SEBASTIÃO BRASIL CAMPOS LUSTOSA

EFEITO DO PASTEJO NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO E NO RENDIMENTO DE SOJA E MILHO EM ROTAÇÃO COM PASTAGEM CONSORCIADA DE INVERNO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de "Mestre" em Agronomia, Área de Concentração "Ciência do Solo", do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

CURITIBA
1998

UFPR

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-CIÊNCIA DO SOLO
C.P. 2959, FONE 041-2545464 R157, FAX 041-2523689 CURITIBA PR 80.035-050
E-mail: pgcisolo@agrarias.ufpr.br

PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **SEBASTIÃO BRASIL CAMPOS LUSTOSA,** com o título: **"Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema de plantio direto"** para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de Parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Dissertação - conceito **"A"** completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 27 de fevereiro de 1998.

Prof. Dr. Anibal de Moraes, Presidente.

Prof. Dr. Luiz Roberto de Andrade Rodrigues, I^0 Examinador.

Prof. Dr. Luiz Antonio Correa Lucchesi, II^0 Examinador.

Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, III^0 Examinador.

" Bem-aventurados os que estudam os teus testemunhos, os que de todo o coração o buscam. Tuas mãos fizeram-me e formaram-me; dá-me inteligência, e eu aprenderei os teus mandamentos." **(SALMOS 118: 2,73)**

" Mas o justo, ainda que morra prematuramente, estará em descanso. Tendo-se tornado agradável a Deus, foi por ele amado e transferido do meio dos pecadores, entre os quais vivia."

(SABEDORIA 4: 7,10)

Ao amigo Silvestre Cargnin Filho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Sebastião e Ithaura e aos irmãos João Luiz, João Graciano, Inaura e Rosane, pelo apoio dado nesses anos de vida. A Jussara minha querida esposa e minha filha Laura Helena pelo incentivo e compreensão nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Anibal de Moraes, pelo apoio, orientação, amizade e confiança. À Profª. Beatriz Monte Serrat Prevedello pela co-orientação e auxílio na condução dos trabalhos.

Ao Prof. Jomar Antonio Camarinha Filho pelo competente auxílio nas análises estatísticas, ao Prof. Antônio Carlos Vargas Motta pelas sugestões e ao Eng. Agrônomo Itacir Sandini pelo auxílio na execução dos trabalhos de campo.

A todos os professores, aos funcionários da Biblioteca e do Setor de Ciências Agrárias que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos colegas de curso com os quais convivi, em especial a Maurício Nogueira Baby, Flora Osaki, pelo incentivo e a Flávio Ervino Schuhmacher pela ajuda na edição desta dissertação. A Emanuel Orestes da Silveira e Renato Lockes Stanger, estudantes invulgares do curso de Agronomia, que prestaram auxílio e amizade inestimável.

À Universidade Federal do Paraná - UFPR, em especial ao Departamento de Solos pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa concedida durante o curso.

À Cooperativa Agrária Mista Entre Rios e a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária - FAPA, pelo apoio financeiro e material concedidos a este projeto.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS vi

LISTA DE FIGURAS viii

RESUMO ix

ABSTRACT x

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO DE LITERATURA 4

2.1 NUTRIENTES RETORNADOS PELOS EXCREMENTOS ANIMAIS 4

2.1.1 Quantidades retornadas 4

2.1.2 Formas de retorno 10

2.1.3 Distribuição dos excrementos em áreas de pastejo 12

2.2 EFEITO DOS EXCREMENTOS NA PASTAGEM 15

2.3 SISTEMAS LAVOURA - PASTAGEM 17

3 MATERIAL E MÉTODOS 24

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO 24

3.2 CLIMA E SOLO 24

3.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO 25

3.4 ÁREA EXPERIMENTAL 27

3.5 HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL E DURAÇÃO DO EXPERIMENTO 27

3.5.1 Condução do experimento 27

3.5.2 Coleta e análises de solo 30

3.5.3 Avaliações nos animais 31

3.5.3.1 Método de pastejo 31

3.5.3.2 Pesagens 32

3.5.3.3 Medidas 32

3.6 ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE MATÉRIA SECA 33

3.7 AJUSTE DA CARGA ANIMAL 34

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA 35

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 38

4.1 EFEITO DOS NÍVEIS DE OFERTA MATÉRIA SECA NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO 38

4.2 EFEITO DE LOCAIS AFETADOS POR EXCREMENTOS ANIMAIS NA FERTILIDADE DO SOLO 45

4.3 RENDIMENTO DE CULTURAS EM SUCESSÃO À PASTAGEM 55

4.4 RESPOSTA ANIMAL 58

4.4.1 Ganho médio diário 58

4.4.2 Ganho por área 60

5 CONCLUSÕES 63

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 65

7 ANEXOS 73

LISTA DE TABELAS

1 Conteúdo médio de nutrientes na urina e nas fezes de vacas em lactação de 7 fazendas de leite da Carolina do Norte..... 5

2 Efeito da declividade e da quantidade adicionada de fertilizante fosfatado na quantidade de P retornado pelas fezes (kg/ha)..... 6

3 Composição de fezes (% peso seco) e urina (%)..... 6

4 Análise química e quantidade de nutrientes aplicados por fezes de ovinos e bovinos..... 8

5 Quantidade de elementos fertilizantes aplicados pelas fezes e urina de vacas leiteiras..... 8

6 Valores médios aproximados da quantidade dos principais nutrientes aplicado na urina e fezes de bovinos (kg/ha)..... 8

7 Concentração de nutrientes e teor de umidade (%) das amostras de esterco bovino aplicado no plantio de forrageiras de inverno e verão..... 10

8 Quantidade de C, N, P, K, Ca e Mg (kg/ha) adicionados ao solo através do esterco bovino no plantio das forrageiras de inverno e verão..... 10

9 Valores médios de pH, Al e H+Al em diferentes profundidades nos anos de 1995 e 1996 e em função das ofertas de matéria seca..... 38

10 Valores médios de Ca e Mg em diferentes profundidades, nos dois anos avaliados e em função das ofertas de matéria seca..... 40

11 Valores médios de K e Na em diferentes profundidades, nos dois anos avaliados e em função das ofertas de matéria seca..... 41

12 Valores médios de P e C em diferentes profundidades, nos dois anos avaliados e em função das ofertas de matéria seca..... 42

13 Valores médios de pH, Al e H+Al em diferentes profundidades, nos anos avaliados em função dos locais amostrados..... 45

14 Valores médios de Ca e Mg em diferentes profundidades, nos dois anos avaliados e em função dos locais amostrados..... 47

15 Valores médios de K e Na em diferentes profundidades nos dois anos avaliados em função dos locais amostrados..... 49

16 Valores médios de P e C em diferentes profundidades nos dois anos avaliados em função dos locais amostrados..... 53

LISTA DE FIGURAS

1 Croqui da área experimental (Campo 12 - FAPA). Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, Guarapuava, PR 1995/1996 26

2 Produção de soja e milho nas ofertas de matéria seca após rotação com pastagens consorciadas de inverno. Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, Guarapuava, PR 1995/1996 55

3 Produção de soja e milho em função dos locais amostrados (LC - local de concentração; AP - área de pastejo e T - testemunha) após rotação com pastagens consorciadas de inverno. Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, Guarapuava, PR 1995/1996 56

4 Ganho de peso médio diário de animais em misturas de espécies de estação fria sob níveis de ofertas de matéria seca (kg MS/ 100 kg de PV), nos anos de 1995 e 1996. Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, Guarapuava, PR. 58

5 Carga animal (UA/ha) utilizada em cada oferta de matéria seca (kg MS/100kg PV) em pastagem consorciada de inverno nos anos de 1995 e 1996. Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, Guarapuava, PR. 61

6 Ganho de peso vivo por hectare em misturas de espécies de estação fria, sob níveis de ofertas de matéria seca, nos anos de 1995 e 1996. Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, Guarapuava, PR. 61

RESUMO

Em Guarapuava - PR, na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., durante os anos de 1995 e 1996, foram estudados num Latossolo Bruno álico em sistema de plantio direto, os efeitos de ofertas de matéria seca (MS) e de locais afetados por excrementos animais, em algumas propriedades químicas do solo e nos rendimentos de soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*), numa rotação de pastagem no inverno e cultivo no verão. Avaliou-se também o rendimento dos animais em pastejo através de seus ganhos médios diários (GMD) e ganhos por área (G/ha). Os tratamentos consistiram de 3 ofertas de MS [5; 10 e 15 kg MS/100 kg de peso vivo (PV)] e 3 locais de amostragem [local de concentração (LC), área de pastejo (AP) e testemunha (T)] em 4 repetições num delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Os tratamentos provocaram alterações nas propriedades químicas do solo, principalmente na camada de 0 a 5,0 cm. Para as ofertas observou-se uma tendência de aumento na acidez potencial nas profundidades de 2,5 a 20,0 cm, uma redução nos teores de magnésio (Mg) e aumento nos teores de potássio (K). Nos locais onde os animais estiveram presentes (LC e AP) obteve-se os maiores teores de sódio (Na), K e P. Não houve alterações nas produções de soja e milho, podendo-se utilizar áreas de lavoura como pastagem durante o inverno sem comprometimento das culturas no verão. Obteve-se GMD acima de 1,145 kg/animal/dia e G/ha acima de 403,3 kg/ha, apontando que a terminação de animais em áreas de lavoura durante o inverno é possível com a utilização de manejo e espécies de elevada qualidade, tornando esta atividade promissora na região.

ABSTRACT

At Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., in Guarapuava State of Paraná, Brazil, during two years (1995 and 1996), the dry matter offer (DM) and the animals excrements of affected sites effects, over some soil chemical properties and soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*) yields. The experiment was conducted as a no-till winter pasture and summer crop rotation system cultivated on an allic brown oxisol. The animal gain at pasture was evaluated through both daily mean (DMG) and area (G/ha) gains. The treatments were: the DM offer levels [5; 10 and 15 kg DM/100 kg live weight (LW)] and three sample sites [concentration site (LC), grazing area (AP) and control (T) with four replications in a randomized complete block with split plot design. The treatments altered some soil chemical properties, mainly between 0 to 5.0 cm depth. The DM offers tended to increase the soil potential acidity at 2.5 to 20 cm depth, a reduction of magnesium (Mg) and increase of potassium (K) levels. Higher levels of soil exchangeable sodium (Na), K and P wen found under sites with animals presence (LC and AP). No alterations were observed neither for soybean nor for corn yields. Besides, because of adequate forage species and grazing management it was possible to fatten beef cattle during the winter. This allows to conclude that such soil could grazed in the winter and cultivated with cash crops in the summer with no loss.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção agrícola brasileiro necessita de alternativas na rotação de culturas capazes de contribuir melhor na utilização dos investimentos, buscando intensificar o uso da terra e desenvolver sistemas de produção mais estáveis, baseados na rotação de cultivos anuais com pastagens.

A expansão do sistema de plantio direto no Estado do Paraná possibilitou que novas áreas pudessem contar com esta técnica no controle da erosão hídrica. A região de Guarapuava, situada no 3º planalto paranaense, possui solo e clima propícios para o desenvolvimento deste sistema de manejo, além de agricultores motivados para superar os desafios da nova técnica. Entretanto, sempre surgem dúvidas a respeito de como se comporta o sistema quando utilizado por longo tempo (ELTZ et al., 1989). Estas dúvidas ficam ainda mais fortes quando se associa a exploração animal em áreas agrícolas cultivadas dentro do sistema de plantio direto. Acredita-se que a entrada de animais em áreas de lavoura cause compactação ou outra alteração que possa comprometer o rendimento das culturas em sucessão à pastagem. Além disso, são relativamente raros no Brasil experimentos de longa duração que permitam avaliar os efeitos de diferentes tipos de preparo do solo sobre suas propriedades físicas e químicas (ELTZ et al., 1989). O conhecimento destas alterações em condições específicas de solo e clima é importante no entendimento da potencialidade dos sistemas de manejo em relação à produtividade de culturas e adoção de práticas no sentido de contornar possíveis limitações advindas da sua utilização (BAYER ; MIELNICZUK, 1997).

A utilização de áreas destinadas ao plantio de coberturas de solo e de culturas de alto risco econômico, como cereais de inverno, levou o agricultor a buscar alternativas durante este período. A formação de pastagens hibernais torna viável a terminação de bovinos, aumentando a oferta de animais durante a entressafra. Desta forma, a integração lavoura-pecuária surge como alternativa para o desenvolvimento de uma pecuária mais rentável. Porém, as dificuldades residem na adoção de combinações de culturas e pastagens ligadas aos interesses dos sistemas de produção em uso. Estes sistemas, por sua vez, são dinâmicos e se alteram em função das demandas de mercado. O próprio desenvolvimento operacional de tais experimentos depara com uma série de dificuldades, e por estas e outras razões, ainda não existem estudos nesta linha que permitam fornecer alternativas fundamentadas aos produtores.

As experiências mais próximas ao ecossistema do sul do Brasil na utilização pasto-lavoura, apontando pontos positivos no ambiente após a utilização desse sistema são as da Austrália, da Nova Zelândia e do Uruguai. Existem melhorias como a queda do ciclo de pragas e doenças e aumento na atividade biológica. Do ponto de vista das propriedades químicas do solo, assim como ocorre no sistema de plantio direto, há uma melhoria na fertilidade do solo devido ao acúmulo de matéria orgânica, alteração na reciclagem de nutrientes, melhoria na eficiência do uso de fertilizantes e capacidade diferenciada de absorção de nutrientes.

Trabalhos de pesquisa em ecossistemas pastoris, envolvendo a resposta animal, são muito poucos na região subtropical brasileira. As etapas iniciais de avaliação de plantas forrageiras estão contempladas, mas por enquanto estas avaliações ficam restritas às etapas iniciais, abrangendo a produtividade primária e alguns parâmetros de valor nutritivo. Até o

momento, no Paraná, a pesquisa da resposta e dos efeitos do animal em pastagens são incipientes. Portanto, reveste-se de importância determinar o potencial da resposta animal às principais forrageiras e o conhecimento das interações entre o solo, a planta e o animal para estabelecer sistemas de produção mais sustentáveis.

Sendo um trabalho preliminar, seu propósito foi o de orientar futuras pesquisas, bem como ampliar o conhecimento do complexo sistema solo-planta-animal para que seja praticada uma atividade agropecuária mais tecnificada, auxiliando na construção de um sistema de produção sustentável e economicamente eficiente dentro da realidade paranaense.

Este experimento teve como objetivos: avaliar modificações em alguns parâmetros de fertilidade do solo como resultado da entrada de animais em área de lavoura em sistema de plantio direto; avaliar estes parâmetros em três níveis de ofertas de matéria seca (MS) da pastagem, em três locais de amostragem e quatro profundidades do solo; avaliar o ganho médio diário (GMD), o ganho por hectare (G/ha) e o rendimento das culturas subsequentes à pastagem, com a manutenção da cobertura de leguminosas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 NUTRIENTES RETORNADOS PELOS EXCREMENTOS ANIMAIS

2.1.1 Quantidades retornadas

As excreções de animais em pastejo contém quantidades consideráveis de nutrientes essenciais para as plantas como por exemplo o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S).

A quantidade de nutrientes retornados ao solo via fezes e urina dos animais em pastejo varia amplamente em função da qualidade e da quantidade da forragem consumida e da necessidade do animal. Uma quantidade substancial de nutrientes que está contida nas fezes dos animais pode ser potencialmente reciclada no solo numa forma mais prontamente disponível.

Na pastagem as quantidades de nutrientes das fezes e da urina que entram em vários compartimentos no solo, e suas respectivas taxas de ciclagem, são sujeitas a muitas variáveis tais como: a distribuição dos excrementos na pastagem, a composição química da forragem, o tipo e a idade do animal e o nível de consumo (SPAIN; SALINAS, 1985). Admite-se que a retenção de nutrientes no corpo do animal são maiores na fase de crescimento e nas vacas leiteiras do que no gado de corte (WILKINSON; LOWREY[1], 1973 citados por SPAIN; SALINAS, 1985). SAFLEY et al. (1984), avaliaram por 12 meses as características de excrementos frescos de vacas leiteiras (Tabela 1), as quais

---

[1] WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. Cycling of mineral nutrientes in pasture ecosystems. In: BUTLER,G.W.; BAILEY, R.W. (Eds). **Chemistry and biochemistry of herbage**. London, academic Press, 1973. p. 247-325.

representam a média do conteúdo de nutrientes nas fezes e urina de vacas em lactação de sete fazendas da Carolina do Norte, EUA.

TABELA 1 - CONTEÚDO MÉDIO DE NUTRIENTES NA URINA E NAS FEZES DE VACAS EM LACTAÇÃO DE 7 FAZENDAS DE LEITE DA CAROLINA DO NORTE, EUA

PARÂMETRO	CONTEÚDO NA URINA ($g.L^{-1}.ha^{-1}$)	CONTEÚDO NAS FEZES (% da Massa Seca)	PERCENTAGEM EXCRETADA	
			URINA	FEZES
Sólidos totais	6,1	15,40	15,0	85,0
N total[1]	17,8	2,92	51,9	48,1
P total	0,3	1,20	5,0	95,0
Cl	3,9	0,61	53,2	46,8
K	12,3	0,84	72,2	27,8
Ca	0,3	1,28	3,4	96,6
Mg	0,9	0,63	21,4	78,6
Na	1,8	0,22	59,4	40,6
Cu	0,001	0,005	3,4	96,6
Zn	0,003	0,02	2,3	97,7
Fe	0,009	0,16	1,1	98,9
Mn	0,003	0,02	0,01	99,9

NOTA: adaptado de SAFLEY et al. (1984). [1] Nitrogênio total Kjeldahl.

ROWARTH et al. (1992), avaliando os compartimentos de P num experimento que combinava aplicação de fertilizante fosfatado com a declividade do terreno, demonstraram que a concentração de P nas fezes reflete a concentração na forragem (ROWARTH et al., 1988) e observaram uma redução da deposição de P nas maiores declividades. A quantidade de P retornada via fezes, foi influenciada pela adubação com P e pela declividade, tendo aumentado significativamente com a adubação (Tabela 2).

HOOG (1981), analisando a perda e a capacidade de recuperação de nutrientes pela pastagem, onde comparou o KCl + superfosfato, KCl + Superfosfato + fezes ou urina, apresentando a concentração de nutrientes presentes nas fezes e urina por ele analisados (Tabela 3).

TABELA 2 - EFEITO DA DECLIVIDADE E DA QUANTIDADE ADICIONADA DE FERTILIZANTE FOSFATADO NA QUANTIDADE DE P RETORNADO PELAS FEZES (kg/ha)

	ADUBAÇÃO COM P (kg/ha)				
	10	20	30	50	100
DECLIVIDADE			P fezes (kg/ha)		
0 - 10°	61,5	73,5	69,0	78,3	94,7
11 - 20°	25,2	28,0	26,0	33,0	43,6
21 - 30°	12,4	12,4	14,4	12,7	21,1
+31°	5,9	5,0	4,4	4,4	7,3

NOTA: adaptado de ROWARTH et al.(1992).

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO DE FEZES (% PESO SECO) E URINA (%)

	K	Ca	Mg	Na	N	S	P
Fezes	0,91	1,14	0,33	0,36	2,25	0,30	0,61
Urina	0,63	0,006	0,004	0,02	0,36	0,03	0,001

NOTA: adaptado de HOOG (1981).

DURING; McNAUGTH (1961) em experimento numa pastagem perene, com os efeitos da urina de vacas no crescimento da pastagem e absorção de nutrientes, constataram o retorno ao solo de 368 kg/ha de N e 664 kg/ha de K.

TILL (1981) apresentou uma previsão das quantidades retornadas de S, K e P por carneiros numa pastagem melhorada e fertilizada. Para um sistema de criação de animais para lã, em pastagem adubada com superfosfato, estimaram o retorno via urina 11 kg de S/ha/ano, 115 kg de K/ha/ano e traços de P. Já para as fezes estimaram o retorno de 8 kg de S/ha/ano, 15 kg de K/ha/ano e 23 kg de P/ha/ano. Tais valores foram considerados para uma ingestão de 20 kg de S/ha/ano, 23 kg de P/ha /ano e 130 kg de K/ha/ano.

HAYNES; WILLIAMS (1993) afirmam que numa pastagem intensivamente utilizada e produzindo 15000 kg de MS/ha, aproximadamente 100kg de N/ha, 38 kg de K/ha, 34 kg de P/ha e 14 kg de S/ha são excretados por ano nas fezes de bovinos . Estes

mesmos autores afirmam que a aplicação de nutrientes em uma mancha de fezes de ovinos são de 130kg de N/ha , 50 kg de K/ha , 35 kg de P/ha e 13 kg de S/ha (WILLIAMS; HAYNES, 1995). Tais diferenças se devem porque, para uma mesma lotação, pode-se ter menos manchas de fezes numa pastagem utilizada por bovinos quando comparadas com ovinos, mas cada placa de esterco de bovino além de ser maior, sua distribuição é mais concentrada.

HAYNES; WILLIAMS (1993) relatam que uma típica placa de fezes de bovino cobre uma área de 0,05 m^2 e a quantidade de nutrientes aplicados através de tais manchas, são de 1.040 kg N/ha, 400 kg K/ha, 280 kg P/ha e 100 kg S/ha.

WILLIAMS; HAYNES (1995) apresentam a análise química e a quantidade total de nutrientes encontrados em fezes de ovinos e bovinos (Tabela 4).

PETERSEN et al. (1956b) estudando o retorno de excrementos na concentração residual de alguns elementos fertilizantes, verificaram que as fezes frescas de vacas leiteiras contêm aproximadamente 0,38% de N, 0,18 % de P_2O_5 e 0,22% de K_2O e a urina fresca contém aproximadamente 1,10% de N, 0,01% de P_2O_5 e 1,15% de K_2O. A quantidade (kg/ha/ área coberta por uma excreção) dos principais nutrientes são apresentados na Tabela 5. SAUNDERS (1984) relatou que as fezes e a urina de bovinos tem suas composições variáveis e os valores médios aproximados de alguns nutrientes são apresentados na Tabela 6.

WILLIAMS et al. (1989) concluem que para uma fazenda de leite típica da Nova Zelândia com uma lotação de 3 vacas/ha são reciclados anualmente 230 kg de K/ha e 180 kg de N/ha na pastagem na forma de urina.

TABELA 4 - ANÁLISE QUÍMICA E QUANTIDADE DE NUTRIENTES CONTIDOS EM FEZES DE OVINOS E BOVINOS

	OVINOS	BOVINOS
Umidade (%)	80	85
Análise Química (mg/g MS)		
Ca	13,0 (25)	10,0 (53)
K	15,0 (45)	18,0 (33)
Mg	6,4 (21)	8,3 (48)
N	15,0 (30)	27,0 (16)
P	5,7 (50)	8,2 (89)
S	2,0 (49)	4,3 (28)
pH	8,2	7,9
Quantidade retornada (g/m^2)		
Ca	4,4	44
K	5,0	81
Mg	2,2	20
N	5,2	120
P	1,9	37
S	0,7	19
Massa Seca (g/m^2)	340	4500

NOTA: adaptado de WILLIAMS; HAYNES,1995. Valores entre parêntese indicam a percentagem extraída em água.

TABELA 5 - QUANTIDADE DE ELEMENTOS FERTILIZANTES CONTIDOS NAS FEZES E NA URINA DE VACAS LEITEIRAS

ELEMENTO	TIPO DE EXCREÇÃO	
	Fezes	Urina
N	760	400
P_2O_5	350	15
K_2O	440	420

NOTA: adaptado de PETERSEN et al., 1956b.

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS APROXIMADOS DA QUANTIDADE DOS PRINCIPAIS NUTRIENTES VIA FEZES E URINA DE BOVINOS (kg/ha)

	NUTRIENTES (kg/ha)						
	N	P	S	Ca	Mg	K	Na
FEZES	800	300	100	600	150	400	150
URINA	500	3	80	5	4	1000	20

FONTE: SAUNDERS (1984).

DOAK (1952) calculou que a área urinada é de 1,14 m^2 com um volume de 150 ml e conteúdo de N de 0,92% . Considerando que em média uma área afetada por urina recebe 484 kg/ha de N. Tendo uma área afetada de 2,54 m^2, isto é, a área afetada em termos de resposta de crescimento, o valor torna-se 217 kg/ha. Assumindo não haver sobreposição de locais urinados, a pastagem poderá receber o equivalente a 224kg/ha de sulfato de amônio por ano, quando a pastagem cresce, de tal modo que ela suporta 20 ovinos/ha. Se considerarmos que 75% do N presente na urina está na forma de uréia, a quantidade aplicada numa mancha de urina seria de 784 kg N/ha (DOAK, 1952), ou seja 353 kg N/ha se considerarmos a uréia com 45% de N.

BETTERIDGE et al. (1986), avaliando as quantidades ingeridas de N, P e K e excretadas nas fezes e urina por novilhos pastejando forrageiras de alta qualidade, afirmam que, na média dos experimentos por eles realizados, os nutrientes contidos na urina variaram da seguinte forma: de 93 a 134g N/dia representando de 40 a 51 % do N consumido; de 74 a 137g K/dia, representando de 33 a 76% do K consumido e menos de 1g de P/dia , representando de 2 a 4% do P consumido. As fezes continham de 36 a 62g de N/dia ou 16 a 24% do N consumido, 12 a 46g K/dia ou 8 a 21% do K consumido e 10 a 23g de P/dia ou 44 a 74% do P consumido.

DURING; WEEDA (1973), calcularam que cerca de 190 a 260 kg de Mg/ha e cerca de 500 a 900 kg de Ca/ha são retornados via fezes. WEEDA (1977), por outro lado afirma que 100 kg de Na/ha/ano são adicionadas via fezes ao solo.

FAVARETTO (1996) avaliou o efeito de adubações e espécies forrageiras na recuperação de uma área degradada por mineração, analisando a concentração e a quantidade de nutrientes adicionados ao solo pelo esterco de bovinos, para uma aplicação

de 3.350 kg/ha (massa seca) durante o inverno e 9.975 kg/ha durante verão, são apresentados nas tabelas 7 e 8.

TABELA 7 - CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES E TEOR DE UMIDADE (%) DE AMOSTRAS DE ESTERCO BOVINO APLICADO NO PLANTIO DE FORRAGEIRAS DE INVERNO E VERÃO

AMOSTRA	UMIDADE	C	N	P	K	Ca	Mg
				%			
Inverno	66,5	24,14	1,26	0,55	1,52	0,83	0,55
Verão	60,1	22,55	1,34	0,59	1,38	1,26	0,60

FONTE: FAVARETTO (1996).

TABELA 8 - QUANTIDADE DE C, N, P, K, CA E MG (KG/HA) ADICIONADOS AO SOLO ATRAVÉS DO ESTERCO BOVINO NO PLANTIO DAS FORRAGEIRAS DE INVERNO E VERÃO

PLANTIO	C	N	P	K	Ca	Mg
			kg/ha			
Inverno	808,69	42,21	18,42	50,92	27,80	18,42
Verão	2249,36	133,66	58,85	157,65	125,68	59,85
Total	3058,05	175,87	77,27	188,57	153,48	78,27

FONTE: FAVARETTO (1996).

Pelas informações apresentadas, tem-se apontado dificuldades em se extrapolar os resultados de experimentos com animais em pastejo. Porém, tais resultados podem ser capazes de dar uma aproximação do retorno de nutrientes sob condições de pastejo.

2.1.2 Formas de retorno

Quando os animais estão em pastejo, uma grande proporção dos nutrientes contidos nas plantas são ingeridos e retornados à pastagem através dos excrementos (BARROW;

LAMBOURNE, 1962). Desta maneira uma quantidade substancial de nutrientes que está contida nos excrementos do gado pode ser potencialmente reciclada ao solo numa forma mais disponível (LOVELL; JARVIS, 1996).

Entre 75% a 90% do N ingerido é excretado na urina, principalmente na forma de uréia (BALL; RYDEN, 1984). Cerca de 70 % do N da urina é uréia, sendo que o N das fezes está presente em formas orgânicas, principalmente de origem bacteriana, e são menos lábeis biologicamente que a uréia (BALL; RYDEN, 1984). O balanço entre o N excretado pelas fezes e pela urina varia de acordo com a quantidade ingerida no alimento (BARROW; LAMBOURNE, 1962).

Mais de 90% do P ingerido pelo animal retorna ao solo via fezes, sendo que o P excretado na urina é insignificante (traços) (BARROW; LAMBOURNE, 1962). O conteúdo total de P nas fezes é fortemente correlacionado com a quantidade de P ingerido (BRONFILD; JONES, 1970) e do conteúdo na dieta. As fezes contêm alto teor de P, tanto orgânico quanto inorgânico (ROWARTH et al., 1988); porém, a principal forma de P nas fezes é o P inorgânico. Esta forma representa cerca de 75% do P eliminado nas fezes (BARROW; LAMBOURNE, 1962), sendo que a proporção de P inorgânico nas fezes aumenta quando a ingestão de P aumenta (BARROW; LAMBOURNE, 1962; BRONFILD; JONES 1970), enquanto que o P orgânico permanece relativamente inalterado, porém, pode-se considerar a conversão de formas orgânicas em inorgânicas de P durante a passagem pelo animal (BRONFILD; JONES, 1970). Esses mesmos autores observaram que na primavera, quando o conteúdo de P e a digestibilidade da pastagem é alta, mais de 80% do P orgânico ingerido foi mineralizado via passagem pelo animal.

Aproximadamente 80 a 90% do K consumido pelos animais em pastejo retorna para a pastagem (PETERSEN et al.,1956b). A principal via de retorno do K para o solo em pastagens é pela urina (BETTERIDGE et al., 1986; WILLIAMS et al., 1990). O K da urina é solúvel em água e pode tonar-se imediatamente disponível se convertido à suas várias formas no solo ou ser perdido por lixiviação no perfil (WILLIAMS et al., 1988). O K da urina e fezes está na forma iônica e, de certa maneira, é mais rapidamente disponível para as plantas, representando aproximadamente 60 - 70% dos cátions contidos na urina (HAYNES; WILLIAMS, 1993).

O Ca é amplamente excretado nas fezes (BARROW, 1975), sendo que o seu conteúdo está comumente entre 1,2 e 2,5% (WEEDA, 1977; HOOG, 1981). O Ca retorna na forma de fosfatos de Ca. No entanto, Ca e Mg por serem compostos pouco solúveis em água sua liberação pelas fezes torna-se muito lenta. A solubilidade dos fosfatos depende não somente da concentração de Ca ou fosfato, mas também do pH (BARROW,1975). Esse autor se refere ao fosfato dicálcico como a principal forma de cálcio encontrado nas fezes, além de apreciável quantidade de carbonato de cálcio. HERRIOTT; WEELS (1963) relatam que quase todo o Ca e P dos excrementos estão contidos nas fezes e que seus teores na urina são de 0,003 e 0,002%, respectivamente. DURING; WEEDA (1973) indicam que as fezes contêm virtualmente todo o Mg ingerido e não retido pelos animais em pastejo. A concentração de magnésio nas fezes varia de 0,3 a 0,8% (WEEDA, 1977; HOOG, 1981).

2.1.3 Distribuição dos excrementos em áreas de pastejo

Num ecossistema de pastagem, o retorno dos nutrientes através das excreções animais representa uma via crítica na sua reciclagem devido ao fator mobilidade dos, o que

não acontece com a reciclagem dos nutrientes minerais em resíduos vegetais que não são ou são pouco afetados por este fator. O valor da excreção animal como fonte de nutrientes depende principalmente da distribuição na pastagem e também da respectiva composição química (SPAIN; SALINAS, 1985). A distribuição das excreções é afetada por fatores como a duração do período de pastejo, da intensidade de pastejo, do tamanho e forma da pastagem e do tipo de forragem oferecida aos animais (PETERSEN et al., 1956a). Comumente observa-se que os excrementos não são uniformemente distribuídos na pastagem. PETERSEN et al. (1956a), relatam também não haver diferenças aparentes entre o padrão de deposição de fezes e urina. Por outro lado, os nutrientes retornados via fezes e urina são concentrados em áreas relativamente pequenas (DURING; McNAUGHT, 1961). Por outro lado, o número de excreções por unidade de área foi invariavelmente maior nas adjacências da água e ao longo das cercas que no centro da pastagem (PETERSEN et al., 1956a). Mais importante, porém, foi a observação de que após um certo período de pastejo, a proporção da área total da pastagem não coberta por excrementos foi muito alta. Isto pode ser explicado pela tendência do animal excretar em pontos particulares na pastagem. Para uma dada pastagem muitos fatores, como por exemplo o aumento na intensidade de pastejo, que aumenta a densidade média de excremento, pode também corresponder a um aumento na proporção da pastagem coberta por excrementos. Esta proporção depende, primariamente, da densidade média de excrementos no final do período. A densidade média de excrementos, por sua vez, varia diretamente com a duração do período de pastejo, o número de animais em pastejo e da área coberta por um excremento, e varia inversamente com o tamanho da pastagem (PETERSEN et al., 1956a).

Tem sido observado que mesmo com uma alta lotação a área da pastagem afetada por excrementos é muito pequena, e pode não cobrir mais do que 15 a 20% da área total no final do período de pastejo (MARTEN; DONKER, 1964). Segundo MACLUSKY (1960), o número de anos necessários para que 100% de uma pastagem fosse coberta por excrementos, considerando-se uma lotação de 200 vacas/dia/acre, seria de 2,5 anos para que toda a pastagem tenha recebido fezes e urina. Com esta mesma lotação, um total aproximado de 20% da área de pastejo seria afetado por fezes e 40% por fezes e urina em um ano.

Há uma menor tendência dos animais em se agruparem sob altas lotações e consequentemente, uma distribuição mais equilibrada de excrementos sobre o piquete. Isto reduz as perdas por transferência de nutrientes e torna a ciclagem de nutrientes dentro do sistema mais eficiente. Desta maneira, o aumento da lotação através da subdivisão dos piquetes, associado ao uso de pastejo rotativo, preferivelmente ao pastejo contínuo, pode-se reduzir os efeitos de agrupamento (HAYNES; WILLIAMS, 1993).

Freqüentemente sugere-se que a quantidade de excrementos animais próximos de áreas de descanso pode ser menor sob pastejo rotativo quando comparado com o contínuo. No entanto, MACLUSKY (1960) observou que o pastejo contínuo quando bem controlado, torna a pastagem baixa e o efeito das fezes na pastagem torna-se mínimo devido à redução na seleção de forragem pelos animais, enquanto que no pastejo rotativo ocorre o oposto. MATHEWS et al.(1994) sugerem a possibilidade de que a localização de sombra, água e suplementação alimentar sejam mais importantes que o método de pastejo em sua influencia na distribuição de excrementos sob condições de temperatura quente, uma vez que os animais gastam considerável parte do dia nestes locais. Desta maneira, MATHEWS

et al.(1994) sugere que trabalhos são necessários para avaliação do método de pastejo na distribuição de nutrientes a longo prazo e pastejos ocorrendo durante estações frias ou em climas frios.

2.2 EFEITO DOS EXCREMENTOS NA PASTAGEM

Inicialmente ao serem depositadas, as fezes de bovinos são danosas para o crescimento da pastagem devido à cobertura das plantas (WILLIAMS; HAYNES, 1995; WEEDA, 1977). Assim as plantas afetadas ficam cobertas por várias semanas e podem morrem pela falta de luz (MACDIARMID; WATKIN, 1971). Com o tempo, a placa de fezes original diminui devido a quebra de suas bordas permitindo assim que sua área seja recolonizada por estolões de trevos e perfilhos de gramíneas dos arredores da placa de fezes (WILLIAMS; HAYNES, 1995). Este cobrimento e morte da pastagem por fezes de bovinos é compensado por um aumento na produção de matéria seca entre 1,5 a 12 meses após a dejeção. Tal aumento é atribuído à alta concentração de nutrientes (particularmente N) contidos nas fezes de bovinos, o que aumenta a oferta de nutrientes para o solo. Adicionalmente a isso, há também uma grande adição de matéria orgânica, a qual estimula tanto a atividade microbiana quanto a atividade enzimática, o que pode aumentar o retorno e a disponibilidade de nutrientes (WILLIAMS; HAYNES, 1995).

WILLIAMS; HAYNES (1995), observaram também que a produção de forragem fora da placa de esterco também foi estimulada, mas foi menor do que junto e dentro da placa. Os autores atribuíram tal observação principalmente à lavagem lateral de partículas de esterco, propagação lateral de raízes e a presença de plantas estoloníferas (HAYNES; WILLIAMS, 1993). DICKINSON; CRAIG (1990) sugeriram que há uma rápida

movimentação lateral e também vertical dos nutrientes contidos nas fezes para o solo. Possivelmente acompanhada por uma estimulação no crescimento de raízes abaixo da placa de fezes. Por outro lado, as fezes de ovinos não apresentam os mesmos efeitos adversos ao crescimento da pastagem, isto porque, além do pouco peso do esterco ovino, este tem a forma de "pellet", sendo assim espalhadas mais uniformemente na superfície do solo, apenas cobrindo suavemente as plantas (WILLIAMS; HAYNES, 1995). No entanto, HERRIOT; WELLS (1963), estudando o pastejo animal e a produtividade de pastagens na Nova Zelândia, relataram aumentos de 22 a 33% na produção de matéria seca como resultado da adição de fezes e urina.

Um outro aspecto relacionando a defecação animal ao pastejo é o da rejeição da forragem pelos animais. Inicialmente esta rejeição é causada pelo odor das fezes (MACDIARMID; WATKIN, 1972), porém, a forragem pode continuar sendo rejeitada durante a estação de pastejo porque cresce e torna-se mais grosseira (MACLUSKY, 1960). O período de rejeição ocorre normalmente entre 1 a 2 meses após a deposição das fezes, podendo ser superior a 1 ano (CASTLE; MACDAID, 1972).

A pressão de pastejo é o principal fator que afeta a quantidade de forragem rejeitada. Quando há um excesso de forragem, bovinos em pastejo rejeitam a pastagem ao redor das placas de esterco, uma grande parte da pastagem torna-se coberta por montículos e a forragem malcheirosa torna-se impalatável. Com um pastejo intensivo, causado por uma alta densidade de animais, a área rejeitada pode ser minimizada (HAYNES; WILLIAMS, 1993).

2.3 SISTEMAS LAVOURA - PASTAGEM

O sistema lavoura-pastagem ou integração lavoura-pecuária está sendo mais difundido nos últimos anos. Este sistema consiste numa alternância temporária (rotação) de cultivos para grãos e pastagens de gramíneas e leguminosas. Esta alternância aumenta sobretudo a produtividade nestas áreas. Isto é atribuído, segundo MOHAMED SALLEN; FISHER (1993), a melhorias na estrutura e fertilidade do solo, melhor controle de plantas daninhas, quebra de ciclos de pragas e doenças que beneficiam as culturas e o aumento na disponibilidade de alimento de boa qualidade para os rebanhos durante o período de pastagem.

Gramíneas anuais de inverno e leguminosas perenes podem ser utilizadas satisfatoriamente neste sistema de rotação. JONES et al.(1991) apresenta características importantes para as leguminosas quando utilizadas em sistemas de lavoura - pastagem:

a) serem de fácil estabelecimento inicial e ressemearem após uma curta fase de culturas. O restabelecimento das espécies forrageiras após a fase de cultivo é comumente bem sucedido desde que se tenha um adequado "banco de sementes do solo" e uma adequada cobertura morta;

b) contribuírem com apreciável quantidade de N, fixado biológicamente, para o sistema e principalmente para as culturas subsequentes. A fixação de N pela leguminosa durante a fase de pastagem e a liberação para a cultura subsequente tem uma importante implicação biológica e econômica;

c) serem controláveis durante a fase de cultivo. O herbicida glyphosate (360 g/L i.a.) aplicado de 1,5 a 3,0 L/ha pode controlar a maioria das espécies importantes.

Porém, para algumas plantas daninhas de difícil controle, principalmente após o estágio de plântula, pode ser vantajoso o uso de misturas como por exemplo 2,4-D com glyphosate; e o controle pós emergente de plantas daninhas em cultivos de cereais com uma mistura de Metalochlor (720 g/L i.a.) para dicotiledôneas e atrazina (500 g/L i. a.) para monocotiledôneas, ambos com 2,5 L/ha. Contudo mais trabalhos são necessários para se fazer o controle de leguminosas, gramíneas e plantas daninhas antes do plantio direto de cultivos.

Uma outra alternativa para controlar as várias pastagens e plantas daninhas durante a fase de cultivo é permitir que somente as leguminosas cresçam intercaladas com o cereal. A vantagem deste sistema (uma versão do cultivo intercalado) é que as sementes de leguminosas formadas abaixo da cultura, melhoram o restabelecimento da pastagem no ano seguinte, sendo o resíduo utilizado para aumentar a produção animal e o custo com herbicidas pode ser reduzido. Uma desvantagem é que a produção de grãos da cultura pode ser reduzida pela competição com a cultura intercalar;

d) produzirem elevados ganhos de peso no gado em pastejo. JONES et al. (1991) comparou os ganhos de peso de bovinos em áreas de pastagem-lavoura com os obtidos em pastagem nativa, quando os animais eram removidos da mesma (por um período de 120 dias/ano) na estação seca (julho a outubro) para pastejar uma área de lavoura - pastagem e resíduos de cultura. Durante a estação seca, os animais na área de lavoura - pastagem ganharam em média 455 g/animal/dia contra perdas de 250 g/animal/dia na pastagem nativa. No Rio Grande do sul, QUADROS; MARASCHIN (1987) obtiveram ganhos de 495 kg de ganho de peso

vivo/ha/ano(GPV/ha/ano), com uma mistura de aveia (*Avena strigosa*) + azevém (*Lolium multiflorum*) + trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) e 531 kg de GPV/ha/ano com uma mistura de azevém + trevo branco (*Trifolium repens*) + cornichão (*Lotus corniculatus*). MORAES (1991) no Rio Grande do Sul, obteve 652 kg de GPV/ha, durante o inverno, com uma oferta de 10,5 kg de MS/100 kg de peso vivo (PV), numa pastagem de pangola (*Digitaria decumbens*) + azevém + trevo branco.

Avaliando o desempenho de bovinos em terminação, sobre pastagens de estação fria, em sistema de plantio direto, FORMIGHERI[2] et al. (1994) citados por MELO (1995), obtiveram os seguintes resultados: 87 kg de GPV/ha em pastagem de aveia preta (*Avena strigosa*) + centeio (Secale cereale) cv. BR-1, 154 kg de GPV/ha em pastagem de cevada forrageira (*Hordeum vulgare*), 159 kg de GPV/ha em pastagem de aveia preta e 341 kg de GPV/ha em pastagem consorciada de trevo branco + aveia preta + azevém. Na média dos quatro tratamentos, obtiveram 185 kg de GPV/ha, 1.066 g de ganho médio diário, em 103 dias de pastejo, com uma lotação de 1,36 bovinos/ha. Estes resultados demonstram o potencial de ganhos de peso vivo em pastagens consorciadas de inverno, porém, estima-se que em no Estado do Paraná sejam produzidos somente 90 kg de PV/ha/ano.

O sistema lavoura - pastagem condiciona um resíduo no final do período de pastejo que é o resultado do manejo da pastagem. Este resíduo pode ser utilizado como cobertura para a semeadura direta de culturas, reduzindo os riscos de erosão do solo. Desta forma, os resíduos pós-pastejo podem ter os mesmos efeitos de outras coberturas comumente

---

[2] FORMIGHERI, L. et al. Avaliação do desempenho de bovinos de corte em pastagens de estação fria. IN: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4, 1993, Passo Fundo, RS. **Anais...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1994. p. 102-105.

utilizadas em semeadura direta. O resíduo de plantas mortas, também denominado de cobertura morta ou "mulch", consiste de restos de culturas e/ou da pastagem da estação anterior, mais o material do cultivo consecutivo, as quais têm crescimento durante o período de chuvas antes do plantio e são mortas quimicamente com herbicidas uma ou duas semanas antes da semeadura da cultura de grãos. É importante que o intervalo entre a aplicação do herbicida e o plantio seja curto; longos períodos permitem aos resíduos de leguminosas com sua baixa relação C/N decomporem-se, deixando uma relativa superfície do solo descoberta para o plantio (JONES et al., 1991). O sistema de plantio direto, em relação à ciclagem biológica, tende à máxima conservação de nutrientes em agroecossistemas. O não revolvimento do solo e a manutenção da palha reduzem as perdas de nutrientes. Esse efeito depende, por sua vez, do tipo de resteva, da sua distribuição e da sua qualidade (WISNIEWSKI; HOLTZ, 1997).

SANTOS et al. (1997), estudando os efeitos de culturas de inverno e de sistemas de rotação de culturas sobre características da soja (*Glycine max*) no município de Guarapuava - PR nos períodos de 1984 a 1989 e 1990 a 1993, mostraram que os rendimentos de soja após aveia branca (*Avena sativa*) no período 1984 a 1989 foi de 2.639 kg/ha e que no período de 1990 a 1993 em três sistemas onde a soja foi semeada após a aveia branca sua produtividade foi de 3.409 kg/ha, sendo que a resteva de aveia branca nestes três sistemas foi em média de 7,0 t./ha. SANTOS et al. (1995), estudando o efeito do manejo do solo sob sistema de plantio direto e convencional no rendimento de grãos de aveia, cevada e soja, por dois anos, verificaram que os rendimentos de soja após aveia branca foram, na média de dois anos, de 3.713 kg/ha.

TREIN et al. (1991), trabalhando num solo podzólico vermelho escuro, testaram 7 métodos de preparo do solo para implantar a cultura do milho (*Zea mays*) sobre uma pastagem de aveia preta + trevo subterrâneo (Trifolium subterraneum), pastagem esta submetida a pastejo intensivo por gado bovino (por 36 horas com uma lotação de 200 cabeças/ha), com e sem o controle de plantas invasoras. Neste caso, o rendimento de grãos de milho sem o controle de plantas invasoras foi de 3.109 kg/ha sendo sua produtividade atribuída às condições físicas do solo (compactação superficial de 0 a 7,5 cm), fator este relacionado com a água no solo (infiltração, armazenamento e movimentação no perfil) e também à competição de plantas vivas utilizadas para cobertura em plantio direto neste rendimento. Subseqüentemente à colheita do milho, o restabelecimento do trevo foi melhor no sistema de plantio direto com semeadeira de triplo disco, porém, esta mostrou-se ineficiente no rompimento da camada superficial compactada pelo pisoteio do gado, promovendo uma redução na população de plantas de milho e como consequência menor rendimento.

UHDE et al. (1996), estudando o comportamento da sucessão trevo - milho em áreas com e sem pastejo intensivo e sob diferentes métodos de preparo de solo, observaram que nas áreas sob pastejo foram alcançados rendimentos médios de milho de 4.354 kg/ha e em áreas sem pastejo os rendimentos foram de 4.176 kg/ha. Novamente os menores rendimentos foram com semeadura direta com triplo disco, porém, este proporcionou a maior cobertura pelo trevo. A produtividade da cultura do milho não diferiu significativamente entre os manejos da pastagem e do preparo do solo.

ELTZ et al. (1989), avaliaram o efeito de 5 sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um latossolo bruno álico na região de Guarapuava,

cultivado por seis anos e meio com a rotação soja - trigo - soja - cevada e um ano e meio com a rotação de ervilhaca (Vicia sp.) para adubação verde seguida de milho no verão, concluindo que o sistema de plantio direto produziu cerca de 22% a mais de grãos no inverno que o plantio convencional no período analisado e que houve um aumento na disponibilidade de nutrientes nos 2 cm superficiais no solo no sistema de plantio direto.

DEBARBA; AMADO (1997), avaliando o desenvolvimento de sistemas de produção de milho no sul do Brasil, demostraram que os maiores rendimentos de grãos foram obtidos na rotação aveia + ervilhaca / milho, com aplicação de 120 kg/ha de N, proporcionando um rendimento 4,22 t./ha de matéria seca de e uma produção de 5.390 kg/ha de grãos. Este resultado deve-se, provavelmente não somente à absorção de N, mas também melhor cobertura do solo, responsável pela manutenção de uma maior umidade na camada de 0 a 7 cm do solo. Com a utilização de leguminosas nos sistemas de produção, foi possível reduzir pela metade a adubação nitrogenada do milho. Embora não havendo diferença significativa entre os adubos verdes de inverno, a menor relação C/N das leguminosas propicia maior velocidade de decomposição dos resíduos (mineralização) e liberação do N para o solo, ficando parte do nutriente disponível para o milho desde seu desenvolvimento.

PÖTTEKER; ROMAN (1994), estudando o efeito de resíduos de culturas sobre a resposta do milho a nitrogênio, observaram que a resposta do milho depende do tipo de cobertura do solo precedente e particularmente leguminosas as quais contribuem com quantidades variáveis de N para o milho. Estimou-se a aparente contribuição de 239 kg de N/ha quando a cobertura era de chícharo (*Lathyrus sativus* L.) e de 24 a 45 kg de N/ha quando a cobertura era de ervilhaca (*Vicia sativa* L.). SANTOS; PEREIRA (1994),

em Guarapuava - PR, concluíram que o milho antecedido por ervilhaca (ervilhaca após trigo; ervilhaca após trigo e linho) produziu maior rendimento na média dos anos estudados do que o milho antecedido por tremoço, aveia ou cevada.

O resíduo deixado após pastejo e mesmo os diferentes tipos de espécies utilizadas para alimentar o rebanho podem proporcionar rendimentos diferenciados para as culturas subsequentes a pastagem, da mesma forma que as coberturas tradicionalmente adotadas. Porém há a necessidade que experimentos sejam conduzidos sob condições variadas, uma vez que a adoção de pastagens em sistemas de rotação de culturas vêm sendo utilizada há vários anos sem base científica para a caracterização de fatores limitantes e benéficos ao sistema pelas pastagens com reflexos no rendimento das culturas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na gleba denominada campo 12, pertencente a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) da Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., Colônia Vitória, Distrito de Entre Rios no Município de Guarapuava, Estado do Paraná. A área experimental está localizada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense (latitude 25°33'S , longitude 51°29'W, altitude 1095m).

3.2 CLIMA E SOLO

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb (MAAK, 1968), tendo a temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C, com verões frescos, sendo que a média do mês mais quente fica abaixo de 22°C. Não apresenta estação seca definida e há ocorrência de geadas severas e freqüentes. A precipitação anual varia de 1400 a 1800mm e os meses de abril e maio são os mais secos.

O solo onde se desenvolveu o experimento é classificado segundo EMBRAPA (1984), como uma associação entre o latossolo bruno álico relevo suave ondulado com cambissolo álico Tb relevo ondulado de vertentes curtas, substrato rochas do derrame de Trapp ambos com A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical. Os solos desta associação encontram-se distribuídos em proporções iguais na paisagem. O primeiro componente ocorre nas partes mais suaves do relevo (0 a 8%), enquanto que o segundo aparece nos locais de topografia mais movimentada (8 a 15%), ambos apresentam baixa

fertilidade natural, são extremamente álicos e apresentam boas propriedades físicas (EMBRAPA, 1984). Com vários anos de cultivos e das práticas de calagem e adubação, estes tornaram-se epieutróficos (V% acima de 50%), porém nas áreas de maior declividade o horizonte superficial encontra-se bastante desgastado, resultado de alguns anos de plantio convencional.

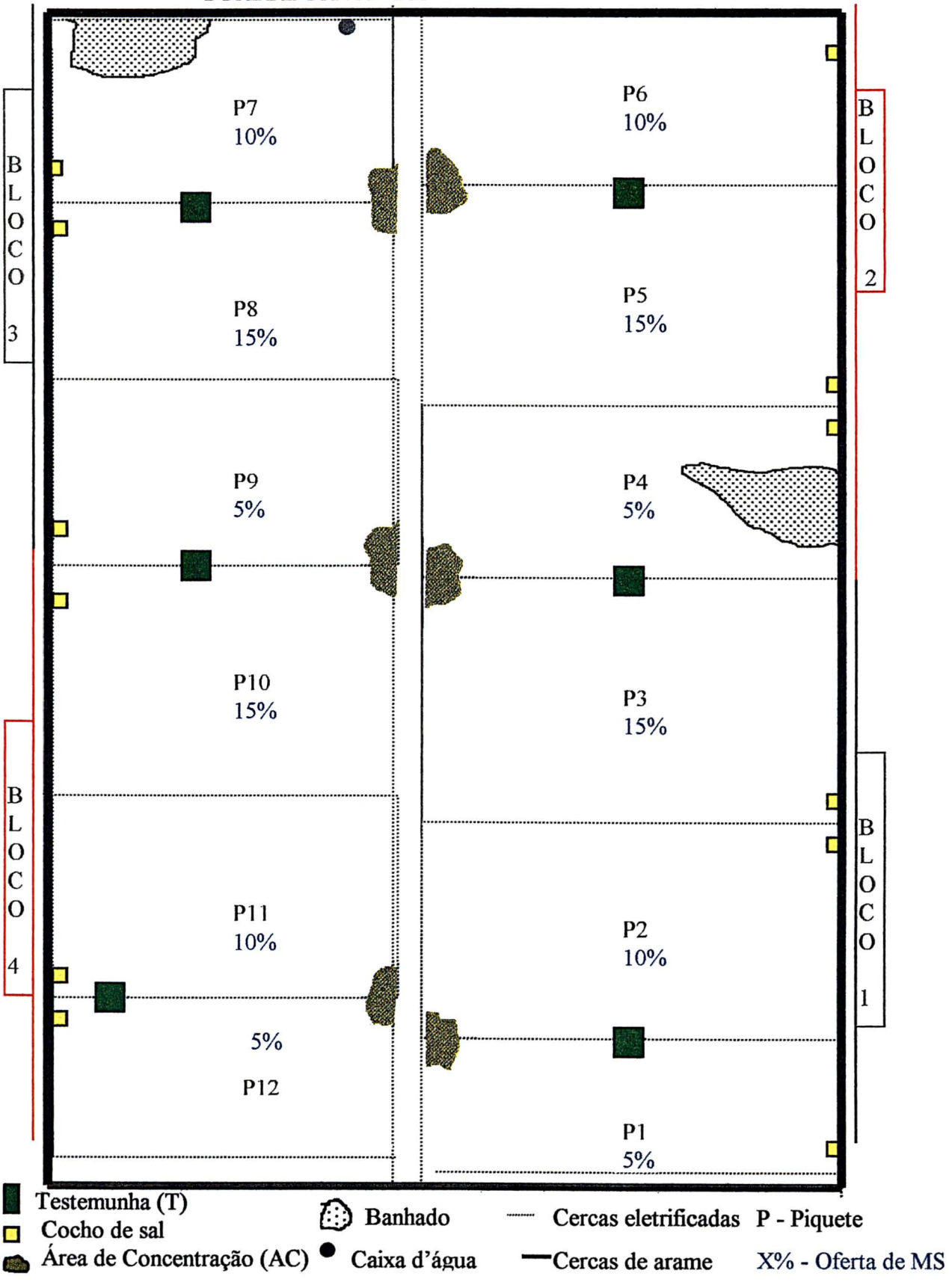
3.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental escolhido foi o de parcelas subdivididas ("Split-plot design"), distribuídas em 4 blocos completamente ao acaso, onde na parcela principal estavam as ofertas de matéria seca (5%, 10% e 15%) e dentro de cada parcela principal tinha-se três parcelas menores (subparcelas) representadas pelos locais de amostragem (local de concentração, área de pastejo e testemunha), onde foram coletas as amostras de solo para as análises químicas. O croqui da distribuição das parcelas com a sua respectiva oferta de matéria seca e locais de amostragem de solo é apresentado na Figura 1.

Os tratamentos estudados foram:

- níveis de oferta de matéria seca: foram definidos 3 níveis de oferta de matéria seca - 5 kg de matéria seca (MS) /100 kg de peso vivo (PV), 10kg MS/100 kg PV e 15kg MS/ 100kg PV; estes valores representam a oferta diária de matéria seca em função do peso dos animais;
- locais de amostragem: foram separados 3 locais de amostragem em cada piquete; local onde os animais se concentram para beber água e descansar (LC), área de pastejo (AP) e uma área vedada aos animais denominada de testemunha (T).

FIGURA 1 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL (CAMPO 12 - FAPA), COOPERATIVA AGRÁRIA MISTA ENTRE RIOS LTDA. GUARAPUAVA - PR



3.4 ÁREA EXPERIMENTAL

A área total do experimento somava 15 ha, constituída de 12 piquetes (parcelas) com áreas variando de 0,8 ha a 1,2 ha. As divisões entre os piquetes foi feita com cerca eletrificada com dois fios de arame liso, mantendo-se um corredor interno para possibilitar a condução dos animais até o centro de manejo para pesagens, tratamentos sanitários e também para deslocar os animais reguladores, Figura 1. Em todos os piquetes foram fornecidos água e sal mineral à vontade.

3.5 HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL E DURAÇÃO DO EXPERIMENTO

A área experimental vem sendo utilizada no sistema de plantio direto por mais de 10 anos, tendo sido cultivados o milho ou soja no verão e no inverno utiliza-se rotação com diversos cereais de inverno, tais como cevada, centeio, aveia branca, aveia preta, triticale (*X triticosereale*) e nabo forrageiro (*Raphanus* sp.). O milho para silagem antecedeu o plantio da pastagem de inverno no ano de 1995. Antes da entrada dos animais efetuou-se amostragem de solo na profundidade de 0 a 10 cm para se ter informações da homogeneidade das parcelas. O experimento foi conduzido por dois anos (10/04/95 a 15/04/97).

3.5.1 Condução do experimento

O experimento foi instalado após a colheita do milho para silagem, sendo semeada a pastagem hibernal em 29/04/95, constituída pelas seguintes espécies: centeio (*Secale*

cereale) cv. BR 1 e aveia branca (*Avena sativa*) cv. FAPA 1, utilizando-se 50kg de centeio/ha e 70 kg de aveia/ha, com um espaçamento de 17cm, semeados diretamente sobre os resíduos da cultura anterior e azevém (*Lolium multiflorum*) que se estabeleceu por ressemeadura natural. Foram utilizados no plantio 200 kg/ha de adubo fórmula 5-25-25 (N, P e K). Posteriormente, em 08/06/95, foi feita uma adubação de cobertura com 70 kg de uréia. O pastejo teve início em 06/06/95 quando a disponibilidade média de MS/ha (Anexo 1) entre os piquetes era de 1787 kg. Os animais foram distribuídos nos piquetes em função da quantidade de peso vivo necessária para manter a oferta desejada em cada piquete.

O final do período de pastejo foi em 05/10/95 em função de uma estiagem prolongada, que prejudicou o crescimento da pastagem, não permitindo a manutenção dos animais dentro dos tratamentos de menor oferta. Após a saída dos animais a pastagem cresceu livremente por 35 dias até o plantio da soja. Foi realizada amostragem do solo nos locais experimentais 20 dias após a saída dos animais.

Para a implantação da soja foi efetuada dessecação da pastagem com herbicida marca comercial Zapp® (sulfosate 480 g/L i.a.) na dosagem de 3 L/ha e simultaneamente foi semeada a soja cultivar BR 16 por ser a mais representativa da região, num espaçamento de 40cm entre linhas, utilizando-se 100 kg de sementes/ha e recebendo 200 kg de adubo fórmula 00-25-25 (N, P e K). A colheita da soja foi realizada em 12/04/96, tendo sido separadas as áreas correspondentes às subparcelas (local de concentração, área de pastejo e testemunha), nestes locais foi colhida uma área útil de $10m^2$ (5 linhas por 5 metros lineares), sendo que as plantas foram arrancadas manualmente e posteriormente trilhadas para a coleta dos grãos. Os grãos colhidos foram separados das impurezas através de passagem em ventilador e a seguir encaminhados para determinação da umidade no

momento da colheita e pesagem. Os valores das produções encontradas foram corrigidos para 13% de umidade.

Após a colheita da soja (04/05/96) foram aplicados a lanço, 3 toneladas de calcário calcítico/ha e foram semeados diretamente sobre a palhada da soja, as leguminosas forrageiras trevo branco *(Trifolium repens)* utilizando-se 2kg de sementes/ha, trevo vermelho (*Trifolium pratense*) utilizando-se 6kg de sementes/ha e as gramíneas forrageiras aveia branca (*Avena sativa*) cv. FAPA 1 utilizando-se 70kg de sementes/ha e azevém (*Lolium multiflorum*) cv. comum utilizando-se 20kg de sementes/ha, todas com espaçamento de 17 cm entre linhas. Esta pastagem recebeu 250kg de adubo formulado 5-25-25 + 1% Zn e a aplicação de 130 kg/ha de uréia 40 dias após a emergência. Os piquetes foram novamente divididos com cerca elétrica de dois fios, ficando a área experimental idêntica ao ano anterior (Figura 1). O início do pastejo foi em 12/07/96, quando havia uma disponibilidade média de 1548 kg de MS/ha (Anexo 1), tendo sido os animais distribuídos nos piquetes em função da quantidade de peso vivo necessária para manter a oferta desejada. Em agosto de 1996 foi realizada uma aplicação de inseticida triclorfom na dose de 2 L/ha, para o controle da lagarta do trigo (*Pseudaletia sequax* Françlemont) que infestava o campo experimental.

O período de pastejo estendeu-se até 07/10/1996, quando foi realizada a pesagem final dos animais.

Procedeu-se nova amostragem do solo, nas subparcelas (locais de amostragem), 20 dias após a saída dos animais. Foi aplicado em 08/11/96 o herbicida Roundup® (Glyphosate 360 g/L i.a.) na dosagem de 1,2 L/ha para dessecar as gramíneas e provocar um estresse nas leguminosas com a finalidade de que estas paralisassem o seu crescimento

e não competissem com o milho nos seus estágios iniciais. A semeadura do milho foi realizada em 17/11/96, sendo a cultivar utilizada a XL 210, semeada diretamente sobre a pastagem, 09 dias após a aplicação do herbicida. Foi utilizado o espaçamento de 80cm entre linhas e 400 kg de adubo fórmula 5-25-25 (N, P e K) + 1% Zn. Foi aplicado o herbicida Sanson® (Nicosulfuron 40 g/L i.a.) na dosagem de 1 L/ha em pós-emergência para o controle de plantas daninhas. Realizou-se a primeira adubação nitrogenada em 03/12/96 e a segunda em 30/12/96, em ambas utilizou-se 120 kg/ha de uréia. O milho foi colhido para silagem deixando-se as plantas completarem seu ciclo, com a finalidade de se estimar a produção de grãos nas subparcelas (locais de amostragem). Desta forma, foi colhida uma área útil de 16 m^2 (4 linhas por 5 metros lineares), manualmente, em 15/04/1997, as espigas colhidas foram debulhadas e dos grãos determinados seu peso e umidade. Os valores das produções encontradas foram corrigidos para 13% de umidade.

3.5.2 Coleta e análises de solo

O solo foi coletado aleatoriamente em cada uma das subparcelas (Local de Concentração, Área de Pastejo e Testemunha) de cada piquete, de forma estratificada, a saber: 0 a 2,5cm; 2,5 a 5,0cm; 5,0 a 10,0cm e 10,0 a 20,0cm, foi utilizado para tanto, trado tipo calador, sendo que 25 amostras simples compuseram uma amostra composta por local (subparcela), totalizando 144 amostras compostas. O solo foi coletado por dois anos consecutivos nos mesmos locais, sempre 20 dias após a saída dos animais.

As amostras coletadas foram colocadas em sacos plásticos, posteriormente transferidas para sacos de papel e então secas à 60°C em estufa. Em seguida, o solo foi peneirado em malha 2mm para serem realizadas as determinações analíticas.

Os parâmetros analisados foram: pH em $CaCl_2$ 0,01M; H+Al determinado pela solução tampão SMP; Al, Ca, Mg, K e Na extraídos com KCl 1N, sendo as determinações feitas por titulometria; P e K extraídos pelo extrator de Mehlich1(relação 1:10) e o C orgânico através do método Walkley-Black (Anexos 2 a 9). A CTC a pH 7,0 foi obtida pelo somatório dos teores de Ca, Mg, K, Na e H+Al. As análises químicas foram efetuadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná segundo as metodologias propostas por PAVAN et al. (1991), adaptadas a situações particulares deste laboratório.

3.5.3 Avaliações nos animais

3.5.3.1 Método de pastejo

O método de pastejo utilizado foi o contínuo, com carga animal variável, sendo utilizada a técnica *put and take* descrita por MOTT; LUCAS (1952). Nesta técnica o número de animais é variável em função da disponibilidade de forragem, porém, como em experimentos de pastejo é necessário medir o desempenho animal como resposta aos tratamentos, BLASER (1966) sugeriu o uso de dois tipos de animais experimentais: animais "testes", que são animais que permanecem na parcela experimental ao longo de todo o período de pastejo e se possível durante todo o experimento; e animais "reguladores", que são animais que entram e saem da parcela experimental de acordo com a variação na disponibilidade de forragem, regulando a oferta de matéria seca.

Foram utilizados três novilhos "testes" por piquete, animais inteiros (não castrados) da raça Charolês, com idades de 12 a 18 meses e com peso variando de 170 a 350 kg . Os

animais reguladores eram mestiços, alguns inteiros e outros castrados com idades de 18 a 24 meses e pesos variando de 140 a 400 kg.

Os animais foram identificados com brincos plásticos numerados e a eles foram fornecidos água e sal mineral à vontade. O controle sanitário seguiu o calendário normal de vacinação, desverminação e controle de ectoparasitas.

3.5.3.2 Pesagens

A cada 4 semanas foram feitas pesagens dos animais. Antes da pesagem os animais passavam por um jejum prévio (enxugo) de 12 horas com restrição de água e alimento.

3.5.3.3 Medidas

Os ganhos médios diários (GMD) foram obtidos periodicamente subtraindo o peso final de cada novilho "testes" do seu peso inicial, dividindo pelo período de tempo transcorrido entre as pesagens. Após obter o GMD individual, calculou-se a média de GMD de cada piquete.

O ganho por área foi calculado subtraindo-se o peso final de cada novilho do seu peso inicial em cada período avaliado. Após obter o ganho médio de peso individual, este foi multiplicado pelo número de animais e divididos pelas áreas dos piquetes. Os resultados foram padronizados para unidade hectare para se obter o ganho por hectare (G/ha).

3.6 ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE MATÉRIA SECA

A avaliação da disponibilidade de matéria seca foi realizada utilizando-se o método do disco, segundo metodologia de BARCELLOS (1990).

O disco de avaliação é constituído de uma placa de alumínio com área de 0,1 m^2 e espessura de 2 mm, que desliza livremente por uma haste dentada de alumínio de 50 cm, na qual cada dente representa 1 cm, está ligada por meio de uma engrenagem a um contador. Na parte superior do aparelho há um outro contador manual que serve para informar o número de pontos medidos.

Para se determinar a MS foram efetuadas 20 medições ao acaso na área total do experimento. Para cada ponto era anotada a altura dada no aparelho e cortada a forragem presente abaixo do disco (rente ao solo). As amostras cortadas foram ensacadas e colocadas para secar em estufa sob ventilação forçada a 65°C por 72 horas, após este período foram pesadas para determinação da massa seca. Em cada piquete foram amostrados outras 30 pontos aleatórios, onde anota-se somente a altura do aparelho, para se obter a altura média do piquete.

Com os valores de MS dos cortes (20 medições) e suas respectivas alturas, montou-se a seguinte equação de regressão:

$y = a + bx$, onde:

y = MS/ha

a = constante

b = coeficiente de regressão entre o peso seco e sua estimativa via disco

x = valor médio das alturas dadas no disco.

O cálculo da disponibilidade de MS de cada piquete foi feito em separado pela substituição do valor de "x" pelas alturas médias, lidas no disco, em cada parcela (30 pontos).

As equações foram ajustadas em intervalos de 4 semanas. A cada 2 semanas foram efetuadas amostragens intermediárias, para ajustar a carga animal se necessário. No Anexo 10 são apresentadas as equações de regressão e os coeficientes de determinação (R^2) obtidos.

3.7 AJUSTE DA CARGA ANIMAL

Os ajustes de carga animal foram baseados nas estimativas de MS obtidos pela equação de regressão acrescida de uma taxa de crescimento estabelecida para o período, resultando na disponibilidade de MS dos piquetes para o período. A taxa de crescimento foi estimada em função da distribuição de forragem das espécies envolvidas, obtidas na região. Com a disponibilidade de MS dos parcelas para o período de pastejo.

Calculou-se a carga animal para alcançar a oferta estabelecida para o parcela da seguinte forma:

Considerando-se, por exemplo, o mês de junho uma pastagem composta por aveia branca, trevo branco e azevém, numa parcela de 1,2 ha com disponibilidade de MS estimada pela equação de regressão de 1750 kg MS/ha, uma taxa de crescimento estimada em 70 kg MS/ha/dia para um período de pastejo de 28 dias e uma oferta de10 kg MS para 100 kg de PV, ter-se-ia o seguinte ajuste: 1750 kg MS/ha / 28 dias de pastejo correspondendo a 62,5 kg MS/ha/dia (MS atual) acrescida de 70 kg MS/ha/dia (taxa de

crescimento), obtendo-se uma disponibilidade de 132,5 MS/ha/dia. Para tanto, desejou-se ofertar então tem-se por regra de três:

10 kg MS/ha/dia $\Rightarrow$ 100 kg PV

132,5 kg MS/ha/dia $\Rightarrow$ X kg PV $\Rightarrow$ X= 1325 kg PV/ha.

Desta forma, 1325 kg PV/ha/dia seriam necessários para alcançar-se a oferta 10 kg MS para 100 kg de PV. No entanto a área do exemplo é de 1,2ha, portanto necessitar-se-ia 1590kg PV. Supondo que dispomos de novilhos com peso médio de 300 kg, então teríamos teoricamente 5,3 novilhos (na prática 5 novilhos) em 1,2 ha para manter uma oferta de10 kg MS para 100 kg de PV.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O efeito da pastejo animal nos parâmetros químicos do solo foi avaliado nas diferentes profundidades nos dois anos do experimento através de análise de variância (ANOVA) para o modelo estatístico de parcelas subdivididas (Split plot) e a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A ANOVA dos rendimentos das culturas e os ganhos por área e por animal foram feitos pelo modelo estatístico de blocos ao acaso. Nos dois modelos foi utilizado o programa estatístico STATGRAFICS versão 7.1.

Para melhor compreensão do leitor será explicado o quadro de ANOVA para o potássio (K), (Anexo 11) e um teste de comparação de médias (Anexo 12). Os demais parâmetros analisados neste experimento são apresentados (Anexos 13 e 14) de maneira resumida onde será mostrado somente o valor do F e o nível descritivo (terminologia atualmente mais aceita) ou P-valor.

Escolhido o modelo (Split - plot) realizou-se a ANOVA. É bem sabido que antes da ANOVA deve-se proceder os testes de homocedasticidade (homogeneidade de variâncias) e de normalidade. O primeiro, homogeneidade de variâncias está ligada ao quadrado médio do resíduo (QM_{RES}) que define o valor de F e que por sua vez determina o nível descritivo o qual é responsável para a tomada de decisão quanto a comparação dos teores de K no experimento. Portanto, se o teste não for realizado o QM_{RES} pode estar viciado e, consequentemente, a decisão poderá estar incorreta. Quanto ao segundo pressuposto, embora seja menos importante que o primeiro, pois a ANOVA é robusta quanto a normalidade, também deve ser verificado, já que se os resíduos não tiverem distribuição normal, os QM não terão distribuição x^2 (qui-quadrado) e o valor de F, razão de dois QM, não terá, portanto, distribuição F. Assim, a tomada de decisão também estará comprometida.

Sempre que houver uma ANOVA que contenha interação, esta deve ser analisada em primeiro lugar. Pois, na presença de interação um fator pode estar influenciando outro, tanto de forma positiva quanto negativa. Desta forma, os fatores não podem ser analisados separadamente. Nos quadros de ANOVA deste trabalho, verificou-se a inexistência de interações. Assim, em todas as análises observou-se apenas os fatores principais (oferta e local) através do nível descritivo.

As hipóteses estatísticas deste trabalho foram: H_0 = as médias são iguais ($H_{of} = \mu_{of1} = \mu_{of2} = \mu_{of3}$; $H_L = \mu_{L1} = \mu_{L2} = \mu_{L3}$; H_i = interação nula) e H_1 = há pelo menos um par de médias que difere.

O nível descritivo determina o quanto a amostra é rara de ocorrer, sendo definida pelo pesquisador a que nível de probabilidade ele pode rejeitar H_0, neste experimento

fixou-se 5% de probabilidade, onde se espera rejeitar H_0 não mais de 5 em cada 100 vezes, ou seja se o nível descritivo for maior que 5% rejeita-se H_0. Quando o H_0 é rejeitado isto indica a presença de uma ou mais diferenças reais entre os tratamentos testados, devemos então proceder um teste de comparação de médias dos tratamentos verificando quais são as médias diferentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EFEITO DOS NÍVEIS DE OFERTA MATÉRIA SECA NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

A Tabela 9 apresenta os valores médios de $pH_{(CaCl2)}$, Al e H+Al do solo em função das ofertas de MS estabelecidas nos dois anos de experimento.

TABELA 9 - VALORES MÉDIOS DE pH ($CaCl_2$), Al E H+Al PARA O SOLO, OBTIDOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES NOS ANOS DE 1995 E 1996 EM FUNÇÃO DAS OFERTAS DE MATÉRIA SECA

		PROFUNDIDADES							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	OFERTA	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
	5%	4,9ns	5,7ns	4,9ns	5,0ns	4,7ns	4,8ns	4,4ns	4,6ns
pH	10%	5,0ns	5,6ns	4,9ns	5,1ns	4,8ns	4,9ns	4,5ns	4,6ns
($CaCl_2$)	15%	5,0ns	5,7ns	4,9ns	5,0ns	4,8ns	4,9ns	4,5ns	4,7ns
	5%	0,10ns	0,00ns	0,16ns	0,10ns	0,36ns	0,24ns	1,02ns	0,83ns
Al	10%	0,06ns	0,00ns	0,16ns	0,13ns	0,30ns	0,26ns	0,96ns	0,85ns
($cmol_c.dm^{-3}$)	15%	0,10ns	0,00ns	0,17ns	0,10ns	0,29ns	0,22ns	0,77ns	0,64ns
	5%	7,41ns	5,17ns	7,87ns	8,07ns	8,70ns	9,16ns	10,24ns	10,62ns
H+Al	10%	6,94ns	5,55ns	7,76ns	8,27ns	8,41ns	9,34ns	10,12ns	10,52ns
($cmol_c.dm^{-3}$)	15%	7,11ns	5,13ns	7,66ns	8,51ns	8,47ns	8,91ns	9,83ns	10,60ns

NOTA: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. Ofertas: 5% (5kg MS/100kg PV); 10% (10kg MS/100kg PV) e 15% (15kg MS/100kg PV).

Pode-se observar que os valores de pH não tiveram diferença significativa entre as ofertas, porém, fica evidente o efeito da calagem efetuada no segundo ano do experimento

na profundidade de 0-2,5 cm, onde houve um aumento nos valores de pH e redução nos valores de Al e H+Al.

Houve diferença significativa nos teores de H+Al somente no primeiro ano (1995), sendo maiores os teores na oferta de 5%. Isto pode indicar que as áreas com maior carga animal (ofertas menores) podem ter pequeno efeito na acidez potencial do solo, uma vez que a utilização de pastagens podem promover uma acidificação devido ao maior retorno de íons H^+ provenientes da transformação de compostos nitrogenados adicionados ao solo pelas fezes e urina e também pela adubação nitrogenada das gramíneas, sendo que o efeito da acidificação fica condicionado às entradas e transformações do N no sistema.

A tendência de redução nos teores de H+Al no primeiro para o segundo ano do experimento, na camada de 0 - 2,5 cm, se deve provavelmente à calagem realizada, porém, deve-se observar que para as demais profundidades, ocorreu aumento na acidez potencial quando comparadas com o primeiro ano, o que pode indicar lixiviação de íons com caráter ácido em profundidade e também pelo desenvolvimento radicular exudando íons H^+, uma vez que os valores de Al tenderam a ser menores no segundo ano, indicando então somente o aumento na concentração de H.

HELYAR et al.(1997) estudando fenômenos de trocas na acidez e fertilidade do solo, numa rotação de trigo com pastagens anuais de trevo subterrâneo e azevém, durante seis anos observou altas taxas de acidificação refletindo alta taxa de nitrificação e lixiviação num sistema rico em N. Para esses autores, a acidez não é causada pelo carbono, acreditando ser derivada da acidez gerada no ciclo do N. A nitrificação (conversão de NH_4^+ em NO_3^-) e o subsequente movimento para baixo do NO_3^- tem sido apresentada como tendo um efeito na acidificação do solo, porque durante a nitrificação são liberados íons H_3O^+.

Desta forma quando N é adicionado ao solo em formas que são eventualmente nitrificadas (uréia, NH_4^+, fixação N e resíduos de leguminosas) as perdas por lixiviação de NO_3^- podem ter efeito acidificante no solo. Outro fator é o crescimento de leguminosas fixadoras de N_2 que envolvem um excesso de absorção de cátions e consequente exudação de H^+ pelas raízes para que seja mantido o balanço entre cátions e ânions na planta (HAYNES, 1983; JARVIS; HATCH, 1985).

Pela Tabela 10 pode-se observar que os teores médios de Ca e Mg, não variaram significativamente (P>0,05), ocorrendo no entanto uma tendência de aumento nos teores de Ca e Mg na superfície (0 - 2,5 cm), sendo este devido à calagem efetuada na superfície. Dados semelhantes foram encontrados por ELTZ et al. (1989), SANTOS; REIS (1989), SANTOS et al. (1995) e SANTOS; TOMM (1996).

TABELA 10 - VALORES MÉDIOS DE Ca E Mg DO SOLO, OBTIDOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES EM FUNÇÃO DAS OFERTAS DE MATÉRIA SECA, NOS ANOS DE 1995 E 1996

		PROFUNDIDADES							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	OFERTA	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
	5%	7,46ns	9,01ns	6,79ns	6,56ns	5,41ns	5,96ns	3,40ns	3,96ns
Ca	10%	7,01ns	8,70ns	6,65ns	6,75ns	5,46ns	5,82ns	3,26ns	3,78ns
($cmol_c.dm^{-3}$)	15%	7,34ns	8,31ns	6,94ns	6,56ns	5,93ns	5,89ns	3,67ns	3,84ns
	5%	3,49ns	3,94ns	3,27ns	3,01ns	2,74ns	2,30ns	2,11ns	1,81ns
Mg	10%	3,81ns	4,03ns	3,46ns	2,67ns	3,25ns	2,44ns	2,35ns	2,00ns
($cmol_c.dm^{-3}$)	15%	3,40ns	4,40ns	3,09ns	2,66ns	2,93ns	2,30ns	2,39ns	2,13ns

NOTA: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. Ofertas: 5% (5kg MS/100kg PV); 10% (10kg MS/100kg PV) e 15% (15kg MS/100kg PV).

Com exceção da profundidade de 0 - 2,5 cm onde os teores de Mg mantiveram-se altos, em função da calagem e da reciclagem deste elemento via palhada e excrementos animais, nas demais profundidades observou-se uma tendência de redução nos teores de Mg do primeiro para o segundo ano. Esta redução nos teores de Mg pode ser explicada pela grande absorção pelas plantas e sua deposição na superfície do solo através da palhada e excrementos animais.

Não houve diferenças significativas para os teores de K e Na (Tabela 11).

TABELA 11 - VALORES MÉDIOS DE K E NA DO SOLO, OBTIDOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, EM FUNÇÃO DAS OFERTAS DE MATÉRIA SECA, NOS ANOS DE 1995 E 1996

		PROFUNDIDADES							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	OFERTA	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
	5%	1,23ns	1,71ns	0,79ns	1,12ns	0,41ns	0,66ns	0,26ns	0,37ns
K	10%	1,12ns	1,88ns	0,89ns	1,22ns	0,42ns	0,70ns	0,23ns	0,41ns
($cmol_c.dm^{-3}$)	15%	1,34ns	1,91ns	0,85ns	1,34ns	0,46ns	0,86ns	0,26ns	0,44ns
	5%	0,06ns	0,09ns	0,04ns	0,05ns	0,02ns	0,03ns	0,02ns	0,02ns
Na	10%	0,06ns	0,07ns	0,04ns	0,04ns	0,03ns	0,03ns	0,01ns	0,02ns
($cmol_c.dm^{-3}$)	15%	0,06ns	0,09ns	0,04ns	0,05ns	0,03ns	0,03ns	0,02ns	0,02ns

NOTA: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. Ofertas: 5% (5kg MS/100kg PV); 10% (10kg MS/100kg PV) e 15% (15kg MS/100kg PV).

Porém pode-se observar que os teores de K foram mais altos na superfície do solo (profundidades de 0 - 2,5 cm e 2,5 - 5,0 cm) havendo um gradiente descendente da superfície para demais profundidades. Nota-se também a tendência dos teores de K serem pouco maiores na oferta de 15%, provavelmente por este tratamento oferecer maior cobertura do solo e maior profundidade de raízes o que pode reduzir as perdas de K. Além

disso, em todas as profundidades, os teores de K tenderam a aumentar do primeiro para o segundo ano, caracterizando sua elevada mobilidade e reciclagem. ELTZ et al. (1989), KLEPKER; ANGHINONI (1995) e SANTOS; TOMM (1996) também relatam teores elevados de K na superfície e um gradiente com o aumento das profundidades no sistema de plantio direto.

A Tabela 11 mostra que os teores de Na não diferiram significativamente entre as ofertas, ocorrendo no segundo ano pequeno aumento na camada superficial, provavelmente resultado da suplementação dos animais com sal mineralizado.

O P apresentou diferença significativa somente no primeiro ano na profundidade de 0 - 2,5 cm (Tabela 12).

TABELA 12 - VALORES MÉDIOS DE P E C DO SOLO, OBTIDOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, NOS EM FUNÇÃO DAS OFERTAS DE MATÉRIA SECA, NOS ANOS DE 1995 E 1996

		PROFUNDIDADES							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	OFERTA	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
	5%	28,8ns	34,9ns	16,8ns	24,4ns	8,5ns	15,2ns	3,6ns	6,4ns
P	10%	22,6ns	33,1ns	16,6ns	21,7ns	9,3ns	13,1ns	3,6ns	4,9ns
($mg.kg^{-1}$)	15%	27,7ns	36,0ns	17,4ns	22,7ns	11,2ns	15,6ns	4,8ns	5,9ns
	5%	43,9ns	49,0ns	36,5ns	38,2ns	-	-	-	-
C	10%	42,7ns	47,5ns	37,3ns	37,5ns	-	-	-	-
($g.dm^{-3}$)	15%	43,8ns	50,9ns	37,2ns	39,6ns	-	-	-	-

Nota: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. Ofertas: 5% (5kg MS/100kg PV); 10% (10kg MS/100kg PV) e 15% (15kg MS/100kg).

No ano de 1995 a cobertura do solo sob as ofertas de 5% e 10% foi menor que a 15%, esta menor cobertura foi o resultado da redução da matéria seca da pastagem pelo consumo dos animais juntamente com o limitado crescimento da pastagem devido a forte

estiagem que ocorreu. Nestas ofertas o solo ficou com pouca palha e em alguns locais praticamente descoberto, o que provocou uma redução na umidade e aumento na temperatura nas camadas superficiais, podendo ter afetado a mineralização do P. ROWARTH et al. (1985) concluem que a taxa de degradação das fezes e subsequente movimento de P para o solo é altamente dependente das condições climáticas. Esses autores observaram que no inverno/primavera a degradação das fezes ocorreu dentro de 28 dias como resultado da alta precipitação e atividade biológica, enquanto que no verão o material fecal persistiu por até 3 meses. O pastejo tem efeito maior na composição e na taxa de crescimento da pastagem, independente das diferentes taxas de recuperação das espécies componentes após o pastejo. Isto sugere que a eficiência da ciclagem do P em relação a perdas ou ganhos sobre o solo, pode ser determinada pela relativa importância a fatores associados com o crescimento da pastagem comparados com a sua utilização (GILLINGHAM, 1980). Segundo TISDALE et al. (1993), a mineralização do P do solo ou de resíduos de culturas é dependente da atividade biológica e de aumentos da temperatura, os quais estimulam a atividade biológica, contudo a umidade do solo também influencia a eficiência e disponibilidade de P, sendo que a atividade da fosfatase é afetada pela umidade e temperatura do solo, além de outros fatores. Juntamente com estes fatores de ordem climática, nas ofertas de 5% e 10% havia inicialmente maior número de animais e portanto maior número de dejeções, sendo provável maior imobilização de P dentro das placas de esterco.

No segundo ano (1996), não se observaram diferenças significativas nos teores de P entre as ofertas, sendo que, de maneira geral, os teores de P tenderam a ser maiores que no

ano anterior. Isto se deve ao bom crescimento da pastagem e a melhor precipitação no segundo ano.

Para o carbono não se observaram diferenças significativas entre as ofertas (Tabela 12), mas quando se compara os dois anos há um acréscimo considerável no seu teor. Uma das razões é de que no primeiro ano a cultura do milho que antecedeu a pastagem contribuiu com pouco resíduo, uma vez que este foi colhido para silagem, juntamente com a baixa produção de matéria seca da pastagem neste ano devido a estiagem. Para o segundo ano os valores são mais elevados principalmente porque a cultura que antecedeu a pastagem foi a soja, a qual produz grande quantidade de resíduos e da boa produção de MS da pastagem no segundo ano.

BAYER; MIELNICZUK (1997) comparando métodos de preparo e sistemas de culturas tendo o campo nativo como referência, observaram que o método sem preparo e com cobertura de aveia + trevo + milho proporciona teores de carbono muito próximos ao campo nativo na camada de 0-5 cm. Os autores afirmam que a aproximação do conteúdo de carbono do solo à situação natural, somente foi possível associando-se sistemas de cultura que adicionaram grandes quantidades de resíduos vegetais ao solo e de métodos de preparo sem revolvimento, ou revolvimento reduzido.

4.2 EFEITO DE LOCAIS AFETADOS POR EXCREMENTOS ANIMAIS NA FERTILIDADE DO SOLO

Pode-se observar na Tabela 13, que provavelmente devido à insuficiência de tempo para que os efeitos se manifestem, não houve alterações significativas de pH entre os tratamentos. Verifica-se que a testemunha tendeu a conservar os mesmos valores de pH nas profundidades de 2,5 - 5,0; 5,0 - 10,0 e 10,0 - 20,0 cm enquanto que nos tratamentos onde os animais estiveram presentes, houve pequeno aumento no pH nestas profundidades, quando se compara os dois períodos experimentais.

TABELA 13 - VALORES MÉDIOS DE pH ($CaCl_2$), Al E H+Al DO SOLO, OBTIDOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES NOS LOCAIS AMOSTRADOS, NOS ANOS DE 1995 E 1996

		Profundidades							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	LOCAL	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
pH ($CaCl_2$)	LC	5.1ns	5.8ns	5.0ns	5.0ns	4.7ns	4.8ns	4.5ns	4.6ns
	AP	5.0ns	5.8ns	4.9ns	5.0ns	4.8ns	4.9ns	4.5ns	4.6ns
	T	4.9ns	5.6ns	4.9ns	5.0ns	4.8ns	4.9ns	4.5ns	4.6ns
Al ($cmol_c\ dm^{-3}$)	LC	**0,02a**	0,00ns	0,11ns	0,10ns	0,30ns	0,25ns	0,80ns	0,79ns
	AP	**0,08ab**	0,00ns	0,19ns	0,09ns	0,35ns	0,21ns	0,80ns	0,61ns
	T	**0,16b**	0,00ns	0,16ns	0,13ns	0,31ns	0,27ns	1,14ns	0,91ns
H+Al ($cmol_c.dm^{-3}$)	LC	**6,49a**	5.08ns	7,61ns	8,35ns	8,30ns	9,55ns	9,52ns	10,44ns
	AP	**7,23ab**	5.01ns	7,77ns	8,34ns	8,70ns	8,76ns	10,15ns	10,43ns
	T	**7,39b**	5.75ns	7,80ns	8,16ns	8,60ns	9,10ns	10,53ns	10,87ns

NOTA: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. LC = local de concentração; AP = área de pastejo e T= testemunha

Pela Tabela 13 ficam evidentes os efeitos da calagem na primeira camada de solo (0-2,5 cm), também há um gradiente de pH entre as demais profundidades. SAUNDERS (1984) não encontrou diferenças significativas em locais afetados e não afetados por excrementos animais.

A aplicação de 3 ton./ha de calcário em superfície no segundo ano também reduziu os teores de Al e H+Al na camada de 0 - 2,5 cm, sendo que os teores de Al nas demais profundidades também diminuíram do primeiro para o segundo ano de experimento. A acidez potencial representada pelo H+Al aumentou em profundidade, tendo aqui este parâmetro apresentado comportamento semelhante aos obtidos quando de sua comparação com os tratamentos de diferentes ofertas de matéria seca, isto se deve provavelmente pela lixiviação de íons com características ácidas e também pelo aumento de raízes nas camadas mais profundas com exudação de íons H^+, conforme apresentado anteriormente. BENACCHIO et al. (1970) encontraram uma correlação inversa entre K e pH, sendo que o aumento no K disponível parece ser positivamente relacionado com o aumento na concentração do íon H^+.

Para o Ca não foram observadas diferenças significativas entre os locais amostrados (Tabela 14). Somente na primeira camada houve aumento entre o primeiro e o segundo ano, o qual está relacionado com a calagem.

Os teores de Mg (Tabela 14), variaram significativamente entre os locais amostrados somente no primeiro ano (1995). O teor de Mg nos locais onde os animais estiveram presentes foi maior do que na área testemunha no primeiro ano na camada superficial (0 -2,5 cm), isto pode ser devido a maior reciclagem deste elemento via fezes

dos bovinos, que pode ser caracterizado nos locais de concentração. Quando se compara os dois anos e excluí-se a camada superficial nota-se que os teores de Mg diminuíram do primeiro para o segundo ano, talvez isto possa ser explicado por uma maior absorção do elemento pelas plantas e redistribuição na camada superior pela palhada e pelos excrementos animais. Um outro fator que pode explicar essa diminuição é o fato do aumento de cátions como por exemplo K^{+} e Ca^{++} e ânions como NO_3^- e Cl^- deslocando o Mg do complexo de troca.

TABELA 14 - VALORES MÉDIOS DE Ca E Mg EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, NOS DOIS ANOS AVALIADOS E EM FUNÇÃO DOS LOCAIS AMOSTRADOS

		PROFUNDIDADES							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	OFERTA	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Ca ($cmol_c.dm^{-3}$)	LC	7,19ns	8,55ns	6,57ns	6,19ns	5,47ns	5,38ns	3,78ns	4,16ns
	AP	7,00ns	8,98ns	6,58ns	6,83ns	5,28ns	6,06ns	3,36ns	3,68ns
	T	7,61ns	8,49ns	7,23ns	6,85ns	6,06ns	6,22ns	3,17ns	3,74ns
Mg ($cmol_c.dm^{-3}$)	LC	4,00a	4,04ns	3,27ns	2,42ns	3,15ns	2,23ns	2,29ns	1,91ns
	AP	3,52ab	4,22ns	3,27ns	2,83ns	2,80ns	2,33ns	2,24ns	2,10ns
	T	3,18b	4,11ns	3,28ns	3,08ns	2,97ns	2,47ns	2,32ns	1,93ns

NOTA: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. LC = local de concentração; AP = área de pastejo e T= testemunha

WATKIN (1957) apontou três causas para a variação nos teores de Mg em pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas: a alta produção da pastagem particularmente na primavera, evidenciando grande demanda de Mg; alterações no balanço entre gramínea/ leguminosa, uma vez que os trevos contêm maiores teores de Mg que as

gramíneas e o efeito antagônico ou benéfico de outros íons. WEEDA (1977) relatou uma acumulação de Mg na camada superficial do solo (0-3,8 cm), sendo que os teores de Mg aumentaram cerca de seis vezes quatro meses após a aplicação de fezes e após um ano e meio da aplicação os teores eram cerca de três vezes maiores que antes da aplicação das fezes. WILLIAMS; HAYNES (1995) constataram que 36 meses após a aplicação de fezes os níveis de Mg trocável ainda se apresentavam altos em todas as profundidades quando comparados com a testemunha. DURING; McNAUGHT (1961) demonstraram que a concentração de Mg foi diminuída igualmente por urina e KCl. HOOG (1981) verificou que após quatro anos de aplicação de fezes o Mg na camada de 0-7,5 cm foi alto e pouco Mg foi detectado na drenagem, porém, quando a urina foi aplicada, as perdas de Mg foram grandes, sugerindo que perdas de Mg sob manchas de urina podem ser causadas pelo movimento do Mg com Cl^- da urina. O movimento de cátions e ânions no solo, segundo HOOG (1981), foi afetado pela adição de fertilizantes contendo PK e PK+ urina. Verificou-se picos na concentração de Ca e Mg na drenagem quando PK e PK+ urina foram adicionados. O aumento na drenagem dos cátions também foi acompanhado pelos picos dos ânions NO_3^- e Cl^-, sugerindo perdas de Ca e Mg pelo aumento na concentração de NO_3^- e Cl^-. DURING et al.(1973) constataram aumentos no Mg trocável nas camadas de 0-2,5 cm e 2,5-7,5 cm pela adição de fezes e uma diminuição pela aplicação de superfosfato e KCl + urina. Isto ilustra a importância prática das fezes no ciclo do Mg em pastagens, sugerindo que perdas de Mg pela fertilização com KCl e urina. Em solos que requerem regulares aplicações de KCl, as perdas de Mg podem ser apreciáveis em áreas sob pastejo, principalmente em solos arenosos (WEEDA,1977).

Houve um efeito marcante nos locais amostrados para os teores de K e Na que podem ser observados na Tabela 15.

Os teores de K foram altos nos três locais amostrados, mas nos locais de concentração e áreas de pastejo, os teores são ainda maiores, indicando que este elemento foi amplamente reciclado pelos animais e que seus teores aumentaram do ano de 1995 para 1996. Nos locais de concentração de animais os valores de K praticamente dobraram do primeiro para o segundo ano, pode-se observar também uma aumento em profundidade indicando que há elevada movimentação deste elemento em profundidade.

TABELA 15 - Valores médios de K e Na em diferentes profundidades nos dois anos avaliados em função dos locais amostrados.

		PROFUNDIDADES							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	LOCAL	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
	LC	1,89a	3,07a	1,42a	2,38a	0,71a	1,55a	0,35a	0,73a
K	AP	1,15b	1,42b	0,72b	0,80b	0,33b	0,39b	0,21b	0,27b
($cmol_c.dm^{-3}$)	T	0,64c	1,00b	0,39b	0,50b	0,27b	0,29b	0,18b	0,23b
	LC	0,08a	0,13a	0,06a	0,07a	0,04a	0,05a	0,02ns	0,02ns
Na	AP	0,06b	0,07b	0,04b	0,04b	0,02b	0,03b	0,01ns	0,01ns
($cmol_c.dm^{-3}$)	T	0,04c	0,04b	0,03b	0,02c	0,02b	0,02c	0,01ns	0,01ns

NOTA: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. LC = local de concentração; AP = área de pastejo e T= testemunha

HOOG (1981) avaliou o movimento de K em tratamentos onde foram aplicados PK+ urina. Foram maiores as perdas de K trocável em profundidade no tratamento PK+ urina do que no tratamento com PK, mostrando que o K moveu-se mais no perfil do solo

sob a aplicação de urina. O K lixiviado em grandes profundidades não esta disponível às relativamente superficiais raízes de gramíneas e trevos e em muitas vezes é "perdido" nestas pastagens. Isto pode ser minimizado quando plantas com raízes profundas são utilizadas. Esse autor conclui que as altas perdas de K durante o primeiro ano de seu experimento foram causadas provavelmente por um desequilíbrio no solo, o qual produziu aumento e perdas de NO_3^- (com acompanhamento de perdas de cátions) na drenagem. As perdas de K por lixiviação em pastagens estão relacionadas às entradas de K da urina e ao uso de fertilizantes potássicos (DURING; McNAUGHT, 1961; WILLIAMS et al., 1988).

A aplicação da urina aumentou os teores de K trocável rapidamente nas camadas de 0 - 2,5 cm e 2,5 - 12 cm. O aumento no teor de K trocável foi estimado em 41% do K aplicado pela urina, sugerindo que as maiores perdas de K ocorreram durante a aplicação da urina (WILLIAMS et al., 1989). As maiores perdas de K ocorrem na camada de 0 - 12cm, porém as plantas são capazes de recuperar de 40 a 55 % do K sendo que perdas significantes de K da urina podem ocorrer (WILLIAMS et al., 1989).

Os resultados obtidos neste experimento são semelhantes aos encontrados por MATHEWS et al. (1994), que avaliaram o impacto do manejo da pastagem na distribuição de alguns nutrientes. Esses autores também separaram a pastagem em três zonas, locais onde os animais se concentravam para beber água, descansar e nos cochos para a suplementação alimentar (zona 1); locais próximos a zona 1 (zona 2) e a locais mais afastados da zona 1 (zona 3). O K aumentou no horizonte superficial (0-15 cm) na zona 1 em dois anos avaliados, no segundo ano os teores de K aumentaram grandemente na subsuperfície (15-30 cm), mas os teores foram maiores nas zona 1 do que nas outras zonas.

Nesse trabalho não houve interações entre as zonas amostradas com método de pastejo e método de pastejo com N, P, K e S trocáveis em dois anos de experimento. Esses autores consideraram que pode ter sido curto o período de estudo para resultar em diferenças entre os métodos de pastejo, sendo que sob as condições destes dois anos de estudo, a distribuição dos nutrientes reciclados foi igual para pastejo rotativo e pastejo contínuo bem manejado.

O K foi o elemento que demonstrou mais claramente a reciclagem de nutrientes via animal neste experimento, podendo facilmente identificar os locais de acúmulo de excreções. A redistribuição do K por bovinos em áreas de descanso é tipicamente mais pronunciada do que N, P, ou S, devido à sua alta concentração nas forrageiras e a pequena quantidade retida no corpo do animal (MATHEWS et al.,1994), sendo o N do solo de mais difícil caracterização e quantificação no que concerne ao valor fertilizante dos excrementos animais em pastejo devido a sua complexa relação com a fração orgânica do solo o que torna o K do solo um indicador mais real da reciclagem de nutrientes em áreas pastejadas (BENACCHIO et al., 1970).

Pode-se esperar para o N um comportamento semelhante ao do K em solos de pastagens, uma vez que o N também apresenta características de mobilidade no perfil do solo, principalmente na forma de NO_3^-. É importante notar que ânions como NO_3^- e Cl^- quando lixiviados levam consigo quantidades equivalentes de cátions como contra-íons (HOOG, 1981; WILLIAMS et al., 1990a).

O Na variou significativamente entre os locais amostrados, apresentando comportamento similar ao do K, uma vez que este elemento, segundo a série liotrópica

Al>H>Ca>Mg>K=NH_4>Na (TISDALE et al.,1993), é facilmente deslocável do complexo de troca pelos outros cátions, tendo portanto lixiviação no perfil do solo. Seus teores no primeiro ano são ainda baixos, porém, também caracterizam os locais onde os animais estiveram presentes, uma vez que a entrada deste elemento se fez via suplementação com sal + mineral. Pode-se observar maiores teores de Na foram obtidos nos locais de concentração (LC) em relação as áreas de pastejo (AP). Nas testemunhas os teores teores trocáveis de Na mantiveram-se praticamente inalterados nestes dois anos o que provavelmente se deve a ausência de bovinos nessas áreas. Pode-se observar também que nos locais de concentração (LC) há um maior gradiente descendente em profundidade nos teores de Na que na área de pastejo (AP) e testemunha (T). Isto se deve provavelmente ao fator mobilidade deste elemento no perfil, resultado da maior concentração de Na na superfície daquele tratamento. WEEDA (1977) observou aumento no teor de Na na camada de 0-7,6 cm após um mês da aplicação de fezes, sendo que este relata que o Na moveu-se abaixo da camada de 22,9 - 30,5 cm. SAUNDERS (1984) não encontrou diferenças significativas para os valores de Na em solos da Nova Zelândia, provavelmente em função dos elevados valores de Na observados naqueles solos.

Em algumas partes da Europa, a adubação de gramíneas com Na é considerada desejável. A concentração de Na entre 1% e 2% nas pastagens de gramíneas pode aumentar a "palatabilidade" e pode prover parte das necessidades de Na para os animais (TISDALE et al.,1993).

Observou-se um aumento dos teores de P do primeiro ano (1995) para o segundo ano (1996) tanto nas áreas onde os animais pastejaram quanto nos locais de concentração

(Tabela 16). Estes aumentos podem ser verificados quando comparamos estes locais com as testemunhas (locais sem a presença dos animais), as quais receberam as mesmas quantidades de adubo que as outras áreas, porém não houve a presença dos animais. Isto pode indicar que os animais em pastejo reciclam mais rapidamente o P visto que na testemunha a forma de reciclagem deste elemento é principalmente pela palhada depositada. Quando observamos os teores de P nos locais de concentração, onde há maior deposição de fezes, lembrando que o P é excretado quase que em sua totalidade pelas fezes, desta forma pode-se explicar seu maior teor nestes locais. Os maiores teores de P foram observados na camada superficial e estão de acordo com os obtidos por ROWARTH et al. (1985).

TABELA 16 - VALORES MÉDIOS DE P E C EM DIFERENTES PROFUNDIDADES NOS DOIS ANOS AVALIADOS EM FUNÇÃO DOS LOCAIS AMOSTRADOS

		PROFUNDIDADES							
		0 - 2,5 cm		2,5 - 5,0 cm		5,0 - 10,0 cm		10,0- 20,0 cm	
PARÂMETRO	LOCAL	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
	LC	34,8a	44,6a	19,4ns	26,2a	10,8ns	17,7ns	4,4ns	7,9ns
P	AP	22,6ab	33,3b	15,6ns	22,1ab	8,8ns	13,2ns	3,8ns	4,9ns
(mg. Kg^{-1})	T	21,5c	26,1c	15,8ns	20,6b	9,6ns	12,9ns	3,8ns	4,4ns
	LC	44,8ns	49,5ns	35,3ns	37,0ns	-	-	-	-
C	AP	42,9ns	49,3ns	37,2ns	37,9ns	-	-	-	-
($g.dm^{-3}$)	T	42,7ns	48,6ns	38,6ns	40,4ns	-	-	-	-

NOTA: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo. LC = local de concentração; AP = área de pastejo e T= testemunha

Em áreas onde a defecação ocorre frequentemente, tais como os locais de descanso, o solo pode ter um excesso de P. SAUNDERS (1984) encontrou valores muito altos para P

na camada de 0 - 7,5 cm, mas não notou diferenças entre as profundidades de 7,5 - 45,0 cm, porém, WEEDA (1977) constatou aumento de P na camada de 7,6 a 15,2 cm após 1 mês da aplicação de fezes, sendo seus dados são concordantes com os de BENACHIO et al. (1970) onde os teores de P aumentaram em profundidades abaixo de 7,5 cm, num solo argiloso, contrariando as afirmativas que este elemento é rapidamente fixado e relativamente imóvel.

Não houve diferenças significativas para os teores de carbono (Tabela 16), o que está de acordo com ELTZ et al. (1989), que na mesma região também não encontraram diferenças significativas no teor de matéria orgânica nas camadas estudadas, a exceção da seqüência plantio direto/plantio direto onde na camada de 0-1 cm mostrou maior teor, justamente pelo não revolvimento e consequente deposição superficial dos restos de cultura. Segundo esses autores devido ao clima frio da região, bem como ao teor de argila do latossolo bruno, os teores de matéria orgânica são normalmente altos.

O carbono foi analisado somente nas camadas superficiais, onde era de se esperar aumento de seu teor, visto que o experimento foi de curta duração e alterações poderiam ser notadas mais rapidamente nestas camadas. Segundo TESTA et al.(1992), os incrementos de carbono no solo nos anos iniciais ao estabelecimento de sistemas de cultivo em solo não revolvido restringem-se às camadas superficiais, mas com o tempo, os alterações ocorrem em camadas mais profundas, possivelmente como reflexo do desenvolvimento radicular das culturas e da atividade da fauna do solo.

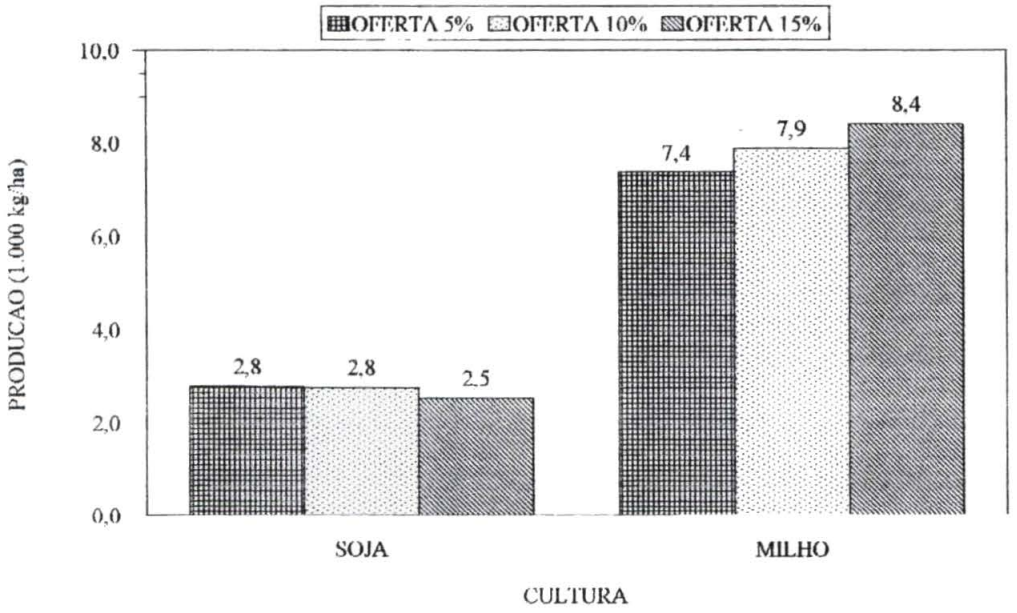
Quando são comparados o primeiro ano (1995) com o segundo ano (1996), verificou-se aumento considerável do C, provavelmente fruto da incorporação da biomassa

da pastagem. No entanto, a presença de animais não afetou o teor de C uma vez que não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos.

4.3 RENDIMENTO DE CULTURAS EM SUCESSÃO À PASTAGEM

Não houve diferença significativa entre as produtividades de soja e milho, tanto para as ofertas MS quanto para os locais amostrados (figuras 2 e 3).

FIGURA 2 - PRODUÇÕES DE SOJA E MILHO APÓS ROTAÇÃO COM PASTAGENS CONSORCIADAS DE INVERNO SOB NÍVEIS DE OFERTA DE MATÉRIA SECA, CAMPO 12 - FAPA, ENTRE RIOS - GUARAPUAVA - PR



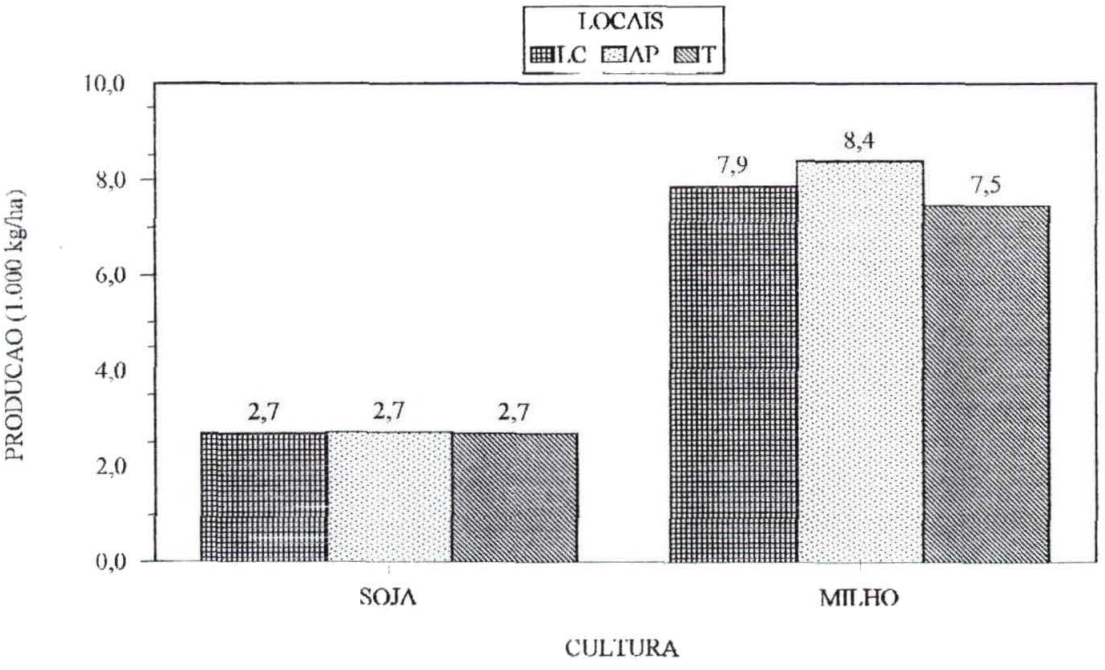
NOTA: os valores médios não foram significativos pelo teste de Tukey a 5%

Pode-se observar no entanto, que para as ofertas de 5% e 10% do PV a soja demonstrou uma tendência de produção pouco maior que na oferta de 15% do PV.

Nos locais de concentração (LC) a produção de soja foi igual à testemunha (T), esta comparação torna-se importante uma vez que nos LC o solo apresentava a superfície

extremamente compactada que dificultava até mesmo a entrada do trado calador até a profundidade de 10 cm. O uso de semeadeira de plantio direto com facão, rompeu bem esta camada, as sementes conseguiram germinar e as plântulas desenvolveram-se bem. Quando se compara o (LC) e a testemunha, nota-se que para o local de concentração (LC) houve comprometimento das características físicas do solo, por outro lado, também houve compensação química neste local. Este resultado contradiz o conceito de que animais pastejando em áreas de lavoura compactam e podem reduzir a produção das culturas. É importante observar que os locais de concentração (LC) representam apenas entre 1% e 3% da área total do piquete.

FIGURA 3 - PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO EM FUNÇÃO DOS LOCAIS AMOSTRADOS (LC - LOCAL DE CONCENTRAÇÃO; AP - ÁREA DE PASTEJO E T - TESTEMUNHA) APÓS ROTAÇÃO COM PASTAGENS CONSORCIADAS DE INVERNO, CAMPO 12 - FAPA, ENTRE RIOS - GUARAPUAVA - PR



NOTA: os valores médios não foram significativos pelo teste de Tukey a 5%

Ainda com relação a Figura 2, a oferta de 15% favoreceu a produção de milho, decrescendo para as demais ofertas, embora estas diferenças não sejam estatisticamente significativas. Esta maior produção na oferta de 15% se deve provavelmente a maior cobertura do solo e consequentemente maior retenção de umidade bem como menor variação na temperatura do solo, favorecendo o desenvolvimento do milho nesta oferta.

A Figura 3 demonstra que o milho cultivado nas áreas de pastejo (AP) teve uma produção de 917 kg/ha a mais que a testemunha e 516 kg/ha a mais que os locais de concentração (LC). Estas produções, embora não sejam estatisticamente diferentes, mostram uma tendência que necessita de confirmação na continuidade deste experimento. A maior produção obtida na área de pastejo (AP) pode ser também devida a uma cobertura maior do solo pelas leguminosas protegendo o solo da perda de umidade e também condicionando menor variação de temperatura de solo além de maior reciclagem de nutrientes pelas fezes e urina dos animais e principalmente do N através das leguminosas.

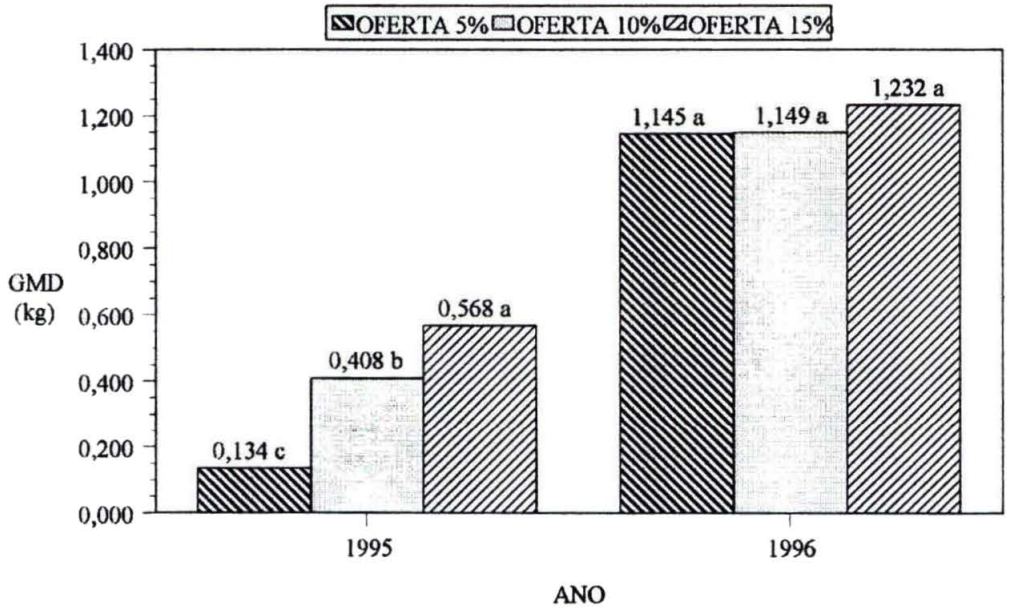
A Figura 3 apresenta também para o milho, que a produção no local de concentração (LC) foi maior que na testemunha (T), desta forma isto reforçaria a hipótese de que para os locais de concentração (LC) se houve comprometimento das características físicas do solo, houve por outro lado, uma compensação química. Outro fator que poderia explicar a menor produção da testemunha seria a imobilização de nutrientes dentro da palhada, diminuindo a velocidade de reciclagem para o solo.

4.4 RESPOSTA ANIMAL

4.4.1 Ganho médio diário

Pelos dados apresentados pela Figura 4, pode-se observar que houve diferenças significativas para o ganho médio diário (GMD) entre as ofertas de MS, somente no primeiro ano (1995).

FIGURA 4 - GANHO DE PESO MÉDIO DIÁRIO DE ANIMAIS EM MISTURAS DE ESPÉCIES DE ESTAÇÃO FRIA SOB NÍVEIS DE OFERTAS DE MATÉRIA SECA (kg MS/ 100 kg DE PV), NOS ANOS DE 1995 E 1996 EM GUARAPUAVA - PR



NOTA: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Estes ganhos estão muito abaixo daqueles que podem ser obtidos por esses animais e são o reflexo da pastagem, a qual foi constituída somente por gramíneas. Neste caso buscou-se a complementaridade de ciclos entre as espécies, utilizando-se o centeio com um ciclo mais precoce, a aveia com um ciclo intermediário e o azevém com um ciclo tardio.

Deve-se procurar utilizar a pastagem o mais breve possível neste caso, meados da segunda quinzena de maio, quando o centeio ainda não atingiu sua máxima taxa de crescimento e é a gramínea dominante neste estágio do consórcio.

Neste experimento, no primeiro ano (1995) os animais entraram em pastejo no início do mês de junho, quando o centeio já estava muito desenvolvido (emissão da folha bandeira). Passadas algumas semanas, esta gramínea entrou em florescimento e os animais passaram a rejeitá-la buscando pastejar a aveia. Entre julho e setembro deste ano, a região sofreu forte estiagem, o que prejudicou a aveia e o azevém reduzindo significativamente a produção de forragem de ambas. Desta forma a pastagem não cresceu satisfatoriamente havendo falta de forragem, o que limitou o consumo dos animais, os quais pastejaram os resíduos secos da aveia e do centeio. Após a saída dos animais houveram boas precipitações a pastagem rebrotou vigorosamente sendo então o azevém a gramínea dominante que floresceu e produziu sementes suficientes para garantir a sua ressemeadura.

No segundo ano (1996), apesar de não se observarem diferenças significativas para o GMD entre as ofertas de MS (Figura 4), obteve-se um GMD maior em relação ao primeiro ano (1995), uma vez que não ocorreram limitações para o crescimento da pastagem e portanto para o consumo dos animais. Naquele ano (1996), foram semeados aveia, azevém, trevo branco e trevo vermelho, que proporcionaram excelente produção de matéria seca e também alta qualidade pela presença das leguminosas. Os altos ganhos obtidos naquele ano se eqüivalem aos ganhos obtidos por animais confinados na região, demonstrando que a alta qualidade da forragem aproxima o animal de seu potencial de ganho. Os resultados do segundo ano (1996), foram superiores aos obtidos por

QUADROS; MARASCHIN (1987), que obtiveram valores de 705 g a 1.080 g/animal/dia onde era mantida uma pressão de pastejo de 6% do peso vivo. Por outro lado, comparando com os resultados de MOOJEN (1991) que no período de inverno observou perdas de 130 a 250 g/animal/dia e de MORAES (1991) com GMD de -51 g; 377 g; 592 g e 833g sob pressões de pastejo de 5,0; 9,2; 10,9 e 14,7 % do peso vivo respectivamente com os obtidos no presente trabalho pode-se observar a grande vantagem do sistema proposto na terminação de bovinos em pastagens cultivadas de inverno.

A carga animal utilizada nos dois anos de experimento, tendo-se considerado uma unidade animal (UA) equivalente a 450kg PV, é apresentada na Figura 5.

A carga animal comumente utilizada no Estado do Paraná está próxima a 0,5 UA/ha. Mesmo em condições desfavoráveis, o ganho obtido no primeiro ano (1995) ainda é algumas vezes maior que a realidade deste Estado.

4.4.2 Ganho por área

Pelos valores apresentados na Figura 6, houve diferenças significativas nos dois anos avaliados para o ganho por área (G/ha).

Segundo CAMPBELL (1961), as ofertas menores (baixa disponibilidade de MS) estão associadas a alta percentagem de utilização da pastagem e com isto uma alta produção por hectare. No presente trabalho, isto não se verifica no primeiro ano (1995), uma vez que os acréscimos na lotação nas ofertas menores representaram um decréscimo no ganho animal de tal ordem que os incrementos no ganho por área tornaram-se negativos.

Isto ocorreu por haver uma demanda de forragem superior a sua disponibilidade, restringindo o consumo animal e consequentemente o seu desempenho.

FIGURA 5 - CARGA ANIMAL (UA/ha) UTILIZADA EM CADA OFERTA DE MATÉRIA SECA (kg MS/100kg PV) EM PASTAGEM CONSORCIADA DE INVERNO NOS ANOS DE 1995 E 1996, CAMPO 12 - FAPA, GUARAPUAVA - PR

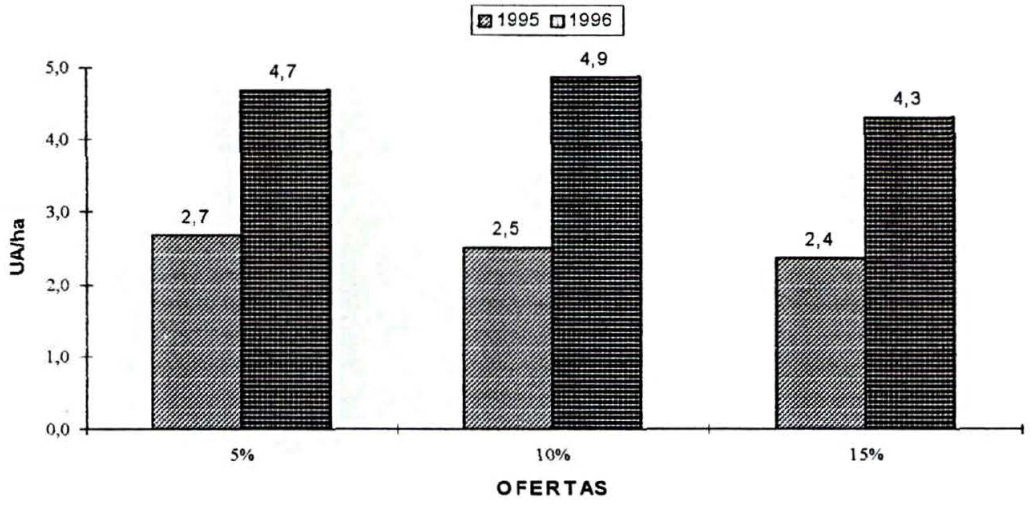
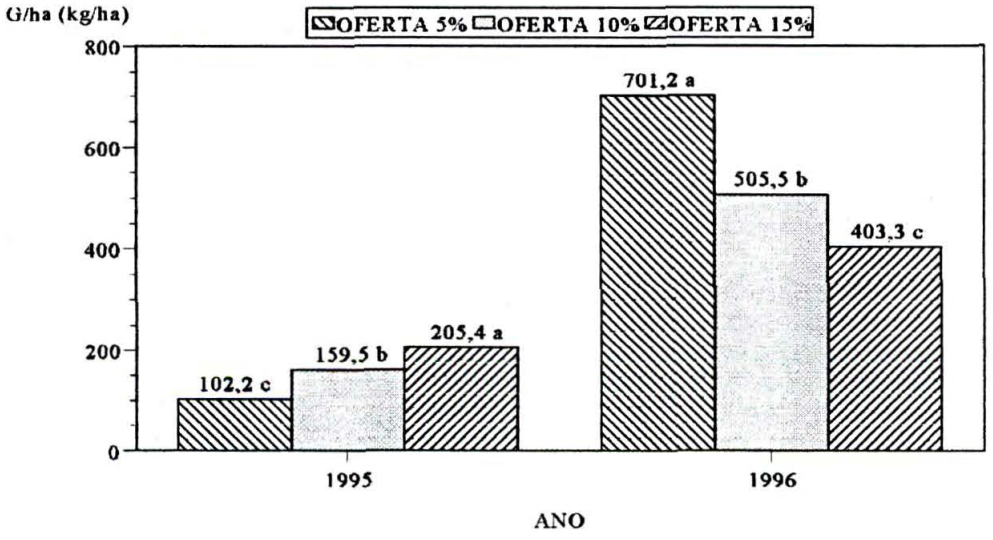


FIGURA 6 - GANHO DE PESO VIVO POR HECTARE (G/ha) DE BOVINOS PASTEJANDO MISTURAS DE ESPÉCIES DE ESTAÇÃO FRIA, SOB NÍVEIS DE OFERTAS DE MATÉRIA SECA, NOS ANOS DE 1995 E 1996, CAMPO12 - FAPA, GUARAPUAVA - PR



NOTA: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Embora tenham sido pequenos os ganhos no primeiro ano (1995), estes podem ser considerados razoáveis uma vez que neste período do ano há perda de peso nos rebanhos da região. MOOJEN (1991) obteve perdas de 15 a 39 kg de PV/ha durante o inverno em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. MORAES (1991) em pastagem de trevo branco e azevém conseguiu G/ha de -44 kg, 150kg, 246 kg e 212 kg para pressões de pastejo de 5,0; 9,2; 10,9 e 14,7% do PV respectivamente, durante o inverno no Rio Grande do Sul. Durante a primavera obteve ganhos de 210 kg, 285 kg, 393 kg e 294 kg quando as pressões de pastejo eram de 4,4; 7,1; 10,1 e 13,5 respectivamente, em pastagem de trevo branco + azevém + pangola. Segundo MORAES (1991), fica evidente que, em condições de solo com boa fertilidade e com pastagens de boa qualidade como azevém e trevo branco, bem manejados, é possível obter-se elevados rendimentos por área mesmo no período de inverno. Contudo não se deve esquecer das condições climáticas, as quais devem permitir suficiente acúmulo de MS das forrageiras para possibilitar o seu uso no início de junho.

É importante lembrar que os G/ha no Estado estão próximos aos 90 kg/ha/ano. Este experimento demonstra, portanto, que está-se perdendo grande potencial de produção de carne e leite a pasto.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi conduzido, os resultados permitem as seguintes conclusões:

Os tratamentos propiciaram alterações nas propriedades químicas do solo nos dois anos avaliados, ficando os nutrientes mais concentrados na camada de 0-5,0 cm.

Quanto aos níveis de oferta não foram observadas diferenças significativas para pH, Al, Ca, Mg, K, Na e C. A acidez potencial representada pelo H+Al teve uma tendência de aumento no segundo ano na camada de 2,5 a 20,0 cm, indicando uma possível acidificação pela elevação no teor de H, uma vez que os teores de Al foram reduzidos. Notou-se uma redução nos teores de Mg e aumentos nos teores de K, isto significa que pode estar ocorrendo um desequilíbrio destes elementos no solo. As variações nos teores de P no primeiro ano podem estar relacionadas a fatores ligados a decomposição dos excrementos e dos resíduos vegetais, alterando a velocidade de mineralização do P. Houve um aumento nos teores de C do primeiro para o segundo ano, isto se deve principalmente a maior quantidade de resíduos retornados.

Nos locais onde os animais estiveram presentes, de maneira geral, os parâmetros de fertilidade analisados foram maiores do que nas áreas sem a sua presença. O maior efeito foi para o K e Na. Os teores de K nos três locais amostrados são altos, porém os teores de K onde os animais estiveram presentes foram ainda maiores. Nos locais de concentração os teores de K praticamente dobraram de um ano para o outro, contudo observa-se nestes locais aumento considerável nos teores de K em profundidade, apontando que podem ocorrer grandes perdas por lixiviação em áreas de pastejo. O aumento nos teores de K nas

áreas onde os animais estiveram presentes, entretanto, pode levar a problemas de desequilíbrio nas bases trocáveis do solo a longo prazo. Houve um aumento nos teores de P nos locais onde os animais estiveram presentes, demonstrando que animais em pastejo reciclam mais rapidamente o P que os resíduos vegetais normalmente utilizados em plantio direto.

As produções de soja e milho não foram afetadas pela entrada de animais, tanto paras ofertas quanto para os locais, mostrando que pode-se pastejar no inverno áreas destinadas a lavoura no verão, em plantio direto, sem o comprometimento da produção das culturas. Observou-se uma tendência de maior produção de milho sucedendo a pastagem com maior resíduo (oferta de 15%).

Os ganhos médios diários e por hectare embora pequenos no primeiro ano, podem ainda ser considerados razoáveis, uma vez que os animais nesta época do ano geralmente perdem peso. Os elevados ganhos obtidos no segundo ano, demonstram o potencial das espécies forrageiras de inverno, justificando a importância de sistemas de produção de carne ou leite à pasto em nossas condições, tornando atrativa a integração lavoura-pecuária, pois esta permite a terminação de animais em áreas que anteriormente no inverno eram plantadas com culturas de baixa remuneração ou somente cobertura para plantio direto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 BALL, P.R; RYDEN J.C. Nitrogen relationships in intensively managed temperate grasslands. **Plant and Soil**, v.76, p.23-33, 1984.

2 BARCELLOS, A.O. **Avaliação de métodos para estimativas da massa de forragem em condições de pastejo.** Porto Alegre, 1990. 181p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1990.

3 BARROW, N.J.; LAMBOURNE, L.J. Partition of excreted nitrogen, sulfur, and phosphorus between the faeces and urine of sheep being fed pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.13, p.461-471, 1962.

4 BARROW, N.J. Chemical form of inorganic phosphate in sheep faeces. **Australian Journal of Soil Research**, v.13, p.63-67, 1975.

5 BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p.105-112, 1997.

6 BENACCHIO, S.S.; BAUMGARDNER, M.F.; MOTT, G.O. Residual effect of grain-pasture feeding systems on the fertility of the soil under a pasture sward. **Soil Science Society American Proceedings**, v. 34, p.621-624, 1970.

7 BETTERIDGE, K., ANDREWES, W.G.K.; SEDCOLE, J.R. Intake and excretion of nitrogen, potassium and phosphorus by grazing steers. **Journal of Agricultural Science**, v. 106, p.393-404, 1986.

8 BLASER, R.E. Efecto del animal sobre la pastura. In: PALADINES, O.L. (Ed.). **Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas.** Montevideo: IICA.1966. p.1-29.

9 BRONFILD, S.M.; JONES, O.L. The effect of sheep on the recycling of phophorus in hayed-off pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.21, p.699-711, 1970.

10 CAMPBELL, A.G. A theorical basis for grazing management. **Proceedings of the New Zealand Society Animal Production**, n. 21, p.18-32, 1961.

11 CASTLE M.E.; MACDAID, E. The decomposition of cattle dung and its effect on pasture. **Journal British of Grassland Society.** v.27, p.133-137, 1972.

12 DEBARBA, L.; AMADO T.J.C. Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.473-480, 1997.

13 DICKINSON, C.H.; CRAIG, C. Effects of water on the decomposition and release of nutrients from cow pats. **New Phytologist**, v.115, p.139-147, 1990.

14 DOAK, B.W. Some chemical changes in the nitrogenous constituents of urine when voided on pasture. **Journal of Agricultural Science**, v.42, p.162-171, 1952.

15 DURING, C.; McNAUGHT, K.J. Effects of cow urine on growth of pasture and uptake of nutrients. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.4, p. 591-605, 1961.

16 DURING,C.; WEEDA, W.C. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.16, p. 423-430, 1973.

17 DURING, C.; WEEDA, W.C.; DOROFAEFF, F.D. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake. II. Influence of dung and fertilizers on sulphate sorption, pH, cation-exchange capacity, and the potassium, magnesium, calcium, and nitrogen economy. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.16, p. 431-438, 1973.

18 ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades fisicas e químicas de um latossolo bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p.259-267, 1989.

19 EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba: SUDESUL/ IAPAR,1984. 2v. (Boletim Técnico, 27).

20 FAVARETTO, N. **Efeito de adubações e espécies forrageiras na composição química da planta e palhada e na fertilidade do solo em área degradada pela mineração do xisto**. Curitiba, 1996. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1996.

21 GILLINGHAM, A.G. Phosphorus uptake and return in grazed, steep hill pastures. I. Pasture production and dung and litter accumulation. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.23, p. 313-321, 1980.

22 HAYNES, R.J. Soil acidification induced by leguminosus crops. **Grass and Forage Science**, v.38, p.1-11, 1983.

23 HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v. 49, p.119-199, 1993.

24 HELYAR, K.R; et al. Changes in the acidity and fertility of red earth soil under wheat-annual pasture rotations. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.48, p.561-586, 1997.

25 HERRIOTT, J.B; WEELS, D.A. The grazing animal and sward productivity. **Journal of Agricultural Science**, v.61, p.89-99, 1963.

26 HOOG, D.E. A lysimeter study of nutrient losses from urine and dung applications on pasture. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v. 9, p. 39-46, 1981.

27 JARVIS, S.C.; HATCH, D.J. Rates of hidrogen ion efflux by notulated legumes grown in flowing solution culture with continuous pH monitoring and adjustament. **Annals of Botany**, v.55, p.41-55, 1985.

28 JONES R.K.; et al. Sustaining multiple production systems: 4. Ley pastures in crop-livestock systems in the semi-arid tropics. **Tropical Grasslands**, v.25, p.189-196, 1991.

29 KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.395-401, 1995.

30 LOVELL R.D.; JARVIS, S.C. Effect of cattle dung on soil microbial biomass C and N in permanent pasture soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.28, n.3, p.291-299, 1996.

31 MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

32 MACDIARMID, B.N.; WATKIN, B.R. The cattle dung patch: 1. Effect of dung patches on yield and botanical composition of surrounding and underlying pasture. **Journal British of Grassland Society,** v.26, p.239-245, 1971.

33 MACDIARMID, B.N.; WATKIN, B.R. The cattle dung patch: 3. Distribuition and rate of decay of dung patches and their influence on grazing behaviour. **Journal British of Grassland Society,** v.27, p.48-54, 1972.

34 MACLUSKY, D.S. Some estimates of the areas of pasture fouled by the excreta of dairy cows. **Journal British of Grassland Society**, v.15, p.181-188, 1960.

35 MARTEN, C.G.; DONKER, J.D. Seletive grazing induced by animal excreta: I. Evidence of occurrence and superficial remedy. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.773-776, 1964.

36 MATHEWS, B.W.; et al. Impact of grazing management on soil nitrogen, phosphorus, potassium, and sulfur distribuition. **Journal of Environmental Quality**, v.23, p.1006-1013, 1994.

37 MELO, J.S. Fundamentos para a integração lavoura-pecuária no sistema de plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo, RS. **Resumos.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. 182p.

38 MOHAMED SALLEN, M.A.; FISHER, M.J. Role of ley farming in crop rotations in the tropics. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton, Austrália. **Proceedings.** Rockhampton, Austrália, 1993. p.2179-2187.

39 MOOJEN, E.L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul, submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação.** Porto Alegre, 1991. 172p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1991.

40 MORAES, A. de. **Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens Stent*), azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) e trevo branco (*Trifolium repens L.*), submetida a diferentes pressões de pastejo**. Porto Alegre, 1991. 200p. Tese (Doutorado em Agronomia - Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1991.

41 MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS (6.: 1952: Pensylvania). **Proceedings.** Pensylvania: State College Press, 1952. p.1380-1385.

42 PAVAN, M.A.; et al. **Manual de análise química de solo.** Londrina: IAPAR, 1991. 32p.

43 PETERSEN R.G.; WOODHOUSE, W.W.; LUCAS, H.L. The distribuition of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility: I. Excretal distribuition. **Agronomy Journal**, v. 48, n.10, p.440-444, 1956a.

44 PETERSEN R.G.; WOODHOUSE, W.W.; LUCAS, H.L. The distribuition of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility: II. Efect of returned excreta on the residual concentration of some fertilizer elements. **Agronomy Journal**, v. 48, n.10, p.444-449, 1956b.

45 PÖTTEKER, D.; ROMAN E.S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.763-770, 1994.

46 QUADROS, F.L.F.; MARASCHIN, G.E. Desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, p.535-541, 1987.

47 ROWARTH, J.S.; et al. Release of phosphorus from sheep faeces on grazed, hill country pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.28, p. 497-504, 1985.

48 ROWARTH, J.S.; et al. Effects of season and fertilizer rate on phosphorus concentrations in pasture and sheep faeces in hill country. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.31, p.187-193, 1988.

49 ROWARTH, J.S; et al. Phosphorus balances in grazed, hill-country pastures: the effect of slope and fertilizer input. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.35, p. 337-342, 1992.

50 SAFLEY, L.M.; BARKER, J.C.; WESTERMAN, P.W. Characteristics of fresh dairy manure. **Transactions of the ASAE**, v.27, n.99, p.1150-1153, 1984.

51 SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Rotação de culturas. X. Efeitos de culturas de inverno e de soja na evolução dos níveis de nutrientes e de matéria orgânica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.295-302, 1989.

52 SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas em Guarapuava. XIV. Efeitos de sistemas de sucessão de culturas de inverno sobre algumas características agronômicas de milho, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.1691-1699, 1994.

53 SANTOS, H.P. dos; TOMM, G.O.; LHAMBY, J.C.B. Plantio direto versus convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação com cevada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.449-454, 1995.

54 SANTOS, H.P. dos; TOMM, G.O. Estudo da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.407-414, 1996.

55 SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; SANDINI, I. Efeitos de culturas de inverno e de sistemas de rotação de culturas sobre algumas características da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.1141-1146, 1997.

56 SAUNDERS, W.M.H. Mineral composition of soil and pasture from areas of grazed paddocks, affected and unaffected by dung. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.27, p. 405-412, 1984.

57 SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS (1985: Ilhéus). **Anais.** Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau - CEPLAC : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1985. p.259-299.

58 TESTA, V.M.; TEIXEIRA, L.A.J.; MIELNICZUCK, J. Características químicas de um podzólico vermelho-escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.107-114, 1992.

59 TILL, A.R. Cycling of plant nutrients in pastures. In: MORLEY, F.H.W. (Ed.). **Grazing animals**. World Animal Science, B1. Amsterdam: Elsevier, 1981. p.33-53.

60 TISDALE, S.L.; et al. **Soil fertility and fertilizers.** 5 ed. New York: Macmillian Publishing Company, 1993. 635p.

61 TREIN, C.R.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.105-111, 1991.

62 UHDE, L.T.; et al. Comportamento da sucessão trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.493-501, 1996.

63 WATKIN, B.R. The effect of dung and urine and its interations with applied nitrogen, phosphorus and potassium on the chemical composition of pasture. **Journal British of Grassland Society**, v.12, p.264-277, 1957.

64 WEEDA, W.C. Effect of cattle dung patches on soil tests and botanical and chemical composition of herbage. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.20, p. 471-478, 1977.

65 WILLIAMS, P.H.; HAYNES, R.J. Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. **Grass and Forage Science**, v. 50, p.263-271, 1995.

66 WILLIAMS, P.H.; HEDLEY, M.J.; GREGG, P.E.H. Effect of dairy cow urine on potassium adsorption by soil. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.31, p. 431-438, 1988.

67 WILLIAMS, P.H.; HEDLEY, M.J.; GREGG, P.E.H. Uptake of potassium and nitrogen by pasture from urine-affected soil. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.32, p. 415-421, 1989.

68 WILLIAMS, P.H.; HEDLEY, M.J.; GREGG, P.E.H. The effect of preferential flow of dairy cow urine and simulated rainfall on movement of potassium through undisturbed topsoil cores. **Australian Journal of Soil Research**, v.28, p.857-868, 1990.

69 WILLIAMS, P.H.; HEDLEY.M.J.; GREGG, P.E.H. Uptake of potassium and nitrogen by pasture from urine-affected soil. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.32, p. 415-421, 1990.

70 WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.1191-1197, 1997.

ANEXOS

ANEXO 1 - RESÍDUO MÉDIO DE MATÉRIA SECA DISPONÍVEL EM PASTAGEM CONSORCIADA DE INVERNO, AVALIADA ATRAVÉS DO MÉTODO DO DISCO AO LONGO DO PERÍODO EXPERIMENTAL, CAMPO 12 - FAPA, ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

	PIQUETES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PERÍODO	kg MS/ha											
02/06/95	2070	1802	1972	1682	1617	1745	1652	1495	1934	1855	1922	1702
23/06/95	1847	2426	2685	1486	2819	2267	1798	2300	1882	3075	2600	1347
03/07/95	2152	3325	5632	2353	5571	3585	2789	3741	1603	5251	3322	1911
25/07/95	2469	3337	4298	2184	3493	2363	3153	3575	2309	3683	3733	1684
04/08/95	1475	1988	3618	1027	2744	1271	1827	2480	1445	2796	2436	923
18/08/95	1460	1908	4770	1152	3794	1526	2216	3075	1181	3346	2510	1012
24/08/95	1027	1284	3772	1049	2693	1284	1900	2972	1401	3390	2810	1144
04/09/95	851	1130	2818	543	2502	1100	1533	2223	990	2517	1563	653
09/09/95	751	916	1220	690	1137	805	1274	1152	607	1242	982	582
09/07/96	1896	1404	1870	1306	1678	1451	1392	1356	1645	1637	1374	1569
26/07/96	2266	2417	2519	2244	2657	2167	2181	2104	1931	2386	2384	2177
09/08/96	2929	4949	4490	4248	4477	4176	4314	4584	4487	5007	4311	3712
01/09/96	1513	4949	4490	2611	4477	4176	4314	4584	2065	5007	4311	3684
10/09/96	1423	5687	6306	2861	7314	5776	5922	5802	1803	6575	5832	3540

ANEXO 2 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 1, 2 E 3, NO ANO DE 1995, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
1	LC	1	5,1	0,0	7,20	9,3	4,1	1,68	0,07	18,25	25,45	6	44,6	71,71
1	LC	2	5,1	0,0	7,20	7,7	3,6	1,44	0,06	16,40	23,60	2	38,4	69,49
1	LC	3	4,9	0,2	7,76	6,3	3,2	0,92	0,04	15,02	22,78	40		65,94
1	LC	4	4,7	0,5	9,00	5,7	3,1	0,62	0,04	15,36	24,36	28		63,05
1	AP	1	5,0	0,1	7,76	8,1	3,8	0,87	0,08	16,81	24,57	16	41,7	68,42
1	AP	2	5,0	0,2	7,76	7,7	3,4	0,52	0,07	16,05	23,81	12	33,0	67,41
1	AP	3	4,7	0,4	8,36	5,5	2,5	0,22	0,02	14,10	22,46	20		62,78
1	AP	4	4,7	0,5	9,70	5,8	2,3	0,23	0,02	15,75	25,45	18		61,89
1	T	1	4,9	0,3	7,76	7,4	2,7	0,72	0,03	15,91	23,67	4	39,9	67,22
1	T	2	4,9	0,2	8,36	7,4	3,0	0,43	0,02	16,21	24,57	2	36,6	65,97
1	T	3	4,7	0,5	9,70	5,3	3,2	0,26	0,01	15,27	24,97	30		61,15
1	T	4	4,4	1,8	11,26	2,4	2,1	0,16	0,01	13,83	25,09	18		55,12
2	LC	1	5,1	0,0	6,69	9,1	4,1	1,40	0,08	17,27	23,96	10	50,7	72,08
2	LC	2	5,0	0,1	7,20	8,3	2,9	1,31	0,06	16,87	24,07	10	37,3	70,09
2	LC	3	4,9	0,2	7,76	6,9	3,4	0,64	0,04	15,34	23,10	34		66,41
2	LC	4	4,6	0,6	9,00	5,0	2,5	0,32	0,02	14,34	23,34	16		61,44
2	AP	1	4,8	0,2	7,20	6,2	3,0	0,91	0,05	14,36	21,56	6	37,0	66,6
2	AP	2	4,8	0,2	8,36	5,9	3,2	0,48	0,04	14,78	23,14	6	33,0	63,87
2	AP	3	4,6	0,4	9,00	4,2	2,8	0,25	0,01	13,46	22,46	18		59,93
2	AP	4	4,4	1,0	10,45	2,4	1,6	0,11	0,01	12,97	23,42	14		55,38
2	T	1	4,8	0,2	8,36	6,8	3,3	0,66	0,04	15,86	24,22	22	38,4	65,48
2	T	2	4,6	0,4	9,00	6,5	3,0	0,38	0,02	15,90	24,90	20	35,1	63,86
2	T	3	4,5	0,6	9,70	5,2	3,0	0,25	0,01	15,16	24,86	8		60,98
2	T	4	4,1	2,5	13,06	1,6	2,0	0,16	0,01	14,83	27,89	2		53,17
3	LC	1	5,2	0,0	6,21	7,5	4,2	2,10	0,11	15,92	22,13	48	43,1	71,94
3	LC	2	5,1	0,0	6,69	7,4	3,7	1,48	0,07	15,64	22,33	26	33,7	70,04
3	LC	3	5,0	0,1	7,20	6,8	3,6	0,61	0,04	14,65	21,85	16		67,05
3	LC	4	4,9	0,2	8,36	6,5	3,1	0,36	0,02	15,24	23,60	6		64,58
3	AP	1	4,8	0,2	8,36	6,7	3,2	1,28	0,06	16,40	24,76	24	38,0	66,24
3	AP	2	4,8	0,3	8,36	6,3	3,2	0,65	0,04	15,35	23,71	24	33,7	64,74
3	AP	3	4,6	0,4	9,00	5,2	2,6	0,30	0,02	14,52	23,52	8		61,73
3	AP	4	4,5	0,7	9,70	3,0	2,9	0,19	0,01	12,90	22,60	2		57,08
3	T	1	4,9	0,2	7,76	7,6	2,8	0,43	0,03	15,82	23,58	14	37,7	67,09
3	T	2	4,9	0,2	7,20	8,2	2,4	0,28	0,02	15,70	22,90	12	36,6	68,56
3	T	3	4,8	0,2	8,36	6,4	2,4	0,19	0,01	14,96	23,32	8		64,15
3	T	4	4,4	0,9	10,45	2,7	1,8	0,10	0,01	13,26	23,71	2		55,93

NOTA: Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 3 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 4, 5 E 6, NO ANO DE 1995, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
4	LC	1	5,1	0,0	7,20	7,0	3,1	2,49	0,10	16,79	23,99	46	47,8	69,99
4	LC	2	5,0	0,1	7,76	7,0	3,1	1,36	0,06	16,18	23,94	24	35,5	67,59
4	LC	3	4,8	0,2	7,76	5,4	3,7	0,92	0,05	14,13	21,89	16		64,55
4	LC	4	4,5	0,5	9,70	4,1	2,2	0,45	0,03	14,28	23,98	4		59,55
4	AP	1	4,9	0,1	7,20	7,1	3,9	0,97	0,06	15,33	22,53	22	40,6	68,04
4	AP	2	5,0	0,1	7,20	6,9	3,1	0,56	0,04	14,70	21,90	14	36,2	67,12
4	AP	3	4,9	0,2	7,76	6,5	2,4	0,33	0,02	14,61	22,37	8		65,31
4	AP	4	4,7	0,5	9,70	5,5	2,1	0,25	0,01	15,46	25,16	6		61,45
4	T	1	4,7	0,3	8,36	6,3	3,0	0,72	0,04	15,42	23,78	16	38,0	64,84
4	T	2	4,8	0,2	8,36	5,6	2,9	0,36	0,02	14,34	22,70	8	36,2	63,17
4	T	3	4,7	0,4	9,00	4,4	2,3	0,24	0,01	13,65	22,65	6		60,26
4	T	4	4,4	1,0	9,70	2,1	1,5	0,16	0,01	11,97	21,67	4		55,24
5	LC	1	4,9	0,2	7,76	6,4	3,2	1,52	0,07	15,75	23,51	30	43,1	66,99
5	LC	2	4,7	0,3	9,00	5,9	2,4	1,00	0,06	15,96	24,96	14	40,6	63,94
5	LC	3	4,5	0,7	10,45	4,4	2,3	0,72	0,04	15,61	26,06	10		59,9
5	LC	4	4,3	1,3	11,26	2,4	1,7	0,33	0,02	14,01	25,27	4		55,44
5	AP	1	5,2	0,0	6,69	7,2	3,7	1,26	0,06	15,21	21,90	22	44,9	69,45
5	AP	2	5,0	0,1	7,20	6,5	3,1	0,77	0,04	14,51	21,71	12	37,0	66,84
5	AP	3	4,9	0,2	7,76	6,3	2,6	0,39	0,03	14,48	22,24	14		65,11
5	AP	4	4,6	0,5	9,70	4,0	2,7	0,27	0,02	13,99	23,69	4		59,05
5	T	1	6,0	0,0	4,28	12,7	3,6	0,96	0,05	17,99	22,27	84	43,5	80,78
5	T	2	6,4	0,0	3,18	14,8	3,4	0,92	0,05	18,95	22,13	94	45,3	85,63
5	T	3	6,4	0,0	3,42	14,2	3,2	0,91	0,05	18,58	22,00	68		84,45
5	T	4	6,0	0,0	3,68	10,6	4,1	0,64	0,04	14,96	18,64	6		80,26
6	LC	1	5,3	0,0	6,21	6,9	4,0	2,22	0,11	15,44	21,65	36	47,5	71,32
6	LC	2	4,7	0,3	9,00	4,5	3,0	2,16	0,11	15,77	24,77	20	38,4	63,67
6	LC	3	4,6	0,4	9,70	5,2	2,4	0,96	0,06	15,92	25,62	14		62,14
6	LC	4	4,4	1,0	10,15	3,6	1,7	0,45	0,03	14,23	24,38	4		58,37
6	AP	1	5,0	0,1	7,20	6,9	3,4	1,14	0,07	15,31	22,51	20	41,3	68,01
6	AP	2	4,9	0,2	7,76	6,7	2,8	0,93	0,05	15,44	23,20	14	34,4	66,55
6	AP	3	4,9	0,2	7,76	5,7	2,7	0,49	0,03	13,98	21,74	8		64,31
6	AP	4	4,6	0,5	9,70	4,8	1,9	0,26	0,02	14,78	24,48	4		60,38
6	T	1	5,2	0,0	6,21	9,1	3,6	0,79	0,05	16,15	22,36	22	42,4	72,23
6	T	2	5,3	0,0	5,76	7,9	3,6	0,58	0,03	14,27	20,03	14	35,1	71,24
6	T	3	5,2	0,0	6,21	7,4	4,1	0,46	0,03	14,10	20,31	8		69,42
6	T	4	5,1	0,0	6,69	5,5	4,3	0,35	0,02	12,56	19,25	4		65,25

NOTA: Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 4 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 7, 8 E 9, NO ANO DE 1995, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
7	LC	1	5,4	0,0	5,35	6,5	4,9	2,22	0,10	14,17	19,52	30	45,7	72,59
7	LC	2	4,9	0,2	8,36	6,5	4,3	1,80	0,07	16,68	25,04	18	36,6	66,61
7	LC	3	4,8	0,3	8,36	5,0	3,0	0,70	0,04	14,10	22,46	16		62,78
7	LC	4	4,5	0,9	10,15	3,6	2,4	0,22	0,01	13,98	24,13	4		57,94
7	AP	1	5,0	0,1	7,20	6,8	3,5	1,24	0,06	15,30	22,50	22	44,2	68,00
7	AP	2	4,9	0,2	7,76	6,5	3,6	0,43	0,02	14,71	22,47	14	39,5	65,47
7	AP	3	4,7	0,4	9,00	5,6	3,9	0,29	0,02	14,91	23,91	12		62,36
7	AP	4	4,4	1,2	10,45	2,4	2,7	0,20	0,02	13,07	23,52	2		55,57
7	T	1	4,9	0,2	7,76	6,5	3,2	0,48	0,03	14,77	22,53	18	42,0	65,56
7	T	2	4,8	0,2	7,76	5,9	2,8	0,32	0,02	14,00	21,76	10	37,7	64,34
7	T	3	4,9	0,2	7,76	6,9	3,1	0,20	0,03	14,89	22,65	10		65,74
7	T	4	4,5	0,8	9,70	3,9	2,2	0,19	0,02	13,81	23,51	4		58,74
8	LC	1	5,4	0,0	5,35	8,2	4,3	2,80	0,12	16,47	21,82	50	48,9	75,48
8	LC	2	5,0	0,1	7,20	7,0	2,9	1,72	0,08	16,00	23,20	16	36,6	68,97
8	LC	3	4,7	0,3	8,36	6,4	2,3	1,00	0,05	15,81	24,17	8		65,41
8	LC	4	4,6	1,0	9,00	3,6	2,0	0,46	0,02	13,08	22,08	4		59,24
8	AP	1	5,0	0,1	7,20	6,4	2,9	1,40	0,07	15,07	22,27	20	44,9	67,67
8	AP	2	4,8	0,3	7,76	5,2	2,4	0,84	0,04	13,84	21,60	8	37,3	64,07
8	AP	3	4,7	0,3	9,00	4,9	2,8	0,37	0,03	14,30	23,30	6		61,37
8	AP	4	4,5	0,9	10,45	2,2	1,8	0,19	0,02	12,86	23,31	2		55,17
8	T	1	4,9	0,2	7,76	7,2	3,4	0,43	0,03	15,42	23,18	22	42,0	66,52
8	T	2	4,9	0,2	7,76	7,5	3,7	0,26	0,03	15,55	23,31	22	38,0	66,71
8	T	3	4,9	0,2	8,36	7,0	3,6	0,20	0,02	15,58	23,94	16		65,08
8	T	4	4,6	0,6	9,70	5,6	2,9	0,17	0,02	15,49	25,19	12		61,49
9	LC	1	5,2	0,0	6,21	6,5	3,8	1,68	0,07	14,46	20,67	28	37,3	69,96
9	LC	2	5,0	0,1	7,20	5,5	3,5	1,16	0,05	13,91	21,11	12	29,3	65,89
9	LC	3	4,7	0,5	8,36	3,4	2,7	0,43	0,02	12,21	20,57	4		59,36
9	LC	4	4,4	1,0	8,36	1,5	1,8	0,35	0,02	10,23	18,59	2		55,03
9	AP	1	5,0	0,1	7,76	7,6	3,0	1,48	0,05	16,89	24,65	26	47,5	68,52
9	AP	2	4,8	0,2	8,36	6,2	3,5	1,16	0,04	15,76	24,12	14	38,8	65,34
9	AP	3	4,6	0,6	9,70	5,0	2,8	0,34	0,03	15,07	24,77	6		60,84
9	AP	4	4,4	1,3	11,26	2,8	1,6	0,22	0,03	14,31	25,57	2		55,96
9	T	1	5,0	0,1	7,76	8,6	3,5	1,12	0,06	17,54	25,30	32	52,9	69,33
9	T	2	5,0	0,1	7,76	7,8	4,1	0,60	0,04	16,20	23,96	18	46,4	67,61
9	T	3	4,8	0,3	9,00	6,5	3,3	0,37	0,02	15,89	24,89	12		63,84
9	T	4	4,4	1,7	12,13	3,2	2,2	0,24	0,02	15,59	27,72	4		56,24

NOTA: Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 5 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 10, 11 E 12, NO ANO DE 1995, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
10	LC	1	5,4	0,0	5,76	7,3	4,0	2,36	0,11	15,53	21,29	36	43,9	72,95
10	LC	2	5,3	0,0	6,21	6,9	3,9	1,68	0,06	14,85	21,06	26	29,3	70,51
10	LC	3	4,9	0,1	7,20	5,8	5,1	0,75	0,04	13,79	20,99	12		65,7
10	LC	4	4,7	0,4	8,36	4,5	2,8	0,36	0,02	13,24	21,60	8		61,3
10	AP	1	5,1	0,0	6,29	7,2	3,8	1,40	0,06	14,95	21,24	22	47,8	70,39
10	AP	2	5,0	0,2	7,20	6,6	3,4	0,89	0,04	14,73	21,93	12	38,4	67,17
10	AP	3	4,8	0,3	8,36	5,0	2,8	0,46	0,02	13,84	22,20	8	33	62,34
10	AP	4	4,6	0,7	9,00	2,5	2,7	0,33	0,03	11,86	20,86	4		56,86
10	T	1	5,0	0,1	7,76	8,9	2,7	0,99	0,05	17,70	25,46	30	48,9	69,52
10	T	2	5,0	0,2	7,76	8,2	3,4	0,58	0,03	16,57	24,33	24	42,2	68,11
10	T	3	4,9	0,3	8,36	6,7	2,9	0,37	0,02	15,45	23,81	14		64,89
10	T	4	4,5	1,0	10,45	3,6	2,3	0,26	0,01	14,32	24,77	4		57,81
11	LC	1	5,1	0,0	6,21	4,6	5,0	1,28	0,05	12,14	18,35	19	41,7	66,16
11	LC	2	4,9	0,1	7,76	5,5	2,9	0,89	0,04	14,19	21,95	15	32,6	64,65
11	LC	3	4,8	0,3	8,36	4,3	3,4	0,36	0,02	13,04	21,40	6		60,93
11	LC	4	4,4	1,1	10,45	2,0	2,3	0,18	0,01	12,64	23,09	2		54,74
11	AP	1	5,0	0,0	7,76	6,9	3,6	0,54	0,03	15,23	22,99	17	40,2	66,25
11	AP	2	5,1	0,0	7,20	8,2	4,6	0,96	0,05	16,41	23,61	33	50,0	69,5
11	AP	3	4,8	0,3	9,00	4,9	3,5	0,30	0,02	14,22	23,22	7		61,24
11	AP	4	4,5	1,0	11,26	2,5	2,2	0,18	0,01	13,95	25,21	1		55,34
11	T	1	5,1	0,0	7,20	7,9	4,1	0,56	0,04	15,70	22,90	13	42,0	68,56
11	T	2	5,1	0,0	7,20	7,5	4,9	0,43	0,03	15,16	22,36	11	38,0	67,8
11	T	3	4,8	0,3	8,36	4,3	3,7	0,20	0,02	12,88	21,24	7		60,64
11	T	4	4,5	1,0	10,45	1,8	2,4	0,14	0,01	12,40	22,85	1		54,27
12	LC	1	4,9	0,1	7,76	7,0	3,3	1,00	0,07	15,83	23,59	21	43,5	67,1
12	LC	2	4,9	0,1	7,76	6,7	3,1	1,08	0,07	15,61	23,37	18	35,1	66,8
12	LC	3	4,8	0,3	8,36	5,8	2,7	0,49	0,04	14,69	23,05	11		63,73
12	LC	4	4,4	1,2	10,45	2,9	1,9	0,19	0,02	13,56	24,01	3		56,48
12	AP	1	5,2	0,0	6,21	7,0	4,5	1,40	0,08	14,69	20,90	39	47,1	70,29
12	AP	2	4,8	0,3	8,36	6,3	3,0	0,47	0,03	15,16	23,52	10	35,1	64,46
12	AP	3	4,6	0,5	9,70	4,6	2,3	0,21	0,02	14,53	24,23	6		59,97
12	AP	4	4,5	0,9	10,45	2,5	2,4	0,12	0,01	13,08	23,53	1		55,59
12	T	1	4,9	0,1	7,76	7,6	3,2	0,66	0,05	16,07	23,83	25	46,0	67,44
12	T	2	4,8	0,3	8,36	6,7	3,0	0,42	0,03	15,51	23,87	19	38,0	64,98
12	T	3	4,7	0,3	9,00	6,3	1,8	0,26	0,03	15,59	24,59	7		63,4
12	T	4	4,4	1,4	11,26	2,3	2,1	0,14	0,01	13,71	24,97	2		54,91

NOTA: Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 6 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 1,2 E 3, NO ANO DE 1996, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
1	LC	1	5,6	0,0	5,70	8,0	3,3	3,30	0,24	14,84	20,54	38	44,3	72,25
1	LC	2	5,0	0,0	7,76	7,2	3,3	2,22	0,11	12,83	20,59	26	39,6	62,31
1	LC	3	4,9	0,0	8,36	6,3	3,1	1,26	0,07	10,73	19,09	17		56,21
1	LC	4	4,8	0,4	9,00	5,5	2,4	0,52	0,04	8,46	17,46	14		48,45
1	AP	1	5,9	0,0	4,96	10,0	4,5	0,90	0,08	15,48	20,44	35	46,6	75,73
1	AP	2	5,0	0,0	7,76	7,1	3,3	0,47	0,06	10,93	18,69	26	35,4	58,48
1	AP	3	4,9	0,0	8,36	6,3	3,1	0,30	0,03	9,73	18,09	18		53,79
1	AP	4	4,7	0,4	10,45	5,8	1,5	0,20	0,02	7,52	17,97	8		41,85
1	T	1	5,7	0,0	5,47	8,3	4,9	1,26	0,05	14,51	19,98	34	50,9	72,62
1	T	2	4,9	0,2	9,00	7,4	3,0	0,39	0,03	10,82	19,82	25	41,7	54,59
1	T	3	4,8	0,6	10,45	6,7	2,2	0,23	0,02	9,15	19,60	14		46,68
1	T	4	4,4	2,2	13,06	2,6	2,4	0,21	0,03	5,24	18,30	5		28,63
2	LC	1	5,7	0,0	5,35	9,2	4,8	2,34	0,11	16,45	21,80	46	49,3	75,46
2	LC	2	5,1	0,0	7,76	7,3	2,5	1,68	0,06	11,54	19,30	33	36,9	59,79
2	LC	3	5,1	0,0	8,36	6,5	2,6	0,85	0,04	9,99	18,35	25		54,44
2	LC	4	4,8	0,5	9,70	5,5	2,4	0,43	0,02	8,35	18,05	17		46,26
2	AP	1	5,7	0,0	5,01	7,9	4,5	1,56	0,09	14,05	19,06	35	50,5	73,71
2	AP	2	5,2	0,0	9,00	5,9	2,9	0,50	0,04	9,34	18,34	23	36,6	50,93
2	AP	3	4,8	0,2	8,36	5,0	2,5	0,35	0,03	7,88	16,24	13		48,52
2	AP	4	4,7	0,5	9,70	3,7	2,0	0,17	0,02	5,89	15,59	3		37,78
2	T	1	5,4	0,0	7,20	7,7	4,1	0,78	0,02	12,60	19,80	25	48,8	63,64
2	T	2	4,9	0,4	9,00	5,1	2,6	0,33	0,02	8,05	17,05	23	40,7	47,21
2	T	3	4,5	0,7	10,45	4,7	2,0	0,22	0,01	6,93	17,38	10		39,87
2	T	4	4,3	2,3	14,08	1,9	1,7	0,18	0,01	3,79	17,87	4		21,21
3	LC	1	5,7	0,0	5,01	8,3	5,2	3,24	0,18	16,92	21,93	56	51,2	77,15
3	LC	2	5,0	0,0	9,00	6,3	2,8	2,28	0,11	11,49	20,49	33	36,9	56,08
3	LC	3	4,8	0,2	9,00	6,3	2,5	1,62	0,07	10,49	19,49	27		53,82
3	LC	4	4,9	0,2	9,70	5,5	2,1	0,58	0,07	8,25	17,95	11		45,96
3	AP	1	5,8	0,0	4,96	11,2	3,1	1,44	0,09	15,83	20,79	34	46,8	76,14
3	AP	2	4,8	0,2	9,00	6,5	1,5	0,53	0,05	8,58	17,58	26	35,8	48,81
3	AP	3	4,9	0,1	8,36	5,7	1,9	0,33	0,04	7,97	16,33	12		48,81
3	AP	4	4,5	0,5	9,70	4,0	2,2	0,22	0,03	6,45	16,15	6		39,94
3	T	1	5,8	0,0	4,96	6,5	4,4	1,32	0,05	12,27	17,23	24	43,8	71,21
3	T	2	5,0	0,0	8,36	6,9	2,9	0,46	0,02	10,28	18,64	21	38,1	55,15
3	T	3	4,9	0,3	9,00	5,8	1,8	0,25	0,01	7,86	16,86	11		46,62
3	T	4	4,5	0,6	10,45	2,8	2,5	0,25	0,04	5,59	16,04	2		34,85

NOTA: Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 7 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 4, 5 E 6, NO ANO DE 1996, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
4	LC	1	5,9	0,0	4,59	10,0	4,0	2,94	0,10	17,04	21,63	44	53,9	78,78
4	LC	2	4,9	0,2	8,36	5,9	2,4	2,46	0,10	10,86	19,22	38	36,2	56,5
4	LC	3	4,9	0,1	9,00	6,2	1,9	1,86	0,07	10,03	19,03	32		52,71
4	LC	4	4,9	0,1	7,76	7,6	1,3	0,88	0,03	9,81	17,57	15		55,83
4	AP	1	5,6	0,0	4,28	7,3	4,9	1,62	0,07	13,89	18,17	31	46,8	76,44
4	AP	2	5,2	0,0	7,20	6,8	3,5	0,90	0,05	11,25	18,45	23	35,9	60,98
4	AP	3	5,0	0,1	7,76	5,7	3,4	0,47	0,05	9,62	17,38	11		55,35
4	AP	4	4,8	0,3	9,00	3,4	2,5	0,26	0,03	6,19	15,19	5		40,75
4	T	1	5,2	0,0	5,76	6,9	3,9	1,44	0,14	12,38	18,14	19	42,5	68,25
4	T	2	4,8	0,3	9,00	5,0	2,5	0,33	0,03	7,86	16,86	13	33,6	46,62
4	T	3	4,8	0,3	9,00	5,3	1,2	0,20	0,02	6,72	15,72	6		42,75
4	T	4	4,6	0,5	10,45	2,2	1,8	0,21	0,04	4,25	14,70	2		28,91
5	LC	1	6,0	0,0	4,59	7,5	5,2	4,32	0,10	17,12	21,71	48	59,4	78,86
5	LC	2	4,7	0,3	10,45	4,6	2,1	2,76	0,07	9,53	19,98	14	43,3	47,7
5	LC	3	4,5	0,7	11,26	3,3	2,1	1,98	0,05	7,43	18,69	16		39,75
5	LC	4	4,3	1,4	13,06	2,3	1,7	0,75	0,04	4,79	17,85	4		26,83
5	AP	1	6,1	0,0	4,20	8,8	4,9	1,68	0,11	15,49	19,69	30	53,5	78,67
5	AP	2	5,2	0,0	7,20	7,4	3,2	1,20	0,09	11,89	19,09	20	40,7	62,28
5	AP	3	5,1	0,0	7,76	6,0	2,8	0,41	0,03	9,24	17,00	10		54,35
5	AP	4	4,8	0,4	9,70	4,2	2,1	0,31	0,01	6,62	16,32	4		40,56
5	T	1	5,9	0,0	4,96	6,9	4,6	0,73	0,04	12,27	17,23	14	48,0	71,21
5	T	2	5,0	0,1	9,00	5,2	2,7	0,43	0,02	8,35	17,35	10	44,8	48,13
5	T	3	4,6	0,5	10,45	3,8	1,6	0,42	0,06	5,88	16,33	5		36,01
5	T	4	4,5	0,7	10,45	2,8	1,7	0,26	0,02	4,78	15,23	4		31,39
6	LC	1	6,1	0,0	3,97	7,7	4,0	5,34	0,23	17,27	21,24	37	48,7	81,31
6	LC	2	5,0	0,3	9,00	5,5	1,9	4,26	0,11	11,77	20,77	27	38,4	56,67
6	LC	3	4,6	0,5	10,45	5,2	1,7	2,46	0,07	9,43	19,88	13		47,43
6	LC	4	4,5	0,8	11,26	4,1	1,4	1,56	0,04	7,10	18,36	4		38,67
6	AP	1	5,8	0,0	4,96	8,2	5,1	1,38	0,05	14,73	19,69	23	47,2	74,81
6	AP	2	5,0	0,1	9,00	7,3	2,9	0,70	0,03	10,93	19,93	19	36,4	54,84
6	AP	3	4,9	0,3	9,00	6,7	1,4	0,43	0,03	8,56	17,56	14		48,75
6	AP	4	4,9	0,2	9,00	4,7	2,1	0,31	0,01	7,12	16,12	8		44,17
6	T	1	5,9	0,0	4,61	10,8	4,7	1,32	0,04	16,86	21,47	22	44,9	78,53
6	T	2	5,5	0,0	5,76	8,6	3,5	0,85	0,11	13,06	18,82	21	35,6	69,39
6	T	3	5,4	0,0	6,21	8,3	2,9	0,44	0,03	11,67	17,88	13		65,27
6	T	4	5,1	0,0	7,20	5,5	3,0	0,32	0,02	8,84	16,04	3		55,11

NOTA : Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 8 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 7, 8 E 9, NO ANO DE 1996, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
7	LC	1	5,6	0,0	5,98	11,7	1,3	2,82	0,10	15,92	21,90	46	50,5	72,69
7	LC	2	5,0	0,1	8,36	6,3	2,6	2,52	0,07	11,49	19,85	23	39,4	57,88
7	LC	3	5,1	0,1	14,08	4,6	2,4	1,56	0,04	8,60	22,68	16		37,92
7	LC	4	4,6	1,2	11,26	3,7	1,8	0,62	0,06	6,18	17,44	3		35,44
7	AP	1	5,6	0,0	5,98	7,2	4,7	1,68	0,07	13,65	19,63	36	51,5	69,54
7	AP	2	4,7	0,3	9,70	6,0	1,9	0,58	0,05	8,53	18,23	16	37,3	46,79
7	AP	3	4,7	0,7	10,45	4,8	1,9	0,31	0,03	7,04	17,49	10		40,25
7	AP	4	4,4	1,4	11,26	2,1	2,1	0,22	0,02	4,44	15,70	2		28,28
7	T	1	5,6	0,0	4,96	7,2	4,7	0,67	0,03	12,60	17,56	23	42,8	71,75
7	T	2	5,2	0,0	7,20	6,8	3,8	0,56	0,12	11,28	18,48	18	37,3	61,04
7	T	3	5,0	0,0	7,76	6,7	3,5	0,29	0,05	10,54	18,30	12		57,6
7	T	4	4,9	0,2	9,00	5,8	1,4	0,27	0,05	7,52	16,52	6		45,52
8	LC	1	6,0	0,0	5,01	8,1	4,5	3,90	0,17	16,67	21,68	50	54,1	76,89
8	LC	2	4,9	0,1	8,36	5,7	3,1	3,06	0,11	11,97	20,33	30	38,1	58,88
8	LC	3	4,7	0,3	9,20	5,8	1,8	2,22	0,07	9,89	19,09	13		51,81
8	LC	4	4,5	1,0	11,26	3,1	2,3	0,99	0,07	6,46	17,72	4		36,46
8	AP	1	5,8	0,0	4,96	7,4	4,2	0,32	0,11	12,03	16,99	29	44,0	70,81
8	AP	2	4,8	0,2	9,00	6,1	2,5	1,44	0,07	10,11	19,11	19	36,4	52,9
8	AP	3	5,0	0,2	9,00	5,3	2,5	0,54	0,05	8,39	17,39	17		48,25
8	AP	4	4,7	0,6	12,13	2,7	2,6	0,37	0,06	5,73	17,86	5		32,08
8	T	1	5,3	0,0	5,47	10,5	3,8	0,76	0,03	15,09	20,56	26	50,2	73,39
8	T	2	5,0	0,1	7,76	8,2	3,2	0,41	0,04	11,85	19,61	24	39,7	60,43
8	T	3	5,0	0,1	7,76	8,6	2,0	0,21	0,04	10,85	18,61	21	32,2	58,3
8	T	4	4,9	0,3	9,00	6,4	1,5	0,16	0,04	8,10	17,10	9		47,37
9	LC	1	5,9	0,0	4,61	8,3	3,8	2,22	0,09	14,41	19,02	38	43,4	75,76
9	LC	2	5,2	0,0	7,20	5,8	3,6	1,98	0,06	11,44	18,64	26	33,3	61,37
9	LC	3	4,9	0,2	7,76	4,9	2,8	1,38	0,06	9,14	16,90	11		54,08
9	LC	4	4,8	0,7	9,70	3,4	1,8	0,72	0,07	5,99	15,69	3		38,18
9	AP	1	5,8	0,0	5,35	11,0	2,4	1,62	0,06	15,08	20,43	26	49,6	73,81
9	AP	2	4,9	0,1	8,36	6,4	3,0	0,85	0,04	10,29	18,65	17	40,6	55,17
9	AP	3	4,8	0,3	9,70	6,8	1,4	0,46	0,03	8,69	18,39	11		47,25
9	AP	4	4,6	0,6	10,45	3,5	1,8	0,30	0,03	5,63	16,08	4		35,01
9	T	1	5,4	0,0	7,20	7,5	3,7	0,85	0,03	12,08	19,28	30	59,3	62,66
9	T	2	5,1	0,2	8,36	6,6	2,8	0,42	0,03	9,85	18,21	24	46,3	54,09
9	T	3	5,0	0,2	10,45	5,7	3,0	0,32	0,04	9,06	19,51	19		46,44
9	T	4	4,7	1,4	12,13	5,0	0,4	0,22	0,06	5,68	17,81	5		31,89

NOTA: Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 9 - RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO DOS PIQUETES 10, 11 E 12, NO ANO DE 1996, CAMPO 12, FAPA - ENTRE RIOS, GUARAPUAVA/PR

P	L	Prof.	pH	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	S	T	P	C	V
			$CaCl_2$				$cmol_c/dm^3$					mg/dm^3	g/dm^3	%
10	LC	1	6,0	0,0	4,20	8,5	4,3	2,22	0,11	15,13	19,33	50	52,5	78,27
10	LC	2	5,2	0,0	6,69	8,7	1,5	2,10	0,07	12,37	19,06	26	38,4	64,9
10	LC	3	5,1	0,0	7,76	6,0	2,8	1,74	0,06	10,60	18,36	24		57,73
10	LC	4	5,1	0,0	8,36	5,0	2,4	0,83	0,04	8,27	16,63	11		49,73
10	AP	1	5,7	0,0	5,47	8,0	5,0	1,68	0,07	14,75	20,22	35	52,0	72,95
10	AP	2	5,1	0,0	8,36	5,9	3,4	0,96	0,11	10,37	18,73	24	38,8	55,37
10	AP	3	5,0	0,1	8,36	6,7	2,4	0,33	0,04	9,47	17,83	15		53,11
10	AP	4	4,8	1,0	11,26	3,6	2,2	0,37	0,09	6,26	17,52	6		35,73
10	T	1	5,2	0,1	7,79	8,1	3,6	1,32	0,03	13,05	20,84	36	55,3	62,62
10	T	2	5,0	0,2	9,00	7,3	3,0	0,46	0,03	10,79	19,79	26	44,7	54,52
10	T	3	5,1	0,2	9,00	7,4	3,4	0,33	0,09	11,22	20,22	16		55,49
10	T	4	4,8	1,0	12,13	3,7	2,3	0,21	0,02	6,23	18,36	5		33,93
11	LC	1	5,0	0,1	7,76	5,5	2,9	2,16	0,06	10,62	18,38	37	36,6	57,78
11	LC	2	5,0	0,2	9,00	4,4	1,7	1,44	0,05	7,59	16,59	16	28,4	45,75
11	LC	3	4,8	0,3	9,00	4,6	1,9	0,83	0,04	7,37	16,37	9		45,02
11	LC	4	4,4	1,6	12,13	2,0	1,5	0,32	0,03	3,85	15,98	2		24,09
11	AP	1	5,8	0,0	5,47	10,0	4,4	1,80	0,08	16,28	21,75	40	53,4	74,85
11	AP	2	5,1	0,1	7,76	8,9	3,2	0,76	0,04	12,90	20,66	24	43,3	62,44
11	AP	3	5,0	0,2	9,00	7,2	2,8	0,46	0,08	10,54	19,54	11		53,94
11	AP	4	4,5	0,7	10,45	3,2	2,1	0,34	0,08	5,72	16,17	4		35,37
11	T	1	5,7	0,0	5,35	11,4	3,2	0,73	0,03	15,36	20,71	28	46,6	74,17
11	T	2	5,2	0,1	7,76	8,9	2,6	0,45	0,03	11,98	19,74	18	39,5	60,69
11	T	3	5,1	0,2	9,00	5,6	3,7	0,25	0,02	9,57	18,57	11		51,53
11	T	4	4,7	0,8	11,26	3,2	2,5	0,26	0,04	6,00	17,26	3	29,0	34,76
12	LC	1	6,2	0,0	4,20	9,9	5,2	2,10	0,10	17,30	21,50	46	51,0	80,47
12	LC	2	5,2	0,1	8,36	6,6	1,6	1,80	0,06	10,06	18,42	23	35,6	54,61
12	LC	3	4,7	0,6	10,45	4,9	1,2	0,83	0,05	6,98	17,43	10		40,05
12	LC	4	4,4	1,6	12,13	2,3	1,8	0,55	0,07	4,72	16,85	7		28,01
12	AP	1	6,0	0,0	4,59	10,8	3,0	1,44	0,07	15,31	19,90	46	50,5	76,93
12	AP	2	5,1	0,1	7,76	7,7	2,7	0,79	0,07	11,26	19,02	28	38,1	59,2
12	AP	3	4,9	0,3	9,00	6,6	1,9	0,34	0,05	8,89	17,89	17		49,69
12	AP	4	4,6	0,8	12,13	3,3	2,0	0,16	0,03	5,49	17,62	4		31,16
12	T	1	5,8	0,0	5,35	10,1	3,7	0,88	0,03	14,71	20,06	32	49,9	73,33
12	T	2	5,3	0,0	7,76	6,2	4,4	0,92	0,05	11,57	19,33	24	42,7	59,86
12	T	3	4,7	0,2	9,70	6,1	2,4	0,35	0,04	8,89	18,59	17		47,82
12	T	4	4,6	1,0	11,26	3,0	2,0	0,19	0,01	5,20	16,46	5		31,59

NOTA : Prof.1 (0-2,5 cm), Prof.2 (2,5-5,0 cm), Prof.3 (5,0-10,0cm) e Prof.4 (10,0-20,0cm). P = Piquete; L= local

ANEXO 10 - DATAS DE EXECUÇÃO DAS AMOSTRAGENS, NOS ANOS DE 1995 E 1996, PARA DETERMINAÇÃO DA MATÉRIA SECA DISPONÍVEL PELO MÉTODO DO DISCO COM SUAS RESPECTIVAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO E COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2), CAMPO 12 - FAPA, ENTRE RIOS - GUARAPUAVA/PR

Data	Equação	R^2
02/06/95	Y= -36,54 + 59,12X	0,98
03/07/95	Y= -23,64 + 108,20X	0,96
04/08/95	Y= -0,542 + 220,16X	0,95
09/09/95	Y= 112,87 + 108,21X	0,97
09/07/96	Y= 38,19 + 55,98X	0,99
09/08/96	Y= -102,80 + 94,12X	0,97
10/09/96	Y= -92,94 + 112,01X	0,98

ANEXO 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA K NA PROFUNDIDADE DE 5,0-10,0 cm. SOMA DE QUADRADOS TIPO III.

FONTES DE VARIAÇÃO	SOMA DE QUADRADOS	G.L.	QUADRA DO MÉDIO	F	NÍVEL DESCRITIVO
EFEITOS PRINCIPAIS					
A :Bloco	0.82	3	0.27	6.37(1)	**0.02**
B :Oferta	0.26	2	0.13	3.08(1)	0.12
C :Local	11.69	2	5.84	66.79(0)	**0.00**
INTERAÇÕES					
AB	0.26	6	0.04	0.49(0)	0.80
BC	0.45	4	0.11	1.28(0)	0.31
RESÍDUO	1.57	18	0.08		
TOTAL	15.07	35			

NOTA : nenhum valor foi excluído (nenhum missing). Razão - F foi baseada nos seguintes quadrados médios: (0) Resíduo; (1)AB

ANEXO 12 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DO K NA PROFUNDIDADE DE 5,0-10,0cm PARA LOCAL

Método: 95 % Tukey HSD

Nível	Total	Média	Grupos Homogêneos
3	12	0.2925000	b
2	12	0.3941667	b
1	12	1.5491667	a

Contraste	Diferença	Limites +/-
1 - 2	1.15500	0.30842 *
1 - 3	1.25667	0.30842 *
2 - 3	0.10167	0.30842

NOTA: * demonstra diferença estatisticamente significante

ANEXO 13 - VALOR DE F E DO NÍVEL DESCRITIVO (P) PARA pH, Al, H+Al, Ca, Mg, K, Na, P e C NAS PROFUNDIDADES DE 0-2,5 cm E 2,5-5,0 cm NOS ANOS DE 1995 E 1996

		Fontes de Variação							
		1995				1996			
		Oferta		Local		Oferta		Local	
Profundidade	Parâmetros	F	P	F	P	F	P	F	P
0-2,5 cm	pH	1,91	0,227	1,84	0,186	0,38	0,696	3,03	0,115
	Al	1,12	0,385	5,37	**0,015**	1,00	0,422	0,50	0,615
	H+Al	5,50	**0,044**	2,82	0,086	0,90	0,453	2,62	0,099
	Ca	1,25	0,351	2,02	0,161	1,35	0,326	0,23	0,790
	Mg	4,37	0,067	7,04	**0,005**	2,92	0,130	0,13	0,873
	K	2,15	0,196	31,42	**0,000**	0,91	0,449	29,18	**0,000**
	Na	0,68	0,541	27,11	**0,000**	0,67	0,542	13,41	**0,003**
	P	7,29	**0,025**	1,10	0,352	1,68	0,263	39,76	**0,000**
	C	0,49	0,634	0,88	0,430	1,60	0,276	0,130	0,870
2,5-5,0 cm	pH	1,66	0,265	0,54	0,589	1,83	0,238	0,46	0,633
	Al	0,00	1,000	1,36	0,282	2,00	0,216	0,25	0,779
	H+Al	5,60	**0,042**	0,34	0,714	2,64	0,150	0,13	0,878
	Ca	1,64	0,270	2,61	0,101	0,14	0,871	1,02	0,379
	Mg	0,75	0,511	0,06	0,934	5,19	0,049	2,23	0,135
	K	0,58	0,586	34,10	**0,000**	0,64	0,556	59,00	**0,000**
	Na	0,09	0,910	20,72	**0,000**	2,45	0,166	50,98	**0,000**
	P	3,52	0,097	0,61	0,553	0,55	0,599	3,63	**0,047**
	C	0,19	0,827	1,91	0,177	0,83	0,480	3,03	0,073
5,0-10,0 cm	pH	2,77	0,140	1,40	0,270	0,28	0,762	0,43	0,652
	Al	2,49	0,162	0,53	0,594	0,15	0,860	0,20	0,814
	H+Al	7,44	**0,023**	0,59	0,562	0,28	0,758	0,96	0,400
	Ca	3,63	0,092	2,57	0,104	0,02	0,977	1,92	0,174
	Mg	1,89	0,229	0,81	0,457	0,15	0,859	0,34	0,713
	K	2,02	0,213	19,37	**0,000**	3,08	0,119	66,79	**0,000**
	Na	0,87	0,464	13,10	**0,003**	0,54	0,607	41,42	**0,000**
	P	0,14	0,871	1,28	0,300	0,96	0,433	2,17	0,142
10,0-20,0 cm	pH	4,16	0,073	0,20	0,820	0,08	0,920	0,00	1,000
	Al	2,74	0,142	1,03	0,375	0,63	0,561	0,71	0,503
	H+Al	7,87	**0,021**	0,39	0,683	0,01	0,984	0,26	0,769
	Ca	2,86	0,134	0,20	0,813	0,07	0,933	0,30	0,740
	Mg	2,59	0,154	0,40	0,672	2,32	0,177	0,46	0,638
	K	1,21	0,361	6,55	**0,007**	0,44	0,662	24,20	**0,000**
	Na	0,75	0,508	1,74	0,203	0,11	0,896	4,50	**0,026**
	P	0,40	0,683	1,35	0,284	0,80	0,490	2,92	0,079

NOTA: valores em negrito foram significativos a 5% de probabilidade

ANEXO 14 - VALOR DE F E DO NÍVEL DESCRITIVO (P) PARA SOJA, MILHO, GMD E G/ha

	Fontes de Variação							
	1995				1996			
	Oferta		Local		Oferta		Local	
Parâmetros	F	P	F	P	F	P	F	P
SOJA	2,10	0,203	0,01	0,983	-	-	-	-
MILHO	-	-	-	-	2,33	0,178	1,14	0,365
GMD	25,62	**0,000**	-	-	0,969	0,389	-	-
G/ha	13,91	**0,005**	-	-	13,71	**0,005**	-	-

NOTA: valores em negrito foram significativos a 5% de probabilidade