

Prof^a. Dr^a. Cyntia Maria Wachowics, I^a. Examinadora.

Prof^a. Dr^a. Fabiane Machado Vezzani, II^a. Examinadora.



A Deus

Aos meus pais pela paciência e apoio para a realização deste curso

A Universidade Federal do Paraná, ao Setor de Ciências Agrárias, ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola e ao Curso de Pós- Graduação em Ciências do Solo.

A Prof. Dra. Cyntia Maria Wachowicz pela ajuda e apoio para o ingresso neste curso.

Especialmente pela atenção e dedicação dos meus orientadores Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta, Prof^a. Dra. Beatriz Monte Serrat.

Aos laboratoristas do Departamento de Solo e Engenharia Agrícola, pela ajuda nas análises.

Aos colegas que ajudaram na realização deste trabalho, em especial aos colegas Luis Fernando, Willian, Carla, Herlon e Wagner, pela ajuda na coleta de dados e análises.

A minha namorada Giovana Zanetti pelo suporte e compreensão.

A empresa Novozymes.

A todos os familiares e amigos que de alguma forma contribuíram para essa conquista.

RESUMO

A tendência da fertilidade do solo no futuro será o uso racional e ecológico dos recursos renováveis, entre eles podemos destacar os resíduos industriais preservando as poucas reservas minerais naturais e esgotáveis. As pastagens apresentam grande resposta à adubação, sendo de fundamental importância para a produção de massa para alimentação bovina. O objetivo deste trabalho foi avaliar micronutrientes e Na em pastagem e solo adubados com resíduo líquido de indústria de enzimas (Novogro®). O experimento foi instalado no município de Fazenda Rio Grande em uma área de campo nativo sobre um Cambissolo Háplico. A Biomassa NOVOGRO® Phytase foi aplicada em cinco doses equivalentes a 0, 45, 90, 135 e 180 m³ ha⁻¹. Realizou-se 2 amostragens de solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, análise química de Fe, Cu, Zn, Mn, Cloreto, B e Na. A biomassa da pastagem foi avaliada em 4 amostragens, e realizou-se a análise química de Fe, Zn, Cu, Mn, B, Cloreto e Na. Os teores no solo de Fe, Zn, Cu, Mn e B disponível não apresentaram diferença entre as doses aplicadas. Pequeno decréscimo no teor foliar de Zn, Mn e B observado em pelo menos uma das épocas avaliadas e aumento de Cu para a avaliação 58 dias após aplicação de Novogro® foi observada. Acréscimo linear no teor de Na no solo e na planta foi constatado, sugerindo que Novogro® atue como fonte de Na. A pastagem natural conseguiu suprir a necessidade diária de bovinos de corte quanto aos nutrientes Fe, Cu, Mn e Cl. Já, os teores de Zn e Na na pastagem ficaram abaixo dos teores recomendados para bovinos de corte. A Aplicação de Novogro® propiciou um aumento na extração de todos os micronutrientes avaliados e sódio, dado pela elevação na produtividade da pastagem. Aplicação em até duas vezes a dose recomendada de Novogro® mostrou pequeno efeito sobre a disponibilidade no solo e o teor dos micronutrientes na planta, tendo como principal efeito o suprimento de Na.

Palavras-chave: Pastagem Natural. Fertilidade. Nutrição Mineral.

ABSTRACT

The tendency of soil fertility in the future will be the rational and ecological use of renewable resources, including industrial waste can emphasize preserving the few natural mineral reserves and exhaustible. The pastures have high response to fertilization and is fundamental importance for the mass production of cattle feed. The objective of this study was to evaluate micronutrients and Na in pasture and soil fertilized with liquid waste from enzymes industry (Novogro[®]). The experiment was installed in Fazenda Rio Grande in native pasture on a Haplic Cambisol. The Novogro[®] was applied in five doses equivalent to 0, 45, 90, 135 and 180 m³ ha⁻¹. There were collected 2 samples of soil, at depths of 0-10 and 10-20 cm, chemical analysis of Fe, Cu, Zn, Mn, Cl, B and Na. The biomass of the pasture was evaluated in 4 samples, and was carried out chemical analysis of Fe, Zn, Cu, Mn, B, Na and Cl. Levels in the soil of Fe, Zn, Cu, Mn and B available showed no difference between the doses applied. Small decrease in leaf content of Zn, Mn and B observed in at least one of the periods evaluated and increased Cu in sample 58 days after application of Novogro[®] was observed. Linear increase in Na content in soil and plant was found, suggesting that Novogro[®] acts as a source of Na. The natural pasture has overcome the daily requirement of beef cattle as the nutrients Fe, Cu, Mn and Cl. The levels of Zn and Na in the pasture were below the levels recommended for beef cattle. Application of biomass Novogro[®] provides an increase of extraction of all micronutrients and sodium evaluated as the increase in productivity of grassland. Application up to twice the recommended dose of Novogro[®] showed little effect on the availability of micronutrients, in the soil and leaf, having the main effect the sodium supply.

Key words: Native Pasture. Fertility. Mineral Nutrition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	25
FIGURA 2 - TEORES DE FE DISPONÍVEL NO SOLO NAS CAMADAS DE 0-10 E 10-20 APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	30
FIGURA 3 - TEORES DE FE EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	31
FIGURA 4 - QUANTIDADE EXTRAÍDA DE FE, MN, CU, ZN, B E NA NA PASTAGEM EM UM PERÍODO DE 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DA BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	32
FIGURA 5 - TEORES DE CU DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	34
FIGURA 6 - TEORES DE CU NA PLANTA AOS 58, 128, 233 E 300 DIAS, APÓS APLICAÇÃO DE NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	35
FIGURA 7 - TEORES DE ZN DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	36
FIGURA 8 - TEORES DE ZN EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO®, RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	38
FIGURA 9 - TEORES DE MN DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	40
FIGURA 10 - TEORES DE MN EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO®, RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	41
FIGURA 11 - TEORES DE B DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	43
FIGURA 12 - TEORES DE B EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO®, RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	44
FIGURA 13 - TEORES DE NA DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE	

	BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	46
FIGURA 14 -	TEORES DE NA EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO®, RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	47
FIGURA 15 -	TEORES DE CLORO DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 34 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	48
FIGURA 16 -	TEORES DE CLORO EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO®, RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	49
FIGURA 17 -	QUANTIDADE EXTRAÍDA DE CLORO NA PASTAGEM EM UM PERÍODO DE 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DA BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TEORES DE FE, MN, ZN E CU EM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE MANDIOCA, CANA DE AÇÚCAR E DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS.....	19
TABELA 2 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NA ÁREA DO ESTUDO.....	24
TABELA 3 - ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA RESIDUAL DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.....	25
TABELA 4 - SIGNIFICÂNCIA DOS ATRIBUTOS DO SOLO, TEOR DE ELEMENTOS NA PLANTA E EXTRAÇÃO TOTAL PELA PLANTA AO AJUSTE LINEAR E QUADRÁTICO.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 PASTAGENS	14
2.1.1 Aspectos gerais	14
2.2 RESÍDUOS INDUSTRIAIS E SEU DESTINO	17
2.3 NOVOGRO® E OUTRAS PESQUISAS COM RESÍDUOS	18
2.4. FUNÇÃO DOS MICRONUTRIENTES	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 LOCALIZAÇÃO	23
3.2 SOLO	23
3.3 INATIVAÇÃO DA BIOMASSA NOVOGRO® PHYTASE	24
3.4 MARCAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	25
3.5 APLICAÇÃO DO RESÍDUO	26
3.6 COLETA E ANÁLISE DE SOLO	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 FERRO	29
4.2 COBRE	32
4.3 ZINCO	36
4.4 MANGANÊS	39
4.5 BORO	42
4.6 SÓDIO	45
4.7 CLORO	47
5 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	53
ANEXOS	64

1 INTRODUÇÃO

A tendência da fertilidade do solo no futuro será o uso racional e ecológico dos recursos renováveis, os quais o homem usufrui diariamente. Entre eles podemos destacar os resíduos industriais, preservando as poucas reservas minerais naturais e esgotáveis (TEIXEIRA *et al.*, 2006).

O uso de resíduos industriais vem sendo utilizado por agricultores no mundo todo, por ser uma das alternativas mais promissoras para a disposição desses materiais, desde que realizada de forma racional e sem prejuízo ao ambiente.

Os maiores problemas relativos à aplicação dos resíduos no solo são em relação aos patógenos, à contaminação do solo por sobrecarga de nutrientes como: P, NO_3^- e metais pesados em concentrações excessivas, podendo alcançar o lençol freático, tornando-se agentes de poluição ambiental. Isso leva a ressaltar que a dose de resíduos aplicada no solo deve ser muito bem definida, de modo a minimizar os riscos de poluição (ROCHA; SHIROTA, 1999; CAVALLET *et al.*, 2006; BOEIRA *et al.*, 2002).

Deste modo, o resíduo de origem industrial, oriundo de processos de fermentação, como o resíduo da indústria de enzimas, tem potencial de utilização agrícola, uma vez que na sua constituição se encontram poucos atributos impactantes ao ambiente (CAVALLET *et al.*, 2006). O resíduo da indústria de enzimas apresenta altos teores de nitrogênio e fósforo, sendo utilizado como fertilizante nos solos, e com capacidade de elevar o pH do solo (CAVALLET *et al.*, 2006), assim influenciando a concentração de micronutrientes no mesmo (FAGERIA, 2000).

Com a utilização do resíduo da indústria de enzimas (Novogro[®]) em solos agrícolas torna-se necessário o monitoramento dos níveis de micronutrientes nesses solos e nas plantas.

No Brasil, a produtividade de algumas culturas vem sendo seriamente limitada pela deficiência de micronutrientes. O problema é agravado em virtude da baixa fertilidade dos solos, pela remoção de micronutrientes nas colheitas e pelo uso crescente de adubos fosfatados e nitrogenados, e principalmente quando ocorre utilização de calcário, que contribuem para uma menor solubilidade dos micronutrientes (BATAGLIA; RAIJ, 1989). Altas doses de nitrogênio adicionadas ao

solo podem ocasionar também problemas na disponibilidade de micronutrientes (GOMES *et al.*, 1987).

As pastagens apresentam grande resposta à adubação, sendo de fundamental importância para a produção de massa para alimentação bovina.

As pastagens constituem o principal e mais barato componente da dieta de bovinos e, como tal, representam a base de sustentação da pecuária de corte no Brasil. Todavia, a maioria das pastagens está nas áreas de menor fertilidade, explorada de maneira extrativista e, como consequência, em processo de degradação (SILVEIRA *et al.*, 2006). As estratégias utilizadas para a recuperação da capacidade produtiva da pastagem também buscam interromper o processo de degradação com base nas causas a ela associadas (CARVALHO, 1999). Assim, a reconstituição da fertilidade do solo passa a ser uma alternativa técnica para a recuperação dessas áreas, e o aproveitamento de resíduos industriais se insere neste contexto (SILVEIRA *et al.*, 2006).

O objetivo geral do trabalho é avaliar micronutrientes em pastagem e no solo adubado com resíduo líquido de indústria de enzimas.

Os objetivos específicos deste trabalho são: avaliar o efeito inicial e residual na disponibilidade de micronutrientes no solo adubado com resíduo líquido da indústria de enzimas (Novogro®); avaliar o efeito inicial e residual de Novogro® no crescimento e teores de micronutrientes na pastagem natural melhorada com *Hemarthria* adubada com resíduo líquido da indústria de enzimas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PASTAGENS

2.1.1 Aspectos gerais

As pastagens são ecossistemas complexos, nos quais estão inter-relacionados vários fatores como o solo e a atmosfera, fornecendo as fontes básicas para a produção primária das plantas e estas, por sua vez, para a produção animal (SOUZA NETO; PEDREIRA, 2004). Embora as gramíneas forrageiras tropicais não sejam de excelente qualidade, podem proporcionar grandes ganhos de peso vivo por animal (QUINN *et al.*, 1962; GOMIDE *et al.*, 1984), com a vantagem adicional de apresentar um grande potencial de resposta quando adubadas, evidenciando o seu grande potencial de produção de matéria seca, devido à elevação da fertilidade dos solos (CORSI; MARTHA JR., 1997).

Em sistemas de produção de bovinos a pasto, embora ocorra a reciclagem dos nutrientes devido aos excrementos, muitos nutrientes são retirados do solo (MOTT, 1974), ocorrendo a degradação da pastagem, necessitando da reposição dos nutrientes (CORSI; MARTHA JR., 1997).

O bioma Campos Sulinos constitui-se num dos mais importantes patrimônios ecológicos da região Sul do Brasil, estendendo-se pelo Uruguai, leste da Argentina e sul do Paraguai. Campos Sulinos referem-se a um tipo de vegetação em que predominam poaceas e outras herbáceas. Cerca de 80 % do recurso forrageiro destinado à pecuária, nas regiões de abrangência desta vegetação, provém de pastagens naturais, componentes deste ecossistema (BERRETA *et al.*, 2000; NABINGER *et al.*, 2000; NABINGER *et al.*, 2005).

No Brasil, as pastagens naturais, podem ser divididas em cerrado e campos limpos. O cerrado ocupa as áreas que vão desde o Estado do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Bahia, com prolongamento para as regiões Nordeste e Sul do Brasil, chegando até o Paraná, como é o caso da região de Jaguariaiva. Já o bioma campos limpos ocupa a maior parte da metade sul do Rio Grande do Sul, o que perfaz cerca da metade do território do Estado. Do lado

catarinense, ressurgem em Lages, e acompanhando os altiplanos das Serras Geral e do Espigão, chega até a divisa do Paraná (SCHREINER, 1991).

No Paraná, existem 1.422.884 hectares em pastagem natural, abrangendo uma área de 4,6% do território paranaense (SANTOS; GUERREIRO, 2005). No Estado, os campos limpos ocorrem em seis regiões distintas: a) Curitiba, Lapa, Campo do Tenente, Porto Amazonas e Fazenda Rio Grande, b) Palmeira e Ponta Grossa, c) Castro e Piraí, d) Tibagi e Arapoti, e) Guarapuava, f) Palmas (SCHREINER, 1991).

Uma das limitações mais sérias à criação bovina nos campos naturais do Paraná são os invernos frios, com geadas mais ou menos freqüentes (SCHREINER, 1991).

As pastagens naturais vêm sendo pesquisadas no sul do Brasil, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, dado à extensão e à importância na produção de carne, lã e leite. Segundo Damé *et al.* (1999), as produtividades das pastagens naturais no Sul do Brasil são baixas, com média anual de produção de matéria seca (MS) de 3.000 kg ha⁻¹ ou até menor. No Rio Grande do Sul, varia de 841 a 2.018 kg ha⁻¹. A grande variação quanto ao tipo de solo e clima das diferentes regiões do Rio Grande do Sul justificam a grande variação nas produtividades encontradas. Santos *et al.* (2008) relataram produtividade de uma pastagem natural de 975 kg ha⁻¹ de MS, por um período de 10 meses, na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Para os campos naturais, Gatiboni *et al.* (2000) encontraram produtividade de 4141 kg ha⁻¹ de MS, durante um período de 11 meses. Na região fisiográfica do Planalto Médio, Siewerdt *et al.* (1995) relataram uma produtividade de 5348 kg ha⁻¹. Avaliando pastagem sobre um Planossolo, Cunha *et al.* (2001) observaram a produção de MS de 4516 kg ha⁻¹. Pardo *et al.* (2003) constataram, em condições naturais, a oferta de forragem de 2.592 kg ha⁻¹.

Valores de produtividade próximos ao observado no Rio Grande do Sul foram constatados por Shreiner (1991) nos campos naturais do Paraná com valores que variaram de 996 kg ha⁻¹, no inverno até 2.127 kg ha⁻¹, no verão, num total de 3123 kg ha⁻¹ano.

Além da produtividade de MS da pastagem, outro fator que merece atenção é a concentração dos nutrientes na mesma. Para que os animais possam expressar o seu potencial genético para a produção de carne ou leite, as suas exigências nutricionais devem ser atendidas. Essas exigências nutricionais são calculadas de

acordo com o nível e estágio de produção, sexo, raça, condição fisiológica (relacionada a um funcionamento normal das suas funções) e corporal (NOLLER *et al.*, 2006). Os nutrientes, normalmente, são usados numa ordem hierárquica para manutenção, reprodução, lactação e ganho de peso. A manutenção tem prioridade sobre os nutrientes, pois a vida deve ser preservada. Ela é seguida pela reprodução ou a perpetuação das espécies. Somente se os nutrientes estiverem presentes em quantidade superiores aos requerimentos, eles podem ser armazenados como gordura ou usados para o ganho de peso (NOLLER *et al.*, 1996). Segundo o National Research Council (1996), a necessidade de ingestão diária de nutrientes para bovinos de corte é de 50, 40, 10, 30 e 600 mg kg⁻¹ de Fe, Mn, Cu, Zn e Na, respectivamente.

Em condições naturais, as pastagens naturais podem apresentar níveis inadequados para a nutrição dos rebanhos bovinos do Sul do Brasil. Senger *et al.* (1997) encontraram teores médios de Fe, Mn, Zn, Cu e Na de 269, 364, 20, 11 e 319 mg kg⁻¹, respectivamente, em 275 amostras de solos do Rio Grande do Sul. Lebdosoekojo *et al.* (1980), em campo natural da Colômbia, encontraram teores de Fe, Mn, Zn, Cu e Na de 588, 217, 14, 2, 210 mg kg⁻¹, respectivamente.

A carência nutricional de um ou mais nutrientes nos solos dos campos nativos tem proporcionado elevada resposta à aplicação de nutrientes na forma de esterco. Durigon *et al.* (2002) com 28 aplicações de esterco de chorume de suíno sobre pastagem natural durante quatro anos observaram aumento de 44 e 70% na produção de MS aos 3 meses e de 109 e 155% ao final de 48 meses nas doses de 20 e 40 m³ ha⁻¹ corte⁻¹, respectivamente, em comparação a pastagem testemunha. Scheffer-Basso *et al.* (2008) também aplicando doses de esterco líquido de suíno obtiveram aumento de 108% de MS em relação a testemunha.

O uso de macronutrientes na forma de adubo mineral também tem proporcionado elevação na produtividade de pastagem nativa. Santos *et al.* (2008), na região da Campanha do Rio Grande do Sul, obtiveram aumento de 17% na altura e de 94% na MS (5.420 kg ha⁻¹) de uma pastagem natural em relação ao campo não adubado (2.789 kg ha⁻¹), com o uso de 200 kg ha⁻¹ de N. Amaral *et al.* (2006) também obtiveram resposta significativa com a aplicação de fertilizantes em pastagem natural.

Embora bem menos testado, o uso de micronutrientes em pastagens também tem proporcionado elevação na produtividade em algumas condições.

Oliveira *et al.* (2006) em São Paulo observaram aumentos de 9.000 kg ha⁻¹ de MS com adubação de micronutrientes em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em relação aos tratamentos sem micronutrientes. Kalmbacher (2001), adubando capim pensacola com micronutrientes, encontrou aumento de 4.000 kg ha⁻¹ de MS, e aumentos significativos nos teores de Cu, Fe Mn e Zn. A adubação com micronutrientes no solo proporciona aumentos significativos nos teores destes nutrientes na pastagem. Oliveira *et al.* (2000), utilizando sulfato de zinco em capim Tanzânia, obtiveram aumentos nos teores foliares de Zn, além do Fe, Cu e Mn.

Pastagens, em geral, apresentam deficiência em micronutrientes, devido à falta de adubação correta. Os cultivos sucessivos aliados aos aumentos da demanda de N e de outros nutrientes pela pastagem, devido aos aumentos de rendimento da cultura, que aumentam a extração dos nutrientes do solo, têm provocado decréscimo generalizado na disponibilidade de alguns micronutrientes. (OLIVEIRA *et al.*, 2003). Os solos, em todas as zonas de pastagem nativa do Sul do Paraná, são de baixa fertilidade natural, apresentam estrutura leve e são fáceis de serem trabalhados (SCHREINER, 1991).

2.2 RESÍDUOS INDUSTRIAIS E SEU DESTINO

O processo de industrialização, o crescimento populacional, o desmatamento indiscriminado e a ocupação inadequada de áreas foram responsáveis por graves desequilíbrios ambientais, como o desencadeamento acelerado de processos erosivos, com conseqüente perda de fertilidade dos solos e o assoreamento de rios. Por outro lado, a industrialização gera resíduos que são a expressão visível dos riscos ambientais (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999), sendo algo indesejado em dado momento e em determinado local, e que não tem valor de mercado (VALLE, 1995). De acordo com Timofiecsyk e Pawlowsky (2000), o termo resíduo é utilizado em sentido amplo, englobando não somente sólidos como também os efluentes líquidos e os materiais presentes nas emissões atmosféricas.

O resíduo industrial, depois de gerado, necessita de destino adequado, pois não pode ser acumulado indefinidamente no local em que foi produzido. A disposição dos resíduos no meio ambiente é uma boa alternativa de disposição

desse material, pois segundo Laufenberg (2003), os resíduos podem conter muitos nutrientes de alto valor.

Assim, os resíduos industriais têm propriedades que podem contribuir para a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, principalmente de solos tropicais altamente intemperizados, onde as cargas negativas são dependentes de pH (VANCE; PIERZYNSKI, 2001).

Deste modo, a incorporação ao solo de resíduos industriais pode ser uma prática viável, desde que se conheça a composição química do material e as propriedades físicas e químicas do solo (POMBO; KLAMT, 1986; MALAVOLTA, 1994).

2.3 NOVOGRO® E OUTRAS PESQUISAS COM RESÍDUOS

Diversos autores têm constatado o uso de resíduos orgânicos como condicionadores do solo, dentre eles merecem destaque os oriundos da agroindústria, pois, em função da sua origem, a probabilidade de apresentarem contaminantes em sua composição é menor (GLÓRIA, 1994; BETTIOL; CAMARGO, 2000).

Como exemplo de resíduos líquidos agroindustriais aplicados no solo, tem-se a vinhaça proveniente do processamento de cana de açúcar, a manipueira proveniente do processamento da mandioca, e o resíduo líquido da indústria de enzimas (Novogro®) (Tabela 1) (CAVALLET *et al.*, 2006; FIORETTO, 1983; MELO *et al.*, 2005).

TABELA 1 - TEORES DE FE, MN, ZN E CU EM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE MANDIOCA, CANA DE AÇÚCAR E DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS.

Composição	Manipueira ¹	Vinhaça de caldo ²	Novogro ^{®3}
N(g kg ⁻¹)	1,5	0,3	1,5
P (g kg ⁻¹)	0,25	0,08	1,9**
K (g kg ⁻¹)	1,99	1,21	0,25**
Ca (g kg ⁻¹)	0,5	0,65	2,47
Mg (g kg ⁻¹)	0,84	0,34	0,612
S (g kg ⁻¹)	4,38	13,94	0,03
Fe (g kg ⁻¹)	16,6	69	8
Mn (g kg ⁻¹)	5,65	7	1
Zn (g kg ⁻¹)	3,7	2	2
Cu (g kg ⁻¹)	0,9	7	1
M.O. (kg m ⁻³)	40,5	23,44	n.d.
pH	4,03	3,7	11,5

*Resíduo proveniente da indústria produtora de enzimas.¹ Fioretto, 1983. ² Melo *et al.*, 2005. ³ Cavallet *et al.*, 2006. **Dados de Roveda (2007).

Na Tabela 1, observa-se o alto teor de fósforo presente no Novogro[®], em relação aos demais, sendo o fósforo o principal nutriente presente no resíduo líquido. Também destaca-se a grande quantidade de nitrogênio presente no resíduo e o alto valor do pH. O teor de nitrogênio no Novogro[®] é similar com a manipueira.

O resíduo líquido da indústria de enzimas, obtida por processos fermentativos (Novogro[®]), se constitui de partículas sólidas dos substratos das fermentações, por auxiliares de filtração e pela biomassa microbiana. Como auxiliares de filtração, utilizam-se substâncias orgânicas e inorgânicas, como: argila de diatomáceas, carbono ativado, e alguns nutrientes que auxiliam na separação da matéria orgânica (CAVALLET *et al.*, 2006). Assume-se que o resíduo da indústria de enzimas apresenta valor fertilizante para solos agrícolas, devido ao seu alto valor de pH e alto teor de nitrogênio e fósforo, sendo utilizada como corretivo da acidez do solo (Tabela 1).

A utilização do resíduo da indústria de enzimas vem sendo feito em várias culturas e apresentando resultados significativos na melhoria da fertilidade do solo e incremento na produtividade de culturas como o feijão, batata e milho. Este resíduo também promove aumento do pH do solo e eleva o nível de nitrogênio no solo devido à sua composição, tornando-se viável a sua aplicação deste resíduo (CAVALLET *et al.*, 2006; CAVALLET *et al.*, 2003; CAVALLET *et al.*, 1993).

Os nutrientes provenientes do Novogro[®] podem ser acumulados no solo em níveis altos, principalmente quando o pH é inferior a 6. Estudos efetuados em

Taiwan na cultura de cana-de-açúcar irrigada com efluentes de agroindústria concluíram que não houve limitação para o desenvolvimento da cana-de-açúcar (VIEIRA, 1997).

Em solos que recebem grandes quantidades de calcário e adubações nitrogenadas altera-se os teores de micronutrientes no solo, muitas vezes esses nutrientes tornam-se indisponíveis para as plantas, prejudicando o seu desenvolvimento. A dinâmica dos micronutrientes no sistema solo-planta é influenciada pelas características e propriedades dos solos, e pelo comportamento das diferentes espécies vegetais (HERNANDEZ *et al.*, 1991).

O resíduo da indústria de enzimas promove aumento do pH do solo (CAVALLET *et al.*, 2006). Segundo Faria e Pereira (2000), a disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende, entre outros fatores, da textura, matéria orgânica, e, principalmente, do pH do solo. Quando o pH do solo aumenta, diminui a disponibilidade do Cu, Fe, Mn e Zn e aumenta a do Mo (TEIXEIRA *et al.*, 2003). Barbosa Filho *et al.* (1992) trabalhando com arroz e Oliveira *et al.* (2003) com pastagem confirmaram que a absorção de Cu, Fe, Mn e Zn num Latossolo Vermelho-Escuro diminuíram com a calagem.

2.4 FUNÇÃO DOS MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes podem ser divididos quanto a sua forma de absorção em catiônicos como: ferro, zinco, manganês, cobre e zinco e os aniônicos como o cloro, boro e molibdênio (MOTTA *et al.*, 2007).

O boro está presente no solo na forma de ácido bórico. Quando o pH é menor que 7. Nesta forma, é altamente solúvel e facilmente permeável na membrana das células. As funções do boro nas plantas estão relacionadas com a estrutura da parede celular e com substâncias pécticas associadas a ela. Especialmente na lamela média, o boro está ligado ao metabolismo de carboidratos como a síntese da hemicelulose (EPSTEIN, 2006). O boro está presente na síntese do RNA, no crescimento meristemático, especialmente ao crescimento do tubo polínico (FERREIRA *et al.*, 2001).

A concentração de boro nas plantas varia muito de espécie para espécie (FAGERIA, 1990). Segundo Motta *et al.* (2007) a concentração de boro nas plantas

varia de 15 a 70 mg kg⁻¹ de matéria seca, apresentando em culturas como o citros de 36 a 100 mg kg⁻¹. Os teores médios de boro em pastagem natural estão em torno de 5 a 15 mg kg⁻¹ (TYFFANY *et al.*, 2000).

Entre os elementos essenciais às plantas superiores o boro é o único cuja remobilização dentro da planta varia significativamente entre espécies (BROWN; HU, 1996). O boro é imóvel para a maioria das espécies, independentemente do estágio de crescimento ou ambiente onde a planta cresce.

O ferro aparece em solução do solo nas formas Fe²⁺, Fe³⁺ e seus produtos de hidrólise, Fe(OH)²⁺ e Fe(OH)₂⁺, sendo que acima de pH 8,0 a forma Fe(OH)₄⁻ é a mais abundante. O ferro dos silicatos do solo, durante o intemperismo, é oxidado a óxidos livres. Dos óxidos, o mais frequentemente encontrado é a goetita em todas as regiões do mundo, seguida, em condições aeróbicas, pela hematita (CAMARGO, 2006). A presença desses óxidos no solo reveste-se de grande importância, pois são eles que praticamente governam a solubilidade do elemento, junto com outros fatores, como complexação, hidrólise e condições de oxi-redução.

O ferro tem várias funções nas plantas, que vão desde a síntese de clorofila e proteínas até a sua influência no crescimento apical das raízes. O ferro também é constituinte de vários sistemas enzimáticos como o transporte de elétrons, citocromo, redução de nitrato e do sulfato e fixação simbiótica do nitrogênio (MOTTA *et al.*, 2007). A concentração foliar de ferro varia de 10 a 100 mg kg⁻¹ de matéria seca (MALAVOLTA, 2006).

O cobre se encontra na solução do solo em baixíssima concentração apresentando ainda redução da sua disponibilidade com elevação do pH e do teor de matéria orgânica. Cu é absorvido pelas plantas como Cu⁺² e como quelatos solúveis.

O Cu participa do processo fotossintético como constituinte da plastocianina e no transporte de elétrons. Suas funções abrangem, além da lignificação da parede celular, os metabolismos de proteínas, carboidratos e de fixação simbiótica do nitrogênio (MARSCHNER, 1995).

A concentração adequada para Cu varia de 3 a 7 mg kg⁻¹ de matéria seca, sendo considerado por Senger *et al.* (1997) como nível crítico de Cu em pastagem o teor de 4 mg kg⁻¹.

Embora o cobre também seja encontrado no floema ligado a ácidos orgânicos, quando em condições de deficiência, os sintomas se manifestam com a

redução do crescimento, deformações das folhas jovens e necrose do meristema apical. Desta forma, o Cu é considerado medianamente móvel em plantas bem supridas, mas imóvel em condições de carência (MOTTA *et al.*, 2007).

O cloro é absorvido da solução do solo como Cl⁻ e participa, junto com o manganês, na dissociação da água, com liberação do O₂, no processo fotossintético. E, ainda, atua indiretamente na fotossíntese através da regulação da abertura do estômato, sendo íon acompanhante do potássio, em plantas com baixa síntese de anions orgânicos. Tem, também, importante papel na regulação da pressão osmótica da célula e na hidratação dos tecidos, sendo apontado por muitos autores como um elemento ativo na resistência que algumas culturas apresentam a infestação por doenças fúngicas (MOTTA *et al.*, 2007).

A concentração de cloro nas plantas varia de 2.000 a 20.000 mg kg⁻¹ de matéria seca, sendo muitas vezes superior a sua necessidade, que varia de 340 a 1.200 mg kg⁻¹ de matéria seca e, algumas vezes, inferior a 100 mg kg⁻¹ (MOTTA *et al.*, 2007).

Os sintomas de deficiência de cloro nas plantas não são comuns. Malavolta (2006) descreveu como sintomas de carência de cloro nas plantas o murchamento, a clorose e a deformação de folhas mais velhas. Em algumas culturas, como o milho e abobrinha, os sintomas podem aparecer nas folhas mais novas.

O manganês é o micronutriente mais abundante no solo depois do Fe. Encontra-se em concentração que varia de 20 a 3.000 mg kg⁻¹ e o seu teor aumenta com a diminuição do pH do solo (MALAVOLTA, 2006).

O manganês é absorvido na forma de Mn⁺² pelas raízes e é acumulado nos compartimentos do apoplasto e simplasto, em três frações distintas. A forma trocável referente ao apoplasto está adsorvida às cargas negativas na matriz péctica da parede celular. A forma lábil esta relacionada ao Mn localizado no citoplasma, enquanto a não lábil refere-se ao manganês depositado nos vacúolos (WANG, 2003). É transportado das raízes para a parte aérea, via xilema, por meio da corrente transpiratória e é considerado um elemento de pouca mobilidade no floema, por isso os sintomas de deficiência aparecem nos órgãos mais novos. Os sintomas de deficiência de manganês são clorose internerval, com posterior amarelecimento das folhas novas e pequena redução no tamanho do limbo foliar.

A concentração de manganês nas plantas varia de 10 a 50 mg kg⁻¹, Senger *et al.* (2007) relataram teores de manganês em pastagens naturais em torno de 364 mg kg⁻¹.

O zinco é um micronutriente absorvido na forma de Zn⁺² e a absorção radicular ou foliar se dá ativamente. É um elemento pouco móvel na plantas e sua deficiência pode ser visualmente constatada pelo encurtamento dos internódios, clorose internerval em folhas novas e deformação nas folhas (ROMHELD, 2001).

Em folhas, o nível crítico de zinco está entre 15 a 20 mg kg⁻¹ de matéria seca.

O zinco nas plantas é essencial para a síntese do triptofano (precursor do ácido indolacético-AIA), inibe a RNA-se, ativa a anidrase carbônica e participa da estrutura da dismutase de superóxido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento foi instalado no município de Fazenda Rio Grande, região metropolitana de Curitiba, em uma área de campo nativo, com predomínio de gramíneas, melhorada com hermatia, com pastejo. O experimento está localizado no Primeiro Planalto Paranaense nas coordenadas 24°16'56,71 de latitude Sul e 51°28'32,91 de longitude Oeste. A área apresenta um relevo ondulado (5% de declividade), com altitude média de 900m (IAPAR, 1994).

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, pertence ao tipo Cfb, subtropical mesotérmico, úmido, sem estação seca, com verões frescos. As temperaturas dos meses mais frios oscilam entre -3 °C a 18 °C, e temperaturas nos meses mais quentes estão entre 10 °C a 34 °C. A região não apresenta estação seca definida, com pluviosidade anual entre 1600 a 1800 mm. A umidade relativa média do ar encontra-se entre 70 a 80% (IAPAR, 2000).

3.2 SOLO

O experimento foi instalado sobre um Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Tabela 2), segundo o sistema de classificação da EMBRAPA (2006).

TABELA 2 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NA ÁREA DO ESTUDO.

pH	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na	P
CaCl ₂			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³
4,15	1,29	12,2	1,32	0,65	0,11	0,06	2,4

3.3 INATIVAÇÃO DA BIOMASSA NOVOGRO[®] PHYTASE

A Biomassa Novogro[®] Phytase utilizada neste estudo foi caracterizada como um resíduo de origem biológica e antes de ser liberada para o campo passou pelo processo rápido de elevação do pH, utilizando o cal hidratado [Ca(OH)₂ + Mg(OH)₂]. Após um período de 24 h, alíquotas foram cultivadas. A liberação do produto para aplicação só ocorreu mediante resultados negativos de crescimento do microorganismo utilizado na produção da enzima fitase, devidamente conferidos pelo serviço de controle de qualidade da empresa. As características químicas da água residual de indústria de enzimas podem ser observadas na tabela 3.

TABELA 3 - ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA RESIDUAL DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.

Parâmetro	Teores
Alumínio	0,38 mg kg ⁻¹
Boro	6,3 mg kg ⁻¹
Cádmio	0.370 mg kg ⁻¹
Cálcio	17,39 g 100g ⁻¹
Carbono orgânico	3,46 g 100g ⁻¹
Carbono total	18,96 g 100g ⁻¹
Chumbo	1.56 Em nível 5,0 mg kg ⁻¹
Cloretos	9667 mg kg ⁻¹
Cobre	3,7 Em nível 2,0 mg kg ⁻¹
Cromo total	0,5 Em nível 1,0 mg kg ⁻¹
Ferro total	136,5 mg kg ⁻¹
Fósforo total	4,43 g 100g ⁻¹
Magnésio	10,66 g 100g ⁻¹
Manganês	20,1 Em nível 0,2 mg kg ⁻¹
Matéria orgânica total	32,61 g 100g ⁻¹
Níquel	0,885 Em nível 0,5 mg kg ⁻¹
Nitrogênio amoniacal	3,36 g 100g ⁻¹
Nitrogênio nítrico	330 mg kg ⁻¹
Nitrogênio total	6,51 g 100g ⁻¹
pH	12,88
Potássio	0,3 mg kg ⁻¹
Relação C orgânico/ N total	0,94
Relação C total/ N total	2,91
Sódio	1,18 g 100g ⁻¹
Sólidos totais fixos 110°C	126,87 g 100g ⁻¹
Sólidos totais fixos 550°C	94,26 g 100g ⁻¹
Zinco	6,15 mg kg ⁻¹

3.4 DELIMITAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em uma área de aproximadamente dois hectares, onde foram delimitados quatro blocos e cada bloco com cinco parcelas (7 x15 m) correspondente às doses do resíduo, totalizando 20 parcelas no total (figura 1).

Bloco I	Bloco II
90 m ³ ha ⁻¹	0 m ³ ha ⁻¹
135 m ³ ha ⁻¹	180 m ³ ha ⁻¹
180 m ³ ha ⁻¹	90 m ³ ha ⁻¹
0 m ³ ha ⁻¹	135 m ³ ha ⁻¹
45 m ³ ha ⁻¹	45 m ³ ha ⁻¹
90 m ³ ha ⁻¹	45 m ³ ha ⁻¹
135 m ³ ha ⁻¹	135 m ³ ha ⁻¹
0 m ³ ha ⁻¹	0 m ³ ha ⁻¹
180 m ³ ha ⁻¹	90 m ³ ha ⁻¹
45 m ³ ha ⁻¹	180 m ³ ha ⁻¹

Bloco III

Bloco IV

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

3.5 APLICAÇÃO DO RESÍDUO

Os tratamentos foram cinco doses de Novogro[®], em quantidades equivalentes a 0, 45, 90, 135 e 180 m³ ha⁻¹, originada da fabricação da enzima Fitase. A escolha das doses tem por objetivo aplicar a dose máxima recomendada pela empresa Novozymes de 90 m³ ha⁻¹, uma dose abaixo e duas superiores a recomendada, a fim de verificar possíveis efeitos tóxicos de doses elevadas.

A aplicação de Novogro[®] Fitase foi realizada manualmente com regadores, nos dias 3 e 4 de agosto de 2006. O resíduo foi colocado em reservatório de 1000 dm³ e continuamente agitado para manter o produto em suspensão. Em seguida, com auxílio de regadores, foi realizada a distribuição em cada parcela. As parcelas foram subdivididas em faixas durante a aplicação, com intuito de diminuir o risco de sobreposição de aplicação. Na maior dose foi aplicada à metade da dose, esperado até que ocorresse a infiltração (5 minutos), e, então, aplicada a segunda metade da dose com a finalidade de diminuir o escoamento superficial.

3.6 COLETA E ANÁLISE DE SOLO

Realizou-se 2 amostragens de solo, aos 73 e aos 261 dias após aplicação, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. O solo foi coletado com o auxílio de um trado tipo holandês em quinze pontos de cada parcela para compor uma amostra composta. O solo foi seco ao ar e passado em peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Em seguida, realizou-se análise química de Fe, Cu, Zn, Mn, Cloreto, B, Na e pH do solo no laboratório de fertilidade da UFPR segundo a metodologia descrita por Silva (1999), usando Mehlich 1 como extrator para Fe, Cu, Mn e Zn e água quente como extrator para o B. O Cl foi analisado de acordo com metodologia proposta por Fontes (2001).

3.7 COLETA E ANÁLISE DA PASTAGEM

A biomassa da pastagem foi avaliada em 4 amostragens, aos 58, 128, 233 e 300 dias após a aplicação. Amostras de folhas verdes foram coletadas aleatoriamente de quatro áreas de 0,25 m² em cada parcela de modo aleatório, perfazendo 1 m². Em cada local, foi cortado todo o material da planta com altura superior a 2 cm. Em seguida, levou-se o material para o laboratório e pesou-se para a obtenção da massa úmida, e logo após o material foi lavado com água corrente e água deionizada e colocado para secar em estufa a 65 °C com circulação de ar forçado, para obtenção da massa seca. Realizou-se a análise química de Fe, Zn, Cu, Mn, B, Cloreto e Na do material coletado de acordo com a metodologia descrita por Reissmann e Martins (2007).

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados segundo um delineamento em blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 blocos. A homogeneidade das variâncias dos tratamentos foi verificada pelo teste de Bartlett, sendo que os dados foram transformados por $\log(x)$, quando necessário. Foram ajustadas regressões polinomiais entre as doses de biomassa aplicada e os parâmetros de solo e planta avaliados. Foram testados

modelos linear e quadrático e a escolha foi baseada na significância (menor que 5%), e no coeficiente de determinação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo dos ajustes dos dados obtido para o teor disponível no solo, o teor de nutrientes na pastagem e a extração total pela planta ao modelo linear e quadrático, em função das doses aplicadas do Novogro[®] é apresentado na Tabela 4, e serão discutidas em separado para cada elemento, a seguir.

TABELA 4 - SIGNIFICÂNCIA DOS ATRIBUTOS DO SOLO, TEOR DE ELEMENTOS NA PLANTA E EXTRAÇÃO TOTAL PELA PLANTA AO AJUSTE LINEAR (L) E QUADRÁTICO (Q).
TEOR DISPONÍVEL NOS SOLOS

Coletas/ Profundidade	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Cl	Na
Primeira/ 0-10	ns	ns	ns	ns	ns	L**	L**/Q*
Primeira/ 10-20	ns	ns	ns	ns	ns	ns	L**
Segunda/ 0-10	ns	ns	ns	ns	Q*	ns	L**
Segunda/ 10-20	ns	ns	ns	ns	ns	ns	L**/Q*

TEOR na PASTAGEM

Coletas	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Na	Cl
Primeira	ns	L**	L**	L**/Q**	L**/Q*	L**	ns
Segunda	ns	ns	Q**	ns	L*/Q*	Q*	L**
Terceira	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Quarta	ns	ns	Q**	ns	ns	ns	ns

EXTRAÇÃO TOTAL PELA PLANTA

Coletas	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Na	Cl
Primeira	L**	L**	L**	L**	L**	L**	L**
Segunda	L**	L**	L**/Q**	L**	L**/Q**	Q*	L**
Terceira	L**	L*	L*	ns	L**	L**	L**
Quarta	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
TOTAL	L**	L**	L**	L*	L**	L**/Q*	L**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

4.1 FERRO

Os teores de ferro disponível observados no solo (Figura 2) encontram-se em nível médio em todas as épocas de coleta e profundidade (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004), indicando bom suprimento às plantas. A análise estatística demonstrou que não houve diferença significativa entre as doses

aplicadas em nenhuma profundidade e época de coleta do solo (Tabela 4 e Figura 2).

A disponibilidade de Fe é controlada por dois processos: mudança na condição de oxiredução e pH (TEIXEIRA *et al.*, 2003). Já em solos bem aerados, como é o caso da pastagem utilizada neste experimento, a química do ferro é controlada principalmente pelo pH. Assim, os resultados indicam que as variações nos valores de pH de 0,5 a 0,2 (Anexo 9), ocorrido na camada superficial de 0-10 e 10 a 20 cm, respectivamente, quando do uso de Novogro[®] não foi suficiente para alterar a disponibilidade de Fe, corroborando com resultados obtidos, Nunes *et al.* (2004) não constataram alterações na disponibilidade de Fe no solo mesmo quando do uso da calagem. Ainda, Aloisi (2001) estudando efluentes da indústria cítrica em três solos do estado de São Paulo obteve resultados similares com o encontrado neste trabalho.

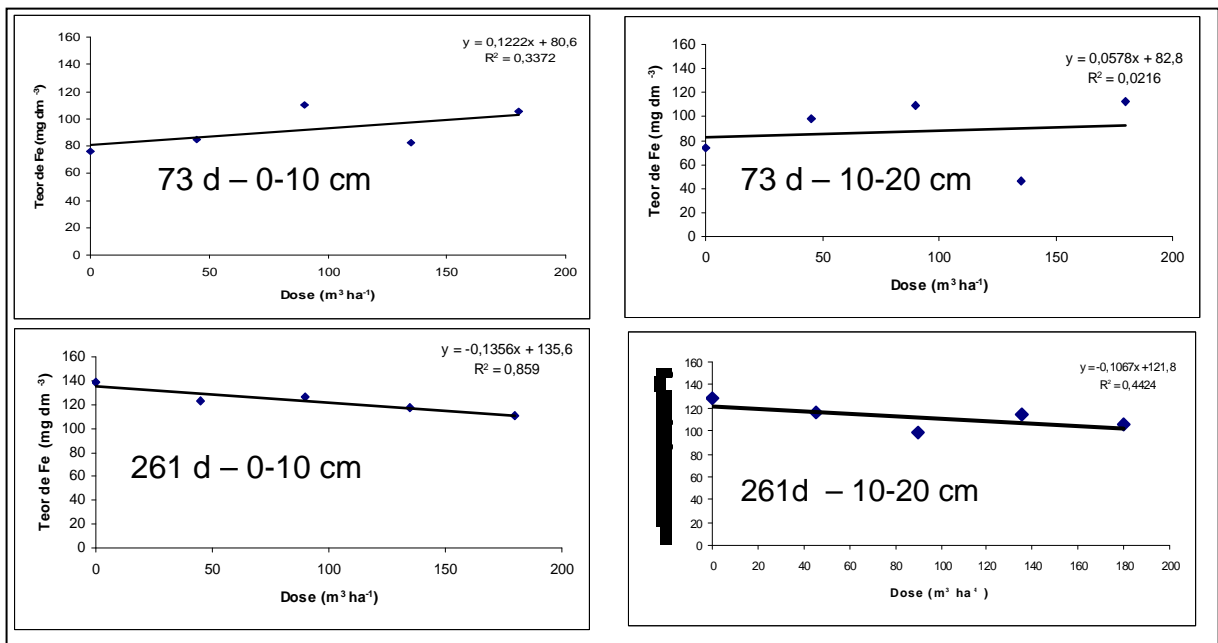


FIGURA 2 - TEORES DE FE DISPONÍVEL NO SOLO NAS CAMADAS DE 0-10 E 10-20 APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®] EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Acompanhando o que ocorreu com Fe disponível no solo, não foi constatado efeito de doses crescentes de Novogro[®] no teor de Fe nas folhas, em nenhum dos cortes realizados, demonstrando não haver efeito imediato e residual do produto (Tabela 4; Figura 3). Os teores de Fe na pastagem variaram entre 46 e 139 mg kg⁻¹, estando entre o valor mínimo exigido de 50 e máximo de 1000 mg kg⁻¹,

recomendado pela National Research Council (1984) para bovinos de corte. Os valores encontrados também se enquadram na faixa de 50 a 250 mg kg⁻¹ considerada adequada para pastagens por Fageria *et al.* (1991), (sendo, porém limítrofes para os limites mínimos de ambas as referências).

Os teores de Fe nas folhas estão próximos à faixa de 86 a 122 mg kg⁻¹, encontrada em coletânea de diversos trabalhos (MOTTA *et al.*, 2007). Contudo, os teores observados ficaram abaixo do teor médio de 250 mg kg⁻¹ de Fe obtidos por Senger *et al.* (1997), em pastagens naturais do Rio Grande do Sul, mas dentro da faixa observada, 53 até 1338 mg kg⁻¹. Ceolato, (2007) estudando pastagens com adição de lodo de esgoto, encontrou valores de 100 a 160 mg kg⁻¹ de Fe em *Brachiaria decumbens*, ficando acima dos encontrados neste trabalho.

Constatou-se uma grande variação sazonal de Fe na planta com maiores teores na amostragem no período de 58 e 300 dias após a aplicação do resíduo, correspondendo, respectivamente, aos períodos de crescimento da pastagem no verão e na primavera (Figura 3). Uma grande variação no teor de Fe na pastagem foi também observada por Senger *et al.* (1997) e Trindade e Cavalheiro (1990) em pastagem nativa, confirmando a grande importância do estágio fenológico e clima sobre teor de Fe na planta (MOTTA *et al.*, 2006).

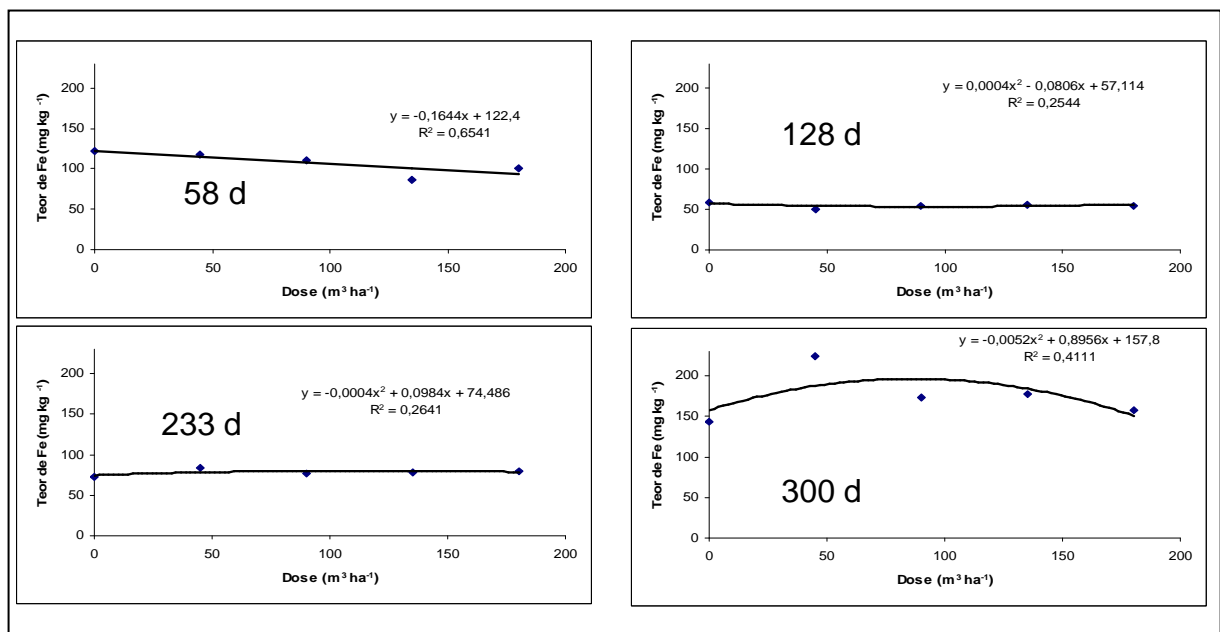


FIGURA 3 - TEORES DE FE EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Embora não tenha ocorrido variação no teor de Fe em função da aplicação da Novogro[®] em todos os cortes, constatou-se acréscimo linear na quantidade de Fe extraída pela pastagem em 4 cortes (Figura 4), dado ao grande aumento na produtividade (Anexo 10). Estes resultados se aproximam dos encontrados por Primavesi *et al.* (2004), onde estudando capim coast-cross, encontrou extração de ferro em torno de 1224 g ha⁻¹.

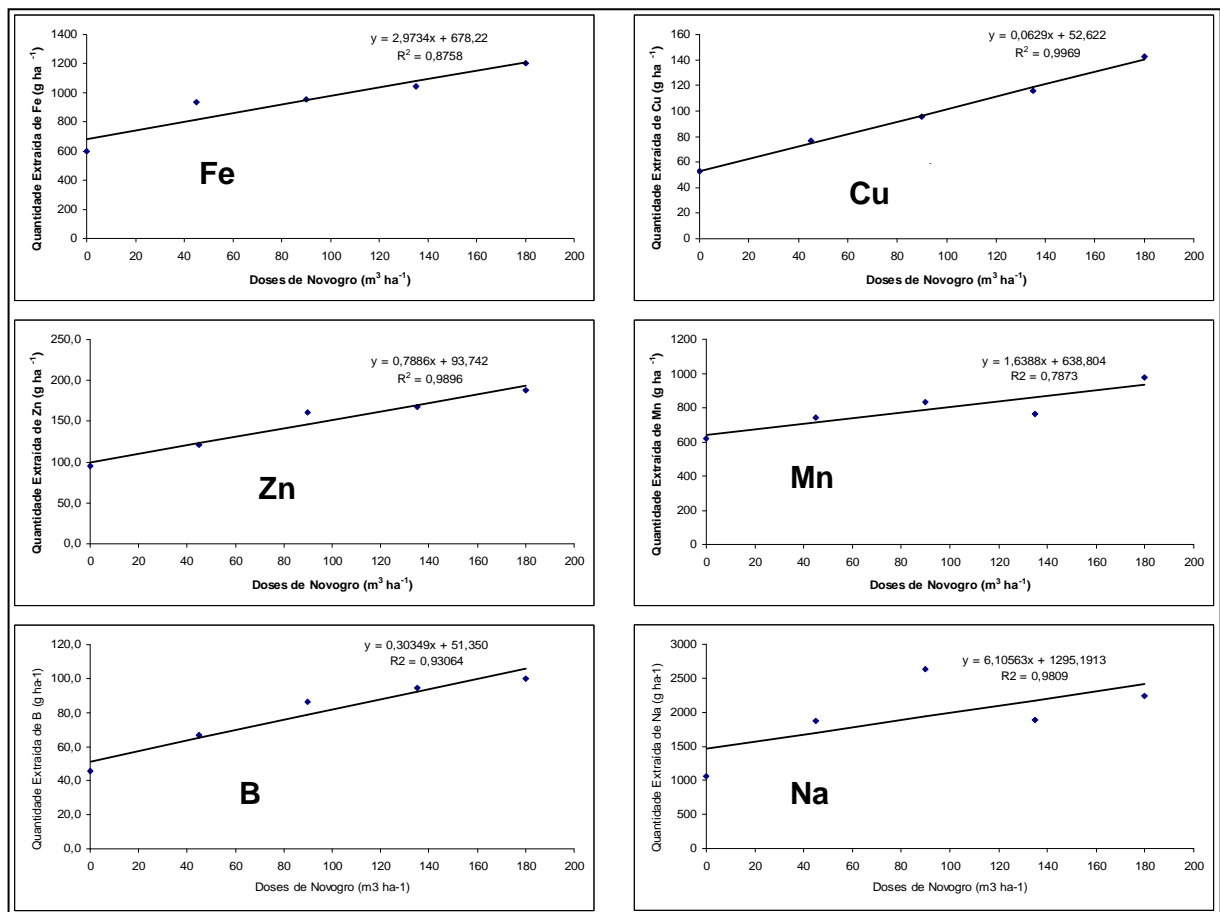


FIGURA 4 - QUANTIDADE EXTRAÍDA DE FE, MN, CU, ZN, B E NA NA PASTAGEM EM UM PERÍODO DE 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DA BIOMASSA NOVOGRO[®] EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

4.2 COBRE

Os teores de cobre disponível obtidos no solo encontram-se em nível alto em todas as épocas de coleta e profundidades (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004). A análise demonstrou que não houve diferença significativa entre as

doses aplicadas em nenhuma profundidade e época de coleta do solo (Tabela 4; Figuras 5).

Mudança no teor disponível de Cu vem sendo associada à dose aplicada do mesmo, pelas mudanças causadas pela aplicação do resíduo que contem Cu, pela capacidade de adsorção do solo e pela forma de aplicação (MATTIAS, 2006). De um lado, temos a adição de Cu via Novogro[®] que poderia ter contribuído para a elevação do teor do mesmo no solo. Contudo, a dose de Cu adicionado foi pequena, $3,7 \text{ mg kg}^{-1}$, o que certamente diminui a possibilidade de variação. Contrapondo a um provável aumento na disponibilidade de Cu, ocorreu um pequeno aumento no pH (Anexo 9), que poderia proporcionar uma diminuição na disponibilidade de Cu, principalmente, na camada de 0-10 cm.

Visto que, a disponibilidade de cobre no solo é determinada principalmente pelo pH do solo, com decréscimo da disponibilidade quando da elevação do pH (TEIXEIRA *et al.*, 2003; MALAVOLTA, 2006).

Ainda, o solo utilizado possui elevado teor de matéria orgânica, o que diminui a possibilidade de acréscimo das formas disponível; devido à elevada capacidade de adsorção do Cu. A ausência de resposta na camada inferior era esperada também devido à baixa mobilidade do Cu, à dose aplicada e ao tempo entre as aplicações e coleta de solo (GIRROTO *et al.*, 2007). A elevação nas camadas inferiores foi observada apenas com aplicação de doses elevadas e longo prazo (GIROTTI, 2007).

Os teores de cobre disponível encontrados no solo (Figura 5) estão abaixo dos valores médio de 9 mg dm^{-3} obtidos por Freitas *et al.* (2005), quando da aplicação de água residuária de suinocultura. Secco (2007) também encontrou valores disponíveis elevados ($7,5 \text{ mg dm}^{-3}$) em solo com aplicação de lodo de esgoto e água residuária de suinocultura, mas também não encontrou diferenças entre as doses aplicadas dos dois resíduos.

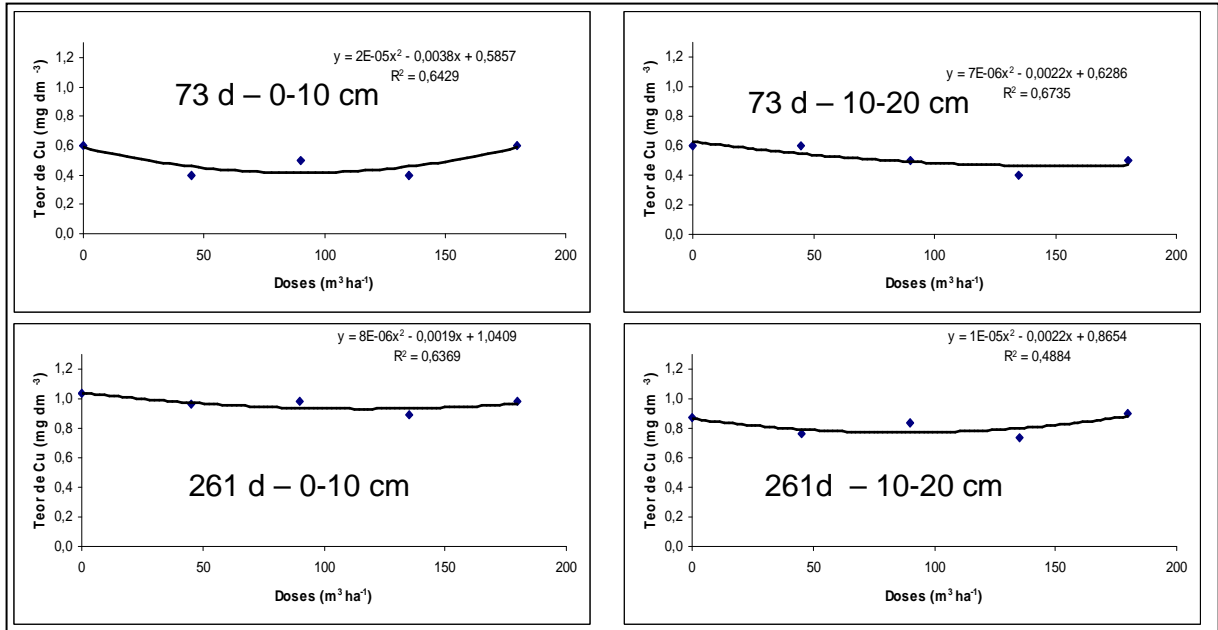


FIGURA 5 - TEORES DE CU DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Os teores de cobre na pastagem natural sem e com Novogro® variaram de 6,05 a 10,89 mg dm⁻³, respectivamente (Figura 6); podendo ser considerados teores médios conforme valores estabelecidos por MOTTA *et al.* (2007). Teores de médio a alto na pastagem já eram esperados, visto que os teores de Cu disponível no solo eram de médio a alto, como foi mostrado anteriormente. Constata-se também uma grande variação entre as épocas de coleta, com valores médios para a testemunha de aproximadamente 6,5; 8,0; 7,0, e 13,0 mg kg⁻¹ nas coletas com 58, 128, 233 e 300 dias após a aplicação do resíduo (Figura 6), respectivamente. Senger *et al.* (1997) também obtiveram valores mais baixos de Cu em pastagem natural no verão, o que é associado aos teores mais altos de enxofre neste período. Neste período, poderá ocasionar deficiências de Cu, considerando-se que os coeficientes de absorção são negativamente influenciados pelo aumento dos teores de S e Mo, segundo Suttle e McLaughlan (1976), citados no Agricultural Research Council (1980).

As concentrações obtidas na pastagem estão próximas ao teor médio de 8 mg kg⁻¹ obtidas por Senger *et al.* (1997) em 33 amostras no Rio Grande do Sul de pastagens naturais. Cavalheiro e Trindade (1987) também relataram teores similares de Cu em pastagens naturais, entretanto, a amplitude foi maior, variando entre 2 a 30 mg kg⁻¹.

Contrariando a ausência de variação no teor de Cu no solo devido o uso de Novogro[®], constatou-se elevação linear no teor de Cu na pastagem aos 58 dias após a aplicação do resíduo (Figura 6). Esta diferença significativa, apenas para primeira coleta após a aplicação do resíduo, indica que houve mudança na capacidade de absorção de Cu pelas plantas. Sendo importante frisar que dose aplicada com Novogro[®] foi baixa e que aumentos momentâneos tenham pouca importância para culturas perenes com pastagem (Tabela 3). Discordando com os resultados aqui obtidos.

Os teores médios de cobre encontrados na pastagem natural (8,6 mg kg⁻¹) são superiores ao valor recomendado pelo National Research Council (1984) como adequado para alimentação de bovinos de corte através da pastagem (4 mg kg⁻¹).

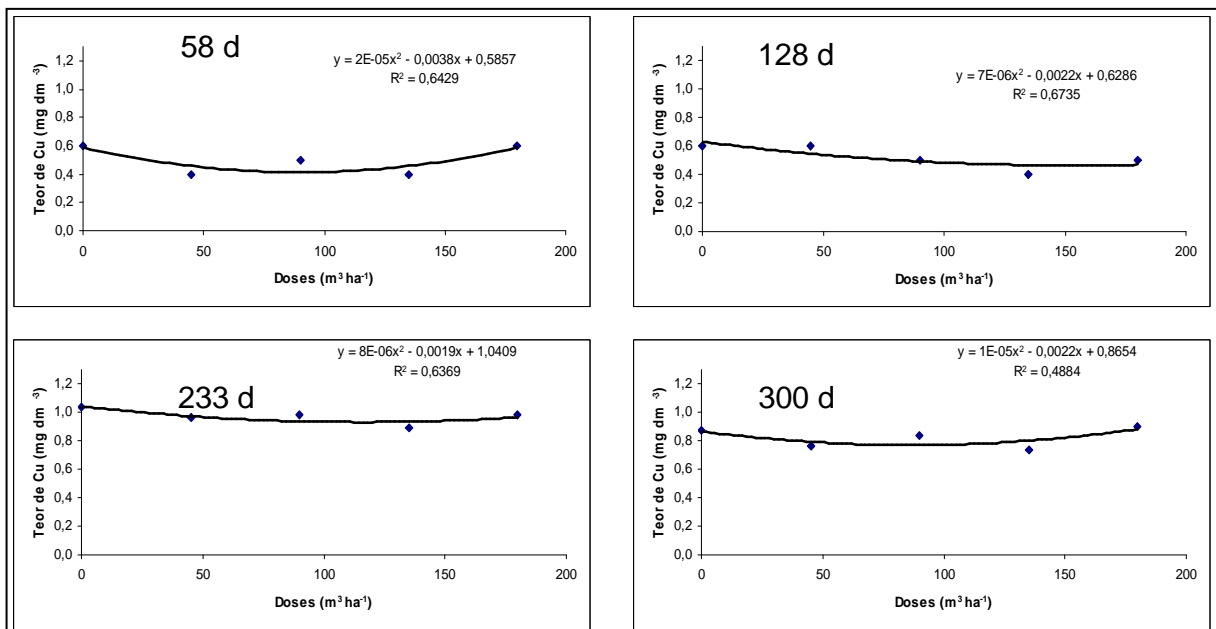


FIGURA 6 - TEORES DE CU NA PLANTA AOS 58, 128, 233 E 300 DIAS, APÓS APLICAÇÃO DE NOVOGRO[®] EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Assim, como observado para Fe, constatou-se acréscimo linear na quantidade de Cu extraída pela pastagem em 4 cortes (Figura 4), dado ao aumento na produtividade (Anexo 10). Estes resultados se aproximam dos encontrados por Primavesi *et al.* (2004), que estudando capim “coast-cross”, encontraram extração de cobre em torno de 104 g ha⁻¹.

4.3 ZINCO

Os teores de zinco no solo, mostrados na figura 7, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, para nenhuma das profundidades e épocas coletadas (Tabela 4). O teor de zinco no solo variou de 0,80 a 2,17 mg dm⁻³, considerado alto para todas as épocas e profundidades do solo, segundo a COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (2004).

Secco (2007), estudando solo com adição de lodo de esgoto, também não encontrou diferenças entre as doses utilizadas e os teores de zinco, extraídos com a solução de Mehlich-I, para este autor, os teores de Zn no solo variaram entre 0,62 e 2,45 mg dm⁻³, corroborando com aos dados encontrados neste trabalho. Freitas *et al.* (2005) em solo cultivado com milho sob aplicação de dejetos de suinocultura também encontraram teores que variaram de 0,44 a 1,90 mg kg⁻¹, resultados similares aos deste trabalho.

A não observação de diferenças significativas entre os tratamentos, deve-se em parte a pequena dose adicionada, ao elevado teor de matéria orgânica do solo (embora o Zn seja retido em menor intensidade que o Cu, a matéria orgânica pode adsorver quantidades elevadas de Zn) segundo Kabata-Pendias e Pendias (2001), e da pouca elevação do pH com uso do resíduo.

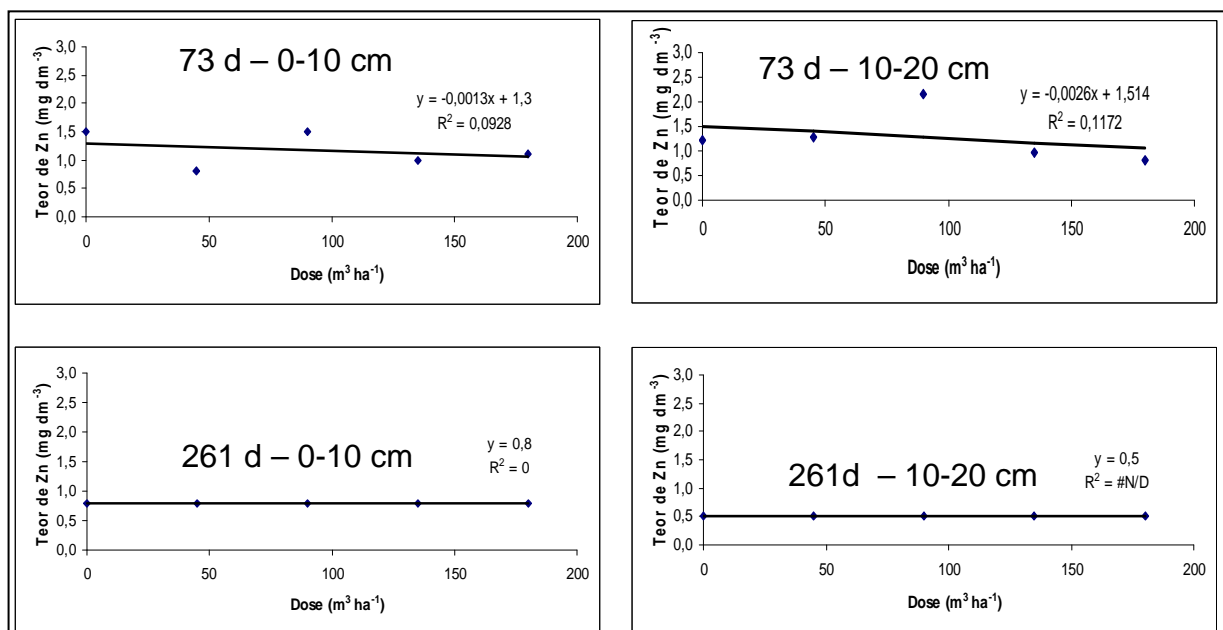


FIGURA 7 - TEORES DE ZN DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVAGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Os teores de zinco nas folhas da pastagem natural variaram de 6,4 a 32,1 mg kg⁻¹, dependendo da época coletada, demonstrando assim uma grande variação sazonal (Figura 8). A variabilidade dos teores deste elemento nas pastagens vem sendo atribuída às diferenças entre as espécies de plantas, e do estágio de maturação em que essas plantas foram colhidas (SENGER *et al.*, 1997).

Análise de regressão demonstrou que houve diferença significativa sobre os teores foliares entre as doses aplicadas para as coletas 58, 128 e 300 dias após a aplicação do resíduo (Tabela 4; Figura 8), em contraste com ausência de variação observada para o solo. Conforme podemos observar na Figura 8, o teor de zinco nas folhas decresceu linearmente conforme a dose do produto aplicada na primeira coleta. Isso provavelmente ocorreu porque a disponibilidade de Zn às plantas é controlada pela adsorção do nutriente aos compostos sólidos, por meio de complexos de esfera interna e pela formação de alguns precipitados (MA; LINDSAY, 1993). Como a magnitude dessas reações aumenta com a elevação do pH, a concentração de Zn na solução do solo e nas plantas diminui com a diminuição da acidez (GALRÃO, 1995). Deve-se ainda considerar que a adição de doses abundantes de P, através do Novogro[®] pode ter afetado negativamente a absorção de Zn (interação antagônica).

O acréscimo seguido de decréscimo no teor de Zn na pastagem, com ponto de máxima entre 90 e 110 m³ ha⁻¹, em função da dose de Novogro[®] para as segunda e quarta coletas, indica mudança na disponibilidade e pode vir a ser comprometida com aplicação de doses maiores que a dose máxima utilizada no trabalho, que já representa uma dose em média de duas vezes a dose recomendada pela empresa.

A concentração de zinco nas três primeiras coletas esta próximo ao observado por Senger *et al.* (1997) de 11 a 30 mg kg⁻¹, onde os teores ficaram abaixo do teor mínimo de zinco na matéria seca, 30 mg kg⁻¹, recomendada para bovinos de corte pelo National Research Council (1984). O resultado obtido vem confirmar a carência de Zn em vastas regiões no Brasil, o que justifica ser o micronutriente mais aplicado na agropecuária nacional e tem levado a carência nos animais em diversas regiões (TOKARNIA *et al.*, 1999; WUNCH, *et al.*, 2006). Valores inferiores a 30 mg kg⁻¹ de matéria seca também foram encontrados por Cavalheiro e Trindade (1987) em 25 amostras de pastagem natural no estado do Rio Grande do Sul.

Contudo, Berreta *et al.* (1990), no Uruguai, obtiveram valores médios de Zn abaixo de 35 mg kg^{-1} em espécies forrageiras nativas, tanto estivais como hibernais, com exceção de uma única espécie (*Briza subaristata*), que em um período apresentou teor superior a 40 mg kg^{-1} .

O uso de $90 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ proporcionou maiores teores de Zn nas folhas da pastagem natural na coleta feita aos 300 dias, após a aplicação do resíduo, sendo superior à concentração recomendada para bovinos de corte, segundo a National Research Council (1984) (Figura 8). As demais coletas apresentaram diferenças mínimas entre as doses aplicadas, não diferindo tecnicamente entre si. Esse teor de zinco maior na última coleta deve-se, provavelmente, ao crescimento da pastagem ter ocorrido no verão e primavera, assim aumentando o teor do nutriente na pastagem, pois estes teores podem variar de acordo com o ponto de maturação e o crescimento das plantas (SENGER *et al.*, 2007; UNDERWOOD, 1966).

O resultado obtido para Zn na planta sugere que as variações dependem do tempo e dose, não sendo o Novogro[®] uma fonte em potencial de Zn, as pastagens, as variações proporcionadas são baixas, sendo necessário a adubação com este elemento a fim de atender a necessidade dos animais sob pastejo.

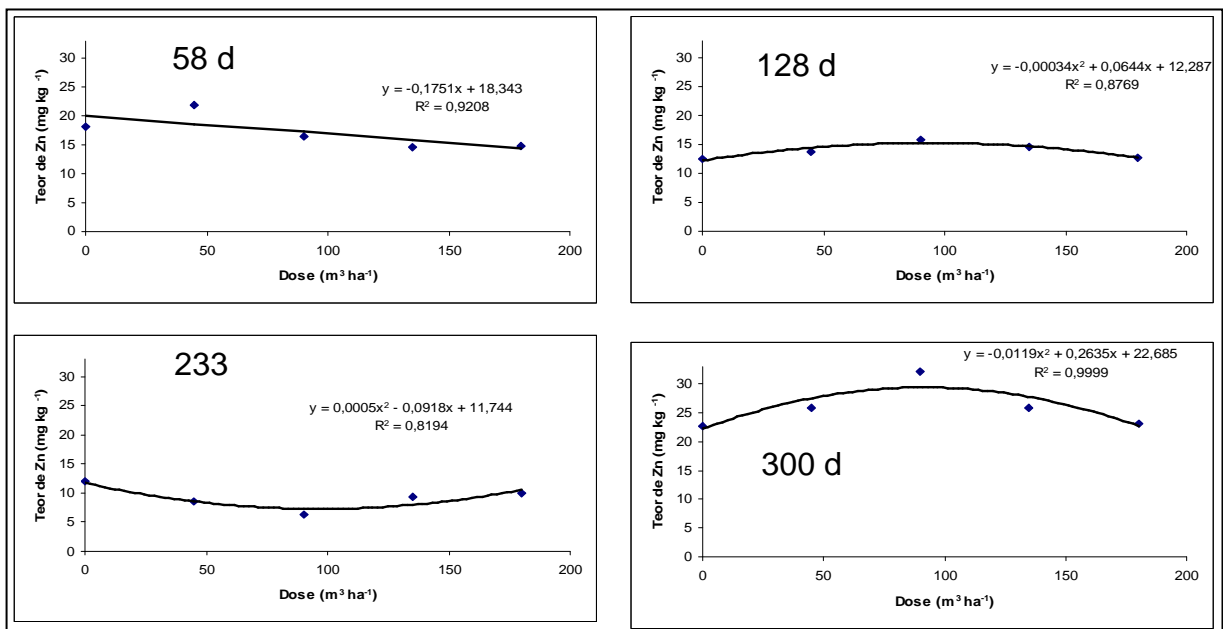


FIGURA 8 - TEORES DE ZN EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®], RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

A quantidade extraída de zinco da pastagem natural, em um período de 300 dias, em função das doses de produto aplicado, está demonstrada na Figura 4. Os resultados indicam um aumento linear da extração de zinco pela pastagem e as doses de produto aplicado, em função do grande aumento na produtividade (Anexo 10), sendo a dose de 180m³ a melhor para extração de zinco pela pastagem com 188 g ha⁻¹. Valores próximos ao obtidos neste trabalho foram observado por Primavesi *et al.* (2004) que estudando capim “coast-cross”, encontraram extração de zinco em torno de 213 g ha⁻¹. Roveda (2007) estudando doses de Novogro[®] em aveia e milho e feijão, não encontrou diferenças na extração de zinco para as doses aplicadas, demonstrando uma média de 90 g ha⁻¹ de zinco para a cultura da aveia.

A maior extração de zinco aumenta de acordo com a dose aplicada devido ao maior crescimento da pastagem e aumento da matéria seca da forrageira (PRIMAVESI *et al.*, 1999).

4.4 MANGANÊS

Os teores de manganês disponível no solo encontram-se em nível médio em todas as épocas de coleta e profundidade (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004; PAULETTI, 2004). A análise estatística demonstrou que não houve diferença significativa entre as doses aplicadas em nenhuma profundidade e época de coleta do solo (Figura 9).

Os teores de manganês encontrados estão próximos dos resultados obtidos por Freitas *et al.* (2005), que utilizando água residuária de suinocultura, obtiveram uma média de 5,0 mg dm⁻³ de Zn. Senger *et al.* (1997) encontraram valores que variaram entre 2 a 200 mg dm⁻³ no solo, sob pastagens naturais.

A disponibilidade de manganês no solo é determinada principalmente pelo pH do solo. Como não houve uma grande alteração no pH do solo com o incremento das doses de Novogro[®] (Anexo 9), os teores no solo de manganês também não alteraram com a dose do resíduo aplicado (TEIXEIRA *et al.*, 2003; MALAVOLTA, 2006). Aloisi *et al.* (2001), utilizando doses crescentes de resíduo da indústria cítrica, observaram decréscimo nos teores de manganês no solo, em virtude da grande variação do pH de 4,2 para 6,3, variações estas muito acima da obtida neste trabalho.

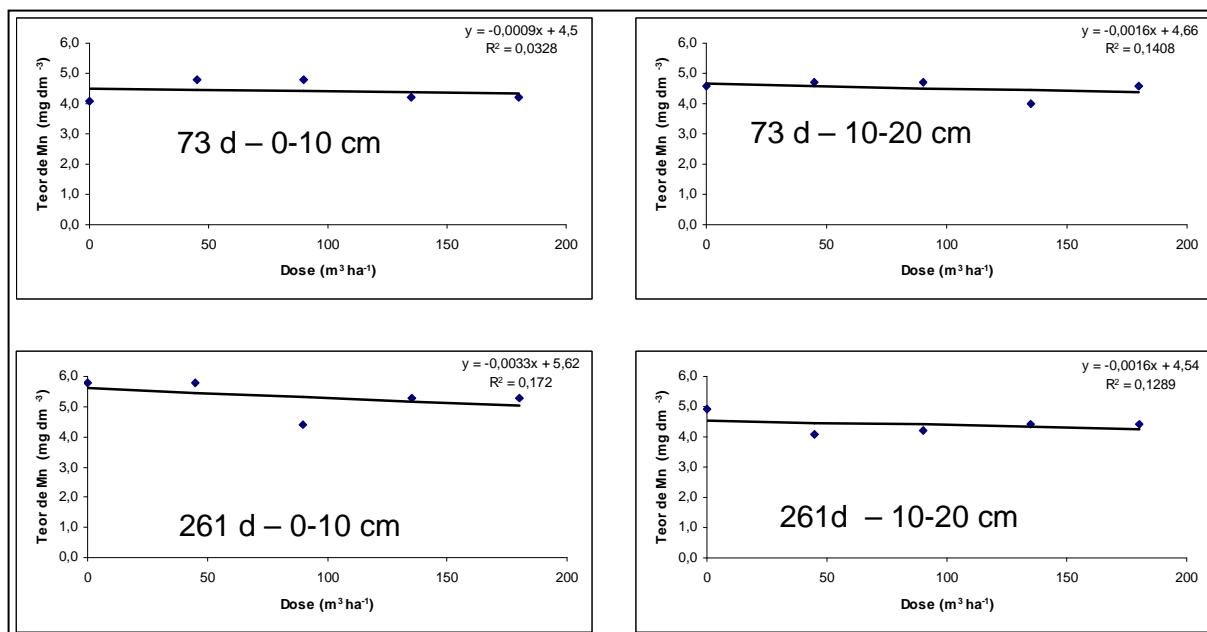


FIGURA 9 - TEORES DE MN DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®] EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Os teores de manganês nas folhas da pastagem natural variaram de 40 a 122 mg kg⁻¹, dependendo da época coletada. Os teores obtidos estão um pouco acima dos teores considerados adequados de manganês para suprir a necessidade bovina diária para vacas em lactação que são de 40 mg kg⁻¹ (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984). Os teores obtidos ficam entre 40 a 200 mg kg⁻¹, indicado por Pauletti (2004), como faixa adequada para plantas forrageiras. Senger *et al.* (1997) encontraram teores de manganês em pastagem natural que variaram entre 170 e 600 mg kg⁻¹, com média de 364 mg kg⁻¹, teores bem acima dos valores encontrados neste trabalho.

Ao contrário do Zn, os elevados teores de Mn nas pastagens vêm sendo associados a problema de toxidez em animais sob pastejo em diversas condições do Brasil (TOKARNIA *et al.*, 1999) principalmente devido à elevada acidez do solo. Contudo, nas condições do presente estudo, os teores foram normais embora o solo apresente elevada acidez.

Ao contrário do observado para o teor de Mn disponível no solo que indicou ausência de variação, os teores foliares foram influenciados pelas doses de Novogro[®] na coleta dos 58 dias após a aplicação do resíduo (Figura 10). Conforme podemos observar na Figura 10, o teor de manganês nas folhas apresentou decréscimo linearmente em função da dose de Novogro[®] aplicada.

Relação inversa entre pH do solo e teor de manganês foliar vem sendo demonstrada em diversas condições de solo clima e planta (BALBINOT JR *et al.*, 2006; CAMARGO, 2008; FAGERIA *et al.*, 2000, HEINRICHS *et al.*, 2008). Condições de solo com elevado pH e ambiente de oxidação estimulam a formação de MnO_2 e reduzem a disponibilidade de Mn para as plantas (MARCHNER, 1995; MENGEL; KIRKBY, 2001). Malavolta e Kliemann (1985) relataram que cada unidade de pH que se eleva, a concentração de Mn^{2+} na solução diminui 100 vezes. Com a elevação do pH, a concentração de Mn na solução do solo diminui e é acompanhado pelo teor nas plantas (PAVAN; MIYAZAWA, 1984). Corroborando com resultado aqui observado, Moraes *et al.* (1998) verificaram que a prática da calagem ocasionou decréscimos nos teores foliares de Mn no feijoeiro; entretanto, este efeito não foi observado com extrator no solo.

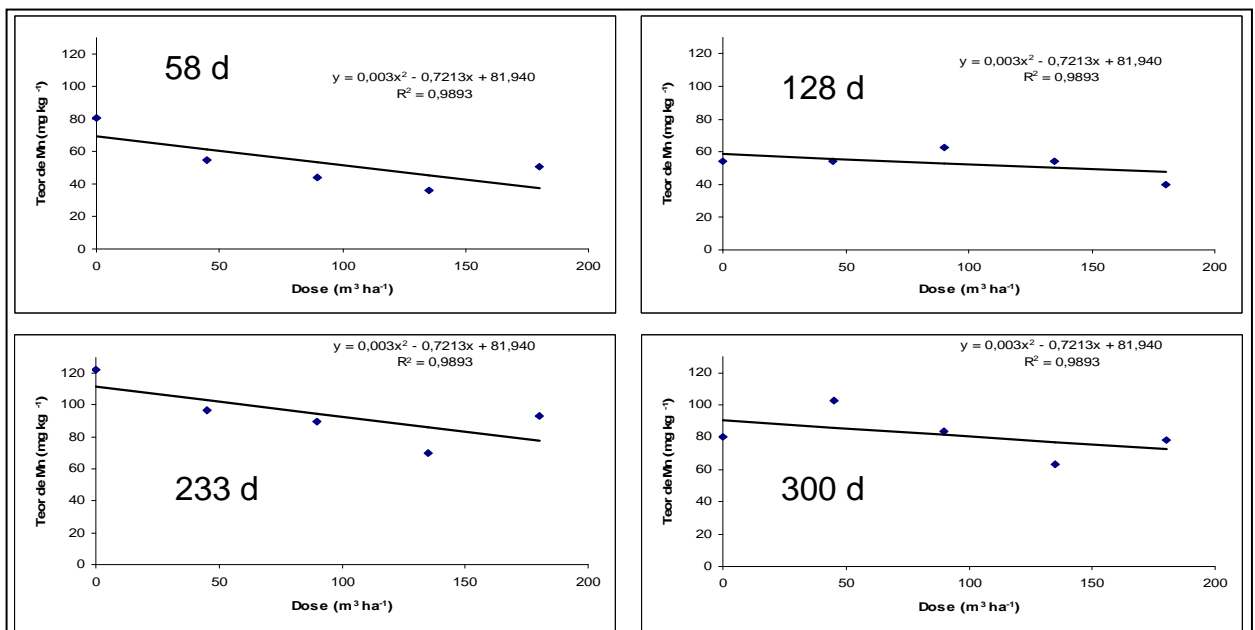


FIGURA 10 - TEORES DE MN EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®], RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Embora tenha havido decréscimo no teor de manganês, em função da aplicação do resíduo, constatou-se acréscimo linear na quantidade extraída de manganês pela pastagem em 4 cortes (Figura 4), devido ao aumento de produtividade (Anexo 10). Estes resultados se aproximam dos encontrados por Primavesi *et al.* (2004), onde, estudando capim “Coast-Cross”, encontraram extração de manganês em torno de $822 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$. Roveda (2007), estudando doses de Novogro[®]

em aveia, milho e feijão, não encontrou diferenças na extração de manganês para as doses aplicadas, demonstrando uma média de 264 g ha^{-1} para a cultura da aveia. Pauletti (2004) também relatou extração de manganês em pastagem de 700 g ha^{-1} .

4.5 BORO

Os teores de boro disponível no solo encontram-se em nível alto aos 73 dias após a aplicação do Novogro[®], nas duas profundidades (Figura 11) (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004; PAULETTI, 2004). Já os valores obtidos aos 261 dias após a aplicação de Novogro[®] indicaram teores médios de boro disponível. Houve diferença entre as doses aplicadas apenas para a profundidade de 0-10 cm 261 dias após a aplicação do resíduo no solo (Figura 11), porém esta diferença tecnicamente é mínima, havendo muito pouca variação nos teores de boro no solo, visto que o teor se manteve em nível médio.

A disponibilidade de boro no solo é determinada principalmente pela alteração do pH do solo, principalmente em valores que ultrapassam 6. Logo, com pH na ultrapassou estes valores, justificando a pequena alteração no B no solo (Anexo 9). Balbinot Junior *et al.* (2006) também não encontraram diferenças significativas entre as doses aplicadas de lama de cal, nos teores de boro no solo. Ausência de variação no teor no solo quando da aplicação de resíduo orgânico também foi observado em trabalho desenvolvido por Teixeira *et al.* (2003) e Malavolta (2006). Aloisi *et al.* (2001) utilizando doses crescentes de resíduo da indústria cítrica não observaram alterações no pH do solo e nos teores de boro.

Devido à grande mobilidade do boro no solo o teor de boro pode ter os valores alterados rapidamente quando da aplicação de Novogro[®] (MOTTA *et al.*, 2007). Roveda *et al.* (2006), trabalhando com varias doses de boro no solo, constataram um decréscimo de $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$ após 12 meses da aplicação, dado, principalmente, a grande perda do elemento por lixiviação.

Roveda (2007), utilizando doses de Novogro[®], também encontrou diferenças significativas nas doses aplicadas apenas nas coletas depois de 12 meses da aplicação do resíduo.

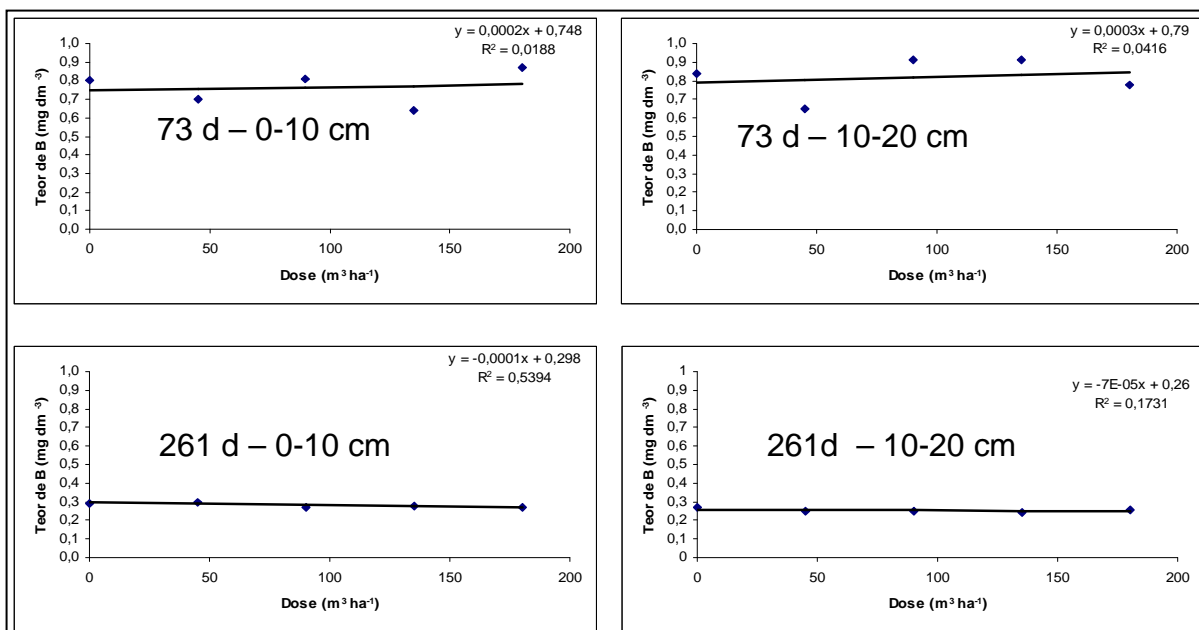


FIGURA 11 - TEORES DE B DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Os teores de boro nas folhas da pastagem natural variaram de 5,3 a 14,0 mg kg⁻¹, dependendo da época coletada (Figura 12). Valores superiores de boro em pastagem natural foram obtidos por Senger (1997) que encontraram teores de boro em pastagem natural que variaram entre 5 a 25 mg kg⁻¹, com média de 15 mg kg⁻¹. Para Malavolta (1992), teores menores que 10 mg kg⁻¹ são considerados baixos para a grande maioria das culturas. Contudo, Salinas e Saig (1989) afirmam que os teores de boro entre 2 e 4 mg kg⁻¹ são considerados críticos para o desenvolvimento de gramíneas e o teor de 12 mg kg⁻¹ é considerado tóxico. Ainda, Pauletti (2004) considera teores adequados entre 5 a 30 mg kg⁻¹ para plantas forrageiras. Assim, os teores obtidos neste solo podem ser considerados normais, visto que a grande parte da pastagem é composta de gramíneas.

Os resultados apresentados na Figura 12 indicam diminuição nos teores de B na planta em função das doses aplicadas, apenas na coleta 58 e 128 dias após a aplicação de Novogro®. Mas, as mudanças observadas foram de pequena magnitude, confirmando com isso pequenas mudanças no teor do solo. Isso provavelmente ocorreu porque a disponibilidade de boro às plantas é determinada pela sua atividade na solução do solo. O boro no solo, inicialmente, encontrava-se em altos teores, deste modo tornando-se disponível para as plantas, como o elemento é muito móvel no solo, a tendência é diminuir o seu teor com o tempo,

devido à lixiviação do boro (MOTTA *et al.*, 2007). Os teores de boro nas plantas podem variar de acordo com as épocas do ano, onde em épocas mais secas o boro é prontamente complexado pela matéria orgânica e as deficiências são mais acentuadas (BOOM, 2002). Contudo, o efeito da matéria orgânica sobre adsorção de B seja controverso (SOARES *et al.*, 2005).

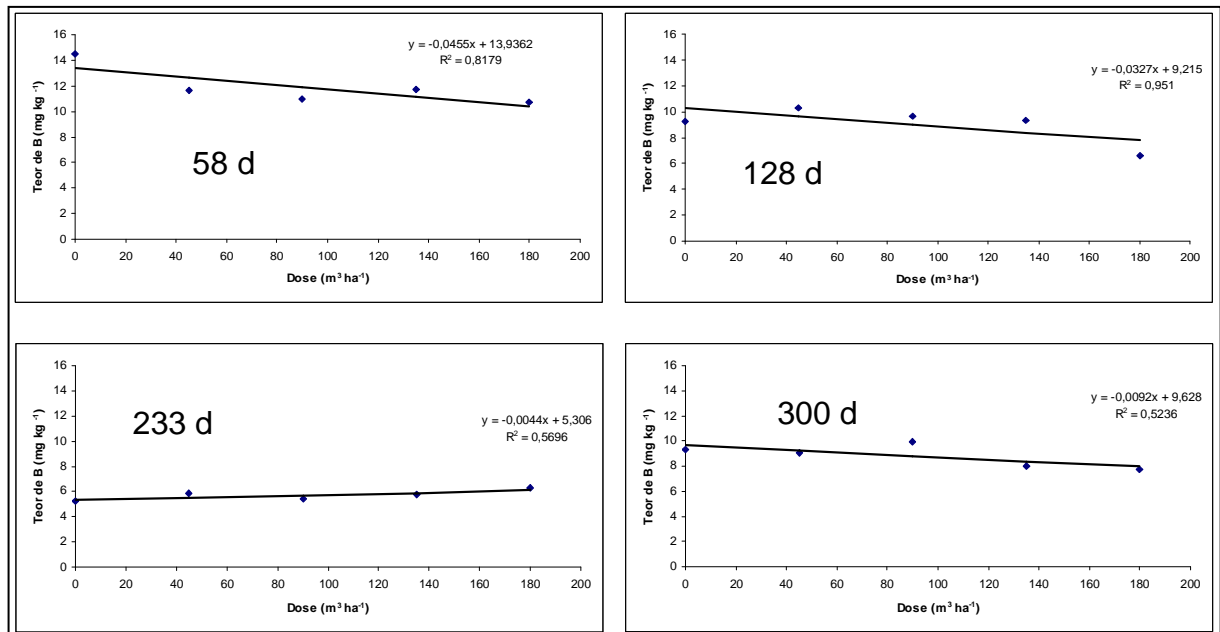


FIGURA 12 - TEORES DE B EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®], RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Embora não tenha ocorrido variação no teor de boro nos dois últimos cortes, em função da aplicação de Novogro[®], constatou-se acréscimo linear na quantidade extraída de boro pela pastagem em 4 cortes (Figura 4), dado ao aumento de produtividade (Anexo 10). Estes resultados se aproximam dos encontrados por Roveda (2007) estudando doses de Novogro[®] em aveia, milho e feijão, que encontrou extração de boro em torno de $41 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$, demonstrando uma média $264 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ de boro para cultura da aveia. Pauletti (2004) também relatou extração de boro em pastagens de $115 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Os resultados demonstraram que Novogro[®] aplicado em doses maiores proporciona um maior crescimento da pastagem, com tudo também uma maior extração, deste modo promovendo uma maior ciclagem do nutriente no sistema.

4.6 SÓDIO

Os valores médios no solo variaram de 0,02 a 0,19 mmol_c dm⁻³, valores maiores dos encontrados por Senger *et al.* (1997) e Alves (1976) que variaram de 0,013 a 0,059 cmol_c dm⁻³ em 10 solos do Rio Grande do Sul.

Diferente dos micronutrientes, podemos observar na figura 13, que Novogro[®] é fonte de Na, proporcionando acréscimo linear no teor trocável do solo, tanto em superfície como em profundidade, na amostragem feita 73 dias após aplicação do Novogro[®]. Os maiores aumentos foram constatados na primeira camada analisada. Isto era esperado, visto que o resíduo aplicado apresenta altos teores de sódio em sua constituição. Aumentos na camada inferior, em curto período de tempo, confirmam a elevada mobilidade no solo.

Na coleta realizada 261 dias após a aplicação do resíduo, manteve-se um aumento linear dos teores de sódio no solo, de acordo com o aumento da dose de Novogro[®] aplicado ao solo (Figura 13) demonstrando haver residual deste nutriente no solo. Ferreira *et al.* (2003) observaram aumento nos teores de sódio no solo, utilizando resíduos de curtume e carbonífero no solo, sob cultivo de soja e milho, o autor obteve teores que variaram de 0,04 a 0,41 mmol_c dm⁻³.

Efeito residual para Na não era esperado dado à elevada mobilidade deste elemento, contudo por ser um elemento que pode ser absorvido em elevada quantidade, a ciclagem pode atuar na manutenção do mesmo no solo.

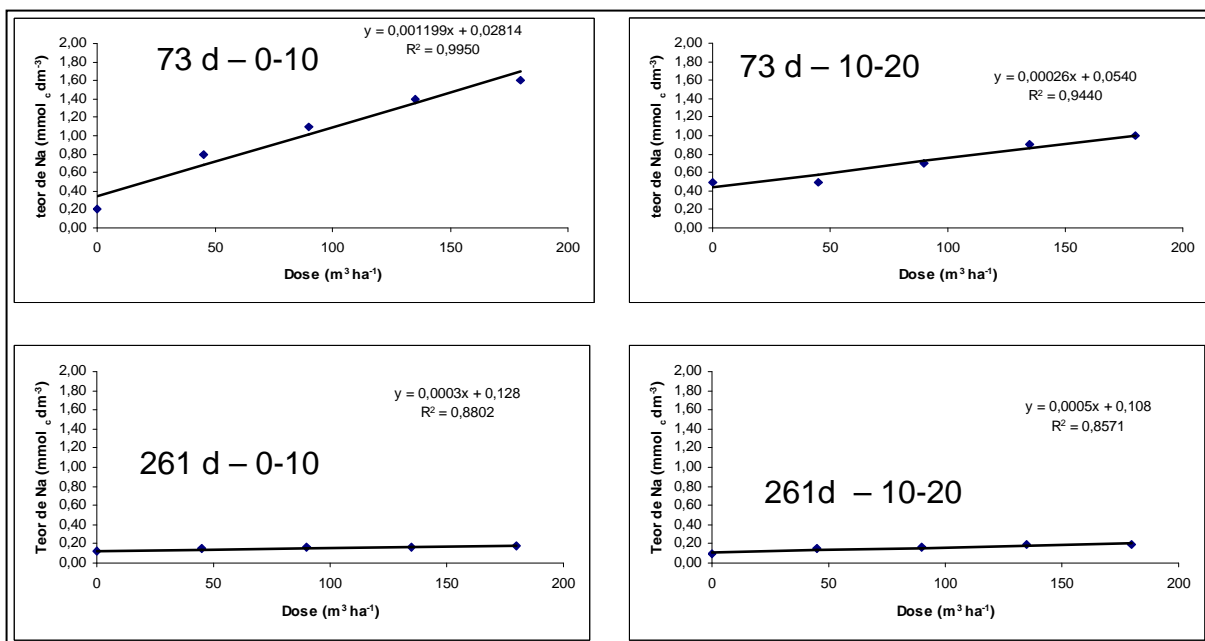


FIGURA 13 - TEORES DE NA DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Os teores de sódio na pastagem estudada variaram de 99 a 325 mg kg⁻¹. Acompanhando os aumentos no teor de Na no solo, observaram-se acréscimos no teor na pastagem 58 e 128 dias após a aplicação de Novogro® (Figura 14). Nas outras duas coletas, não houve diferença significativa entre as doses testadas (Figura 14).

Os valores de sódio encontrados neste trabalho foram inferiores aos observados por Cavalheiro e Trindade (1992), que obtiveram 554 mg kg⁻¹ na primavera, 434 mg kg⁻¹ no verão, 389 mg kg⁻¹ no outono e 407 mg kg⁻¹ no inverno, em pastagens nativas de 25 unidades de mapeamento de solos do RS. No entanto, Prates *et al.* (1979) encontraram teores de sódio bem superiores aos deste trabalho, de 800 mg kg⁻¹ na primavera e no verão, na região dos Campos de Cima da Serra. Esta grande diferença pode ser devida aos diferentes tipos de solo e da composição botânica destes locais. Contudo, os valores observados em nosso trabalho estão entre a faixa obtida por Wunsch *et al.* (2006), que encontraram teores de sódio, em pastagem natural, que variaram de 4 a 618 mg kg⁻¹.

Ao comparar-se os níveis de sódio das pastagens com as exigências tanto de bovinos de corte em crescimento e terminação como de vacas no terço final da gestação, estimadas em 600 a 800 mg kg⁻¹ pelo National Research Council (1996), como também com a exigência de vacas em lactação, estimadas em 1000 mg kg⁻¹

(National Research Council, 1996), pode ser constatado que a pastagem não é capaz de suprir adequadamente, em qualquer época do ano, nenhuma das categorias avaliadas. Portanto, com o fornecimento de sal comum à vontade aos animais, estas deficiências podem ser corrigidas.

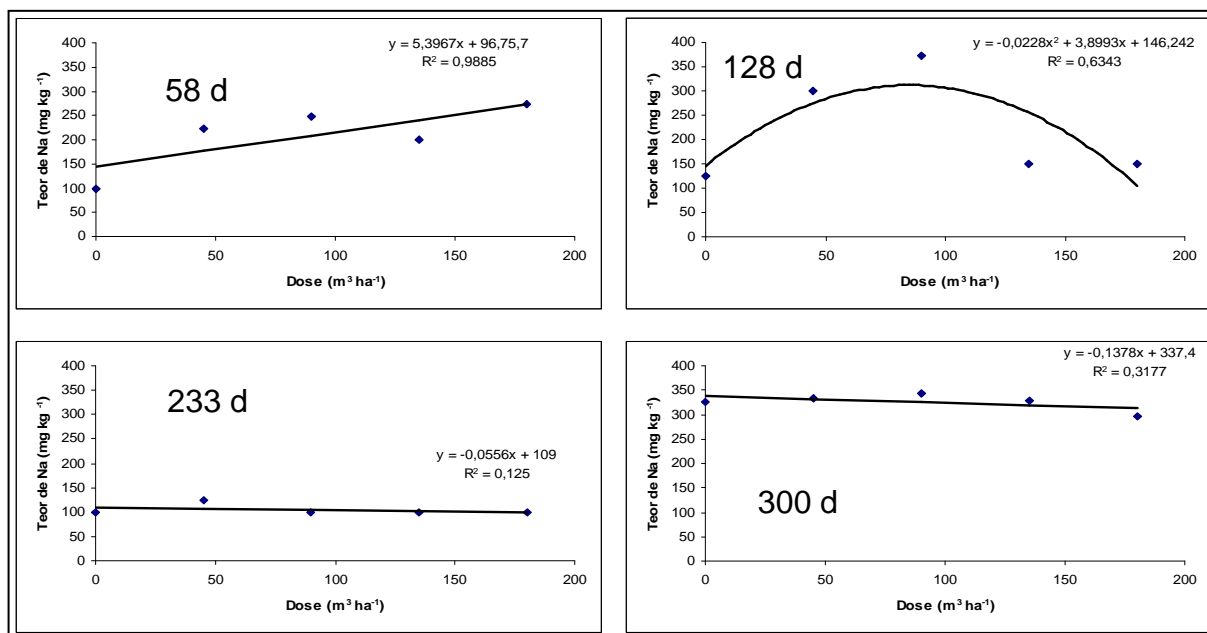


FIGURA 142 - TEORES DE NA EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO®, RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

A quantidade extraída de sódio da pastagem natural, em um período de 300 dias, em função das doses de Novogro® aplicado está demonstrada na Figura 4. Os resultados indicam um aumento linear da extração de sódio pela pastagem, em função das doses de produto aplicado, sendo que quando da aplicação de 180m^3 , a extração de sódio pela pastagem foi de $2234\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$.

A extração de sódio aumenta de acordo com a dose aplicada, devido ao maior crescimento da pastagem e aumento da matéria seca da forrageira. Pauletti (2004) cita valores para extração de sódio entre 240 a $4825\text{g}\text{ha}^{-1}$ como normais, variando com a família da forrageira coletada.

4.7 CLORO

Os valores médios no solo variaram de $0,06$ a $2,2\text{mg}\text{kg}^{-1}$. Podemos observar na figura 15, que a regressão foi linear e demonstrou que a dose que mais

aumentou os teores de cloro no solo foi a dose de $180 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, somente em superfície. Isto deve-se ao fato do resíduo aplicado apresentar altos teores de cloro em sua constituição. Nas demais coletas e profundidades, o teor de cloro no solo não variou estatisticamente em relação às doses de Novogro[®] aplicadas ao solo (Figura 15).

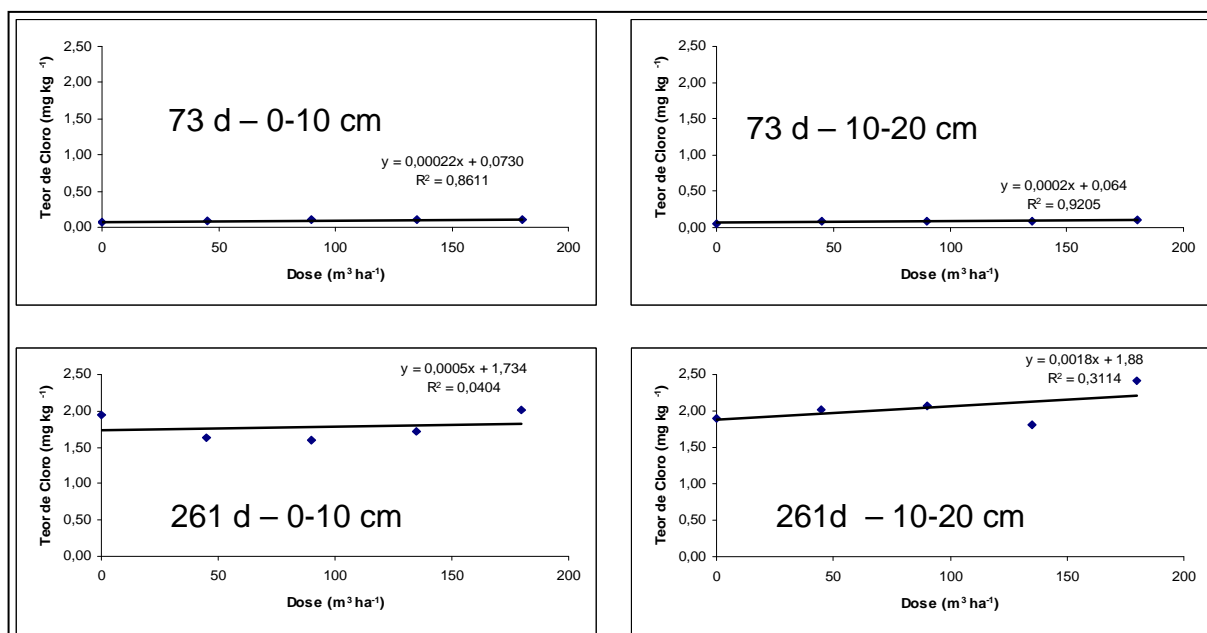


FIGURA 15 - TEORES DE CLORO DISPONÍVEL NO SOLO NA CAMADA DE 0-10 E 10-20 CM, APÓS 73 E 261 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®] EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Acompanhando o que ocorreu com o cloro disponível no solo, não foi constatado efeito de doses crescentes de biomassa no teor de cloro nas folhas, em nenhum dos cortes realizados, demonstrando não haver efeito imediato e residual do produto na pastagem. Os teores de cloro na pastagem variaram entre $3,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ e $7,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Figura 16).

Pesquisas com o micronutriente cloro, em solos e plantas, são escassas, presumivelmente, devido à ausência de problemas de deficiência desse elemento em culturas de modo geral. O requerimento de cloro para crescimento ótimo das culturas é, em média, de $1 \text{ a } 8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (SRISTAVA; GUPTA, 1996). Marschner (1995) cita $4 \text{ a } 8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de Cl como a faixa de requerimento das culturas. Segundo esses autores, essa exigência é facilmente atendida pela água da chuva. De acordo com Epstein e Blomm (2006), são mais comuns problemas de toxicidade do que de deficiência de cloro.

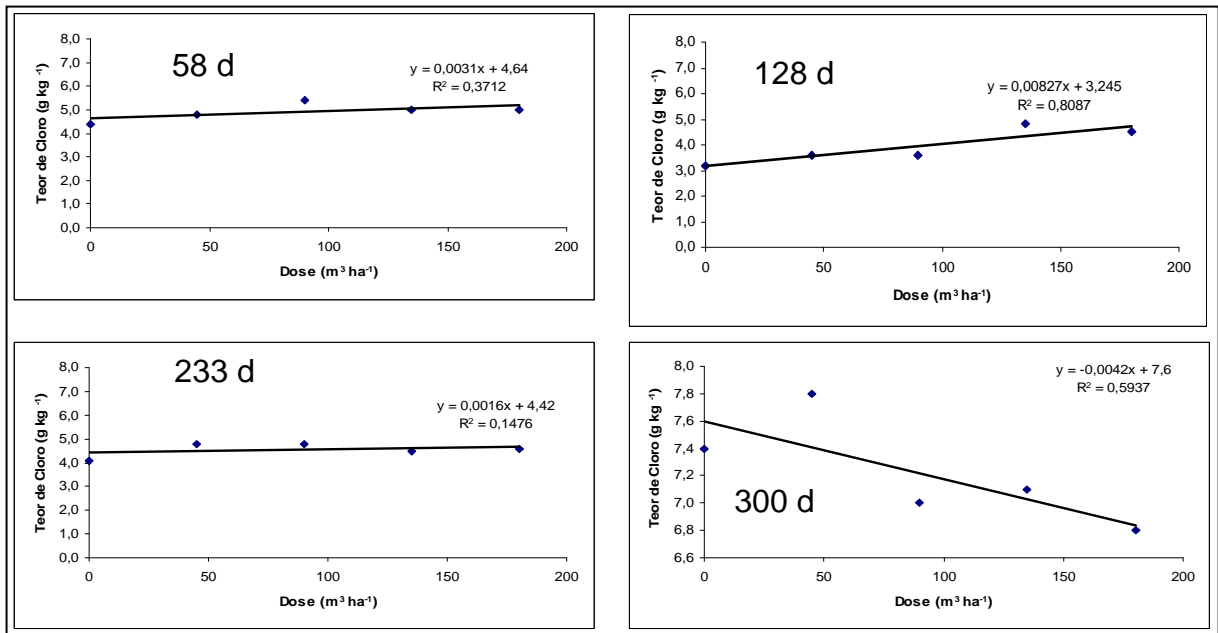


FIGURA 16 - TEORES DE CLORO EM PASTAGEM, APÓS 58, 128, 233 E 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®], RESPECTIVAMENTE, EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Embora não tenha ocorrido variação no teor de cloro, em função da aplicação de Novogro[®], constatou-se acréscimo linear na quantidade de cloro extraída pela pastagem em 4 cortes, dado ao aumento na produtividade (Figura 17). A quantidade extraída de cloro da pastagem variou de 31,25 a 71,25 kg ha⁻¹.

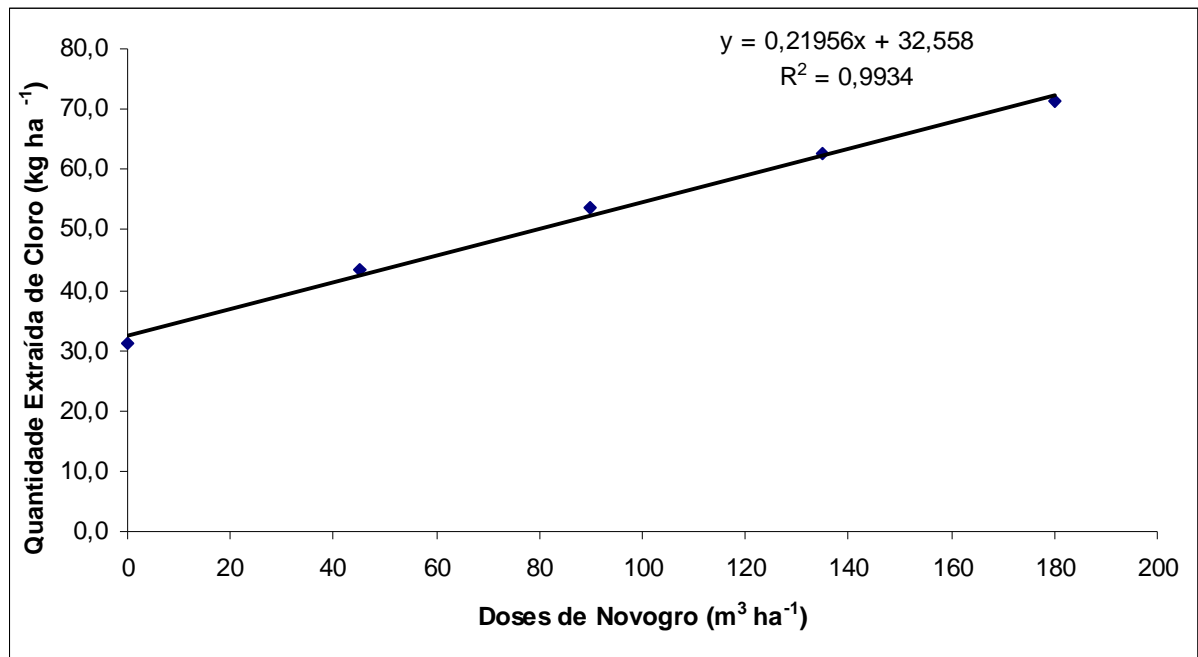


FIGURA 17 - QUANTIDADE EXTRAÍDA DE CLORO NA PASTAGEM EM UM PERÍODO DE 300 DIAS DA APLICAÇÃO DE DOSES CRESCENTES DA BIOMASSA NOVOGRO® EM ÁREA DE PASTAGEM NATIVA, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

5 CONCLUSÕES

A aplicação do resíduo Novogro[®] não alterou a disponibilidade de micronutrientes para a pastagem natural. Os teores de Fe e Mn mantiveram-se em níveis médios no solo, para todas as épocas e profundidades coletadas. Os teores de Cu, Zn, B e cloro mantiveram-se em níveis altos para todas as profundidades e épocas coletadas.

Os teores de sódio sofreram alteração na camada superficial do solo, aumento linear, porém permaneceram abaixo dos teores médios encontrados por outros autores.

A aplicação do resíduo da indústria de enzimas ao solo aumenta a extração de nutrientes do solo pela pastagem. A quantidade extraída de Fe, Cu, Zn, Mn, B e Na foram 1043, 115, 167, 834 94, 1893 g ha⁻¹. O teor de cloro extraído foi de 53 g ha⁻¹.

A pastagem natural adubada com Novogro[®] consegue suprir a necessidade diária de bovinos de corte quanto aos nutrientes Fe, Cu, Mn, B e Cl. Os teores de Zn e Na na pastagem ficaram abaixo dos teores recomendados para bovinos de corte. Os níveis encontrados na pastagem de Fe, Cu, Zn, Mn, B e Na na primeira época amostrada foram de 110, 7, 16, 60, 11 e 248 mg kg⁻¹, respectivamente. Para a coleta de 128 dias após a aplicação de Novogro[®] no solo os teores dos nutrientes Fe, Cu, Zn, Mn, B e Na ficaram em 50, 8, 15, 63, 10 e 290 mg kg⁻¹, respectivamente. Para a terceira coleta (233 dias após aplicação) os teores de Fe, Cu, Zn, Mn, B e Na ficaram em torno de 77, 8, 6, 97, 6 e 124 mg kg⁻¹. Para a quarta coleta (300 dias da aplicação), os teores de Fe, Cu, Zn, Mn, B e Na ficaram em torno de 143, 12, 22, 84, 10, e 340 mg kg⁻¹. Os teores de cloro para as coletas de 58, 128, 233 e 300 dias após a aplicação de Novogro[®] ficaram em 5, 7, 5 e 7 g kg⁻¹, não diferindo entre as épocas coletadas.

Os teores de Fe, Cu, Zn, Mn e B no solo não diferiram entre as épocas coletadas, os teores de cloreto tiveram um aumento apenas na amostragem com 300 dias após a aplicação de Novogro[®]. Os teores de sódio no solo apenas na coleta aos 73 dias após a aplicação de Novogro[®] permaneceram abaixo das demais amostragens.

Os teores na pastagem de Fe, Zn, Mn, B e cloro não diferiram entre as épocas amostradas. Os teores de Cu e Na sofreram aumento nos seus teores na última época amostrada, diferenciando-se das demais épocas amostradas.

REFERÊNCIAS

ALOISI, R. R.; DEMATTÊ, J. A. M; FIORIO, P. R. Aplicação de resíduos da industria cítrica em três solos de São Paulo e o crescimento inicial de planta de milho em casa de vegetação. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 2, p. 533-548, 2001.

ALVES, R. T. **Concentração de macronutrientes no outono e inverno nas pastagens nativas desenvolvidas em diferentes solos na Depressão Central e Campanha, RS**. 68p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1976.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; TÔRRES, A. N. L.; FONSECA, J. A.; TEIXEIRA, J. R.; NESI, C. N. Alteração em características químicas de um solo ácido pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 1, p. 16-25, 2006.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. da; BARBOSA, A. M. Interações entre calagem e zinco na absorção de nutrientes e produção de arroz de sequeiro em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 355-360, 1992.

BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. van. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 205-212, 1989.

BERRETA, E. J.; FORMOSO, D.; CARBAJAL, C. M.; FERNÁNDEZ, Z. J.; GABACHUTO, J. R. Producción y calidad de diferentes espécies forrajeras nativas em condiciones de campo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CAMPO NATURAL, 2., 1990, Tacuarembó. **Anais...** Tacuarembó: Hemisfério Sur, 1990. p. 49-62.

BERRETA, E. J. *et al.* Campos in Uruguay. In: LEMAIRE, G. *et al.* **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. p. 377-394.

BERTONI, J.; LOBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p. 281-312.

BOEIRA, R. C.; LIGO, M. A. V.; DYNIA, J. F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1639-1647, 2002.

BOOM, R. Solo saudável, pasto saudável, rebanho saudável- a abordagem equilibrada. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Concórdia. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/03pt03.pdf>>. Acesso em: 15/12/2008.

CAMARGO, O. A. de. **Reações e interações de micronutrientes no solo**. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3micronutrientes/Index.htm>. Acesso em: 8/8/2008.

CARVALHO, M. C. S. **Práticas de recuperação de uma pastagem degradada e seus impactos em atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo**. 103 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

CAVALHEIRO, A. C. L.; TRINDADE, D. S. **Noções básicas para suplementação mineral de bovinos e ovinos em pastejo**. Porto Alegre: IPZFO, 1987. 32 p. (Boletim Técnico, 15).

CAVALHEIRO, A. C. L.; TRINDADE, D. S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1992.

CAVALLET, L. E.; MORAES, A.; SOUZA, M. L. P.; LUCCHESI, L. A. C.; PERONDI, M.; SCHIMIDT FILHO, E. Produção de *Phaseolus vulgaris* cultivado em solo fertilizado com água residuária de indústria de enzimas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p. 271- 272.

CAVALLET, L. E.; LUCCHESI, L. A. C.; MORAES, A.; SCHIMIDT FILHO, E. Água residuária da indústria de enzimas incorporada em Podzólico Vermelho-Amarelo e produtividade de batata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2003. CD-Rom.

CAVALLET, L. E.; LUCCHESI, L. A. C.; MORAES, A.; SCHIMIDT, E.; PERONDI, M. A.; FONSECA, R. A. Melhoria da fertilidade do solo decorrentes da adição de enzimas de água residuária da indústria de enzimas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 724-729, 2006.

CEOLATO, L. C. **Lodo de esgoto na disponibilidade de nutrientes e alterações dos atributos químicos de um argissolo**. 52 p. Tese (Mestrado) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2004.

CORSI, M.; MARTHA JR., G. B. Manutenção da fertilidade dos solos em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p. 161-192.

CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JUNIOR, P. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 651-658. 2001.

DAMÉ, P. R. V.; ROCHA, M. G.; QUADROS, L. F.; PEREIRA, C. F. S. Estudo florístico de pastagem natural sob pastejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 5, n. 1, p. 45-49, 1999.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. *et al.* Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 983-992, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2006..

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker, 1991.

FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas a correção de acidez em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2303-2307, 2000.

FARIA, C. M. B.; PEREIRA, J. R. Resposta de culturas irrigadas à aplicação de micronutrientes no submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1275-1280, 2000.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 755-763, 2003.

FIORETTO, R. A. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre germinação e produção de algodão e milho. **Semina**, Londrina, v. 8, p. 1-38, 1983.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; CECON, P. R.; PINTO, F. A.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com milho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 95-102, 2005.

GALRÃO, E. Z. Níveis críticos de zinco para o milho cultivado em Latossolo Vermelho – Amarelo, fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 255-260, 1995.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, G. B.; SAGGIN, A.; FLORES, J. P. C. Influencia da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1663-1668, 2000.

GIROTTTO, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquidos de suínos**. 121 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GIROTTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B.; LORENSINI, F.; TRENTIN, E. E. Acumulo de cobre e zinco no solo após sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, 2007. 1 CD-ROM.

GLÓRIA, N. A. da. Utilização racional dos resíduos da agroindústria sucroalcooleira e seus efeitos na produtividade da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO SOBRE

TECNOLOGIAS DE MANEJO DE SOLOS E ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇUCAR, 1, 1994, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: IDEA (Instituto de Desenvolvimento Agroindustrial), 1994. p. 53-73.

GOMES, J. F.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JR., P. Avaliação da produtividade e economicidade do feno de capim pangola (*Digitaria decumbens* Stent) fertilizado com nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 16, n. 6, p. 491-499, 1987.

GOMIDE, J. A.; LEÃO, M. I.; OBEID, J. A. *et al.* Avaliação de pastagens de capim-colônião e capim-jaraguá. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 13, n. 11, p. 1-9, 1984.

HEIRICHS, R.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; MALAVOLTA, E. Atributos químicos do solo e produção do feijoeiro com aplicação de calcário e manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1157-1164, 2008.

HERNANDEZ, T.; MORENO, J. I.; COSTA, F. Influence of sewage sludge application on crop yields and heavy metal availability. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 37, n. 1, p. 201-210, 1991.

INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994.

INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do estado do Paraná**. 2000. Disponível em: <http://iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm>. Acesso em: 23/06/2008.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001.

KALMBACHER, R. S. Micronutrients and sulfur on old and newly established bahiagrass. **Soil and Crop Science Society of Florida**, Gainesville, v. 60, p. 20-25, out. 2001.

LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products. **Bioresource Technology**, London, v. 3, n. 5, p. 167-198, 2003.

LEBDOSOEKOJO, S.; AMMERMAN, C. B.; RAUN, N. S.; GOMEZ, J.; LITTELL, R. C. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the eastern plains of Colômbia. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 51, n. 6, p. 1249-1260, 1980.

LOPEZ, L.; COSTA, A. C.; D'OLIVEIRA S.; GIL, L. Utilização agrícola de lodo industrial como fonte de zinco na cultura do crisântemo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 620-623, 2004.

MA, Q. Y.; LINDSAY, W. L. Measurements of free zinc⁺² activity in uncontaminated and contaminated soils using chelation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, n. 4, p. 963-967, 1993.

MALAVOLTA, E. **A B C da análise de solos e folhas**: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Ceres, 1992.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados**: mitos, mistificação e fatos. Piracicaba: ProduQuímica, 1994.

MARGALEF, R. **Ecología**. Barcelona: Ed. Omega, 1989.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 165 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MELO, R. F.; FERREIRA, P. A.; RUIZ, H. A.; MATOS, A. T.; OLIVEIRA, L. B. Alterações físicas e químicas em três solos tratados com água residuária de mandioca. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p.103-109, 2005.

MOTT, G. O. Nutrient recycling in pastures. In: MAYS, D. A. (Ed.). **Forage fertilization**. Madison: Soil Science Society of America, 1974.

MOTTA, A. C. V.; MONTE SERRA, B.; REISSMAN, C. B.; DIONÍSIO, J. A. **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta**. Curitiba: UFPR, 2007.

NABINGER, C. *et al.* Campos in southern Brazil. In: LEMAIRE, G. *et al.* **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. p.355-376.

NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F.; DALL'AGNOL, M. Pastagens no ecossistema de clima subtropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA-A PRODUÇÃO ANIMAL E O FOCO NO AGRONEGÓCIO, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. v. 1, p. 1-20.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washinton, DC: National Academy of Sciences/ National Research Council, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of beef Cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academy of Sciences / National Research Council, 1996.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais. ALGUNS ASPECTOS SOBRE AS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ANIMAIS A PASTO. In.: 13^o Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Piracicaba, 1996. **Anais....** ESALQ/USP, 1996, p. 319.

NUNES, F. N.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; GEBRIM, F. O.; JOSÉ, J. F. B. Fluxo difusivo de ferro em solos sob influência de doses de fósforo e de níveis de acidez e umidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 423-429, 2004.

OLIVEIRA, I. P. *et al.* Efeitos qualitativo e quantitativo de aplicação do zinco no capim Tanzânia-1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 43-48. 2000.

OLIVEIRA, P. P. A.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O. Liming and fertilization for restoring degraded *Brachiaria decumbens* pasture on sandy soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 1090-1100, 2003.

OLIVEIRA, P. P. A.; SOUZA, F. H. D. de; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. **Avaliação da abubação com micronutrientes em pastagens sob irrigação para produção de forragem e de sementes**. São Carlos: Embrapa Sudeste, 2006. 40 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

PARDO, R. M. P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; MORENO, C. B. R.; FERREIRA, E. X.; VINHAS, R. I.; MONKS, P. L. Níveis crescentes de suplementação energética sobre o desenvolvimento de novilhos mantidos em pastagem natural na encosta sudeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 1397-1407, 2003.

PAULETTI, V. **Nutrientes**: teores e interpretações. 2. ed. Castro: Fundação ABC, 2004.

PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M. Disponibilidade do manganês no solo: dificuldades e problemas na interpretação da análise para fins de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 3, p. 285-289, 1984.

POMBO, L. C. A.; KLAMT, E. Adsorção de zinco e cobre de dois solos do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 191-194, 1986.

PRATES, E. R. *et al.* Avaliação da forragem disponível das pastagens naturais do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16., 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBZ, 1979. p. 272.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R.; VIVALDI, L. J. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n. 1, v. 33, p. 68-78, jan./feb. 2004.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; GODY, R. Extração de nutrientes e eficiência nutricional de cultivares de aveia, em relação ao nitrogênio e a intensidades de cortes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 613-620, 1999.

QUINN, L. R.; MOTT, G. O.; BISCHOFF, W. V. A. *et al.* Produção de carne em bovinos submetidos a pastoreio em seis gramíneas tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 20, n. 4, p. 250-279, 1962.

REISSMAN, B. C.; MARTINS, A. P. L. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico analíticos. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 1. p 1-17, 2007.

ROMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência de toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 71-85.

ROCHA, M. T.; SHIROTA, R. Disposição final de lodo de esgoto. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 1, n. 3, p. 53- 61, 1999.

ROVEDA, L. F.; MOTTA, A. C. V.; BLOOD, R. R. Y.; SERRAT, B. M. Qualidade e produtividade em pessegueiro e estabelecimento do trevo branco como cobertura, influenciados pela aplicação de boro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 75-82, 2006.

ROVEDA, L. F.; MOTTA, A. C. V.; SANTIN, D.; BENEDETTI, E. C.; GABARDO, J.; DIONÍSIO, A.; PIMENTEL, J. C.; VICENTE, V. A.; MAFIUM, E. G. F. Avaliação de resíduos de fabricação de enzimas na produtividade e crescimento de plantas na agricultura. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. CD-Rom.

SALINAS, J. G.; SAIG UR REHMAN, S. Requerimentos nutricionales de *Andropogon gayanus*. In: TOLEDO, J. M.; VERA, R.; LASCANO, C.; LENNE, J. M.; (Ed). **Andropogon gayanus Kunth: un pasto para los suelos acidos del tropico**. Cali: CIAT, 1989. p. 105-165.

SANTOS, M. J.; GUERREIRO, E. Produtividade do trabalho e da terra na agropecuária Paranaense. **Revista de Ciências Humanas e Ciências Sociais Aplicadas**, Ponta Grossa, n. 2, v. 13, p. 59-78, 2005.

SANTOS, D. T.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I. J.; GOMES, L. H. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 437-444, mar./abr. 2008.

SCHREINER, H. G. Características e rentabilidade da criação nos campos naturais do Paraná. In: CURSO de Atualização em Pastagem. Cascavel: OCEPAR, 1991. p. 109-140.

SECCO, R. C. **Fitodisponibilidade de zinco, cobre, cromo e níquel de lodo de esgoto (n-viro soil) e de dejetos de suínos aplicados superficialmente a latossolo vermelho sob plantio direto**. 155 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SENGER, C. C. D.; SANCHEZ, L. M. B.; PIRES, M. B. G.; KAMINSKI, J. Teores minerais em pastagem do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 101-108, 1997.

SHEFFER-BASSO, S. M.; SCHERER, C. V.; ELLWANGER, M. F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2008.

SIEWERDT, L.; NUNES, A. P.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 157-162. 1995.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, planta e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, 1999.

SILVEIRA, V. C. P.; VELHO, J. P.; VARGAS, A. F. C.; GENRO, T. C. M.; VELHO, I. M. P. Parâmetros nutricionais da pastagem natural em diferentes tipos de solos na APA do Ibirapuitã Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 201-211, 2006.

SOARES, M. R.; ALLEONI, L. R. F.; CASAGRANDE, J. C. Parâmetros termodinâmicos da reação de adsorção de boro em solos tropicais altamente intemperizados. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 1014-1022, 2005.

SOUZA NETO, J. M.; PEDREIRA, C. G. S. Caracterização do grau de degradação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 7-31.

SRISTAVA, P. C.; GUPTA, U. C. **Trace elements in crop production**. Lebanon: Science Publishers, 1996.

TAMANINI, C. R.; ANDREOLI, C. V.; MOTTA, A. C. V.; CARNEIRO, C. Teor de metais pesados no solo e absorção pelo milho em área degradada tratada com altas doses de biossólido. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2005. p. 15.

TEIXEIRA, I. R.; SOUZA, C. M.; BORÉM, A.; SILVA, G. F. Variação dos valores de pH e dos teores de carbono orgânico, cobre, manganês, zinco e ferro em profundidade em argissolo vermelho-amarelo, sob diferentes sistemas de preparo de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 119-126, 2003.

TEIXEIRA, I. R.; SOUZA, C. M.; BORÉM, A.; SILVA, G. F. Variação dos valores de pH e dos teores de carbono orgânico, cobre, manganês, zinco e ferro em profundidade em argissolo vermelho-amarelo, sob diferentes sistemas de preparo de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 119-126, 2003.

TEIXEIRA, K. R. G.; GONÇALVES FILHO, L. R. G.; CARVALHO, E. M. S.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciências Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1071-1076, 2006.

TIMOFIECSYK, F. R.; PAWLOWSKY, U. Minimização de resíduos na indústria de alimentos. **CEPPA**, Curitiba, v. 18, p.221-236, 2000.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; MORAES, S. S.; PEIXOTO, P. V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos- revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 47-62, 1999.

TRINDADE, D. S.; CAVALHEIRO, A. C. L. Concentrações de fósforo, ferro e manganês em pastagem nativas do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 44-57, 1990.

UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. Aberdeen: FAO/CAB, 1966.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental**: como ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995.

VANCE G. F.; PIERZYNSKI G. M. Bioavailability and fate of trace elements in long-term residual amended soil studies. In: ISKANDAR, I. K.; KIRKHAM, M. B. **Trace Elements in Soil**: bioavailability, flux transfer. London: Lewis Publishers, 2001. p. 13-19.

VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um Latossolo Roxo de Campinas, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 56, p. 181-190, 1997.

WANG, J. J. Kinetics of manganese uptake by excised roots of sensitive and tolerant tobacco genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 26, p. 1439-1450, 2003.

WUNSCH. C.; BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, E. R.; COSTA, E. C.; MONTANHOLI, Y. R.; BRANDÃO, F. Macrominerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra-RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1258-1264, jul./aug. 2006.

ANEXOS

- ANEXO 1 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA Fe, Cu, Zn, Mn, B, CLORO E NA DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM, 73 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 2 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA FE, Cu, Zn, Mn, B, CLORO E NA DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM, 73 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 3 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA Fe, Cu, Zn, Mn, B, CLORO E NA DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM, 261 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 4 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA FE, Cu, Zn, Mn, B, CLORO E NA DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM, 261 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 5 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE FE, CU, ZN, MN, B, NA, CLORO, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 58 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 6 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE FE, CU, ZN, MN, B, NA, CLORO, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 128 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 7 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE FE, CU, ZN, MN, B, NA, CLORO, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 233 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 8 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE FE, CU, ZN, MN, B, NA, CLORO, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 300 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.
- ANEXO 9 - EFEITO DO USO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO® Phytase SOBRE O pH DO SOLO, EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE AMOSTRAGEM, FAZENDA RIO GRANDE-PR, 2006/2007.

ANEXO 10 - VALORES MÉDIOS DE PRODUÇÃO DE MS. NA PASTAGEM SOB DOSES CRESCENTES DE NOVOGRO® Phytase, NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE (PR).

ANEXO 1 – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA Fe, Cu, Zn, Mn, B, Cl E Na DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM, 73 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Cloreto	Na
		(mg.dm ⁻³)					(mg.kg ⁻¹)	(cmol _c .dm ³)
Blocos	3	11951,00	0,56	2,43	7,83	0,11	0,01	0,02
Dose do Resíduo	4	888,00	0,03	0,38	0,49	0,03	0,00	1,11
Erro	12	1248,00	0,05	0,33	1,01	0,13	0,01	0,02
Coeficiente de Variação (%)		38	37	46	22	46	18	21
Qui- quadrado (x ²)	4	1,15 ^{ns}	0,6 ^{ns}	5,1 ^{ns}	3,5 ^{ns}	4,3 ^{ns}	1,2 ^{ns}	3,7 ^{ns}

^{ns} = não significativo

ANEXO 2 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA Fe, Cu, Zn, Mn, B, Cl E Na DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM, 73 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Cloreto	Na
		(mg.dm ⁻³)					(mg.kg ⁻¹)	(cmol _c .dm ³)
Blocos	3	7743,00	0,82	1,73	15,41	0,17	0,01	0,09
Dose do Resíduo	4	3085,00	0,04	1,13	0,34	0,05	0,00	0,20
Erro	12	996,53	0,04	0,47	0,15	0,05	0,00	0,02
Coeficiente de Variação (%)		35	34	53	8	27	26	18
Qui- quadrado (x ²)	4	1,3 ^{ns}	1,5 ^{ns}	5,8 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}	3,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}

^{ns} = não significativo

ANEXO 3 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA Fe, Cu, Zn, Mn, B, Cl E Na DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM, 261 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Cloreto	Na
		(mg.dm ⁻³)					(mg.kg ⁻¹)	(cmol _c .dm ³)
Blocos	3	999,00	0,02	0,00	11,10	0,01	0,28	0,00
Dose do Resíduo	4	438,00	0,01	0,01	1,17	0,00	0,14	0,01
Erro	12	779,00	0,01	0,01	2,16	0,00	0,29	0,00
Coeficiente de Variação (%)		22	7	11	27	7	30	7
Qui- quadrado (x ²)	4	1,1 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,9 ^{ns}	3,9 ^{ns}	4,0 ^{ns}	6,5 ^{ns}	7,7 ^{ns}

^{ns} = não significativo

ANEXO 4 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA Fe, Cu, Zn, Mn, B, Cl E Na DISPONÍVEIS NO SOLO, NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM, 261 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE ENZIMAS.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Cloreto	Na
		(mg.dm ⁻³)					(mg.kg ⁻¹)	(cmol _c .dm ³)
Blocos	3	374,32	0,10	0,01	0,47	0,00	0,18	0,01
Dose do Resíduo	4	496,33	0,02	0,00	0,36	0,00	0,21	0,50
Erro	12	639,86	0,01	0,01	0,80	0,00	0,15	0,03
Coeficiente de Variação (%)		22	9	16	20	13	19	10
Qui- quadrado (x ²)	4	5,5 ^{ns}	1,6 ^{ns}	4,0 ^{ns}	5,1 ^{ns}	2,4 ^{ns}	1,9 ^{ns}	5,8 ^{ns}

^{ns} = não significativo

ANEXO 5 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na, Cl, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 58 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Na	Cloreto	M.V.	M.S.
		mg.Kg ⁻¹					g.Kg ⁻¹		—Mg.ha ⁻¹ —	
Blocos	3	940,93	24,95	55,26	1447,32	0,65	12685	0,41	0,251	0,007
Dose do Resíduo	4	189,80	4,50	6,01	306,93	7,91	13532,5	0,54	9,285	0,438
Erro	12	795,76	3,80	3,93	217,47	1,15	6139,16	0,76	0,134	0,012
Coeficiente de Variação (%)		26	24	11	27	9	33	17	14	17
Qui- quadrado (x ²)	4 ^{ns}	3 ^{ns}	4,58 ^{ns}	1,44 ^{ns}	2,09 ^{ns}	4,10 ^{ns}	1,64 ^{ns}	5,71 ^{ns}	8,83 ^{ns}	8,83 ^{ns}

^{ns} = não significativo

ANEXO 6 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na, Cl, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 128 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Na	Cloreto	M.V.	M.S.
		mg.Kg ⁻¹					g.Kg ⁻¹		—Mg.ha ⁻¹ —	
Blocos	3	8,98	3,51	9,23	368,89	0,65	12457,38	0,27	0,89	0,048
Dose do Resíduo	4	101,05	2,69	0,6	89,12	8,03	3825,8	1,71	161,59	11,45
Erro	12	75,98	4,69	2,3	531,017	2,62	8908,13	0,27	1	0,056
Coeficiente de Variação (%)		15	27	10	43	17	48	13	8	7
Qui- quadrado (x ²)	4	5,819 ^{ns}	3,63 ^{ns}	6,53 ^{ns}	3,53 ^{ns}	8,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	5,26 ^{ns}	8,68 ^{ns}	5,59 ^{ns}

^{ns} = não significativo

ANEXO 7 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na, Cl, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 233 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Na	Cloreto	M.V.	M.S.
		mg.Kg ⁻¹					g.Kg ⁻¹		—Mg.ha ⁻¹ —	
Blocos	3	72,45	14,42	36,55	1925,32	1,065	309,93	0,1	23,97	3,16
Dose do Resíduo	4	101,95	0,76	6,11	446,86	0,67	605	0,26	56,25	7,5
Erro	12	107,78	5,7	3,26	1106,44	0,71	30,26	0,65	3,63	0,37
Coeficiente de Variação (%)		13	29	19	35	14	5	17	16	12
Qui- quadrado (x ²)	4	2,11 ^{ns}	1,17 ^{ns}	4,26 ^{ns}	3,86 ^{ns}	7,36 ^{ns}	4,66 ^{ns}	2,8 ^{ns}	7,97 ^{ns}	7,96 ^{ns}

^{ns} = não significativo

ANEXO 8 - RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na, Cl, MATÉRIA VERDE (MV) E MATÉRIA SECA (MS) DA PASTAGEM 300 DIAS APÓS APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios								M.V. —Mg.ha ⁻¹ —	M.S.
		Fe	Cu	Zn	Mn	B	Na	Cloreto	Mg.Kg ⁻¹		
		mg.Kg ⁻¹									
Blocos	3	2824,58	6,77	5,60	1815,44	2,15	2729,13	0,35	5,53	0,00	
Dose do Resíduo	4	3793,00	5,69	56,47	826,16	3,26	1236,74	0,58	1,62	0,00	
Erro	12	3000,83	3,96	11,31	1016,61	0,22	3501,38	0,79	10,26	0,01	
Coefficiente de Variação (%)		31	15	12	38	20	18	12	33	35	
Qui- quadrado (x ²)	4	0,94 ^{ns}	9,24 ^{ns}	9,89 ^{ns}	1,61 ^{ns}	7,32 ^{ns}	8,29 ^{ns}	0,33 ^{ns}	2,97 ^{ns}	2,75 ^{ns}	

^{ns} = não significativo

ANEXO 9 - EFEITO DO USO DE DOSES CRESCENTES DE BIOMASSA NOVOGRO[®] Phytase SOBRE O pH DO SOLO, EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE AMOSTRAGEM, FAZENDA RIO GRANDE-PR, 2006/2007.

Dose (m ³ .ha ⁻¹)	-----1 Coleta-----		-----2 Coleta-----	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
0	4,2 b	4,1b	4,2c	4,2ab
45	4,5 ab	4,3ab	4,3bc	4,1b
90	4,7 a	4,3ab	4,47ab	4,2ab
135	4,8 a	4,3a	4,6a	4,3ab
180	4,8 a	4,3ab	4,5a	4,4a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ANEXO 10 – VALORES MÉDIOS DE PRODUÇÃO DE MS. NA PASTAGEM SOB DOSES CRESCENTES DE NOVOGRO[®] Phytase, NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE (PR).

Doses m ³ ha ⁻¹	Cortes				
	1	2	3	4	Acumulado
	-----kg ha ⁻¹ -----				
0	206	975,5	3175,3	1730,8	6087,6
45	374	2103,6	4085,1	2660	9222,8
90	422	3117,9	4668,4	2070	10277,5
135	468	4293,8	6408,3	2537	13707,7
180	441	5064,7	6136,6	2029	13670,6