

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO E DOUTORADO

RICARDO ZENATTI

**PRODUTIVIDADE E FITODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E METAIS
PESADOS TÓXICOS (Cd, Cr E Pb) NA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS
PROVENIENTES DA SUINOCULTURA**

Marechal Cândido Rondon

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO E DOUTORADO

RICARDO ZENATTI

**PRODUTIVIDADE E FITODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E METAIS
PESADOS TÓXICOS (Cd, Cr E Pb) NA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS
PROVENIENTES DA SUINOCULTURA**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Affonso Celso Gonçalves Jr.
Pós-Doutor em Ciências Ambientais.

Marechal Cândido Rondon

2011

A MINHA FAMÍLIA

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar aqui presente.

À minha família, pelo apoio e incentivo nos momentos de alegria e tristeza.

Ao meu Professor, Orientador, e amigo, Affonso Celso Gonçalves Jr, pelos conselhos e pela oportunidade.

Ao GRANDE AMIGO Herbert Nacke, que sempre esteve pronto para me ajudar.

Aos amigos do Laboratório de Química Analítica e Instrumental, Gilmar Divino, Emerson, Leonardo, Gustavo, Endrigo, Mayara e Ivair.

Aos amigos que me ajudaram na condução do experimento na casa de vegetação Alfeo e André Prezoto.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	10
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	15
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. Produção e nutrição de forragens (Tifton 85).....	16
2.2. Fertilização da Tifton 85 com dejetos suínos e biofertilizantes	18
2.3. Nutrientes e metais pesados tóxicos em dejetos de suínos.....	19
2.4. Os metais pesados tóxicos e seus riscos ao meio ambiente	21
2.4.1. Cádmio (Cd)	22
2.4.2. Chumbo (Pb)	22
2.4.3. Cromo (Cr).....	23
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO II – PRODUTIVIDADE E FITODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA	30
RESUMO	30
ABSTRACT	31
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4 CONCLUSÃO	47
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPÍTULO III – PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS DE SUÍNOS EM SOLO ARGILOSO.....	52
RESUMO	52
ABSTRACT	53
1 INTRODUÇÃO.....	54
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54

3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4	CONCLUSÕES	69
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
CAPÍTULO IV – DISPONIBILIDADE DE METAIS PESADOS TÓXICOS NA CULTURA DA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA		73
	RESUMO	73
	ABSTRACT	74
1	INTRODUÇÃO	75
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	76
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4	CONCLUSÃO	86
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS		90

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II – PRODUTIVIDADE E FITODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA	30
Figura 1: Produção de massa fresca primeiro corte (MFPC), segundo corte (MFSC), de massa seca no primeiro corte (MSPC) e segundo corte (MSSC) da Tifton 85 fertilizada com diferentes doses de dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante.	37
Figura 2: Teores de N em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de doses crescentes de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte).	41
Figura 3: Teores de P em dois cortes da Tifton 85 fertilizada com dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante.	42
Figura 4: Teores de K no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	43
Figura 5: Teores de Fe no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante.	44
Figura 6: Teores de Mn em do segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	45
Figura 7: Teores de Cu em dois cortes da Tifton 85 fertilizada com dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante.	46
Figura 8: Teores de Zn do nos dois cortes da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte).	47
CAPÍTULO III – PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS DE SUÍNOS EM SOLO ARGILOSO	52
Figura 1: Produção de massa fresca primeiro corte (MFPC), segundo corte (MFSC), de massa seca no primeiro corte (MSPC) e segundo corte (MSSC) da Tifton 85 fertilizada com diferentes doses de dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante.	59
Figura 2: Teores de N em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte).	62

Figura 3: Teores de P em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte).....	63
Figura 4: Teores de K no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	64
Figura 5: Teores de Mg no primeiro corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	65
Figura 6: Teores de Fe nos dois cortes da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	66
Figura 7: Teores de Mn em do segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	67
Figura 8: Teores de Cu em dois cortes da Tifton 85 fertilizada com dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante.	68
Figura 9: Teores de Zn do segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	69
CAPÍTULO IV – DISPONIBILIDADE DE METAIS PESADOS TÓXICOS NA CULTURA DA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA	73
Figura 1: Teores de Cr em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de doses crescentes de fertilizantes orgânicos.	81
Figura 2: Teores de Pb no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de dejetos suínos.	83
Figura 3: Teores de Pb nos diferentes solos de cultivo.	85
Figura 4: Resultados dos teores de Cr nos diferentes solos de cultivo.	86

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS	15
Tabela 1: Faixa de nutrientes da forrageira Tifton 85.....	17
CAPÍTULO II – PRODUTIVIDADE E FITODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA	30
Tabela 1: Análise química do Argissolo Vermelho eutrófico (PVe).....	33
Tabela 2: Caracterização química do dejetos <i>in natura</i> e do biofertilizante.	34
Tabela 3: Análise de variância para produção da forrageira em dois cortes, com base na massa fresca e massa seca.	35
Tabela 4: Médias de produção (massa fresca e seca) da Tifton 85 fertilizada com dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante suíno em dois cortes.....	36
Tabela 5: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no primeiro corte, realizado após 28 dias do corte de nivelamento.....	38
Tabela 6: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no segundo corte, realizado após 56 dias do corte de nivelamento.....	39
Tabela 7: Resultados da comparação de médias para os teores de nutrientes da Tifton 85.	40
CAPÍTULO III – PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS DE SUÍNOS EM SOLO ARGILOSO	52
Tabela 1: Análise química do Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) utilizado no experimento.....	55
Tabela 2: Caracterização química do dejetos <i>in natura</i> e do biofertilizante utilizados no experimento.....	56
Tabela 3: Análise de variância para produção da forrageira em dois cortes, com base na massa fresca e massa seca.	57
Tabela 4: Médias de produção (massa fresca e seca) da Tifton 85 fertilizada com dejetos <i>in natura</i> e biofertilizante suíno em dois cortes.....	58
Tabela 5: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no primeiro corte, realizado após 28 dias do corte de nivelamento.....	60

Tabela 6: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no segundo corte, realizado após 56 dias do corte de nivelamento.....	61
Tabela 7: Resultados da comparação de médias para os teores de nutrientes da gramínea.....	62
CAPÍTULO IV – DISPONIBILIDADE DE METAIS PESADOS TÓXICOS NA CULTURA DA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA	73
Tabela 1: Análise química dos solos utilizados no experimento.....	76
Tabela 2: Teores de metais pesados tóxicos nos solos.	76
Tabela 3: Caracterização química do dejetos <i>in natura</i> e do biofertilizante utilizados no experimento.....	77
Tabela 4: Análise de variância para os teores de metais pesados tóxicos (Cd, Pb, e Cr) da Tifton 85 no primeiro corte, realizado após 28 dias do corte de nivelamento.	79
Tabela 5: Análise de variância para os teores de metais pesados tóxicos (Cd, Pb, e Cr) na massa seca da Tifton 85 no segundo corte, realizado após 56 dias do corte de nivelamento.....	79
Tabela 6: Médias dos teores de Cr no tecido vegetal da Tifton 85 no primeiro corte.	80
Tabela 7 - Análise de variância para os teores de metais pesados tóxicos (Cd, Pb, e Cr) nos solos de cultivo da Tifton 85.....	84

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Al – alumínio
B – boro
C – carbono
CaCl₂ – cloreto de cálcio
Cd – cádmio
Cfa – clima subtropical
CH₄ - metano
cm – centímetro
cmolc dm⁻³ – centimol de carga por decímetro cúbico
Co – cobalto
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO₂ – Gás Carbônico
Cl – cloro
Cr – cromo
CTC – capacidade de troca catiônica
Cu – cobre
Cv- cultivar
DIC – delineamento inteiramente casualizados
DMS – diferença mínima significativa
EUA – Estados Unidos da América
Fe – ferro
g – grama
g cm⁻³ – grama por centímetro cúbico
g dm⁻³ – grama por decímetro cúbico
g kg⁻¹ – grama por quilograma
h – hora
ha – hectare
Hg – mercúrio
H+Al – acidez potencial
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K – potássio

KCl – cloreto de potássio
kg – quilograma
kg ha⁻¹ – quilograma por hectare
K₂O – óxido de potássio
L ha⁻¹ – litros por hectare
LVe – Latossolo Vermelho eutrófico
PVe- Argissolo Vermelho eutrófico
m – metro
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MFPC – massa fresca primeiro corte
MFSC- massa fresca segundo corte
Mg – magnésio
mg dm⁻³ – miligrama por decímetro cúbico
mg kg⁻¹ – miligrama por quilograma
mL ha⁻¹ – mililitro por hectare
Mn – manganês
Mo – molibdênio
MSPC – massa seca primeiro corte
MSSC – massa seca segundo corte
m² – metro quadrado
N – nitrogênio
Ni – níquel
P – fósforo
Pb – chumbo
pH – potencial hidrogeniônico
PR – Paraná
P₂O₅ – pentóxido de fósforo
R – coeficiente de correlação
R² – coeficiente de determinação
S – enxofre
SB – soma de bases
Se – selênio
SEAB – Secretária de Agricultura e Abastecimento do Paraná
V% - saturação de bases

Zn – zinco

NH_4^+ – amônio

% – porcentagem

μg – micrograma

$^\circ\text{C}$ – graus Celsius

mL – mililitros

FITODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E METAIS PESADOS TÓXICOS (CD, CR E PB) E PRODUTIVIDADE DA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de dejetos de suínos na produção e nos teores de nutrientes e metais pesados tóxicos em dois cortes da forrageira Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) cultivada em dois solos de diferentes texturas. Os experimentos foram implantados em ambiente protegido utilizando-se um Argissolo Vermelho eutrófico (PVe) de textura arenosa, e um Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) de textura argilosa, sendo o volume de solo de 8 dm³. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), fatorial 2x4 sendo os tratamentos constituídos por duas fontes de fertilizantes orgânicos a base de dejetos suínos (*in natura* e biofertilizante) e quatro doses para cada fonte, com quatro repetições. No primeiro corte, para o PVe, as duas fontes de fertilizante influenciaram nos teores vegetais de P e Mn e as doses influenciaram nos teores de N, P, K, Cu e Zn. Já para o LVe, as fontes influenciaram nos teores vegetais de Mg e as doses influenciaram nos teores de N, P, K, Mg, Cu, Fe. Observa-se ainda no primeiro corte que o uso do biofertilizante proporcionou maior acúmulo de Cr no tecido vegetal quando comparado ao uso do dejetos *in natura*. No segundo corte, para o LVe, as fontes influenciaram nos teores vegetais dos elementos P, Fe, Mn e Cu, e as doses influenciaram nos teores de N, P, K, Fe, Mn, Cu, e para o PVe as fontes influenciaram nos teores vegetais dos elementos P e Cu e as doses influenciaram nos teores de N, P, K, Fe, Mn, Cu e Zn. Para os metais pesados tóxicos avaliados, o teor de Pb no LVe foi superior quando comparado ao PVe, e os valores dos teores ficaram acima do valor atribuído pela CETESB (17 mg kg⁻¹) como indicador de qualidade no solo. Conclui-se que a aplicação de dejetos *in natura* proporcionou maior produção da Tifton 85 quando comparada com uso de biofertilizante. As doses influenciam nos teores de N,P,K e Cu no tecido vegetal e nos níveis de metais pesados tóxicos Cr e Pb em ambos os solos de cultivo.

Palavras-chave: *Cynodon dactylon*, contaminação ambiental, dejetos suínos.

PHYTOAVAILABILITY OF NUTRIENTS AND TOXIC HEAVY METALS (CD, CR AND CP) AND PRODUCTIVITY OF A FERTILIZED TIFTON 85 WITH WASTE FROM PIG

ABSTRACT

The aim of this work was evaluate the effect of the application of swine manure increasing doses in the production and the content of nutrients and toxic heavy metals in two cuts of the forage Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) grown in two different soil textures. The experiments were carried out in greenhouse using an Rhodustults (PVe) of sand texture, and an Haplustox (LVe) of clay texture. It was used a completely randomized design (CRD), 2x4 factorial with treatments consisting by two sources of the organic fertilizer based on swine manure (*in nature* and biofertilizer) and four doses for each source, with four replications. In the first cut, for the PVe, the two sources of fertilizer influenced the vegetable content of P and Mn and the doses influenced the N, P, K, Cu and Zn content. To the LVe, the sources influenced the vegetable content of Mg and the doses influenced on N, P, K, Mg, Cu, Fe levels. Yet observed in the first cut that the use of biofertilizer provided higher accumulation of Cr in the tissue plant when compared to the use of *in nature* manure. In the second cut, for the LVe, the sources influenced the vegetable contents of the elements P, Fe, Mn and Cu, and the doses influenced the N, P, K, Fe, Mn and Cu levels, and for the PVe, the sources influenced the vegetable content of the elements P and Cu, and the doses influenced the N, P, K, Fe, Mn, Cu and Zn levels. For the toxic heavy metals studied, the Pb content in the LVe was higher compared to the PVe, and the levels values were above the value assigned by CETESB (17 mg kg^{-1}) as an indicator of soil quality. It was concluded that the application of *in nature* manure provided highest production of Tifton 85 when compared with the use of biofertilizers. The doses influenced on N, P, K and Cu in plant tissue and the levels of toxic heavy metals Cr and Pb in both cultivation soils.

Key-words: *Cynodon dactylon*, environmental contamination, swine manure.

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A oferta de carne e leite em países em desenvolvimento deve aumentar consideravelmente nos próximos 20 anos para atender a demanda desses produtos, uma produção de proteína animal mais sustentável poderá ser baseada em sistemas com uso de forragem como sugerido por Leng (2002), principalmente pela redução de dependências de insumos externos (MATOS, 2000).

De acordo com Durigon et al. (2003) para se obter um aumento da produtividade de forragem, as gramíneas do gênero *Cynodon* vêm se destacando, por serem adaptadas a diversos climas e solos, por apresentar bons resultados produtivos quando submetidos a fertilização orgânica.

A utilização de dejetos suínos como fertilizantes orgânicos podem trazer benefícios as pastagens, como aumento de produção, elevação nos teores de nutrientes do tecido vegetal, aumento da CTC do solo e a possibilidade de aplicação parcelada dos dejetos sobre esta gramínea durante todos os meses do ano.

Em regiões produtoras de suínos o uso dos dejetos como fertilizantes em pastagens é uma prática comum realizada por produtores, mas que exige conhecimento quanto a composição química deste produto, da fertilidade e da textura do solo, para que, assim, obtenha uma taxa ideal de dejetos a ser aplicada, uma produção adequada, para que se evite o excesso de nutrientes e metais pesados no sistema solo planta.

Devido ao grande incremento da produção de suínos nos últimos anos, houve uma maior concentração de dejetos nas propriedades, assim muitas vezes o volume aplicado extrapola o valor de recomendação agrônômica. Conforme Perdomo (1999), este excesso de fertilizantes pode acarretar em um acúmulo ou a lixiviação para água de contaminantes que muitas vezes estão presentes nos dejetos.

Há exigências dos órgãos ambientais para que os dejetos sejam tratados antes de serem utilizados como fertilizantes, onde é exigida a sua fermentação em biodigestor, produzindo o biofertilizante, sendo este recomendado por ser um fertilizante estabilizado e com menor potencial de poluição dos recursos hídricos (DARTORA et al, 1998).

Frente ao exposto, este trabalho objetivou avaliar os efeitos de doses crescentes de dejetos de suínos na forma *in natura* e na forma de biofertilizante na produção e na disponibilização de nutrientes e metais pesados tóxicos no tecido vegetal e nos solos de cultivo da Tifton 85 (*Cynodon dactylon*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção e nutrição de forragens (Tifton 85)

O Brasil apresenta um grande potencial para a utilização de forrageiras do gênero *Cynodon*, por ser um país de clima predominantemente tropical, mais para que isso aconteça são necessários estudos sobre a produtividade e o manejo em diferentes locais e classes de solos para implantação desta gramínea.

A Tifton 85 é originária da África e bem adaptadas às regiões tropicais e subtropicais (VILELA E ALVIM, 1998). A mesma foi selecionada em meados da década de 1980 na Geórgia, EUA. Trata-se de um híbrido interespecífico resultado do cruzamento de uma gramínea do grupo das Bermudas do sul da África com um capim Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*). Foi descrita como sendo mais alta, com colmos maiores, folhas mais largas e com coloração mais verde escuro que outras gramas-bermuda híbridas (PEDREIRA, 1996). Esta gramínea é considerada perene de estação quente que se dissemina principalmente por rizomas também conhecido como caules subterrâneos e por caules horizontalmente sobre o solo, (HILL et al., 2001).

O acúmulo de biomassa na pastagem ocorre devido ao fluxo de elaboração de novos tecidos foliares, que dependem também do nível de fertilização da forragem. Quando inicia o aparecimento de novas folhas e perfilhos, aumenta a competição por luz, nutrientes e água, a capacidade de perfilhar é uma das principais características das gramíneas forrageiras (OLIVEIRA, 2004).

Os nutrientes absorvidos pela forragem exercem diversas funções nas plantas, como ativadores enzimáticos, reguladores do metabolismo, constituintes estruturais e de compostos orgânicos.

Embora esses nutrientes sejam igualmente importantes para a produção vegetal, existe uma classificação baseada na proporção em que aparecem na massa

seca dos vegetais. Sendo classificados em dois grandes grupos de nutrientes de plantas:

Os macronutrientes são aqueles que são absorvidos ou exigidos pelas plantas em maiores quantidades: N, P, K, Ca, Mg e S. Os micronutrientes que são os nutrientes que são absorvidos ou exigidos pelas plantas em menores quantidades: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl e Mo (MALAVOLTA et al., 1997).

O conhecimento sobre as concentrações dos nutrientes no tecido vegetal têm estreita relação com a produção da planta forrageira. A determinação das concentrações dos nutrientes é importante fator para a nutrição da forragem, que por sua vez reflete em sua produção de matéria seca (BONFIM e MONTEIRO, 2006).

A absorção dos nutrientes pode variar ainda em função da idade e estágio de desenvolvimento da planta, e à medida que as plantas forrageiras envelhecem, diminuem os teores de N, P e Mg aumentando o de Ca, o que está de acordo com o relatado por Macedo, (2004).

A Tabela 1 apresenta faixas de nutrientes adequados para a forrageira Tifton 85.

Tabela 1: Faixa de nutrientes da forrageira Tifton 85.

Componentes	Unidade	Valores
Nitrogênio Total	(g.kg ⁻¹)	20-26
Fósforo	(g kg ⁻¹)	1,5-3,0
Potássio	(g kg ⁻¹)	15-30
Cálcio	(g kg ⁻¹)	3-8
Magnésio	(g kg ⁻¹)	1,5-4,0
Boro	(mg kg ⁻¹)	5-30
Zinco	(mg kg ⁻¹)	20-300
Cobre	(mg kg ⁻¹)	50-200
Manganês	(mg kg ⁻¹)	15-70
Ferro	(mg kg ⁻¹)	4 -20

Fonte: (WERNER et al, 1996).

2.2. Fertilização da Tifton 85 com dejetos suínos e biofertilizantes

O Brasil ocupa no cenário mundial um importante papel na suinocultura, com o 4º rebanho mundial, sendo superado apenas pela China, União Européia e Estados Unidos, possuindo um rebanho de suínos de aproximadamente 38 milhões de animais em seu território (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

O Paraná possui o segundo maior rebanho suíno do Brasil, estimado em 4,3 milhões de cabeças, distribuídos em cerca de 30 mil produtores, sendo que o maior pólo abatedor do estado encontra-se na região oeste do estado (SECRETÁRIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ, 2008).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), a região Oeste do Paraná possui maior rebanho do estado com volume diário de 14, mil metros cúbicos de dejetos, sendo estes constituídos por fezes, urina, água desperdiçada, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório (KONZEN, 2002).

Os dejetos podem apresentar grandes variações em seus componentes, dependendo do sistema de manejo adotado, que pode ser terminação, unidade de produção de leitões e o ciclo completo (OLIVEIRA, 2004). Em granjas com mesmo sistema de produção o manejo da água contribui significativamente na variação dos teores de nutrientes nos dejetos suínos (DIESEL et al., 2002).

A disposição de esterco líquido de suínos, ou dejetos suínos, é largamente empregada nas regiões produtoras de suínos do mundo e em todas as regiões produtoras do Brasil pela sua praticidade operacional, como também pelo potencial de agregação de valor econômico, proporcionado pelo emprego dos dejetos na substituição de fertilizantes químicos, fornecendo nutrientes para as plantas (MIRANDA et al., 1999),

Seganfredo (2004) o uso de dejetos de suínos como adubo é uma prática milenar, onde as condições atuais são diferentes. Para usá-los como condicionador do solo é necessário que se tenham critérios de cálculo das quantidades a aplicar por área, o conhecimento dos teores de nutrientes contidos nos dejetos e a sua exigência por parte do solo, além do risco de impacto ao meio ambiente, resultante de sua utilização em excesso.

Já o biofertilizante, produto resultante do tratamento dos dejetos suínos, é produzido através da fermentação anaeróbia, ou da atividade de micro-organismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes dos dejetos (TIMM et al, 2004).

Na fermentação, a matéria orgânica é transformada em material orgânico simples solúvel através de hidrólise enzimática por bactérias fermentativas. Estas convertem os compostos orgânicos solúveis em ácidos orgânicos, predominantemente ácido acético, os quais são reduzidos a metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) (FORESTI et al, 1999).

Depois da fermentação dos dejetos, alguns aspectos são importantes para eficiência do fertilizantes (AISSE e OBLADEN, 1982), onde ocorre a diminuição na relação carbono nitrogênio da matéria orgânica, aumento no teor de nitrogênio e demais nutrientes, em consequência da perda de carbono; maior facilidade de imobilização do fertilizante pelos micro-organismos do solo, devido ao material já se encontrar em grau avançado de decomposição.

Cervi et al. (2010) estudou a composição média do biofertilizante, e conclui que para os nutrientes a composição média foi de 1,4 a 1,8% de N; 1,1 a 2,0% de P e 0,8 a 1,2% de K.

2.3. Nutrientes e metais pesados tóxicos em dejetos de suínos

A produção de suínos até a década de 70 era considerada predominante artesanal, a partir desta época este sistema passou por uma grande transformação principalmente na inclusão de novas tecnologias como promotores de crescimento e fontes inorgânicas de minerais. Tais insumos inseridos com o objetivo de aumentar a capacidade produtiva em um menor período de tempo, e com o menor custo podem se tornar fonte de contaminação do ambiente ao longo do tempo (GUIVANT e MIRANDA, 2004).

A compreensão sobre as formulações de rações, exigências nutricionais dos animais e bem como das características e composição das fontes de nutrientes utilizadas, permite um refinamento na dietas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1998), evitando excessos de nutrientes e metais pesados que posteriormente acabam sendo liberados via dejetos dos suínos ao meio ambiente.

Dentre os requerimentos nutricionais dos suínos, os minerais, especialmente microminerais, são essenciais em certa quantidade para o rápido crescimento animal. Nestes elementos inorgânicos incluem o cálcio (Ca), cloro (Cl), cobre (Cu), iodo (I), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), fósforo (P), potássio (K), selênio (Se), sódio (Na), Zinco (Zn) e outros em pequenas quantidades como cobalto (Co), boro (B), flúor (F), molibdênio (Mo), níquel (Ni), silício (Si), e vanádio (V), sendo que estes exercem funções extremamente variáveis, e vão desde funções estruturais em alguns tecidos a reguladoras em outros (NICOLAIEWSKY e PRATES, 1994).

As relações entre teores de nutrientes presentes nas rações e teores assimilados foram estudados por Kornegay e Harper (1997), os quais observaram que para os suínos os teores assimilados dos nutrientes absorvidos são: 30 a 55 % do N, Ca e P, 5 a 20 % do K, 5 a 30 % do Cu, Zn e Fe e 5 a 10 % do Mn, com isso uma parcela com alto índice de nutrientes que não é absorvida é excretada pelos animais.

Para obtenção desses nutrientes são utilizadas diversas fontes minerais, que muitas indústrias para baratear custos, usam matérias primas escolhidas pelo preço mais acessível, inclusive aquelas advindas de importação que podem estar contaminadas por elementos tóxicos, sobretudo metais pesados. Essa suspeita é ainda maior devido ao fato de que o governo brasileiro, por meio da Portaria nº 20 de seis de julho de 1997 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1997) liberou o uso de fontes alternativas de fósforo a partir de fosfatos de rochas (JUNQUEIRA, 1993; SILVA, 1993; MARÇAL et al., 2001).

O uso de fontes minerais contaminadas com metais pesados tóxicos é discutido em alguns trabalhos como o de Gaste et al. (2002) intitulado como valores de chumbo inorgânico em formulações minerais comercializadas no estado do Paraná em que das 29 amostras comerciais analisadas 21 apresentaram valores de Pb acima do que é recomendado.

2.4. Os metais pesados tóxicos e seus riscos ao meio ambiente

O acúmulo de metais pesados em solos agrícolas, devido à aplicações sucessivas de dejetos, é o aspecto que causa maior preocupação com relação a segurança ambiental necessária para a viabilização desta prática (OLIVEIRA, 2001).

A expressão “metal pesado” ou “elemento traço” em que se aplica aos elementos químicos que tem peso específico maior que 5 g cm^{-3} ou que possuem número atômico maior que 20. Dentre os micronutrientes, aparecem vários metais pesados que podem ser classificados como essenciais (Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), os benéficos para as plantas (Co, Ni e V), e os tóxicos: (Cd, Cr, Hg, Pb) (GONÇALVES Jr. et al., 2009).

Estes elementos tóxicos quando presentes no solos, podem expressar seu potencial ao serem disponibilizados para as plantas além da possibilidade de transferência para a cadeia alimentar através das próprias plantas ou animais e ainda pela contaminação das águas de superfície e subterrâneas (PIRES, 2003).

Em determinadas concentrações, os metais pesados podem atingir níveis fitotóxicos nas planta e nos animais nos seres humanos, eles são bioacumulativos, podendo causar problemas de toxicidade, alterações metabólicas e doenças. (MELO et al., 2007).

Grandes problemas ambientais estão relacionados à quantidade de metais que são acumulados por plantas utilizadas na alimentação humana ou animal, as formas como se distribuem dentro dos tecidos das plantas e seu papel na transferência desses elementos para outros organismos. Os efeitos biológicos causados pela poluição metálica de plantas são de grande importância na saúde de homens e animais (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2001).

Em alguns países, órgãos governamentais regulam os limites máximos de teores de metais pesados nos dejetos, lodos e outros resíduos utilizados como fertilizantes para que estes possam ser aplicados no solo, onde são consideradas para aplicação as características físicas dos solos (BORGES e COUTINHO, 2004).

No Brasil a legislação que dispõe sobre os critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas é a Resolução 420 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL,2009), onde fixa os

limites de metais pesados nos solos, considerando a necessidade de prevenção da contaminação do solo visando à manutenção e a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

2.4.1. Cádmio (Cd)

O Cd é considerado um dos metais pesados mais tóxicos para as plantas e animais, sendo conhecido por não apresentar papel metabólico nesses indivíduos (MELO et al., 2001)

O Cd é um elemento pouco móvel no solo, está intimamente ligado a matéria orgânica e sua retenção correlaciona-se com o pH, CTC, superfície específica e força iônica, apresentando elevada afinidade com S e Zn (GONÇALVES et al. 2008). Pode ser encontrado em rochas magmáticas e sedimentares com concentração em torno de $0,3 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo que este metal tende a ser concentrado em depósitos argilosos e folhetos. (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2001).

A contaminação no solo por este metal pesado tóxico pode ocorrer por meio da aplicação de lodo de esgoto e fertilizantes fosfatados, sendo facilmente absorvido e translocado nas plantas, e assim apresentando potencial de entrada na cadeia alimentar humana, podendo acarretar em sérios problemas de saúde (DIAS et al., 2001).

O Cd é classificado como um cancerígeno pela Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer (IARC). Sendo que os principais sintomas associados a este elemento são câncer de próstata, de pulmão e testículos.

2.4.2. Chumbo (Pb)

Este metal é altamente tóxico para seres humanos e animais. Sua presença está associada a ações antrópicas. Normalmente é encontrado combinado com dois ou mais elementos como o sulfeto de chumbo, sendo que as maiores fontes geológicas do metal são as rochas ígneas e metamórficas. (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, 2005)

O Pb apresenta-se muito estável no solo, e está intimamente ligado a matéria orgânica, limitando sua mobilidade. Pode formar complexos com compostos

húmicos, ou encontra-se ligado a outros compostos como óxidos e hidróxidos de Fe e Al, carbonatos e fosfatos (BORGES e COUTINHO, 2004)

Pequenas doses podem causar toxidez em certos animais e humanos expostos ao Pb e os efeitos são indiretos, provavelmente resultantes da interferência do Pb em funções enzimáticas específicas, causando anomalias em sistemas como o hematológico, nervoso e renal.

Os suínos são considerados resistentes à exposição ao Pb, experimentalmente suínos foram submetidos por 90 dias à dieta rica em Pb, consumindo $35,2 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso vivo e não mostraram contaminação por Pb, chegando a apresentar uma concentração de $290 \text{ } \mu\text{g dL}^{-1}$ de Pb na corrente sanguínea. Quando submetidos a níveis de 600 mg kg^{-1} sintomas apresentados nos animais foram diarreia, salivação excessiva, diminuição do apetite, bruxismo redução na taxa de crescimento, tremores musculares, incremento na taxa de respiração, visão danificada e morte (CARSON, 1992).

2.4.3. Cromo (Cr)

O Cr é um metal que ocorre no ecossistema como resultado do processo de intemperização do material de origem dos solos bem como pode ser introduzido devido à deposições de resíduos de origem industrial, lodos de esgotos e dejetos.

A presença de Cr nos dejetos suínos se deve ao uso deste metal em suplementos minerais adicionados as rações (ALMEIDA et al, 2010), sendo que a presença de Cr^{3+} na dieta de animais e humanos é importante, pois está relacionada com o metabolismo de glicose, lipídeos e proteínas. Porém, em outros estados de oxidação, como o Cr^{6+} , e em altas concentrações este elemento é tóxico, carcinogênico e mutagênico para animais e humanos (MATOS et al., 2008).

De acordo com Kabata-Pendias e Pendias (2001) a concentração de Cr no solo varia entre 5 e 3400 mg kg^{-1} . Embora o Cr exista em diversos estados de oxidação, somente o Cr^{3+} e o Cr^{6+} são suficientemente estáveis para ocorrer no meio ambiente.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M. M.; OBLADEN, N. L.,. **Tratamento de Esgotos por Biodigestão Anaeróbia**. Curitiba, CNPq, ITAH/IPPUC, PUCPR. 1982. 99p.

AGENCY FOR TOX SUBSTANCES AND DISEASE. Toxicological profile for lead. Atlanta, GA: **Agency for Tox Substances and Disease Registry** <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.html> acessado em 06/03/2011

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. **Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, jul./ago. 2006.

BORGES, M.R.; COUTINHO, E.L.M. Metais pesados do solo após aplicação debiossólido. II – disponibilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.557-568, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n 20. Brasília, DF, 1997, 3 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução 420. Brasília, DF, 2009, 16P.

CARSON, T., L.. **Toxic Minerals, Chemicals, Plants and Gases**. In: Diseases of Swine. 17 Ed. LEMAN et al. Eds. 1992. Ed. Wolfe. London. 1021 p.

CERVI, G. R., ESPERANCIN, S. M., BUENO, C O. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suínica para geração de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**. Vol. 30 n°5. Jaboticabal, 2010.

CHANG, A.C.; HINESLY, T.D.; BATES, T.E.; DONER, H.E.; DOWDY, R.H.; RYAN, J.A. Effects of long term sludge application on accumulation of trace elements by crops. In: PAGE, A.L.; LOGAN, T.J.; RYAN, J.A. (Ed.) **Land application of sludge: food chain implications**. Chelsea: Lewis Publishers, 1987. cap.4, p.53-66.

DARTORA V. PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. Manejo de Dejetos de Suínos. **Boletim informativo**. Concórdia: EMBRAPA- CNPSA; EMATER, 1998. 40 p.

DIAS, N. M. P. et al. Isotermas de adsorção de cádmio em solos ácidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 229-234, 2001.

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO C.C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Porto Alegre: EMATER, 2002.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R. & PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.26, n.4, p.983-992, 2003..

FORESTI, E. FLORÊNCIO, L. HAANDEL, A. ZAIAT, M.; CAVALCANTI, P. F. **Fundamentos do Tratamento Anaeróbio**. In: Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

GASTE, L.; MARÇAL, W.S. ; LOPES DO NASCIMENTO, M.R. Valores de chumbo inorgânico em formulações minerais comercializadas no Estado do Paraná. **Veterinary Science** v.7, n.1, p.43-48, 2002

GUIVANT, J. S. & MIRANDA, C. R.(Orgs) **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar**. Ed Argos. Chapecó – SC. 2004.332p.

GONÇALVES, V.C.; CARVALHO, S.A.; TATSCH, F.R.P.; NETO, O.A.S.; MEURER, E.J. Adsorção de cádmio em solos caulíníticos. **Revista da FZVA**. Uruguaiana. v. 15, n. 2, p. 01-10, 2008.

GONÇALVES Jr, A. C.; PESSOA, A. C. S. Fitodisponibilidade de cádmio, Chumbo e

Crômio, em soja cultivada em argilossolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 3, n. 1-2, p. 19-23, 2002.

GONÇALVES JR. A. C.; SELZLEIN C.; NACKE H. Uso de biomassa seca de aguapé (*Eichornia crassipes*) visando à remoção de metais pesados em soluções contaminadas. **Acta Scientiarum** 31:103-108, 2009.

HILL, G. M.; GATES, R. N.; WEST J. W. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p E48-E58, July 2001. Supplement, 1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. **Estatística da Produção Pecuária**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 de fevereiro de 2011.

JUNQUEIRA, O. M. Metais pesados contaminam carne. **Avicultura & Suinocultura Industrial**, São Paulo, n. 38, p.27-29, 1993.

KABATA-PENDIAS, Alina; PENDIAS, Henryk. **Trace Elements in Soils and Plants**. 3 ed. London: CRC Press, 2001. 403 p.

KONZEN, E. A.; MENEZES, J. F. S.;ALVARENGA, R. C.; ANDRADE, C. L. T.;PIMENTA, F. F.; PEREIRA, S. C. **Monitoramento ambiental do uso de dejetos líquidos de suínos como insumo na agricultura** 24ºCONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Florianópolis.24., 2002.

KORNEGAY, E. T and HARPER, A. F. Environmental nutrition: Nutrient management strategies to reduce nutrient excretion of swine. **The professional animal scientist**. 1997.13: 99-111

LENG, R.A. Future direction of animal protein production in a fossil fuel hungry world. **Livestock Research for Rural Development**, v.14,n.(5), 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319 p.

MACEDO, M. C. M. Análise comparativa de recomendação de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 317-356.

MARÇAL, W. S.; GASTE, L.; LIBONI, M.; PARDO, P. E.; NASCIMENTO, M. R.; HISASI, C. Concentration of lead in mineral salt mixtures used as supplements in cattle food. **Experimental and Toxicologic Pathology**, Jena, v. 53, p. 7-9, 2001.

MATOS, L.L. Do pasto ao leite com tecnologia. In: KOCHHANN, R.A.; TOMM, G.O.; FONTANELI, R.S. (Org.) **Sistemas de produção de leite baseado em pastagens sob plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Bagé: Embrapa Pecuária Sul; Monvideo: Procisur, 2000. p. 81-105.

MATOS, W. O. et al. Especificação redox de cromo em solo acidentalmente contaminado com solução sulfocrômica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 1450-1454, 2008.

MELO, Gabriel Mauricio ; MELO, Valeria; MELO, Wanderlei. **Metais Pesados no Ambiente Decorrente da Aplicação de Lodo de Esgoto em Solo Agrícola**. 2007. Disponível em <<http://www.ambientenet.eng.br/TEXTOS/LODO%20ESGOTO.PDF>> Acesso em 20 dez. 2010.

MIRANDA, C. R. D; SANTOS FILHO, J. I.; A situação dos Dejetos Suínos na Região da AMAUC – SC, X Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 26 a 29 de outubro de 1999, **Resumos** Belo Horizonte, MG.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.

NICOLAIWSKY, S. & PRATES, E. R. **Alimentos e alimentação de suínos**. Porto Alegre. Ed. da Universidade. UFRGS. 1995. Porto Alegre. 59 p.

OLIVEIRA, E. **Desempenho animal e da pastagem Coast Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv Coast cross -1) consorciada com *Arachis pintoi* em área recuperada.** Maringá 2004. 126f. Tese (Doutorado em produção animal). Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

OLIVEIRA, P. A. V. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de Suínos. manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p. suínos

OLIVEIRA, J. A.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de aguapé e salvinia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 3, p. 329-341, 2001.

PEDREIRA, C.G.S. Avaliação de novas gramíneas do gênero *Cynodon* para a pecuária do sudeste dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais.** Juiz de Fora : Embrapa-CNPGL, 1996. p.111-125.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. D. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In: **Suinocultura: produção, manejo e saúde do rebanho.** Concórdia CNPSA/EMBRAPA, 1999. p. 223 – 234.

PIRES, A.M.M.; MATTIAZZO, M.E. Condicionamento de biossólidos e a disponibilidade de Cu e Zn para o arroz. **SCIENTIA AGRICOLA**, V.60, P. 161-166, 2003.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ, 2008. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/>. Acesso em 02 de fevereiro de 2009.

SEGANFREDO, M. A. Dejetos animais: a dupla face benefício ou prejuízo **Guia Suinocultura Industrial**, n. 9, 2004.

SILVA, S. **Plano de ação fiscal sobre fosfato de rocha e outros.** Brasília:Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1993. 21 p.

TIMM, P. J; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência e Ambiente**, julho/dezembro, 2004. Universidade federal de santa Maria 29º publicação.

VILELA, D., ALVIM, M.J. **Manejo de pastagens do gênero Cynodon:introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil.** SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. Piracicaba-SP. Anais.Piracicaba. 2000. p.23-54.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H., ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p. 263-274 (IAC. Boletim Técnico, 100).

CAPÍTULO II – PRODUTIVIDADE E FITODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de dejetos de suínos na produção e no teor de nutrientes na forrageira Tifton 85 (*Cynodon dactylon*). O experimento foi implantado em ambiente protegido, em um solo classificado como Argissolo Vermelho eutrófico (PVe). Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de fertilizantes orgânicos (dejetos *in natura* e biofertilizante), com quatro doses para cada fertilizante orgânico e quatro repetições. Os resultados apresentaram efeito significativo entre as fontes e as doses, sendo que a produção média da gramínea no primeiro corte com base na massa fresca foi de 9953 kg ha⁻¹ e para massa seca 4445 kg ha⁻¹, as fontes influenciaram nos teores de P e Mn, e as doses influenciaram nos teores de N, P, K, Cu e Zn. No segundo corte a média para massa fresca foi de 8711 kg ha⁻¹ e para massa seca 3782 kg ha⁻¹, as fontes influenciaram nos teores dos elementos P, Fe, Mn, e Cu e as doses influenciaram nos teores de N, P, K, Fe, Mn, Cu. Conclui-se que a aplicação de dejetos *in natura* proporcionou maior produção da Tifton 85 quando comparada com uso de biofertilizante, conclui-se ainda que os teores foliares dos nutrientes N, P e K e dos micronutrientes Fe, Cu e Zn aumentaram em função das doses aplicadas e das fontes utilizadas e o elemento Mn diminuiu em função das doses aplicadas.

Palavras chave: produção, *Cynodon dactylon*, dejetos suínos.

ABSTRACT

PRODUCTIVITY AND BIOAVAILABILITY OF NUTRIENTS IN TIFTON 85 FERTILIZED WITH WASTE FROM HOGS

The aim of this work was evaluate the effect of the application of swine manure increasing doses and their effect in production and nutrient content in the grass Tifton 85 (*Cynodon dactylon*). The experiment was carried out in greenhouse, in a soil classified as Rhodustults. The treatments was consisted by two fertilizer organic sources (*in nature* and biofertilizer), with four doses for each source and four repetitions. The results showed significant effect among the sources and doses, being that the average production of the grass in the first cut based on fresh weight was 9953 kg ha⁻¹ and for dry weight 4445 kg ha⁻¹, the sources influenced content of P and Mn, and the doses influenced contents of N, P, K, Cu and Zn. In the second cut to the average fresh weight was 8711 kg ha⁻¹ and dry weight 3782 kg ha⁻¹, the sources influenced the contents of the elements P, Fe, Mn, and Cu and the doses influenced the content of N, P, K , Fe, Mn, Cu. It was concluded that the application of manure *in nature* provided higher production of Tifton 85 compared with the use of biofertilizer, it also concludes that the leaf contents of N, P and K and the micronutrients Fe, Cu and Zn was increased in function of the doses and sources used and the element Mn decreased in function of the applied doses.

Key-words: production, *Cynodon dactylon*, organic fertilization.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de gramíneas de alta produtividade, para a manutenção da cobertura do solo em regiões tropicais tem sido uma alternativa para elevar a produção das pastagens (VILELA et al., 1996). Neste sentido, é grande o número de produtores que têm utilizado a Tifton 85, devido suas excelentes características produtivas (SARMIENTO, 2006).

Além do uso de um cultivar de alta produtividade, é necessário suprir as necessidades de nutrientes da cultura, e uma prática crescente, conforme Durigon et al. (2002), é a utilização de dejetos suínos na fertilização das pastagens. Entretanto, a quantidade a ser aplicada é de suma importância no contexto da viabilidade econômica e sustentabilidade do processo de utilização dos dejetos para que não se inicie um problema ainda maior, que é a degradação ambiental (GONÇALVES Jr. et al., 2008).

As doses a serem aplicadas no solo irão depender do potencial fertilizante, do resultado de análise do solo e das exigências da cultura (MIRANDA et al., 1999). Não obstante, de acordo com Queiroz et al. (2004), para um aproveitamento adequado dos dejetos, é fundamental estabelecer uma dosagem de aplicação, evitando o desequilíbrio de nutrientes.

Outro importante fator a ser levado em consideração é a forma do dejetos a ser utilizado, sendo que estes podem ser aplicados sem tratamento (*in natura*) e/ou fermentado anaerobicamente (biofertilizante), podendo assim, interferir na disponibilidade de nutrientes, produção da forrageira e no impacto ao ambiente.

Nesse sentido o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de doses crescentes de dejetos *in natura* e biofertilizante de suínos na produção e nos teores de nutrientes da gramínea Tifton 85 (*Cynodon dactylon*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná no município de Marechal Cândido Rondon–PR que possui as seguintes coordenadas geográficas: 24° 31' S e 54° 01' W. Para tanto utilizou-se um volume 8 dm³ de um solo classificado como Argissolo Vermelho

eutrófico (PVe) (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006), coletado no município de Palotina-PR na profundidade de 0 a 20 cm, apresentando textura média, (218,50 g kg⁻¹ de argila, 69,28 g kg⁻¹ de silte e 712,22 g kg⁻¹ de areia).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento. Como metodologia para realização das análises química de solo foi utilizado o manual de análises químicas de solo do Instituto Agrônômico do Paraná (PAVAN et al., 1992).

Tabela 1: Análise química do Argissolo Vermelho eutrófico (PVe).

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	C	P	Cu	Zn	Fe	Mn	V%
(CaCl ₂)	----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- g dm ⁻³ -----		----- mg dm ⁻³ -----			-----		-----		%
5,18	0,85	5,16	1,53	5,79	7,50	13,30	25,90	18,70	11,20	282,00	33,40	5,20	56,50

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

O delineamento experimental utilizado neste trabalho foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo utilizado o fatorial (2x4), onde os tratamentos foram constituídos por duas fontes de fertilizantes orgânicos (dejeito *in natura* e biofertilizante), com quatro doses para cada fonte (0, 200, 400 e 600 m³ ha⁻¹) e quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais.

Para recomendação de calagem e fertilização utilizou-se a Circular Técnica 128 do Instituto Agrônômico do Paraná (2003), onde se recomenda a elevação de saturação de bases para a Tifton 85 em 70%, assim foram aplicados 2,94 ton ha⁻¹ (1,47g vaso⁻¹). Para a recomendação de fertilização de implantação da cultura, aplicou-se 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 60 kg ha⁻¹ K₂O, assim o formulado N:P₂O₅:K₂O, sendo que todos tratamentos receberam a mesma quantidade de fertilizantes químicos antes da implantação da cultura.

O replantio das mudas da gramínea Tifton 85 foi realizado 05 de junho de 2010 em vasos de 8 L, sendo 5 mudas por vaso. Ao atingirem a altura de 20 cm foi realizado o corte de nivelamento da gramínea a 5 cm do solo.

O dejeito *in natura* e o biofertilizante utilizados neste trabalho foram coletados em diferentes granjas, os dejetos foram coletados em sistema sem o tratamento (*in natura*), e o biofertilizante foi coletado após a passagem pelo biodigestor, localizadas no município de Marechal Cândido Rondon-PR, sendo que os fertilizantes foram

recolhidos por bombeamento das esterqueiras, e colocados em galões de 50 L. Antes da utilização dos fertilizantes orgânicos foram retiradas alíquotas para sua caracterização química (Tabela 2).

Para determinação dos elementos fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) realizou-se digestão nitroperclórica (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005), sendo a determinação do P realizada por espectroscopia de ultra violeta visível (UV-VIS) e os demais nutrientes determinados por espectrometria de absorção atômica, (EAA). (WELZ E SPERLING, 1999). Para determinação dos teores de nitrogênio (N) nos fertilizantes orgânicos foi utilizada a digestão sulfúrica (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005), com determinação por destilação Kjeldahl.

Tabela 2: Caracterização química do dejetos *in natura* e do biofertilizante.

Dejeto	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
	----- (g kg ⁻¹) -----					----- (mg kg ⁻¹) -----			
<i>in natura</i>	15,75	16,26	2,40	5,20	1,45	40,00	85,00	38,70	111,00
Biofertilizante	10,51	12,30	1,80	3,49	1,00	109,00	10,50	120,00	20,00

As doses utilizadas neste experimento foram aplicadas de forma parcelada em oito aplicações, realizada a cada sete dias. Durante o período do experimento as plantas foram irrigadas a cada dois dias, sendo o volume de água controlado até o momento da saturação do solo.

Para avaliação da produtividade e fitodisponibilidade dos nutrientes em função da fertilização orgânica foram realizados dois cortes na gramínea Tifton 85. Assim realizou-se o primeiro e o segundo corte, respectivamente, aos 28 e 56 dias após o corte de nivelamento (SANTOS, 2006).

Para determinação da massa fresca, todo o material vegetal coletado no corte foi pesado em balança analítica. Posteriormente as amostras foram desidratadas em estufa a 65° C, até atingirem massa constante, sendo novamente pesadas, obtendo-se a massa seca (DRUMOND et al., 2006).

Para determinação dos elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn no material vegetal de ambos os cortes da gramínea foi utilizada a mesma metodologia descrita anteriormente para caracterização dos fertilizantes orgânicos.

Para análise estatística dos dados obtidos no experimento utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Os dados foram submetidos à análise de variância na significância de 1 e 5%, em caso de significância entre as fontes foi realizado o teste Tukey a 5% de probabilidade e para as doses realizou-se o desdobramento da interação por análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância para a produção de massa fresca (MF) e massa seca (MS) são apresentados na Tabela 3.

Os resultados demonstram que as fontes de fertilização e as doses utilizadas influenciaram de modo significativo ($P < 0,05$) a produção nos dois cortes realizados.

Tabela 3: Análise de variância para produção da forrageira em dois cortes, com base na massa fresca e massa seca.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		MFPC	MFSC	MSPC	MSSC
Fontes (A)	1	46575726**	266135520,50**	6177612,5**	10847317,5**
Doses (B)	3	205921516**	172380688,54**	21844402,3**	9906525,1**
A x B	3	9018326*	41283295,25**	1708123,5**	3211404,2**
Resíduo	24	156012,39	1362007,04	372153,4	233771,82
C.V.	---	13,57	13,40	13,72	12,78

MFPC (massa fresca primeiro corte); MFSC (massa fresca segundo corte); MSPC (massa seca primeiro corte), MSSC (massa seca segundo corte) ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); * - significativo a 5% pelo teste T de student; C.V. (coeficiente de variação);

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da comparação entre as médias de produção da Tifton 85 com uso de dejetos *in natura* e biofertilizante nos dois cortes.

Tabela 4: Médias de produção (massa fresca e seca) da Tifton 85 fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante suíno em dois cortes.

Dejeto	Massa Fresca		Massa seca	
	PC	SC	PC	SC
----- kg ha ⁻¹ -----				
<i>in natura</i>	10760,31a	11595,69a	4884,37a	4364,44a
Biofertilizante	8347,44b	5827,94b	4005,62b	3200,44b
C.V. (%)	13,1	13,4	13,7	12,7
DMS	911,43	851,59	445,14	352,87

*Médias não seguidas da mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em que: PC (primeiro corte); SC (segundo corte).

Observa-se na Tabela 4 que com a aplicação de dejeto *in natura* a Tifton 85 apresentou maior produção quando comparada com uso de biofertilizante, para ambos os cortes realizados. Estes resultados podem ser explicados pelo fato do dejeto *in natura* possuir maior concentração de nutrientes em comparação ao produto fermentado. Segundo Sedyama et al. (2008), na obtenção do biofertilizante ocorre o processo de fermentação anaeróbica, resultando na redução de sólidos dissolvidos totais, bem como a quantidade de nutrientes.

A análise de regressão realizada para a produção em função das doses aplicadas de fertilizante orgânico está apresentada na Figura 1.

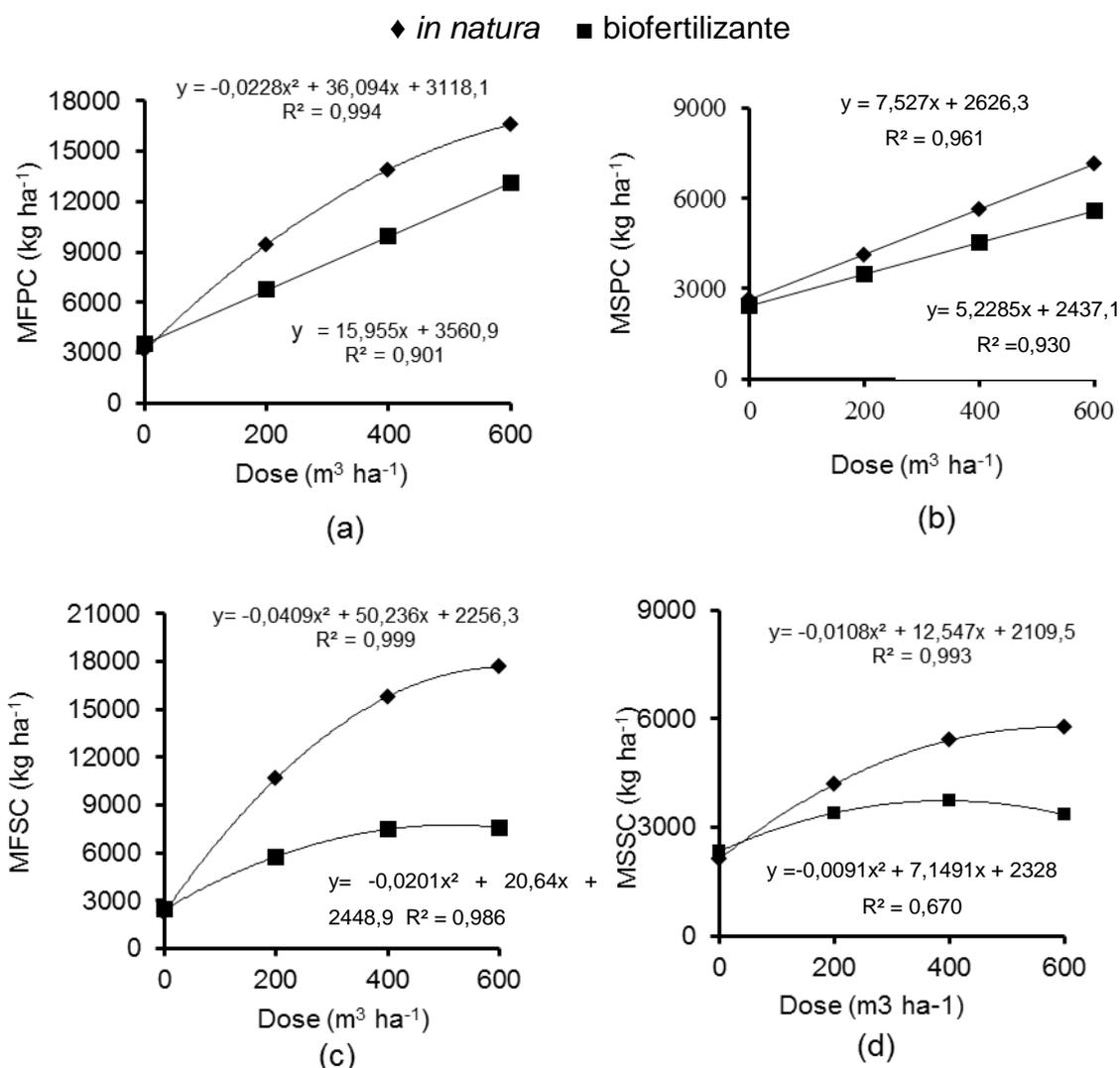


Figura 1: Produção de massa fresca primeiro corte (MFPC), segundo corte (MFSC), de massa seca no primeiro corte (MSPC) e segundo corte (MSSC) da Tifton 85 fertilizada com diferentes doses de dejetos *in natura* e biofertilizante.

Observa-se na (Figura 1a) no primeiro corte realizado após os 28 dias do corte de nivelamento, que a produção de massa fresca aumentou de forma quadrática para o dejetos *in natura* e linearmente para o biofertilizante. A dose mais alta do dejetos *in natura* proporcionou a maior produção de gramínea que foi 16582 kg ha⁻¹, sendo que também a maior dose de biofertilizante atingiu a maior produção de 13134 kg ha⁻¹. Já para massa seca, ocorre um aumento linear para os dois

fertilizantes (Figura 1b), com a dose de 600 m³ ha⁻¹ do dejetto *in natura* e do biofertilizante a produção foi de 7142 kg ha⁻¹, 5574 kg ha⁻¹, respectivamente.

No segundo corte, este realizado após os 56 dias do corte de nivelamento, a massa fresca aumentou de forma quadrática para as duas fontes (Figura 1c). Para a fertilização com dejetto *in natura* a dose de 600 m³ ha⁻¹ resultou na maior produção da gramínea que foi de 17660 kg ha⁻¹, para o biofertilizante a produção teve um ponto de máximo da curva e foi atingido com a dose 513,43 m³ ha⁻¹ resultando na produção de 7991,98 kg ha⁻¹. A massa seca aumentou de forma quadrática para os dois fertilizantes (Figura 1d), o dejetto *in natura* proporcionou o máximo da produção com a maior dose que foi de 5757 kg ha⁻¹, para o biofertilizante a produção teve novamente um ponto de máximo que foi com dose de 392,80 m³ ha⁻¹ e resultou na produção de 3792 kg ha⁻¹.

Como observado anteriormente na comparação de médias de produção, para as doses também houve superioridade do dejetto *in natura* quando comparado ao uso do dejetto estabilizado (biofertilizante) para produção da gramínea.

Os resultados da análise de variância para os teores de nutrientes no primeiro corte da pastagem estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no primeiro corte, realizado após 28 dias do corte de nivelamento.

F.V	GL	Quadrados médios								
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Fontes (A)	1	24,80 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,53 ^{NS}	1,36 ^{NS}	0,26 ^{NS}	10011 ^{NS}	101926*	12,50 ^{NS}	38,28 ^{NS}
Doses (B)	3	239,04**	1,08**	4,55 ^{NS}	1,47 ^{NS}	0,15 ^{NS}	42801 ^{NS}	24834 ^{NS}	37,02**	124,86**
A x B	3	8,03 ^{NS}	0,02 ^{NS}	5,61 ^{NS}	2,91 ^{NS}	0,04 ^{NS}	49514 ^{NS}	43056 ^{NS}	1,58 ^{NS}	125,41 ^{NS}
Resíduo	24	12,13	0,12	2,34	2,92	0,39	18487	13076	4,62	20,32
C.V.	-	18,69	14,26	10,78	19,90	10,36	15,75	10,29	16,40	15,23

F.V (Fonte de Variação); GL (Graus de liberdade); ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); *(significativo a 5% pelo teste T de student); NS (não significativo a 5% pelo teste T de student); C.V.(coeficiente de variação).

Os fertilizantes orgânicos apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) no teor do elemento Mn no primeiro corte, sendo que as doses influenciaram significativamente nos teores N, P, Cu e Zn.

Os resultados da análise de variância para os teores de nutrientes no segundo corte da pastagem estão apresentados na Tabela 6.

Os fertilizantes orgânicos apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) nos teores dos elementos P, Cu e Fe no segundo corte. As doses influenciaram significativamente nos teores N, P, K, Fe, Mn, Cu e Zn.

Tabela 6: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no segundo corte, realizado após 56 dias do corte de nivelamento.

F.V	GL	Quadrados médios								
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Fontes (A)	1	20,33 ^{NS}	1,79 ^{**}	5,28 ^{NS}	0,76 ^{NS}	0,27 ^{NS}	104767 ^{**}	2592 ^{NS}	392 ^{**}	2,0 ^{NS}
Doses (B)	3	191,6 ^{**}	8,24 ^{**}	79,5 ^{**}	10,79 ^{NS}	0,34 ^{NS}	42805 ^{**}	48098 ^{**}	259 ^{**}	186,87 ^{**}
A x B	3	9,61 ^{NS}	0,52 ^{**}	4,36 ^{NS}	5,41 ^{NS}	1,22 ^{NS}	60460 ^{**}	2148 ^{NS}	161 ^{**}	42,36 ^{NS}
Resíduo	24	280,6	0,12	3,72	3,65	0,39	5123	3878	28,0	50,91
C.V.	-	18,74	14,22	12,77	21,23	26,81	15,30	19,91	16,30	9,47

F.V (Fonte de Variação); GL (Graus de liberdade); ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); *(significativo a 5% pelo teste T de student); NS (não significativo a 5% pelo teste T de student); C.V.(coeficiente de variação).

Os resultados da comparação de médias dos nutrientes em ambos cortes da gramínea fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Comparação de médias para os teores de nutrientes da Tifton 85.

Dejeto	Teor de Mn	Teor de P	Teor de Fe	Teor de Cu
	PC	SC	SC	SC
	-----mg kg ⁻¹	-----mg kg ⁻¹	-----mg kg ⁻¹	-----mg kg ⁻¹
<i>in natura</i>	323a	2700a	117,31b	7,75b
Biofertilizante	210b	2222b	231,77a	14,75a
C.V. (%)	21,95	14,22	15,30	14,92
DMS	83,44	250	52,23	3,92

*Médias não seguidas da mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em que: PC (primeiro corte); SC (segundo corte).

Para os elementos P e Mn observa-se que o dejetos *in natura* proporcionou maior acúmulo destes no material vegetal da Tifton 85, ocasionado, provavelmente, pelos maiores teores encontrados nesta fonte em comparação ao biofertilizante (Tabela 2). Já para os micronutrientes Fe e Cu o maior acúmulo ocorreu com o uso de biofertilizante, efeito que também pode ser explicado devido a maior concentração destes elementos nesta fonte.

A análise de regressão linear para o teor N em função das doses está apresentada na Figura 2.

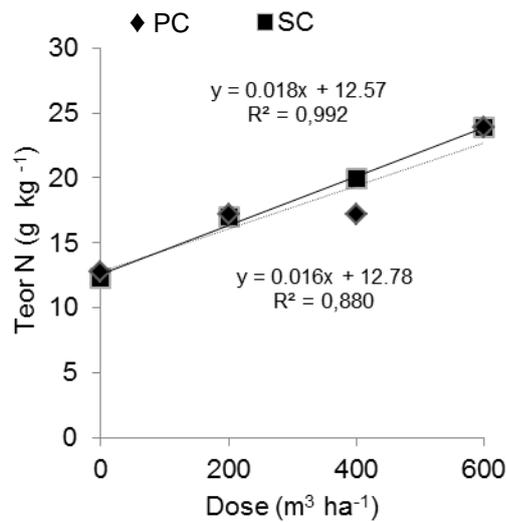


Figura 2: Teores de N em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de doses crescentes de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte).

O teor de N no tecido vegetal nos dois cortes aumentou linearmente em função da aplicação dos das doses. De acordo com Giacomini (2005), o N é o nutriente que normalmente possui maior concentração nos dejetos suínos, e também é o elemento mais utilizado, e conseqüentemente, mais absorvido pela gramínea, acarretando em um acúmulo conforme a elevação das doses de fertilizantes. Os resultados corroboram com o trabalho de Fey (2006), que trabalhou com diferentes doses de dejetos suínos no Tifton 85 e os teores N no tecido vegetal aumentaram significativamente de forma linear em função das doses.

Para o teor P em função das doses e o desdobramento entre os fertilizantes orgânicos está apresentada na Figura 3.

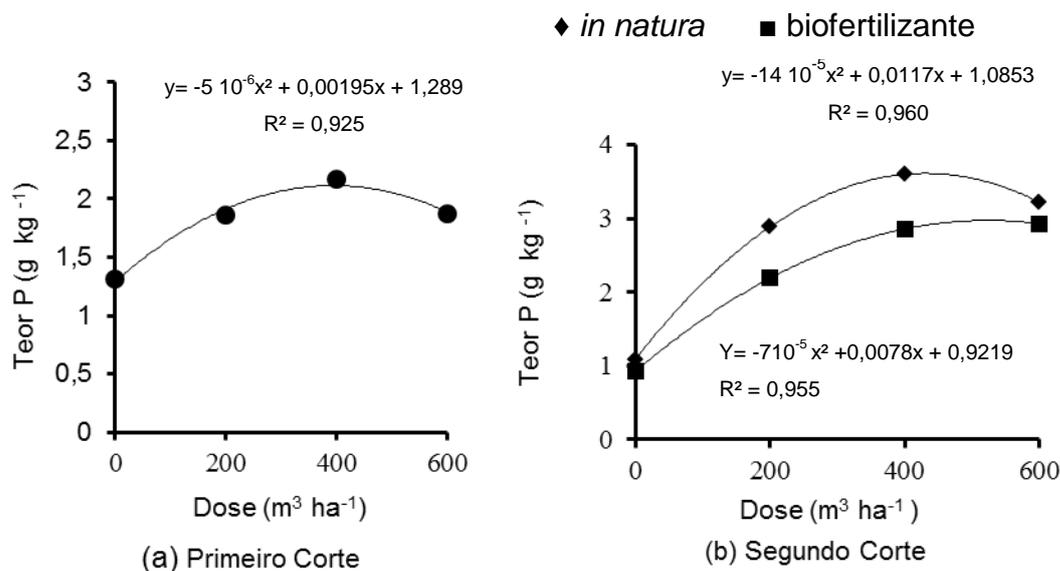


Figura 3: Teores de P em dois cortes da Tifton 85 fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante. 3 (a) Resultados para as doses; 3 (b) Resultados para interação dos dejetos.

Os teores de P no tecido vegetal do primeiro corte (Figura 3a) aumentaram significativamente em função das doses dos dois fertilizantes e se ajustaram ao modelo de regressão quadrática, a dose de 420 m³ ha⁻¹ proporcionou a maior disponibilidade deste nutriente para gramínea. No segundo corte foi realizado o desdobramento da interação por meio de regressão quadrática para as doses, na qual o dejetos *in natura* e biofertilizante apresentaram um ponto máximo de absorção do nutriente, sendo, respectivamente 417,85 m³ ha⁻¹ e 557,1 m³ ha⁻¹, para o dejetos *in natura* e biofertilizante (Figura 3b). Os teores de P no tecido foliar estão de acordo com a faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996), que varia de 1,5 a 3 g kg⁻¹, sendo neste trabalho obtidas as médias de 1,78 g kg⁻¹ e 2,45 g kg⁻¹ no primeiro e segundo corte respectivamente.

Na Figura 4 é apresentada a análise de regressão para o teor K em função das doses no segundo corte.

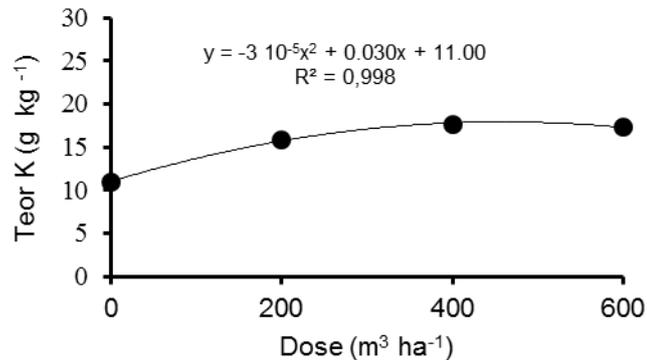


Figura 4: Teores de K no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.

O teor de K no segundo corte apresentou um ponto de maior absorção com a dose de 500 m³ ha⁻¹ (Figura 4). Os resultados podem estar relacionados à disponibilidade deste elemento, que apresenta-se na forma trocável (K⁺) nos fertilizantes utilizados e pela alta mobilidade em solução, o que facilita sua absorção pelas plantas, (NEVES et al, 2009). O valor médio no teor de K para o primeiro corte (14,21g kg⁻¹) ficou abaixo da faixa de nutrientes proposta por Werner et al, (1996) e no segundo corte (15,10 g kg⁻¹) o valor médio ficou dentro da faixa, sendo que a faixa ideal proposta varia de 15 a 30 g kg⁻¹.

Os teores de Ca e Mg não foram significativos para os dois fertilizantes nos dois cortes. Este resultado pode estar relacionado com a competição de nutrientes no processo de absorção pelas raízes da gramínea, sendo que a disponibilidade destes na solução do solo é reduzida ou inibida por altas concentrações de K⁺ e NH₄⁺, ocasionado pela fertilização com dejetos (MALAVOLTA, 1997). De acordo ainda com Andrade et al., (2000), a fertilização nitrogenada interfere de forma negativa no teor de Ca e Mg em gramíneas, fato que pode ter ocorrido neste experimento.

A análise de regressão para o teor Fe em função das doses de dejetos *in natura* e biofertilizante será apresentada na Figura 5.

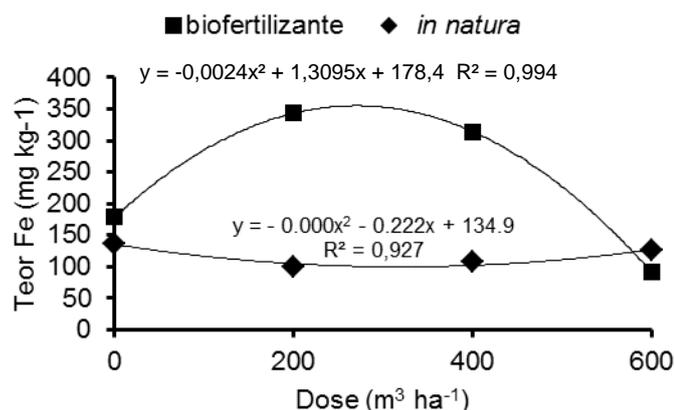


Figura 5: Teores de Fe no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante.

No primeiro corte o teor de Fe não foi significativo, conforme resultados da Tabela 5. No segundo corte o teor de Fe foi significativo para as fontes e as doses, assim realizou-se o desdobramento da regressão quadrática. Para o biofertilizante o ponto máximo de absorção de Fe foi atingido com a dose de 272,80 m³ ha⁻¹ (Figura 5). O aumento na disponibilidade do Fe em biofertilizante também foi constatado por Sediya et al, (2007) e enfatizam que isso é consequência mineralização da matéria orgânica presente neste fertilizante. O teor médio de Fe no tecido vegetal ficou acima da faixa de nutrientes proposta por Werner et al, (1996) que varia de 4 a 20 mg kg⁻¹ e as médias obtidas neste experimento foram de 187,93 mg kg⁻¹ e 174,53 mg kg⁻¹ no primeiro e segundo corte respectivamente.

A análise de regressão linear para o teor Mn em função das doses está apresentada na Figura 6.

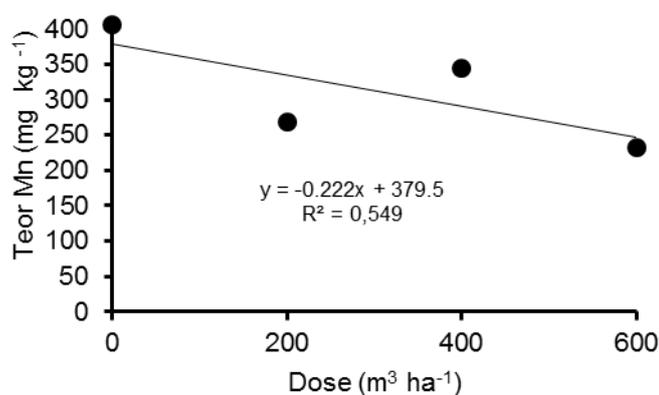


Figura 6: Teores de Mn em do segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.

O teor de Mn foi significativo para as doses no segundo corte e reduziu de forma linear com uso dos dois fertilizantes (Figura 6). Segundo Reinheimer et al. (1998) o Mn é absorvido na forma Mn^{2+} e sua disponibilidade é reduzida com elevação pH do solo, principalmente pela complexação com ânions gerados pela calagem no solo, pratica realizada neste trabalho. Outro fator para sua redução seria pelo alto teor da matéria orgânica no solo que forma complexos estáveis com Mn (LOPES, 1999), sendo os principais Pirolusita (MnO_2), Manganita ($MnOH$) e Carbonato de manganês ($MnCO_3$) conforme Abreu et al, (2007). As concentrações de Mn no tecido foliar com o uso das duas fontes de fertilização estão acima da faixa proposta Werner et al (1996) que varia de 15 a 70 $mg\ kg^{-1}$.

A análise de regressão para o teor Cu em função das doses de dejetos e biofertilizantes será apresentada na Figura 7.

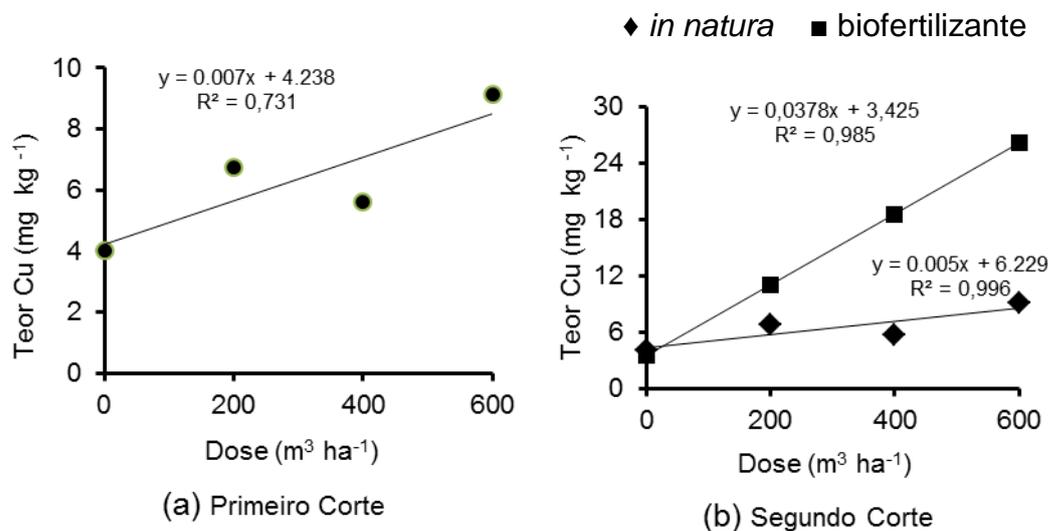


Figura 7: Teores de Cu em dois cortes da Tifton 85 fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante. 7 (a) Resultados para as doses; 7 (b) Resultados para interação dos dejetos.

O teor de Cu foi significativo para as doses e aumentou de forma linear para as duas fontes no primeiro corte (Figura 7a). No segundo corte houve interação entre as fontes e doses o teor se elevou de forma linear, sendo que neste corte apresentou maior teor que no primeiro corte (Figura 7b). O aumento no teor do cobre pode ser explicado pela adição deste nutriente via fertilizante, sendo que resultados estão de acordo com Burns et al. (1990). Os teores de Cu no tecido vegetal ficaram abaixo da faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996) que varia de 50 a 200 mg kg⁻¹ e as médias obtidas neste para este trabalho foram 11,25 mg kg⁻¹ e 16,40 mg kg⁻¹.

A análise de regressão para o teor Zn em função das doses de dejetos e biofertilizantes será apresentada na Figura 8.

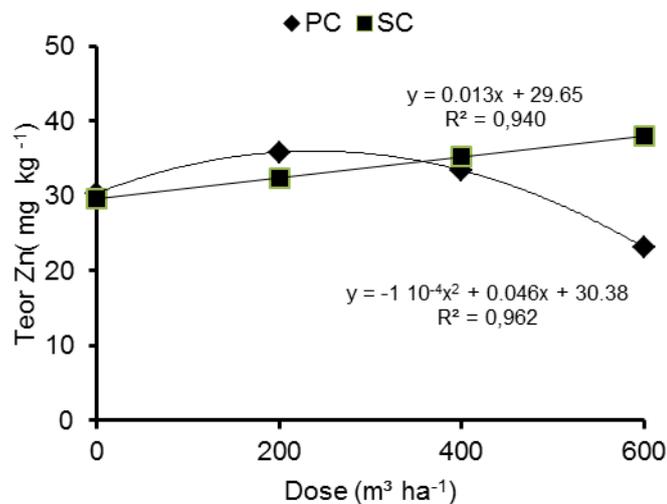


Figura 8: Teores de Zn do nos dois cortes da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte).

No primeiro corte o teor de Zn foi significativo para as doses e se ajustou ao modelo quadrático. No segundo corte o aumento no teor de Zn foi linear em função das doses aplicadas (Figura 8). O aumento significativo no teor deste elemento esta relacionado a sua presença na caracterização do solo, e ainda, na composição das fontes utilizadas, que de acordo com L’Herroux et al. (1997) e Grabert et al. (2005) o Zn é um dos principais metais pesados encontrados nos dejetos de suínos, usado em grande escala nas dietas dos animais em crescimento. Os teores de Zn no tecido vegetal ficaram dentro da faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996) que varia de 20 a 300 mg kg⁻¹ e as médias neste trabalho foram de 29,59 mg kg⁻¹ e 33,81 mg kg⁻¹ no primeiro e segundo corte respectivamente.

4 CONCLUSÃO

Com a aplicação de dejetos *in natura* a Tifton 85 apresentou maior produção quando comparada com uso de biofertilizantes. As duas fontes de fertilização orgânica estudadas proporcionaram um aumento significativo de produção até a maior dose aplicada (600 m³ ha⁻¹).

Os nutrientes N, P e K e os micronutrientes Fe, Cu e Zn tiveram seu teor elevado em função das doses aplicadas e das fontes utilizadas, sendo que os teores de Mn foram reduzidos em função das doses aplicadas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p. 645-736.

ANDRADE, C.S.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ., V.H.; MARTINS, C.E. SOUZA, D.P.H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29:1589-1595, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – International [AOAC]. 2005. **Official methods of analysis**. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.

BURNS, J. C., L. D. KING AND P. W. WESTERMAN. Long-term swine lagoon effluent applications on Coastal Bermuda grass. I. Yield, quality, and element removal. **Journal Environmental Quality**. 19:749-756, 1990.

DRUMOND, L.C.D., ZANIN, J.R., AGUIAR, A.P.A., RODRIGUES, G., FERNANDES, A.L.T **Produção de matéria seca em pastagem de Tifton 85 irrigada, com diferentes doses de dejetos líquidos de suíno**. Engenharia Agrícola. vol. 26 Jaboticabal May/Jun. 2006.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R. PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.26, n.4, p.983-992, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [Embrapa]. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FERREIRA, D.F. 2003. **SISVAR: Sistemas de análises estatísticas**. UFLA, Lavras, MG, Brasil.

FEY, R. **Teores de Nutrientes no solo, produção de fitomassa e qualidade da pastagem de Tifton 85, produzida em área submetida à aplicação de dejetos de suínos**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina -2006 .

GIACOMINI, S.J. **Avaliação e modelização da dinâmica de carbono e nitrogênio com o uso de dejetos de suínos**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 240p. (Tese de Doutorado).

GONÇALVES JR., A.C.; LINDINO C. A.; ROSA F. M.; BARICATTI R.; GOMES, G.F. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como bioindicador. **Acta Scientiarum** 30: 9-14, 2008.

GRABERT, I. ET AL. Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in intensive pig production areas. Danish **Journal of Geography**, v. 105, n. 2, p. 15-22, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- [Iapar]- Sugestão de recomendação de fertilização para culturas de interesse econômico do Paraná. **Circular técnica 128**. Londrina 2003, 30p.

L'HERROUX, L. ET AL. Behaviour of metals following intensive pig slurry applications to a natural field treatment process in Brittany (France). **Environmental Pollution**, v. 97, n. 1, p. 119-130, 1997

LOPES, A.S. Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agrônômica. São Paulo: ANDA, **Boletim técnico** nº 8, 1999. 58 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ed. Potafos, Piracicaba, SP, Brasil.

MIRANDA, C. R. D; SANTOS FILHO, J. I.; A situação dos Dejetos Suínos na Região da AMAUC – SC, X Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 26 a 29 de outubro de 1999, **Resumos** Belo Horizonte, MG.

NEVES, L. S., ERNANI, P. R., SIMONETE, M. A., Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 33:25-32, 2009.

PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C. 1992. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. IAPAR, Londrina, PR, Brasil.

QUEIROZ, F. M.; MATTOS, A. F.; PEREIRA, O. G., OLIVEIRA, R. A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1487-1492, 2004.

REINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G.C. & SANTOS, E.J.S. Modificações em atributos químicos de solos arenoso sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 22:713-722, 1998.

SANTOS, N., L. **Produção e valor nutritivo dos capins Tifton 85, Tanzânia e Marandu sob irrigação suplementar**. Itapetinga-BA: UESB, 2006. Dissertação mestrado.

SARMIENTO, P., NASCIMENTO, R.C., MARTINS, A.T., DA CRUZ, M.C.P., FERREIRA, M. E. Nutrientes limitantes ao desenvolvimento do capim-Tifton 85 em Argissolo Vermelho Amarelo. **Boletim da Indústria Animal**, v. 63, p. 11-18, 2006

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p.185-189, 2007.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, PEDROSA, M; PINTO, C.L., SALGADO, L.T., Fermentação de esterco suíno para uso como adubo orgânico. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p.638-644, 2008.

VILELA, D., ALVIM, M.J.; CAMPOS, O.F. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de Coastcross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 6, p. 1228-1244, 1996.

WELZ, B., SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2 ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999. 941 p.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H., ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p. 263-274 (IAC. Boletim Técnico, 100).

CAPÍTULO III – PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS DE SUÍNOS EM SOLO ARGILOSO

RESUMO

Este experimento foi conduzido na casa de vegetação da Unioeste *Campus* de Marechal Cândido Rondon, onde o objetivo do trabalho foi determinar a produção e os teores de nutrientes sob o efeito da aplicação de diferentes doses de dejetos de suínos na forrageira Tifton 85 (*Cynodon dactylon*). Foi utilizado o Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) coletado em Marechal Cândido Rondon na profundidade de 0 a 20 cm. Os tratamentos foram constituídos por duas formas de dejetos (*in natura* e biofertilizante), com quatro doses e quatro repetições. A produção média da gramínea no primeiro corte com base na massa fresca foi de 6572 kg ha⁻¹ e para massa seca 3511 kg ha⁻¹, o uso de diferentes tipos de dejetos influenciaram os teores de Mg, e as doses influenciaram os teores de N, P, K, Mg, Cu, Fe. No segundo corte a média de produção para massa fresca foi de 7590 kg ha⁻¹ e para massa seca 3632 kg ha⁻¹, as fontes influenciaram nos teores dos elementos P e Cu e as doses influenciaram nos teores de N, P, K, Fe, Mn, Cu e Zn. A aplicação de dejetos *in natura* proporcionou maior produção da Tifton 85 quando comparada com uso de biofertilizante, e ainda que os teores foliares dos nutrientes N, P e K e dos micronutrientes Fe, Cu e Zn aumentaram em função das doses aplicadas e das fontes utilizadas.

Palavras chave: produtividade, fertilização orgânica, *Cynodon dactylon*.

ABSTRACT

The experiment was conducted in the greenhouse *Campus* Marechal Cândido Rondon, where the objective was to determine the production and nutrient content under the effect of different doses of pig slurry on forage Tifton 85 (*Cynodon dactylon*). We used the Oxisol eutrophic (LVE) collected in Marechal Cândido Rondon in depth from 0-20 cm. The treatments consisted of two forms of waste (raw and bio-fertilizers), with four levels and four replications. The average production of the grass the first cut based on fresh weight was 6572 kg ha⁻¹ dry weight and 3511 kg ha⁻¹, using different types of waste affected the levels of Mg, and doses influenced the levels of N, P, K, Mg, Cu, Fe the second cut, the average production for fresh weight was 7590 kg ha⁻¹ dry weight and 3632 kg ha⁻¹, the sources influenced the contents of the elements P and Cu and doses influenced the N, P, K, Fe, Mn, Cu and Zn. It is concluded that the application of fresh manure showed the highest yield of Tifton 85 compared with use of biofertilizers, and that foliar concentrations of N, P and K and the micronutrients Fe, Cu and Increased with doses of and the sources used.

Key-words: productivity, organic fertilization, *Cynodon dactylon*.

1 INTRODUÇÃO

É de grande importância a elevação da produtividade de forragem de modo sustentável, principalmente para evitar a degradação dos solos, onde a utilização intensiva de fertilizantes orgânicos é uma das razões desta degradação (MACEDO, 2005).

A Tifton 85 é uma gramínea que apresenta alta produtividade e adaptação a diversos tipos de solos e climas, sendo que esta pastagem é muito utilizada por produtores da região Oeste do Paraná, principalmente pela alta capacidade produtiva quando submetida a fertilização com dejetos suínos, sendo esta uma prática muito comum, devido a intensiva produção de suínos nesta região.

Na região Oeste do Paraná predominam os solos argilosos, que de acordo com Costa (1999) apresentam uma alta capacidade de troca catiônica (CTC), que pode contribuir para o acúmulo de nutrientes e metais pesados nas plantas quando utilizadas altas dosagens no solo, o conhecimento do tipo de solo, a composição dos fertilizantes, e as necessidades da cultura (MIRANDA et al. 1999), além disso é importante o estabelecimento de uma dose que evite o excesso de nutrientes e metais nos solos, evitando a contaminação dos recursos naturais GONÇALVES Jr. et al., (2008).

Outro importante fator a ser levado em consideração é a forma do dejetos a ser utilizado, sendo que estes podem ser aplicados sem tratamento (*in natura*) e/ou fermentado anaerobicamente (biofertilizante), podendo assim, interferir na disponibilidade de nutrientes, produção da forrageira e no impacto ao ambiente GONÇALVES Jr. et al., 2007).

Tendo em vista estas considerações, estruturou a presente pesquisa, com o objetivo do trabalho em avaliar os efeitos de doses crescentes de dejetos *in natura* e biofertilizante de suínos na produção e nos teores de nutrientes da gramínea Tifton 85 (*Cynodon dactylon*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná no município de Marechal Cândido Rondon–PR que possui as seguintes coordenadas geográficas: 24° 31' S e 54° 01' W. Para tanto utilizou-se um volume 8 dm³ de um solo classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006), apresentando textura muito argilosa, (622,31 g kg⁻¹ de argila, 258,49 g kg⁻¹ de silte e 119,20 g kg⁻¹ de areia).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento. Como metodologia para as análises de solo foi utilizado o manual de análises químicas de solo do Instituto Agronômico do Paraná (PAVAN, et al.,1992).

Tabela 1: Análise química do Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) utilizado no experimento.

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	C	P	Cu	Zn	Fe	Mn	V%
(CaCl ₂)	----- cmol _c dm ⁻³ -----				----- g dm ⁻³ -----		----- mg dm ⁻³ -----			----- % -----			
5,08	1,05	3,87	1,81	3,49	6,73	10,22	15,30	26,60	2,80	111,00	32,80	4,90	65,85

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

O delineamento experimental utilizado neste trabalho foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, sendo os tratamentos constituídos por duas fontes de fertilizantes orgânicos (dejeito *in natura* e biofertilizante), com quatro doses para cada fonte (0, 200, 400 e 600 m³ ha⁻¹) e quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais.

Para recomendação de calagem e fertilização utilizou-se a Circular Técnica 128 do Instituto Agronômico do Paraná (2003), onde se recomenda a elevação de saturação de bases para a Tifton 85 em 70%, assim foram aplicados 2,94 ton ha⁻¹ (1,47g vaso⁻¹). Para a recomendação de fertilização de implantação da cultura, aplicou-se 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 60 kg ha⁻¹ K₂O, assim o formulado N:P₂O₅:K₂O foi aplicado na proporção 0:20:20, sendo que todos tratamentos receberam a mesma quantidade de fertilizantes químicos antes da implantação da cultura.

O replantio das mudas da gramínea Tifton 85 foi realizado 05 de junho de 2010 nos vasos de 8 L, sendo 5 mudas por vaso. Ao atingirem a altura de 20 cm foi realizado o corte de nivelamento da gramínea a 5 cm do solo.

O dejetos *in natura* e o biofertilizante utilizados neste trabalho foram coletados em duas granjas de suínos em terminação localizadas no município de Marechal Cândido Rondon-PR, sendo que os fertilizantes foram recolhidos por bombeamento das esterqueiras, e colocados em galões de 50 L. Antes da utilização dos fertilizantes orgânicos foram retiradas alíquotas para sua caracterização química (Tabela 2).

Para determinação dos elementos fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) realizou-se digestão nitro-perclórica (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005)), sendo a determinação do P realizada por espectroscopia de ultra violeta visível (UV-VIS) e os demais nutrientes determinados por espectrometria de absorção atômica, (EAA) (WELZ E SPERLING, 1999).

Para determinação dos teores de nitrogênio (N) nos fertilizantes orgânicos foi utilizada a digestão sulfúrica (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005) com determinação por destilação Kjeldahl.

Tabela 2: Caracterização química do dejetos *in natura* e do biofertilizante.

Dejeto	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
	----- (g kg ⁻¹) -----					----- (mg kg ⁻¹) -----			
<i>in natura</i>	15,75	16,26	2,40	5,20	1,45	40,00	85,00	38,70	111,00
Biofertilizante	10,51	12,30	1,80	3,49	1,00	109,00	10,50	120,00	20,00

As doses utilizadas neste experimento foram aplicadas de forma parcelada em oito aplicações, realizada a cada sete dias. Durante o período do experimento as plantas foram irrigadas a cada dois dias, sendo o volume de água controlado até o momento da saturação do solo.

Para avaliação da produtividade e fitodisponibilidade dos nutrientes em função da fertilização orgânica foram realizados dois cortes na gramínea Tifton 85. Assim realizou-se o primeiro e o segundo corte, respectivamente, aos 28 e 56 dias após o corte de nivelamento (SANTOS, 2006).

Para determinação da massa fresca, todo o material vegetal coletado no corte foi pesado em balança analítica. Posteriormente as amostras foram desidratadas em

estufa a 45° C, até atingirem massa constante, sendo novamente pesadas, obtendo-se a massa seca (DRUMOND et al., 2006).

Para determinação dos elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn no material vegetal de ambos os cortes da gramínea foi utilizada a mesma metodologia descrita anteriormente para caracterização dos fertilizantes orgânicos.

Para análise estatística dos dados obtidos no experimento utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Os dados foram submetidos à análise de variância na significância de 1 e 5%, em caso de significância entre as fontes foi realizado o teste Tukey a 5% e para as doses realizou-se o desdobramento da interação por análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância para a produção de massa fresca (MF) e massa seca (MS) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Análise de variância para produção da forrageira em dois cortes, com base na massa fresca e massa seca.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		MFPC	MFSC	MSPC	MSSC
Fontes (A)	1	3380 ^{NS}	42552618 ^{**}	176863 ^{NS}	33.70257 ^{**}
Doses (B)	3	61105911 ^{**}	118351357 ^{**}	3915251 ^{**}	967469 ^{**}
A x B	3	405000 ^{NS}	13943469 ^{**}	2286128 ^{NS}	1638446 ^{**}
Resíduo	24	156012,3	1362007,04	372153,4	233771,82
C.V.	---	22,56	19,80	13,72	12,78

MFPC (massa fresca primeiro corte); MFSC (massa fresca segundo corte); MSPC (massa seca primeiro corte), MSSC (massa seca segundo corte) ^{**} (significativo a 1% pelo teste T de Student); ^{*} - significativo a 5% pelo teste T de student;; C.V. (coeficiente de variação);

Os resultados demonstram que as fontes de fertilização tiveram efeito significativo no segundo corte e as doses utilizadas influenciaram de modo significativo ($P < 0,05$) a produção nos dois cortes realizados.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da comparação entre as médias de produção da Tifton 85 com uso de dejetos *in natura* e biofertilizante no segundo corte.

Tabela 4: Médias de produção (massa fresca e seca) da Tifton 85 fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante suíno em dois cortes.

Dejeto	Massa Fresca (kg ha ⁻¹)	Massa seca (kg ha ⁻¹)
	SC	SC
<i>in natura</i>	8744a	3957a
Biofertilizante	6437b	3308b
C.V. (%)	19,81	13,21
D.M.S.	1099	357

*Médias não seguidas da mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em que: PC (primeiro corte); SC (segundo corte).

Observa-se na Tabela 4 que com a aplicação de dejetos *in natura* a Tifton 85 apresentou maior produção quando comparada com uso de biofertilizante no segundo corte. Estes resultados podem ser explicados pelo fato do dejetos *in natura* possuir maior concentração de nutrientes em comparação ao produto fermentado.

A análise de regressão realizada para a produção em função das doses aplicadas de fertilizante orgânico está apresentada na Figura 1.

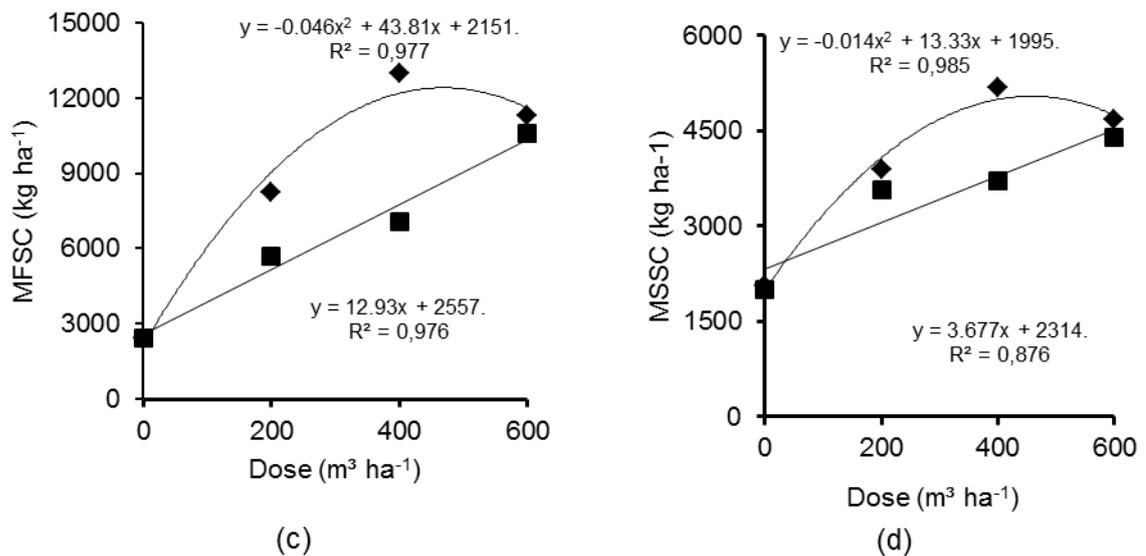
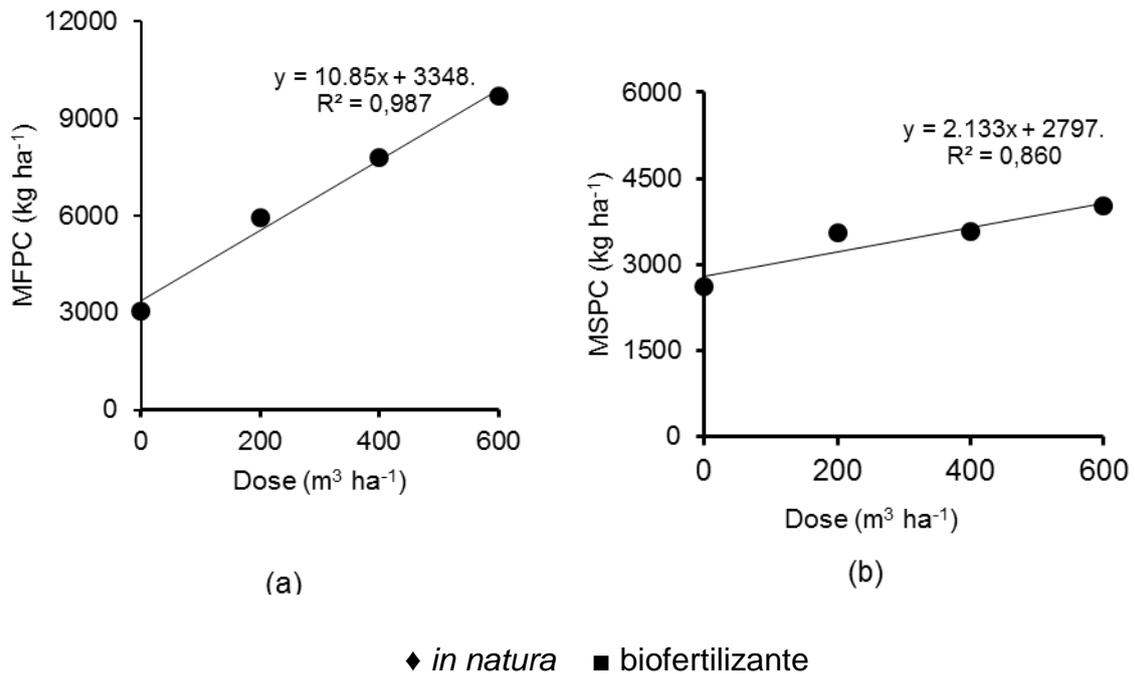


Figura 1: Produção de massa fresca primeiro corte (MFPC), segundo corte (MFSC), de massa seca no primeiro corte (MSPC) e segundo corte (MSSC) da Tifton 85 fertilizada com diferentes doses de dejetos *in natura* e biofertilizante.

Observa-se na (Figura 1a) no primeiro corte realizado após os 28 dias do corte de nivelamento, que a produção de massa fresca foi significativa e aumentou de forma linear com a aplicação dos fertilizantes orgânicos, a dose de 600 m³ ha⁻¹ proporcionou a maior produção de gramínea que foi 9669 kg ha⁻¹. Para a massa

seca também ocorreu um aumento linear até a dose de 600 m³ ha⁻¹ e a produção foi de 4020 kg ha⁻¹ (Figura 1b).

No segundo corte, este realizado após os 56 dias do corte de nivelamento, a massa fresca aumentou de forma quadrática para a fertilização com dejetos *in natura* e a dose ideal foi de 468 m³ ha⁻¹ resultou na maior produção da gramínea que foi de 12404 kg ha⁻¹, para o biofertilizante a produção com a dose de 600 m³ ha⁻¹ resultando na produção de 10,016 kg ha⁻¹ (Figura 1c). Para a massa seca com o uso de dejetos *in natura* a dose ideal foi 454 m³ ha⁻¹, obtendo a produção de 4681 kg ha⁻¹ para o biofertilizante a dose de 600 m³ ha⁻¹ e resultou na produção de 4405 kg ha⁻¹ (Figura 1d).

Estes resultados corroboram com os de Drumond et al, 2008, utilizando doses de dejetos de suínos (0, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹) na Tifton 85 e obtiveram um aumento linear na produção de matéria seca até maior dose utilizada.

Os resultados da análise de variância para os teores de nutrientes no primeiro corte da pastagem estão apresentados na Tabela 5.

Os fertilizantes orgânicos apresentaram diferença significativa (P<0,05) no teor do elemento Mg no primeiro corte, sendo que as doses influenciaram significativamente nos teores N, P, K, Mg, Cu, Fe.

Tabela 5: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no primeiro corte, realizado após 28 dias do corte de nivelamento.

F.V	GL	Quadrados médios								
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Fontes (A)	1	34,48 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,01 ^{NS}	2,36 ^{NS}	2,82 ^{**}	0,78 ^{NS}	7595 ^{NS}	12,50 ^{NS}	6,12 ^{NS}
Doses (B)	3	142,12 ^{**}	1,70 ^{**}	15,28 ^{**}	32,07 ^{NS}	0,44 ^{**}	2679 ^{**}	24834 ^{NS}	37,02 ^{**}	195,58 ^{NS}
A x B	3	8,88 ^{NS}	0,06 ^{NS}	5,33 ^{NS}	40,33 ^{NS}	0,77 ^{**}	3734 ^{NS}	57475 ^{NS}	37,66 ^{NS}	25,41 ^{NS}
Resíduo	24	8,80	0,07	1,89	5,34	0,20	17385	11750	24,04	20,32
C.V.	-	16.37	16.41	10.82	16,51	13.41	32.60	24.22	22.13	16.23

F.V (Fonte de Variação); GL (Graus de liberdade); ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); *(significativo a 5% pelo teste T de student); NS (não significativo a 5% pelo teste T de student); C.V.(coeficiente de variação).

Os resultados da análise de variância para os teores de nutrientes no segundo corte da pastagem estão apresentados na Tabela 6.

Os fertilizantes orgânicos apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) nos teores dos elementos P, Cu no segundo corte. As doses influenciaram significativamente nos teores N, P, K, Fe, Mn, Cu e Zn.

Tabela 6: Análise de variância para os teores de nutrientes na massa seca da Tifton 85 no segundo corte, realizado após 56 dias do corte de nivelamento.

F.V	GL	Quadrados médios								
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Fontes (A)	1	0,02 ^{NS}	3,11 ^{**}	4,96 ^{NS}	44,76 ^{NS}	38,28 ^{NS}	32194 ^{NS}	2574 ^{NS}	392 ^{**}	496,12 ^{NS}
Doses (B)	3	126,85 ^{**}	5,05 ^{**}	22,57 ^{**}	36,44 ^{NS}	13,29 ^{NS}	77919 ^{**}	10672 ^{**}	259 ^{**}	606,87 ^{**}
A x B	3	9,61 ^{NS}	0,37 ^{**}	6,61 ^{NS}	25,13 ^{NS}	7,69 ^{NS}	5844 ^{NS}	1881 ^{NS}	161 ^{**}	42,36 ^{NS}
Resíduo	24	280,6	0,11	1,27	2,09	3,07	1401	2171	28,0	50,91
C.V.	-	17,51	16,83	8,49	13,98	16,85	19,47	13,28	15,81	12,63

F.V (Fonte de Variação); GL (Graus de liberdade); ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); * (significativo a 5% pelo teste T de student); NS (não significativo a 5% pelo teste T de student); C.V.(coeficiente de variação).

Os resultados da comparação de médias dos nutrientes em ambos cortes da gramínea fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Comparação de médias para os teores de nutrientes da Tifton 85

Dejeto	Teor de Mg	Teor de P	Teor de Cu
	PC	SC	SC
	----- mg kg ⁻¹ -----		
<i>in natura</i>	2750a	2300a	1,88b
Biofertilizante	2150b	1680b	2,20a
C.V. (%)	13,21	16,83	14,92
DMS	230	240	3,92

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%. PC (primeiro corte); SC (segundo corte).

Para os elemento Mg e P observa-se que o dejetto in natura proporcionou maior acúmulo destes no material vegetal da Tifton 85, ocasionado, provavelmente, pelos maiores teores encontrados nesta fonte em comparação ao biofertilizante (Tabela 2). Já para o micronutriente Cu o maior acúmulo ocorreu com o uso de biofertilizante, efeito que também pode ser explicado devido a maior concentração destes elementos nesta fonte.

A análise de regressão linear para o teor N em função das doses está apresentada na Figura 2.

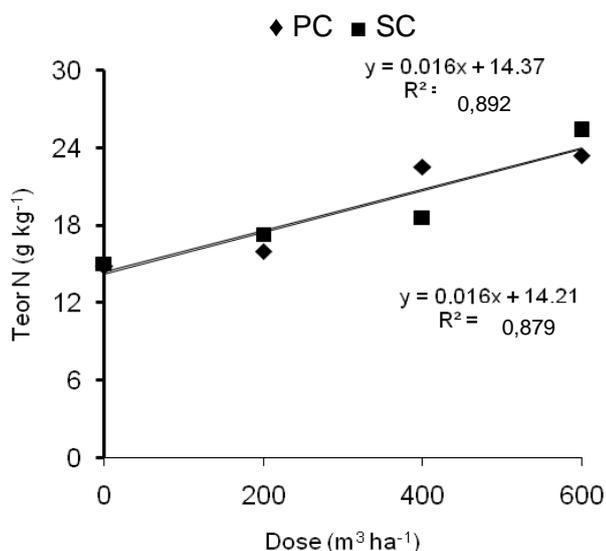


Figura 2: Teores de N em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte).

O teor de N no tecido vegetal no primeiro corte e segundo corte aumentou linearmente em função da aplicação dos dois fertilizantes. O teor máximo de N foi atingido com a dose de 600 m³ ha⁻¹ (Figura 2). No primeiro corte a concentração média de N foi de 18,13 g kg⁻¹ e para o segundo corte foi de 19,04 g kg⁻¹ (Tabela 5 e 6). Os teores de N no tecido foliar estão de acordo com a faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996), que varia de 15 a 25 g kg⁻¹.

Para o teor P em função das doses dos fertilizantes orgânicos está apresentada na Figura 3.

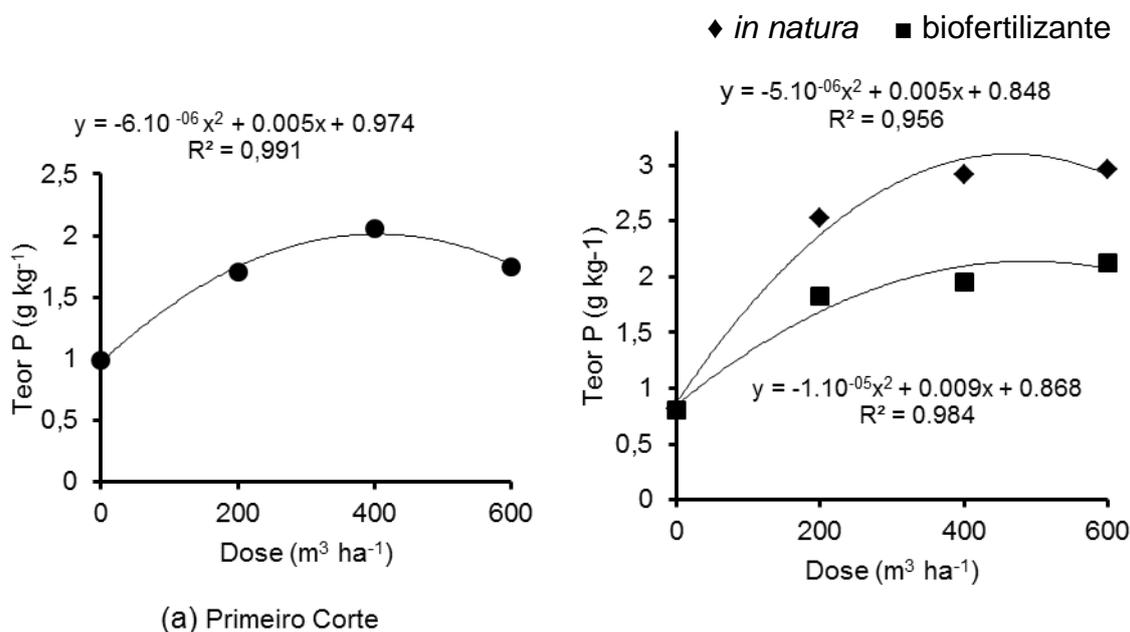


Figura 3: Teores de P em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de fertilizantes orgânicos. PC (primeiro corte), SC (segundo corte). 3 (a) Resultados para as doses; 3 (b) Resultados para interação dos dejetos.

Os teores de P no tecido vegetal nos do primeiro corte (Figura 3a) aumentaram e apresentaram significância para as doses, a dose de 416,5 m³ ha⁻¹ proporcionou a maior disponibilidade deste nutriente. No segundo corte foi a dose de 333,3 m³ ha⁻¹. No segundo corte foi realizado o desdobramento da interação por meio de regressão quadrática para as doses, na qual o dejetos *in natura* e biofertilizante apresentaram um ponto máximo de absorção do nutriente, sendo, respectivamente 500 m³ ha⁻¹ e 450 m³ ha⁻¹, para o dejetos *in natura* e biofertilizante (Figura 3b). Os teores de P no tecido foliar estão de acordo com a faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996), que varia de 1,5 a 3 g kg⁻¹, sendo neste trabalho

obtidas as médias de $1,64 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,99 \text{ g kg}^{-1}$ no primeiro e segundo corte respectivamente (Tabela 5 e 6).

Na Figura 4 é apresentada a análise de regressão para o teor K em função das doses no segundo corte.

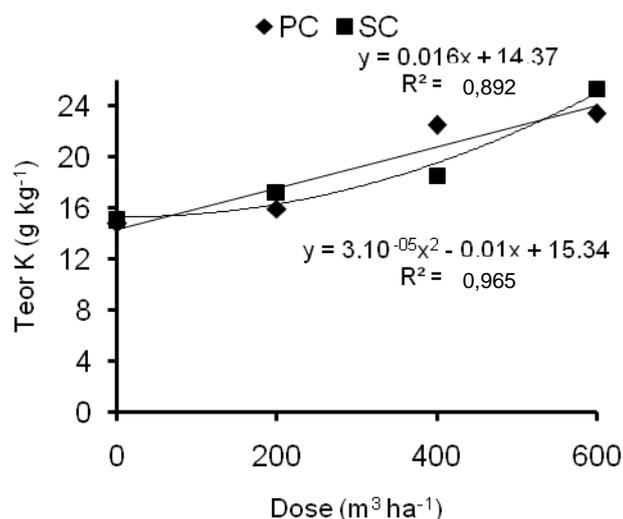


Figura 4: Teores de K no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.

O teor de K foi significativo em função das doses avaliadas nos dois cortes e a maior concentração deste nutriente foi com a dose de $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 4). O valor médio no teor de K para o primeiro corte foi de ($12,71 \text{ g kg}^{-1}$) e no segundo corte ($13,31 \text{ g kg}^{-1}$) estes teores ficaram abaixo da faixa de nutrientes proposta por Werner et al, (1996). Um dos motivos dos teores de K no tecido vegetal estarem abaixo da faixa proposta, pode ter sido pela competição com NH_4^+ , devido alta concentração de amônio nos fertilizantes utilizados.

A análise de regressão para o teor Mg em função das doses de dejetos *in natura* e biofertilizante será apresentada na Figura 5.

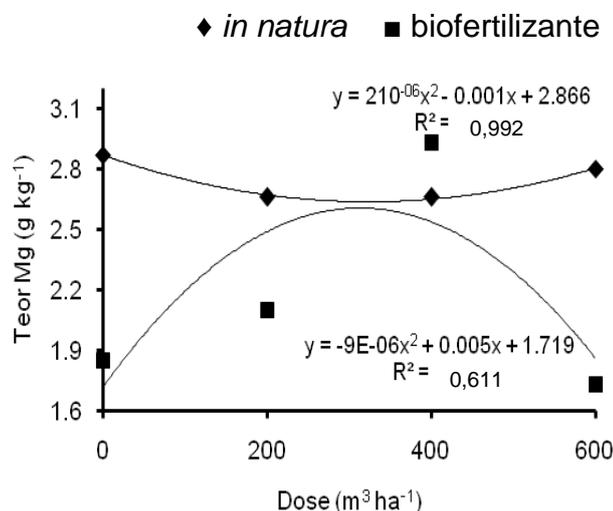


Figura 5: Teores de Mg no primeiro corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.

O teor de Mg para fertilização com dejetos apresentou pouca variação com as diferentes doses utilizadas. Para o biofertilizante houve um ponto de máximo na absorção de Mg com a dose de 277,7 m³ ha⁻¹ (Figura 5).

Os teores de Mg no tecido foliar estão de acordo com a faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996), que varia de 1,5 a 4 g kg⁻¹, sendo neste trabalho obtidas as médias de 2,45 g kg⁻¹ no primeiro corte (Tabela 5).

Andrade et al., (2000), afirmam que fertilização nitrogenada interfere de forma negativa no teor de Ca e Mg em gramíneas, fato que pode ter ocorrido neste experimento.

A análise de regressão para o teor de Fe em função das doses de dejetos *in natura* e biofertilizante será apresentada na Figura 6.

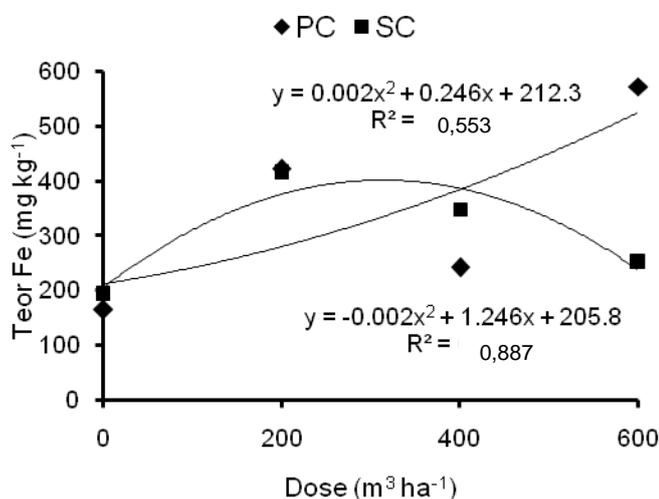


Figura 6: Teores de Fe nos dois cortes da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.

O teor de Fe foi significativo para as doses no primeiro corte e a maior concentração de Fe foi atingida com a dose de 600 m³ ha⁻¹. No segundo corte o ponto máximo de absorção de Fe foi atingido com a dose de 310 m³ ha⁻¹ (Figura 6).

O teor médio de Fe no tecido vegetal ficou acima da faixa de nutrientes proposta por Werner et al, (1996) que varia de 4 a 20 mg kg⁻¹ e as médias obtidas neste experimento foram de 350,65 mg kg⁻¹ e 302,15 mg kg⁻¹ no primeiro e segundo corte (Tabelas 5 e 6) respectivamente.

A análise de regressão linear para o teor Mn em função das doses está apresentada na Figura 7.

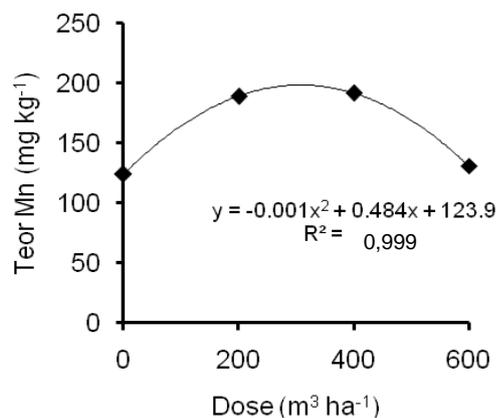


Figura 7: Teores de Mn em do segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.

O teor de Mn foi significativo para as doses no segundo corte e o ponto máximo de absorção foi atingido com a dose de 242 m³ ha⁻¹. O teor médio no primeiro corte foi de 192,28 mg kg⁻¹ e no segundo corte 159,40 mg kg⁻¹ (Tabelas 5 e 6), sendo que estes valores ficaram acima da faixa proposta Werner et al (1996) que varia de 15 a 70 mg kg⁻¹ (Figura 7).

A análise de regressão para o teor de Cu em função das doses de dejetos *in natura* e biofertilizantes será apresentada na Figura 8.

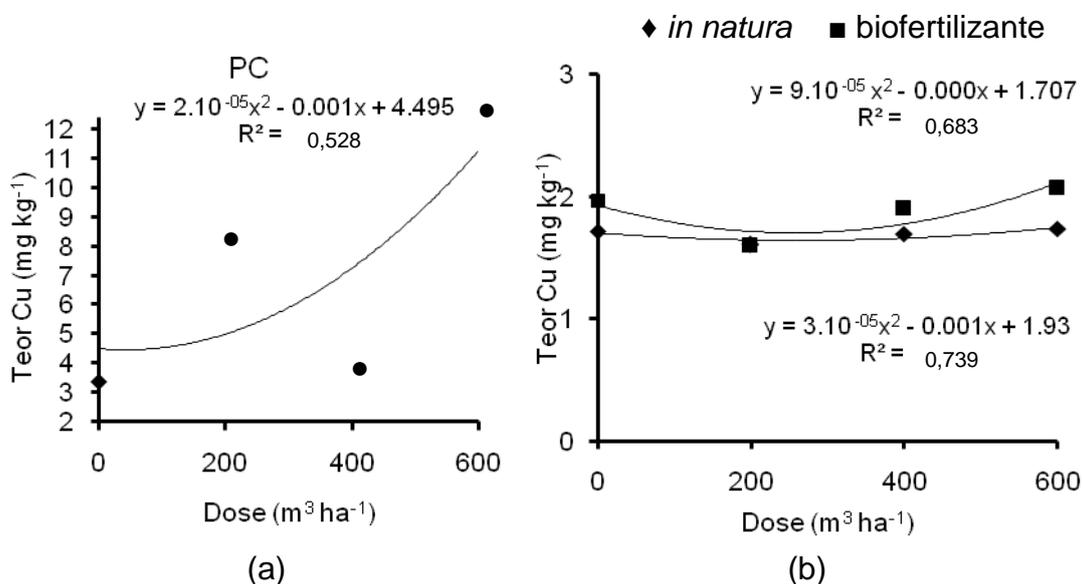


Figura 8: Teores de Cu em dois cortes da Tifton 85 fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante. 8 (a) Resultados para as doses; 8 (b) Resultados para interação dos dejetos.

O teor de Cu foi significativo para as doses no primeiro corte, e a maior concentração deste elemento foi com uso da maior dose 600 m³ ha⁻¹ (Figura 8a). No segundo corte houve interação entre as fontes e doses, sendo que a fertilização com biofertilizante apresentou maior teor de Cu no tecido vegetal em comparação com a fertilização com dejetos *in natura* (Figura 8b). Os teores de Cu no tecido vegetal ficaram abaixo da faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996) que varia de 50 a 200 mg kg⁻¹ e as médias obtidas neste para este trabalho foram 7,00 mg kg⁻¹ e 2,40 mg kg⁻¹.

A análise de regressão para o teor Zn em função das doses de dejetos e biofertilizantes será apresentada na Figura 9.

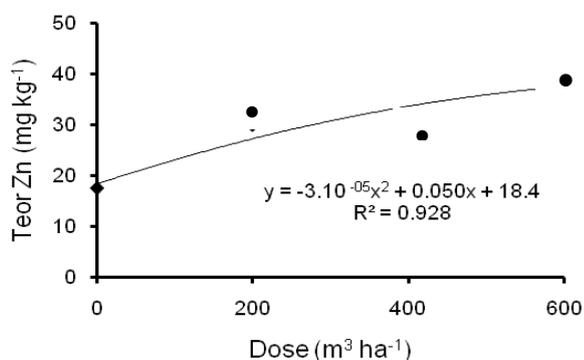


Figura 9: Teores de Zn do segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de fertilizantes orgânicos.

No segundo corte houve um aumento no teor de Zn em função das doses aplicadas, a maior concentração foi obtida com a maior dose utilizada ($600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) (Figura 9). Os teores de Zn no tecido vegetal ficaram dentro da faixa de nutrientes proposta por Werner et al. (1996) que varia de 20 a 300 mg kg^{-1} e as médias neste trabalho foram de $20,75 \text{ mg kg}^{-1}$ e $29,25 \text{ mg kg}^{-1}$ no primeiro e segundo corte respectivamente.

4 CONCLUSÕES

Com a aplicação de dejetos *in natura* a Tifton 85 apresentou maior produção quando comparada com uso de biofertilizantes. As duas fontes de fertilização orgânica estudadas proporcionaram um aumento significativo de produção até a maior dose aplicada ($600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

Os macronutrientes N, P e K e os micronutrientes Fe, Cu e Zn tiveram seu teor elevado em função das doses aplicadas e das fontes utilizadas, sendo que os teores de Mn foram reduzidos em função das doses aplicadas.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C.S.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ., V.H.; MARTINS, C.E. SOUZA, D.P.H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista. Brasileira de Zootecnia.**, 29:1589-1595, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – International [AOAC]. 2005. **Official methods of analysis**. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.

COSTA, S. N. da; MARTINEZ, M. A; MATOS, A. T. de; RAMOS, V. B. N. (1999) Mobilidade de Nitrato em colunas de solo sob condições de escoamento não permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 3 (2), 190-194.

DRUMOND, L.C.D., ZANIN,. J.R., AGUIAR, A.P.A., RODRIGUES, G., FERNANDES, A.L.T Produção de matéria seca em pastagem de Tifton 85 irrigada, com diferentes doses de dejetos líquidos de suíno. **Engenharia. Agrícola** vol .26 Jaboticabal May / Aug . 2006.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.;BARCELLOS, L.A.R. PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista. Brasileira. de Ciência do. Solo**. Viçosa, v.26, n.4, p.983-992, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [Embrapa]. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FERREIRA. D.F. 2003. **SISVAR**: Sistemas de análises estatísticas. UFLA, Lavras, MG, Brasil.

GONÇALVES JR., A.C.; LINDINO C. A.; ROSA F. M.; BARICATTI R.; GOMES, G.F. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como bioindicador. **Acta Scientiarum** 30: 9-14, 2008.

GONÇALVES JR, A.C.; TRAUTMANN, R.R.; MARENGONI, N.G.; RIBEIRO, O.L.; SANTOS, A.L. Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e Zn em argissolo vermelho-amarelo eutrófico e latossolo vermelho eutroférico. **Ciência e Agrotecnologia** - UFLA, v. 31, n. 4, p. 1231-1236, 2007.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- [Iapar]- Sugestão de recomendação de fertilização para culturas de interesse econômico do Paraná. Circular técnica 128. Londrina 2003, 30p.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. A produção animal e o foco no agronegócio: **anais**. Goiânia: SBZ, 2005. p.56-84.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ed. Potafos, Piracicaba, SP, Brasil.

PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C. 1992. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. IAPAR, Londrina, PR, Brasil.

QUEIROZ, F. M.; MATTOS, A. F.; PEREIRA, O. G., OLIVEIRA, R. A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1487-1492, 2004.

SANTOS, N., L. **Produção e valor nutritivo dos capins Tifton 85, Tanzânia e Marandu sob irrigação suplementar**. Itapetinga-BA: UESB, 2006. Dissertação mestrado.

WELZ, B., SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2 ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999. 941 p.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H., ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p. 263-274 (IAC. Boletim Técnico, 100).

CAPÍTULO IV – DISPONIBILIDADE DE METAIS PESADOS TÓXICOS NA CULTURA DA TIFTON 85 FERTILIZADA COM DEJETOS PROVENIENTES DA SUINOCULTURA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo dos metais pesados tóxicos Cd, Pb, e Cr no solo de cultivo e no tecido vegetal da cultura da Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) fertilizada com doses crescentes de dejetos de suínos *in natura* e biofertilizante. O experimento foi implantado em ambiente protegido utilizando-se um Argissolo Vermelho eutrófico (PVe) de textura arenosa e um Latossolo Vermelho eutroférico (LVe) de textura argilosa. Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de dejetos suínos (*in natura* e biofertilizante), com quatro doses para cada fertilizante e quatro repetições. No primeiro corte ocorreram diferenças significativas para os teores de Cr no tecido vegetal da gramínea entre as fontes e doses no cultivo com o LVe. O uso do biofertilizante proporcionou maior acúmulo de Cr no tecido vegetal ($4,2 \text{ mg kg}^{-1}$) quando comparado ao uso dejetos *in natura* ($0,8 \text{ mg kg}^{-1}$). No segundo corte as doses influenciaram nos teores de Pb e Cr no tecido vegetal da gramínea nos dois solos de cultivo. A concentração de Pb nos dois solos teve um aumento em função das doses utilizadas e a maior concentração foi obtida com a dose $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Os valores obtidos para o Pb no LVe ($65,10 \text{ mg kg}^{-1}$) e no PVe ($28,22 \text{ mg kg}^{-1}$) ficaram acima do valor atribuído pela CETESB como indicador de qualidade no solo (17 mg kg^{-1}). Para o Cr, o valor obtido no LVe foi de $24,69 \text{ mg kg}^{-1}$ e no PVe foi de $5,71 \text{ mg kg}^{-1}$, considerados abaixo do valor limite usado como referência de qualidade para o solo (40 mg kg^{-1}).

Palavras chave: contaminação ambiental, fertilização orgânica, *Cynodon dactylon*.

ABSTRACT

The aim of this work was evaluate the accumulation of toxic heavy metals Cd, Pb and Cr in the cultivation soil and plant tissue of the culture Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) fertilized with increasing doses of swine manure *in nature* and biofertilizer. The experiment was carried out in greenhouse using a Rhodustults (PVe) of sand texture, and an Haplustox (LVe), in a soil classified as Haplustox. The treatments was consisted by two organic fertilizer sources (*in nature* and biofertilizer), with four doses for each source and four repetitions. In the first cut was occurred significant differences for Cr levels in the grass plant tissue between the sources and doses in the culture with the LVe. The biofertilizer use provided higher accumulation of Cr in plant tissue ($4,2 \text{ mg kg}^{-1}$) when compared to the use of manure *in nature* ($0,8 \text{ mg kg}^{-1}$). In the second cut the doses influenced the Pb and Cr content in the grass plant tissue growing in both soils. The concentration of Pb in the two soils has increased in function of the used doses and the highest concentration was obtained with the dose of $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. The values obtained for Pb in the LVe ($65,10 \text{ mg kg}^{-1}$) and in the PVe ($28,22 \text{ mg kg}^{-1}$) were above the value assigned by CETESB as an indicator of soil quality (17 mg kg^{-1}). For Cr, the value obtained in the LVe was $24,69 \text{ mg kg}^{-1}$ and in the PVe was $5,71 \text{ mg kg}^{-1}$, considered below the threshold value used as reference for the quality of the soil (40 mg kg^{-1}).

Key-words: environmental contamination, organic fertilization, *Cynodon dactylon*.

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira apresenta o 4º rebanho mundial e o Paraná é o 2º estado com maior produção e exportação de suínos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, 2010). Com o crescimento desta cadeia produtiva, houve um aumento na concentração de dejetos nas propriedades rurais, tendo assim a necessidade de se melhorar as técnicas de manejo, destinação e utilização dos dejetos como fertilizantes (KUNZ E OLIVEIRA, 2006) e de modo a evitar o excesso de nutrientes e metais pesados nos solos, sendo este um desafio para a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários (GONÇALVES Jr et al., 2007).

O dejetos líquido de suínos vem sendo utilizado como fertilizante por possuir uma série de elementos químicos prontamente disponíveis, ou que após o processo de mineralização estarão disponíveis e poderão ser absorvidos pelas plantas, estes são utilizados como fertilizantes, pois apresentam nutrientes essenciais para as plantas, e ao mesmo tempo podem possuir na sua composição metais pesados tóxicos, como cádmio (Cd), chumbo (Pb) e o cromo (Cr) (GONÇALVES Jr et al., 2008).

A contaminação por metais pesados tóxicos nos dejetos acontece devido a adição de suplementos minerais na dieta dos suínos, que muitas vezes são disponibilizados por fontes de minerais de baixa qualidade utilizadas pelas indústrias (TEIXEIRA et al., 2005).

Também deve se levar em consideração se o tratamento aplicado aos dejetos como a fermentação anaeróbica em biodigestor, podem interferir na disponibilidade de metais pesados tóxicos no tecido vegetal e no solo.

Tendo em vista estas considerações, estruturou a presente pesquisa, com o objetivo do trabalho em avaliar os efeitos de doses crescentes de dejetos in natura e biofertilizante de suínos nos teores de metais pesados tóxicos (Cd, Pb, e Cr) na Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) bem como nos solos de diferentes texturas utilizados para o seu cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná no município de Marechal Cândido Rondon–PR que possui as seguintes coordenadas geográficas: 24° 31' S e 54° 01' W. Para tanto utilizou-se um volume 8 dm³ de um solo classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) de textura muito argilosa (622,31 g kg⁻¹ de argila, 258,49 g kg⁻¹ de silte e 199,20 g kg⁻¹ de areia). Sendo 8 dm³ de um solo classificado como Argissolo Vermelho eutrófico (PVe) de textura média (218,50 g kg⁻¹ de argila, 69,28 g kg⁻¹ de silte e 712,22 g kg⁻¹ de areia). (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

Nas Tabelas 1e 2 são apresentados os resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento. Como metodologia para as análises química foi utilizado o manual de análises químicas de solo do Instituto Agrônomo do Paraná (PAVAN et al., 1992).

Tabela 1: Análise química dos solos

		K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	C	P	Cu	Zn	Fe	Mn	V%
	pH (CaCl ₂)	----- cmol _c dm ⁻³ -----						g dm ⁻³						
LVe	5,08	1,05	3,87	1,81	3,49	6,73	10,22	15,30	26,60	2,80	111	32,80	4,90	65,85
PVe	5,18	0,85	5,16	1,53	5,79	7,50	13,30	25,90	18,70	11,20	282	33,40	5,20	56,50

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

Tabela 2: Teores de metais pesados tóxicos nos solos.

Solos	Cd	Pb	Cr
	----- mg kg ⁻¹ -----		
LVe	ND	5,0	2,0
PVe	ND	2,0	ND

ND – não detectado pelo método.

O delineamento experimental utilizado neste trabalho foi o inteiramente casualizado (DIC) com fatorial 2x4, sendo os tratamentos constituídos por duas fontes de fertilizantes orgânicos (dejeito *in natura* e biofertilizante), com quatro doses para cada fonte (0, 200, 400 e 600 m³ ha⁻¹), quatro repetições, em 2 solos totalizando 64 parcelas experimentais.

Para recomendação de calagem e fertilização utilizou-se a Circular Técnica 128 do Instituto Agrônomo do Paraná (2003), onde se recomenda a elevação de saturação de bases para a Tifton 85 em 70%, assim foram aplicados 2,94 ton ha⁻¹ (1,47g vaso⁻¹). Para a recomendação de fertilização de implantação da cultura, aplicou-se 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 60 kg ha⁻¹ K₂O, assim o formulado N: P₂O₅:K₂O, sendo que todos tratamentos receberam a mesma quantidade de fertilizantes químicos antes da implantação da cultura.

O replantio das mudas da gramínea Tifton 85 foi realizado 05 de junho de 2010 nos vasos de 8 L, sendo 5 mudas por vaso. Ao atingirem a altura de 20 cm foi realizado o corte de nivelamento da gramínea a 5 cm do solo.

O dejeito *in natura* e o biofertilizante utilizados neste trabalho foram coletados em duas granjas de suínos em terminação localizadas no município de Marechal Cândido Rondon-PR, sendo que os fertilizantes foram recolhidos por bombeamento das esterqueiras, e colocados em galões de 50 L. Antes da utilização dos fertilizantes orgânicos foram retiradas alíquotas para sua caracterização química (Tabela 3).

Para determinação dos metais, cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), realizou-se digestão nitro-perclórica (Association of Official Analytical Chemists, 2005), seguida por espectrometria de absorção atômica, (EAA). (WELZ E SPERLING, 1999).

Tabela 3: Caracterização química do dejeito *in natura* e do biofertilizante utilizados no experimento.

Dejeito	Cd	Pb	Cr
	-----mg kg ⁻¹ -----		
<i>In natura</i>	ND	1,0	5,0
Biofertilizante	1,8	1,4	6,0

ND – não detectado pelo método.

As doses utilizadas neste experimento foram aplicadas de forma parcelada em oito aplicações, realizada a cada sete dias. Durante o período do experimento as plantas foram irrigadas a cada dois dias, sendo o volume de água controlado até o momento da saturação do solo.

Para determinação da massa fresca, todo o material vegetal coletado no corte foi pesado em balança analítica. Posteriormente as amostras foram desidratadas em estufa a 45° C, até atingirem massa constante, sendo novamente pesadas, obtendo-se a massa seca (DRUMOND et al., 2006).

Para determinação dos elementos, Cu e Zn no material vegetal de ambos os cortes da gramínea foi utilizada a mesma metodologia descrita anteriormente para caracterização dos fertilizantes orgânicos.

Para análise estatística dos dados obtidos no experimento utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Os dados foram submetidos à análise de variância na significância de 1 e 5%, em caso de significância entre as fontes foi realizado o teste Tukey a 5% de probabilidade e para as doses realizou-se o desdobramento da interação por análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para os teores dos metais pesados tóxicos (Cd, Pb e Cr) no tecido vegetal no primeiro e segundo corte da pastagem são apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Foi constatada diferença significativa ($P < 0,05$) para as fontes, doses e para interação de fontes e doses do elemento Cr no primeiro corte, para o solo classificado como (LVe) de textura argilosa. Já para o solo de textura arenosa (PVe) não foi detectada a presença dos metais pesados tóxicos (Cd, Pb e Cr) no tecido vegetal da gramínea pelo método utilizado (EAA).

No segundo corte observa-se que as doses influenciaram significativamente ($P < 0,05$) nos teores de Pb e Cr para os dois solos (LVe e PVe) de cultivo.

Tabela 4: Análise de variância para os teores de metais pesados tóxicos (Cd, Pb, e Cr) da Tifton 85 no primeiro corte, realizado após 28 dias do corte de nivelamento nos solos LVe e PVe.

F.V	GL	Quadrados médios					
		LVe			PVe		
		Cd	Pb	Cr	Cd	Pb	Cr
Fontes (A)	1	ND ^{NS}	0,03 ^{NS}	60,50 ^{**}	ND ^{NS}	ND ^{NS}	ND ^{NS}
Doses (B)	3	ND ^{NS}	0,09 ^{NS}	18,75 ^{**}	ND ^{NS}	ND ^{NS}	ND ^{NS}
A x B	3	ND ^{NS}	0,06 ^{NS}	11,41 ^{**}	ND ^{NS}	ND ^{NS}	ND ^{NS}
Resíduo	24	ND	0,07	1,89	ND	ND	ND
C.V.	-	0,00	7,23	22,29	0,00	0,00	0,00

F.V (Fonte de Variação); GL (Graus de liberdade); ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); *(significativo a 5% pelo teste T de student); NS (não significativo a 5% pelo teste T de student); C.V.(coeficiente de variação).

Tabela 5: Análise de variância para os teores de metais pesados tóxicos (Cd, Pb, e Cr) na massa seca da Tifton 85 no segundo corte, realizado após 56 dias do corte de nivelamento nos solos LVe e PVe

F.V	GL	Quadrados médios					
		LVe			PVe		
		Cd	Pb	Cr	Cd	Pb	Cr
Fontes (A)	1	ND ^{NS}	2,93 ^{NS}	3,78 ^{NS}	ND ^{NS}	15,12 ^{NS}	3,12 ^{NS}
Doses (B)	3	ND ^{NS}	8,54 ^{**}	20,11 ^{**}	ND ^{NS}	13,37 ^{**}	37,70 ^{**}
A x B	3	ND ^{NS}	5,53 ^{NS}	0,78 ^{NS}	ND ^{NS}	13,35 ^{NS}	13,67 ^{NS}
Resíduo	24	ND	7,76	1,11	ND	11,27	3,85
C.V.	-	0,00	31,23	22,67	0,00	25,58	22,13

F.V (Fonte de Variação); GL (Graus de liberdade); ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); *(significativo a 5% pelo teste T de student); NS (não significativo a 5% pelo teste T de student); C.V.(coeficiente de variação).

Os resultados da comparação de médias dos metais pesados no primeiro corte da gramínea fertilizada com dejetos *in natura* e biofertilizante são apresentados na Tabela 6.

O biofertilizante proporcionou maior acúmulo de Cr no material vegetal da Tifton 85, ocasionado, provavelmente, pelos maiores teores encontrados nesta fonte em comparação ao dejetos *in natura* (Tabela 2).

Tabela 6: Médias dos teores de Cr no tecido vegetal da Tifton 85 no primeiro corte.

Dejeto	Teor de Cr
<i>in natura</i>	0,25b
Biofertilizante	3,00a
C.V. (%)	22,89
DMS	0,97

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

A análise de regressão para o teor Cr em função das doses, em ambos os cortes está apresentada na Figura 1.

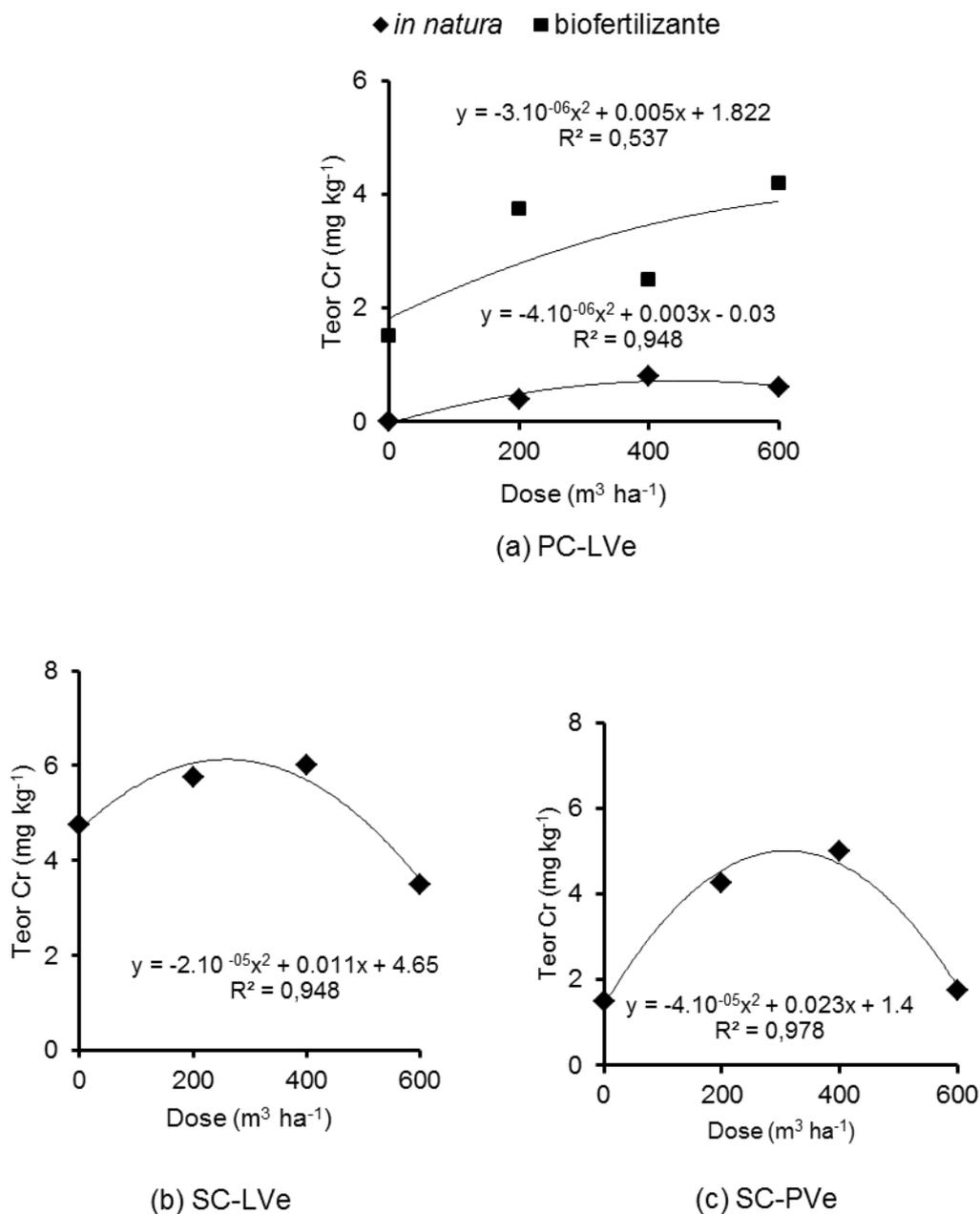


Figura 1: Teores de Cr em dois cortes da Tifton 85 com aplicação de doses crescentes de fertilizantes orgânicos. PC (Primeiro corte), SC (segundo corte).

O teor de Cr no tecido vegetal no primeiro corte (Figura 1a) aumentou de modo quadrático em função da aplicação dos fertilizantes em solo de textura

argilosa. O uso do biofertilizante proporcionou maior acúmulo de Cr no tecido vegetal ($4,2 \text{ mg kg}^{-1}$) quando comparado ao uso dejetos *in natura* ($0,8 \text{ mg kg}^{-1}$).

Para o LVe (Figura 1b) o maior teor no tecido vegetal foi obtido com a dose de $275 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, apresentando a concentração de $6,2 \text{ mg kg}^{-1}$, ao passo que para o PVe (Figura 1c) a dose de $287,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi a que proporcionou a maior concentração deste elemento no tecido vegetal ($4,7 \text{ mg kg}^{-1}$).

De acordo com Kabata-Pendias e Pendias (2001) os teores de Cr normais nas plantas variam de $0,02$ a $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo que valores de 4 a 8 mg kg^{-1} deste elemento no tecido vegetal de gramíneas podem causar fitotoxicidade. Assim, neste trabalho as concentrações de Cr encontradas no tecido vegetal da Tifton 85 podem ser consideradas tóxicas, entretanto não foram observados sintomas de toxicidade nas plantas. Merece destaque ainda o fato de que estas concentrações foram encontradas em apenas um cultivo com aplicações de dejetos suínos ao solo, e com aplicações sucessivas em mais de um cultivo, com conseqüente maior efeito residual no solo poderá ocorrer um maior acúmulo pela gramínea.

Na Figura 2 é apresentada a análise de regressão para o teor Pb em função das doses no segundo corte.

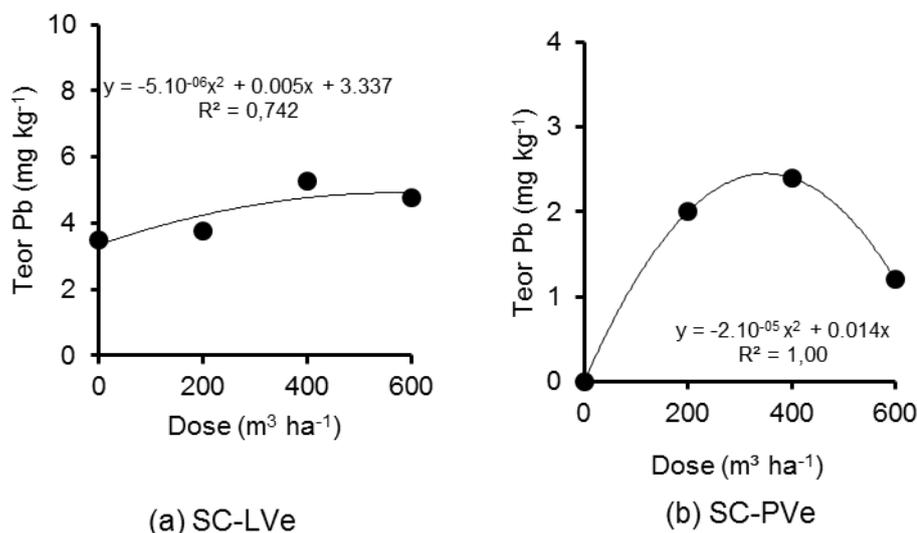


Figura 2: Teores de Pb no segundo corte da Tifton 85 fertilizada com doses crescentes de dejetos suínos.

De acordo com Kabatta-Pendias e Pendias (2001) os teores toleráveis de Pb em cultivos agrícolas encontram-se entre 0,5 e 10 mg kg⁻¹, sendo que neste experimento os teores de Pb encontrados no tecido vegetal da gramínea cultivado no solo (LVe) foi de 4,59 mg kg⁻¹, onde a dose de 500 m³ ha⁻¹ foi onde se obteve a maior acúmulo de Pb no tecido vegetal (Figura 2a). No o solo (PVe) o teor de Pb no tecido vegetal foi de (2,45 mg kg⁻¹) sendo que a dose de 350 m³ ha⁻¹ proporcionou maior absorção deste metal (Figura 2b). Assim, não foram constatadas concentrações críticas no tecido vegetal neste período de avaliação, mas em longos períodos de fertilização os teores podem ser superiores.

Os resultados da análise de variância para os teores de metais pesados nos solos são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Análise de variância para os teores de metais pesados tóxicos (Cd, Pb, e Cr) nos solos de cultivo da Tifton 85.

F.V	GL	Quadrados médios					
		LVe			PVe		
		Cd	Pb	Cr	Cd	Pb	Cr
Fontes (A)	1	ND ^{NS}	3,12 ^{NS}	3,78 ^{NS}	0,03 ^{NS}	8,00 ^{NS}	0,28 ^{NS}
Doses (B)	3	ND ^{NS}	926,45 ^{**}	241,28 ^{**}	0,19 ^{NS}	234,04 ^{**}	20,53 ^{**}
A x B	3	ND ^{NS}	2,12 ^{NS}	14,36 ^{NS}	0,11 ^{NS}	52,75 ^{NS}	9,36 ^{NS}
Resíduo	24	ND	45,08	10,67	0,1341	15,77	3,85
C.V.	-	0,00	11,51	18,12	7,91	13,17	22,13

F.V (Fonte de Variação); GL (Graus de liberdade); ** (significativo a 1% pelo teste T de Student); *(significativo a 5% pelo teste T de student); NS (não significativo a 5% pelo teste T de student); C.V.(coeficiente de variação) M.G. (média geral, sendo os valores em mg kg⁻¹).

A análise de regressão linear para o teor Pb nos solos em função das doses está apresentada na Figura 3.

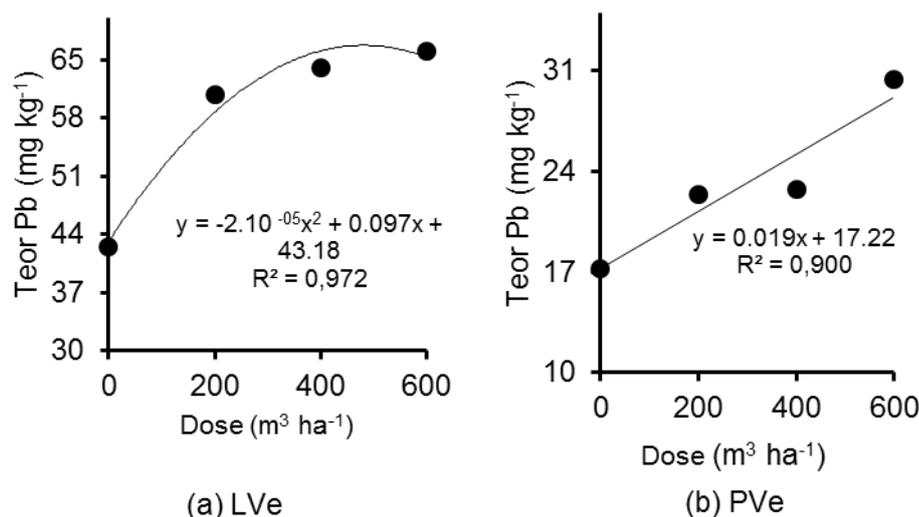


Figura 3: Teores de Pb nos diferentes solos de cultivo.

A concentração de Pb nos dois solos teve um aumento em função das doses utilizadas e a maior concentração foi obtida com a dose 600 m³ ha⁻¹.

Conforme a Resolução 420 no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2009), os valores obtidos de 65,10 mg kg⁻¹ obtido para o solo LVe (Figura 3a) e 28,22 mg kg⁻¹ para o solo PVe (Figura 3b) encontram-se abaixo do valor de prevenção (VP) (72 mg kg⁻¹ de Pb), que é a concentração de valor limite para que o solo seja capaz de sustentar as suas funções principais.

Devido a falta de dados de referencia quanto á valores de tolerância de Pb em solos do Paraná utilizou-se os fornecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB do Estado de São Paulo (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2005), que estipula o valor de 17 mg kg⁻¹ de Pb como nível máximo, demonstrando que o solo do experimento apresenta Pb em concentração acima da determinada como qualidade natural do solo.

A análise de regressão linear para o teor Cr nos solos em função das doses está apresentada na Figura 4.

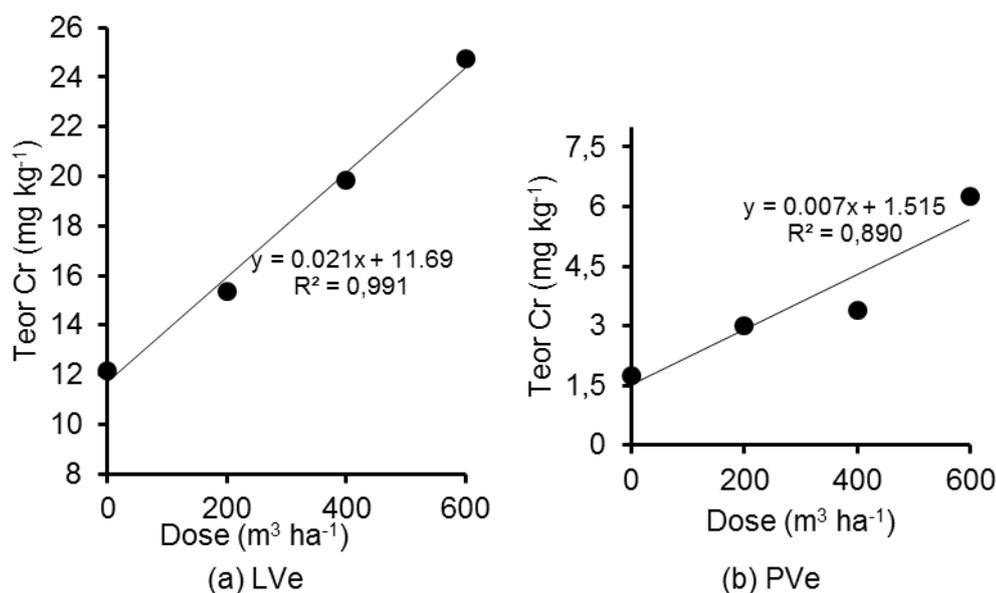


Figura 4: Teores de Cr nos diferentes solos de cultivo.

A concentração de Cr nos dois solos teve um aumento linear até a maior dose utilizada.

A Resolução 420 no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2009), determina o valor de prevenção (VP) (75 mg kg^{-1} de Cr) nos solos.

A concentração obtida no solo LVe foi de $24,69 \text{ mg kg}^{-1}$ (Figura 4a) de Cr e para o solo PVe o teor de Cr foi de $5,71 \text{ mg kg}^{-1}$ (Figura 4b) o valor de referencia para o Cr segundo a (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2005) estipula o valor de 40 mg kg^{-1} de Cr como nível máximo, demonstrando que o solo do experimento não atingiu essa concentração no tempo de avaliação do experimento.

4 CONCLUSÃO

Para o tecido vegetal os metais tóxicos tiveram seus teores elevados em função das doses aplicadas, o valor obtido para o Cr é considerado fitotóxico nas plantas.

Para os solos houve um aumento na concentração de Pb em função das doses aplicadas e o valor obtido para os solos (LVe) e (PVe) encontram-se acima do valor limite considerado como referência para a qualidade do solo. Os Valores do Cr ficaram dentro da faixa considerada como indicador de qualidade, considerando que este valor foi obtido em apenas um cultivo, e que em cultivos sucessivos e com altas dosagens de dejetos suínos poderá elevar essas concentrações nos solos.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – International [AOAC]. 2005. **Official methods of analysis**. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Resolução 420. Brasília, DF, 2009, 16 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Decisão de diretoria 195-2005-E. São Paulo, 2005.

DRUMOND, L.C.D., ZANIN, J.R., AGUIAR, A.P.A., RODRIGUES, G., FERNANDES, A.L.T Produção de matéria seca em pastagem de Tifton 85 irrigada, com diferentes doses de dejetos líquido de suíno. **Engenharia. Agrícola** vol .26 .Jaboticabal May/Aug. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [Embrapa]. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FERREIRA. D.F. 2003. SISVAR: **Sistemas de análises estatísticas**. UFLA, Lavras, MG, Brasil.

GONÇALVES JR. A.C., POZZA P.C; NACKE H., LAZZERI, D.B.; SELZLEIN C.; CASTILHA L.D. Homogeneização e níveis de metais em dejetos provenientes da bovinocultura de leite. **Acta Scientiarum** 29:213-217, 2007.

GONÇALVES JR. A.C., SELZLEIN C.; NACKE H., Uso de biomassa seca de aguapé (*Eichornia crassipes*) visando à remoção de metais pesados em soluções contaminadas. **Acta Scientiarum** 31:103-108, 2009.

GONÇALVES JR., A.C.; LINDINO C. A.; ROSA F. M.; BARICATTI R.; GOMES, G.F. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como bioindicador. **Acta Scientiarum** 30: 9-14, 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- [Iapar]- Sugestão de recomendação de fertilização para culturas de interesse econômico do Paraná. Circular técnica 128. Londrina 2003, 30p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. **Estatística da Produção Pecuária**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 de fevereiro de 2011.

KABATA-PENDIAS, Alina; PENDIAS, Henryk. **Trace Elements in Soils and Plants**. 3 ed. London: CRC Press, 2001. 403 p.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, v.15, n.3, p.28-35, 2006.

PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C. 1992. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. IAPAR, Londrina, PR, Brasil.

TEXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; RIBEIRO, M.C.T.; LOPES, J.B.; FERREIRA, V.P.A.; VITTI, D.M.S.S.; MOREIRA, J.A.; PENA, S.M. Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, n.4, 502-509, ago. 2005.

WELZ, B.; SPERLING, M. 1999. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2ed. Wiley-VCH, Weinheim, BW, Alemanha.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como é comum em nossa região a fertilização com dejetos suínos na Tifton 85, que os resultados obtidos neste trabalho possam servir para auxiliar com informações, uma vez que muitos produtores desconhecem ou não utilizam recomendações técnicas para fertilização orgânica a bases de dejetos. A partir de pesquisas regionais é que as recomendações técnicas podem ser propostas afim de se obter resultados mais satisfatórios.

São necessários mais estudos e com maiores períodos de avaliação e monitoramento da produção e bem como de metais pesados nos solos e no tecido vegetal de culturas fertilizadas com dejetos, para avaliar possíveis contaminações com metais pesados.

A fertilização de plantas é uma das grandes responsáveis pelo incremento da produção de alimentos, porém, para que essa capacidade de produção seja mantida, deve-se conhecer a composição das fontes de fertilizantes para que se obtenha uma dose de aplicação em que a poluição não venha comprometer os recursos naturais.