INFLUÊNCIA DO PASTEJO INTENSIVO DE BOVINOS SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DE UM LATOSOL VERMELHO ESCURO - fase arenosa.

ANTONIO ENEDI BOARETTO

Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz», da
Universidade de São Paulo, para obten-
ção do título de Doutor em Solos e
Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

maio - 1977

A meu pai, ANTONIO JOSÉ, que tendo sido agricultor, me ensinou com a própria vida que vale mais trabalhar para servir, mesmo que seja com algo de aparência desprezível, do que egoisticamente trabalhar com ouro ou prata apenas para obter título, honra e glória.

Ao Dério Lovadino, meu cunhado-irmão (in memorian), que, à sua maneira, soube viver desta mesma forma.

E a todos que entenderem e viverem esta verdade,

DEDICO.

OFFEREÇO

A minha mãe, IOLANDA,

E aos meus sobrinhos: José Roberto, Angela Maria, Dério Jr., Kátia Maria, Jakson, Maurício, Eduardo, Andréa e Juliana.

Quero externar os meus agradecimentos as seguintes Pessoas:

Ao Prof. Dr. André Martin Louis Neptune, Titular e Chefe do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e Chefe da Seção de Fertilidade do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, que me tem orientado desde o início de minha vida profissional e me prestigiado sempre com sua amizade.

A todos os Colegas do Departamento de Ciências do Solo, em especial àqueles que me têm dado constante apoio: Dr. Antenor Pasqual, Mestre Edmir Soares, Dr. José Luiz Guimarães de Souza, Dr. Júlio Nakagawa (Livre Docente e Diretor da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu UNESP) e Dr^a Leonia Aparecida Lima.

A Srt^a Eneisa Dalanezi pela colaboração amiga prestada na face de impressão do presente trabalho.

A Prof^a Wadeld Antonio pela revisão do texto.

Aos Funcionários do Departamento de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu UNESP, em especial aos Srs. Benedito Heliodoro, Jorge Baldini, Élio Castanho Vieira, José Carlos De Pieri, e Sr^{as} Dirce Antunes de Oliveira Nascimento e Edna Maria Pacheco da Silva.

Finalmente, a todas as Pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para que esse trabalho fosse possível.

ÍNDICE

	página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. <u>Composição dos excrementos de bovinos</u>	4
2.2. <u>Quantidade de nutrientes retornada ao pasto</u>	6
2.3. <u>Influência dos excrementos sobre a fertilida de do solo</u>	7
2.4. <u>Influência do pastoreio sobre a densidade do solo, densidade média das partículas e volu- me total de poros</u>	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. <u>Localização do ensaio</u>	18
3.2. <u>Antecedentes do local</u>	18
3.3. <u>Solo</u>	19
3.3.1. Classificação do solo	19
3.3.2. Descrição morfológica do perfil.....	19
3.3.3. Distribuição dos separados do solo.....	21
3.4. <u>Instalação de pastagem</u>	21
3.4.1. Preparo do solo, época de instalação da pastagem e gramínea utilizada.....	21
3.4.2. Área do piquete	21
3 5. <u>Manejo do pasto</u>	23
3.5.1. Épocas de entrada e saída do gado e unidade de gado maior (U.G.M.).....	23
3.5.2. Estimativa de quantidade de dejetos por hectare.....	23

II

	página
3.6. <u>Coleta das amostras de solo</u>	25
3.6.1. Épocas de amostragem do solo durante o período de quatro anos.....	25
3.6.2. Amostragem dos perfis (na área pasta- da e na área reservada).....	25
3.7. <u>Métodos empregados nas análises químicas</u>	29
3.8. <u>Métodos empregados nas análises físicas</u>	29
3.9. <u>Análises estatísticas</u>	30
3.10. <u>Dados pluviométricos</u>	31
4. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	33
4.1. <u>Características químicas do solo estudadas</u> <u>durante o período de quatro anos de pastoreio</u>	33
4.1.1. Matéria orgânica	33
4.1.2. Capacidade de troca catiônica	41
4.1.3. Nitrogênio total e Relação Carbono/Ni- trogênio	44
4.1.4. Fósforo solúvel e fósforo total.....	52
4.1.5. Potássio trocável	60
4.1.6. Cálcio mais magnésio trocáveis	65
4.1.7. Valor pH e Hidrogênio e Alumínio tro- cáveis	68
4.2. <u>Comparações de algumas características químicas</u> <u>de um perfil em área pastada com as de outro per-</u> <u>fil em área não pastada</u>	77

III

	página
4.2.1. Matéria orgânica	77
4.2.2. Capacidade de troca catiônica	80
4.2.3. Nitrogênio total e relação Carbono/Ni- trogênio	82
4.2.4. Fósforo solúvel.....	85
4.2.5. Potássio trocável.....	87
4.2.6. Cálcio mais magnésio trocáveis	90
4.2.7. Valor pH e hidrogênio e alumínio trocá veis	92
4.3. <u>Comparações de algumas características físicas de um perfil em área pastada com as de outro perfil em área não pastada</u>	96
5. CONCLUSÕES	104
6. RESUMO.....	107
7. SUMMARY	110
8. LITERATURA CITADA	113
APÊNDICE.....	123

1. INTRODUÇÃO

De há muito se sabe que o esterco contém nutrientes que têm efeitos benéficos no crescimento das plantas. King, 1911, citado por McCALLA, 1974, teceu comentários sobre o uso de esterco por 40 séculos nos solos da China, Coréia e Japão. MAZURAK, COSPER e RHOADES, 1955, mostraram resultados de quase 40 anos de aplicação de esterco em solos do estado de Nebraska (Estados Unidos). PETERSON, McCALLA e SMITH, 1971, relataram dados de experimentos da estação experimental de Rothamstead (Inglaterra) com duração de aproximadamente 150 anos.

A principal limitação no uso do esterco hodiernamente seria a pequena quantidade disponível. Entretanto, com a adoção da técnica de confinamento de bovinos, haverá um acúmulo de dejetos que podem ser utilizados em adubações. Segundo Wadleigh, 1968, citado por McCALLA, 1974, quase 2 bilhões de toneladas de esterco animal são produzidos anualmente nos Estados Unidos. ASMUS, 1973, estima que na República Democrática Alemã, o esterco produzido em 1975 supriria 25%, 20% e 25% da necessidade de fertilizantes nitrogenados, fos-

fatados e potássicos respectivamente.

Ultimamente são descritos na literatura grande número de trabalhos que relatam ensaios, com diferentes culturas, nos quais se usam como adubo os dejetos animais provenientes principalmente de bovinos confinados. A grande maioria destes estudos com pastagem determina o efeito do esterco na produção da massa vegetal, e pouca atenção se tem dado aos efeitos dos dejetos sobre a fertilidade do solo.

No Brasil alguns criadores de bovinos estão adotando o sistema Voisin de pastoreio. Este sistema de pastejo concentra grande número de animais por unidade de área em determinado período de tempo. Por exemplo, 257 cabeças de diferentes idades por hectare, correspondendo a 127 unidades de gado maior (U.G.M.)^{*} por hectare, num período de permanência no pasto de 15 horas. Assim ponderáveis quantidades de excrementos permanecem na superfície do solo, após os animais serem levados a outro piquete. Sabe-se que da quantidade de nutrientes ingeridos como componentes do pasto, os animais eliminam em média 75 a 80% do nitrogênio, 65 a 75% do fósforo, 80 a 90% do potássio, 86% do magnésio, além de sódio, cálcio, enxôfre e micronutrientes (PETERSEN, WOODHOUSE Jr. e LUCAS, 1956, CASTRO, LUCENA e BLANCO, 1974). Estes excrementos devem influenciar a fertilidade do solo, apesar das limitações decorrentes da distribuição irregular e das perdas que podem ocorrer (PETERSEN, LUCAS e WOODHOUSE Jr., 1956, MacDIARMID e WATKIN, 1972).

Considerando ainda que a pesquisa tem mostrado uma necessidade de maior uso de nitrogênio em pastagem e de-

---

*1 unidade de gado maior (U.G.M.) corresponde a um animal de 500 kg de peso vivo.

vido às conjecturas atuais em que o preço deste nutriente deve aumentar, então todos os materiais que podem fornecer nutrientes aos vegetais deveriam ser vistos como recursos que não podem ser desprezados.

Além do material orgânico dejetado na superfície do solo em grande quantidade no pastoreio intensivo, há o tráfego dos animais em pastejo, que devem alterar certas características físicas do solo, sendo que as relativas ao espaço poroso merecem especial atenção.

Assim, o presente trabalho pretende atingir os seguintes objetivos:

- a) acompanhar as flutuações que ocorrem em algumas características químicas do solo, a uma profundidade de 0 - 20 cm, durante quatro anos de pastoreio intensivo com bovinos.
- b) comparar algumas características químicas dos horizontes de dois perfis de mesma unidade de solo, sendo um perfil na área pastejada com bovinos durante quatro anos e outro em área do piquete que não recebeu animais.
- c) comparar algumas características físicas dos horizontes de dois perfis, sendo um perfil em área pastejada durante quatro anos e outro em área do piquete que não recebeu animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição dos excrementos de bovinos

As fezes de bovinos se compõem fundamentalmente de celulose da erva não digerida no trato digestivo, lignina, microorganismos vivos ou mortos, juntamente com seus produtos metabólicos, substâncias minerais, quantidades variáveis de sílica e 70 a 80% de água (BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974). Para GILBERTSON e outros, 1974, os compostos orgânicos principais são os carboidratos, proteínas e gorduras.

A urina é formada de água em sua maior parte (87 a 92%), e por substâncias procedentes da desintegração catabólica das proteínas, das substâncias hidrocarbonadas e de outros produtos do metabolismo animal, assim como matérias minerais, segundo a revisão feita por BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974. Na urina, o nitrogênio encontra-se principalmente na forma de uréia e em alguns aminoácidos, e entre estes a glicina aparece em maior quantidade (BATHURST, 1952 e DOAK, 1952).

São inúmeros os trabalhos que fazem referência ao teor de macronutrientes nos excrementos dos animais.

A concentração de nutrientes tanto nas fezes

como na urina dos animais é variável em função de alguns fatores. Por exemplo, NEPTUNE, 1973, cita a idade do animal, a quantidade e qualidade da alimentação consumida, e para BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974, é importante o estado fisiológico do animal e a classe de produção a que está destinado.

Na Tabela 1 procurou-se relacionar alguns dados da literatura consultada referentes aos teores dos macronutrientes de interesse.

Tabela 1: Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas fezes e na urina de bovinos.

Nutrientes	fezes	urina	autores
Nitrogênio (N)	0,19% ^a	0,34%	CASTLE e DRYSDALE, 1966
Nitrogênio (N)	0,40% ^a		BUCKMAN e BRADY, 1968
Nitrogênio (N)		2,5-13g/l ^c	WHITEHEAD, 1970
Nitrogênio (N)		4,09g/l ^c	RICHARDS e WOLTON, 1976
Fósforo (P)	0,06% ^a		CASTLE e DRYSDALE, 1966
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,20% ^a	0,01%	NEPTUNE, 1973
Potássio (K)	0,04% ^a	0,47%	CASTLE e DRYSDALE, 1966
Potássio (K ₂ O)	0,10% ^a	1,50%	NEPTUNE, 1973
Potássio (K)		4,19g/l ^c	RICHARDS e WOLTON, 1976
Cálcio (Ca)	0,91-2,26% ^b		DURING e WEEDA, 1973
Magnésio (Mg)	0,41-0,64% ^b		DURING e WEEDA, 1973

a = porcentagem nas fezes frescas;

b = porcentagem na matéria seca das fezes;

c = densidade da urina igual a 1,0 g/cm³, segundo RICHARDS e WOLTON, 1976.

Pelo exame da Tabela 1 pode-se dizer que as fezes frescas contêm, em média, 0,30% de nitrogênio total e na urina o teor médio deste nutriente é de 0,50%. O fósforo aparece principalmente nas fezes, sendo praticamente nulo o seu teor na urina. O teor médio de fósforo nos excrementos sólidos é de 0,16% de P_2O_5 . O potássio aparece tanto nas fezes como na urina, sendo respectivamente de 0,07% e 0,79% de K_2O . Para o cálculo do teor de cálcio e magnésio nas fezes frescas, considerou-se que as mesmas contêm 12,8% de matéria seca (DURING e WEEDA, 1973). Então calculou-se que em média as fezes contêm 0,24% de cálcio e 0,08% de magnésio.

Além destes nutrientes, encontram-se nos excrementos enxofre, cobre, zinco, molibdênio, ferro, manganês, boro, sódio e outros elementos.

2.2. Quantidade de nutrientes retornada ao pasto

Com a deposição dos excrementos no pasto pelos animais, parte dos nutrientes ingeridos como componentes das ervas são devolvidos ao sistema solo-planta-animal. Segundo LAISSUS, 1970, do total dos nutrientes ingeridos, as fezes e a urina devolvem ao pasto as porcentagens apresentadas na Tabela 2.

Outros autores citam outras porcentagens de retorno de nutrientes. Assim, para Frame, 1971, citado por BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974, as fezes contêm 100% do cálcio excretado e 30 a 40% do enxofre. Já para DURING e WEEDA, 1973, que citam vários autores, nas fezes encontram-se 10 a 20% do potássio ingerido e cerca de 20% de nitrogênio. WHITEHEAD,

Tabela 2: Porcentagem do nitrogênio, fósforo, potássio, sódio e magnésio ingeridos pelos animais que retorna ao pasto através dos excrementos (segundo LAISSUS, 1970).

excremento	% N	% P	% K	% Na	% Mg
fezes	26	66	11	77	30
urina	53	0	81	3	56
total	79	66	92	80	86

1970, indica que os dejetos animais devolvem ao pasto 75 a 95% do nitrogênio ingerido. Percebe-se que, embora não haja concordância plena entre os diferentes autores, os dados fornecidos por eles, para um mesmo elemento, são bastante próximos.

Destes elementos que são retornados ao solo, parte pode ser perdido de diferentes maneiras e parte é reutilizada pelas gramíneas, sendo a seguir reingerido pelos animais em pastejo.

2.3. Influência dos excrementos sobre a fertilidade do solo

COLLINS e BISHOP, 1962, incorporaram, em solo franco, esterco fresco de bovinos na dose de 148 t/ha por três anos consecutivos e cultivaram aveia. Comparando o valor pH determinado antes e após três anos da aplicação, verificaram que o mesmo passara de 5,03 para 5,51. A porcenta-

gem de matéria orgânica que era de 4,20% passou para 8,16%, depois de três anos de emprego de esterco.

WEEDA, 1967, verificou em solo de pastagem que uma melhor distribuição das fezes, obtida pelo esparramamento das mesmas, diminuía a variação dos teores de fósforo, potássio e cálcio das amostras retiradas em diferentes locais do pasto.

HENSLER, OLSEN e ATTOE, 1970, misturaram solo com esterco em doses que variaram de 0 a 613 t/ha de esterco fresco (69% fezes e 31% urina). Logo após, efetuaram a mistura do solo com esterco, determinaram o valor pH, e, enquanto na testemunha encontraram valor 4,5, na mistura do solo com a maior dose, este era de 7,3. Nos demais tratamentos também houve aumento do pH quando comparados com a testemunha. Após 130 dias de cultivo de milho, novamente procederam à determinação do valor pH, que sempre foi maior nos tratamentos que receberam os excrementos do que na testemunha (pH 4,3). A maior variação ocorreu para a dose maior onde determinaram um valor pH 5,3.

Em experimentos feitos em vasos, OLSEN, HENSLER e ATTOE, 1970, utilizando solo de classe textural areia, aplicaram doses crescentes de esterco (2/3 de fezes e 1/3 de urina). As doses foram: 0 - 23 - 69 - 207 - 621 t/ha de esterco fresco. Verificaram, após 4 semanas de incubação em condições aeróbicas, que o valor pH do solo estrumado decrescia nas duas primeiras doses quando comparadas com a testemunha e aumentava nas doses maiores. Após 37 semanas de incubação, somente a dose maior apresentava valor pH maior que a testemunha. Os teores de fósforo solúvel, potássio trocável e nitrogênio orgânico nos tratamentos eram sempre maiores do que

na testemunha e os teores destes nutrientes aumentavam proporcionalmente com a dose empregada. Quando estes autores repetiram o mesmo experimento com solo de classe textural franco-arenoso verificaram que o valor pH, após três dias da mistura do esterco com o solo, era sempre maior nos tratamentos do que na testemunha que não recebeu o excremento. Passados 21 dias, os dois tratamentos que receberam doses menores apresentaram valor pH menor do que a testemunha, e esta tinha valor pH menor do que os tratamentos que receberam as doses maiores.

Em experimento que teve duração de 8 anos em solo franco, ZAMECK, 1970, utilizou 30 a 40 t/ha de fezes e/ou 7,5 a 10 t/ha de urina além de outros tratamentos, verificando que as fezes produziam maior quantidade de humus do que a urina.

MacDIARMID e WATKIN, 1972, analisaram o solo coletado abaixo e nas proximidades do local onde as fezes de bovinos foram depositadas, e não encontraram difusão lateral de fósforo e potássio. Verificaram ainda que havia aumentos significativos nos teores de fósforo e potássio do solo até profundidade de 7,62 cm diretamente abaixo do local estrumado.

Em pastagem mista de grama e trevo, DURING e WEEDA, 1973, empregaram fezes de bovinos, distribuindo-as de maneira semelhante àquela feita pelo animal em pastejo. Após três anos, retiraram amostras de solo até profundidade de 25 cm, diretamente abaixo dos locais onde as fezes foram aplicadas. Encontraram para o pH valores de 5,60 nas amostras de local que recebeu esterco e 5,25 nas amostras de lo

cal que não recebeu fezes. O teor de fósforo solúvel era maior nas amostras de solo de local estercoado do que de local não estercoado.

DURING, WEEDA e DOROFAEFF, 1973, analisaram o solo amostrado abaixo dos locais onde, de maneira idêntica à aquela feita por bovinos, haviam depositado fezes 3 anos antes. Para poder comparar, analisaram também o solo dos locais da pastagem onde não houve deposição de fezes. Na testemunha as porcentagens eram 9,4% para o carbono e 0,76% para o nitrogênio total, sendo que estes valores foram estatisticamente inferiores aos encontrados nas amostras de solo dos locais que haviam recebido excremento de bovinos e que foram 11,05% e 0,88%, respectivamente para o carbono e nitrogênio total. As amostras analisadas foram retiradas a uma profundidade de 0-2,5 cm. Verificaram ainda que os valores pH dos dois locais amostrados eram diferentes estatisticamente. Assim, enquanto que na testemunha determinaram valores pH 5,18 (profundidade 0-2,5 cm) e 5,45 (profundidade 2,5-7,5 cm), nas amostras dos locais estercoados encontraram valores pH 5,56 e 5,68 respectivamente para as duas profundidades. Os valores da capacidade de troca catiônica do solo da testemunha eram de 12,4 e.mg/100g TFSA (profundidade do solo de 0-2,5 cm) e 8,8 e.mg/100g TFSA (profundidade do solo de 2,5-7,5 cm) enquanto que a C.T.C. do solo dos locais que receberam fezes eram de 16,9 e.mg/100g TFSA e 12,5 e.mg/100g TFSA respectivamente para as mesmas profundidades. Os valores de cálcio e magnésio trocáveis foram estatisticamente maiores nas amostras dos locais estercoados do que na testemunha. Nos locais que receberam fezes determinaram valores de 14,0 e.mg Ca^{2+} /100g TFSA e 9,2 e.mg Ca^{2+} /100g

TFSA (respectivamente para as profundidades de 0-2,5 cm e 2,5-7,5 cm) e na testemunha os valores encontrados para este nutriente, dados em e.mg Ca^{2+} /100g TFSA foram de 10,5 e 6,3 para as profundidades citadas. Para o magnésio, os valores determinados na testemunha foram de 1,5 e.mg Mg^{2+} /100g TFSA (profundidade 0-2,5 cm) e 0,6 e.mg Mg^{2+} /100g TFSA (profundidade 2-5-7,5 cm), enquanto que nas amostras de solo dos locais que receberam as fezes foram, respectivamente para as mesmas profundidades de 2,5 e.mg Mg^{2+} /100g TFSA e 1,5 e.mg Mg^{2+} /100g TFSA. No caso do potássio trocável os teores encontrados na testemunha foram maiores do que os encontrados nas amostras de solo dos locais esterçados, muito embora a diferença não chegasse a ser estatisticamente significativa.

SKARDA, 1974, cultivou em rotação por 4 anos beterraba e cevada, ou batata e centeio, aplicando anualmente de 14-20 t/ha de excremento líquido junto com 1,3 a 1,6 t/ha de palha decomposta, e determinou que o aumento anual da matéria orgânica do solo variava de 2,4 a 3,2 t/ha.

TIARKS, MAZURAK e CHESNIN, 1974, incorporaram ao solo, por três anos sucessivos, doses crescentes de esterco (mistura de fezes e urina) proveniente de bois em confinamento. Os dejetos foram aplicados nas doses de 0 - 90 180 - 360 t/ha do material seco, e cultivaram sorgo no primeiro ano e milho para silagem nos dois anos seguintes. Após cada colheita, e antes de nova aplicação do esterco, retiraram amostras de solo e verificaram que o teor de carbono aumentava após dois anos de aplicação do esterco, sendo o aumento proporcional às quantidades de esterco aplicado.

OBERLÄNDER e ROTH, 1975, alimentaram bovinos com palha de trigo marcada com ^{14}C . A seguir coletaram as

fezes e urina destes animais. Tais excrementos foram mistu
rados com palhas de cereais e incorporados em solo, que a
seguir foi plantado com beterraba, trigo de inverno e ceva-
da de primavera em duas rotações. Depois de 5 anos conclu
iram que 31% do carbono aplicado permaneciam no solo, sendo
que 13% deste encontravam-se na fração húmica (total de áci-
dos húmicos e fúlvicos). Após três anos da aplicação, 5%
do carbono do esterco foram recuperados na fração húmica do
solo.

LONG, LUND e HERMANSON, 1975, aplicaram no so
lo esterco de bovinos em doses anuais de 45 t/ha do mate
rial seco, por três anos sucessivos, cultivando painço e cen-
teio. O esterco foi sempre incorporado a uma profundidade
de 15 cm. Após três anos verificaram um aumento no valor pH
do solo amostrado a 0-60 cm de profundidade. Determinações
periódicas do carbono do solo indicaram que a matéria orgâ-
nica aplicada estava sendo decomposta rapidamente, sendo que
no final de três anos, 38% do carbono aplicado permaneciam.

WHITE, KRUEGER e MOORE, 1976, retiraram amos
tras de solos de 32 áreas com pastagens. Os pastos eram de
diferentes gramíneas e estavam submetidos a vários sistemas
de pastoreio. Após 8 anos retiraram novas amostras. Do con
fronto dos resultados obtidos constataram que não houve di-
ferença significativa entre os teores de nitrogênio total,
fósforo solúvel ou matéria orgânica. O teor de nitrogênio,
que era de 0,193% passou para 0,202% após 8 anos, o teor de
fósforo solúvel, que na primeira amostragem de solo era de
15,2 ppm, passou para 6,9 ppm e o teor de matéria orgânica
passou de 3,70% para 3,26%.

Como se observa pela revisão apresentada, não há trabalhos que acompanham as mudanças químicas que ocorrem no solo do pasto em consequência do pastoreio intensivo. Verifica-se que alguns trabalhos que empregaram esterco, não o fizeram em pastagem mas sim em solo cultivado com diferentes culturas. Alguns outros incorporaram os dejetos animais ao solo, o que não acontece no pastejo. Outros ainda analisaram áreas restritas da pastagem, ou seja, o solo diretamente abaixo do local de deposição das fezes e mostram cifras que talvez não sejam reais para o pasto todo. Assim Frame, 1971, citado por BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974, estimou a quantidade de nutrientes, nos locais de deposição das fezes. Os números fornecidos por este autor é de 672 a 785 kg de nitrogênio por hectare, 112 a 224 kg de P_2O_5 /ha e 224 a 336 kg K_2O /ha. Por outro lado, PETERSEN, WOODHOUSE Jr. e LUCAS, 1956, citam valores de 850 kg N/ha, 390 kg P_2O_5 /ha e 500 kg K_2O /ha, para os locais de deposição de fezes. Nos locais onde a urina é depositada, estes últimos autores estimam valores de 448 kg N/ha, 17 kg P_2O_5 /ha e 470 kg K_2O /ha. Esses dados demonstram que há concentração de nutrientes em certos locais do pasto, originada pela deposição de fezes e/ou urina. Isto indica que, devido à irregular distribuição dos dejetos, haverá locais com concentrações altas de nutrientes, como aliás demonstraram PETERSEN, LUCAS e WOODHOUSE Jr., 1956.

2.4. Influência do pastoreio sobre a densidade do solo, densidade média das partículas e volume total de poros

O pastoreio pode influenciar de duas maneiras a densidade do solo e por sua vez o volume total de poros. Isso pode ocorrer diretamente pelo pisoteio dos animais e indiretamente pela deposição de excrementos.

Segundo EDMOND, 1958, as recentes tendências de exploração animal, que consistem em incrementar o número de animais por unidade de área, têm, como consequência, efeitos prejudiciais ao pasto. Normalmente uma vaca anda aproximadamente 3,2 km por dia, distância esta que pode diminuir ou aumentar, dependendo da qualidade do pasto, condições climáticas, etc., (LUCENA, CASTRO e BLANCO, 1973). Estes mesmos autores afirmam que a pata de um boi ocupa ao redor de 64 a 90 cm² e exerce uma pressão de 2,8 a 4,2 kg/cm². Este pisoteio tem efeito geralmente negativo sobre a produção do pasto, devido principalmente à compactação (TANNER E MAMARIL, 1959). Estes autores concluíram que o pisoteio causava sérios problemas de compactação nos solos com alto teor de argila, diminuindo o espaço poroso e a aeração e aumentando por outro lado o valor da densidade do solo.

Vicente-Chandler e Silva, 1960, citados por CARVALHO, 1976, estudando o efeito do pisoteio em dois latossóis, verificaram que a compactação resultante do pisoteio não atingiu profundidades superiores a 7,6 cm.

EDMOND, 1962a, 1962b, 1970, mostrou que o pisoteio sempre teve uma tendência a aumentar o valor da den-

sidade do solo. Este autor trabalhou com diferentes solos, diferentes níveis de umidade e com lotações diferentes de animais.

CARVALHO, 1976, concluiu com seu trabalho realizado num período de 4 meses, que o pisoteio dos animais compactou o solo até 7,5 cm de profundidade, havendo uma redução do volume total de poros devido a uma diminuição da microporosidade.

Como se citou anteriormente, os animais em pastejo, fornecendo ao pasto excrementos sólidos e líquidos, podem também exercer influência sobre a densidade do solo, a densidade média da partícula e o volume total de poros.

CROSS, MAZURAK e CHESNIN, 1973, aplicando na superfície do solo doses de 120 e 260 t de esterco seco, proveniente de bois confinados, verificaram após 1 ano que o valor da densidade do solo decresceu de 1,30 para 1,22 (dose de 120 t/ha) e para 1,01 (dose de 260 t/ha).

TIARKS, MAZURAK e CHESNIN, 1974, utilizando solo de classe textural franco-argilo-siltoso no qual cultivaram sorgo no primeiro ano e milho nos dois anos seguintes, aplicaram doses crescentes de esterco proveniente de bois confinados. As doses anuais foram de 0 - 90 - 180 - 360 t/ha de esterco seco que foi incorporado a três profundidades diferentes: 10, 20 e 30 cm. Retirando amostras a uma profundidade de solo de 8 cm, após cada cultura, determinaram nelas o valor da densidade do solo. Concluíram que, com o aumento da quantidade de esterco, o valor da densidade do solo tornou-se menor. Afirmam estes autores que o maior decréscimo pode ter sido consequência do decréscimo do valor da densidade média das partículas, embora a porosidade do

solo se tenha tornado maior pelas adições de esterco, provavelmente como resultado do aumento da agregação. O decréscimo do valor da densidade média da partícula foi devido a maiores quantidades de matéria orgânica no solo, que possui densidade menor do que a densidade média das partículas do solo. Houve correlações negativas entre o teor de matéria orgânica e o valor da densidade média das partículas do solo.

HAFEZ, 1974, utilizou fezes de vários animais, em vários testes feitos em laboratório. Aplicou doses crescentes de esterco seco e peneirado, misturando-o com solo de classe textural franco-argiloso. As doses variaram na faixa de 0 a 10% do peso do solo em esterco seco de bovinos, sendo as misturas colocadas em sacos plásticos e umidecidas até o nível de 1/3 bar. Após 4 dias determinou o valor da densidade do solo verificando que, na testemunha, o valor da densidade do solo era em média 1,43 e para a dose maior o mesmo era de 1,29. Nos demais tratamentos, houve diminuição proporcional à quantidade de esterco adicionado. Este mesmo autor, determinando por impacto a compactação de um solo de classe textural argila, verificou que a mistura do solo mais esterco foi mais fortemente compactada do que o solo sem a adição de esterco.

WHITE, KRUEGER e MOORE, 1976, determinaram o valor da densidade do solo de 32 locais com pastagem de diferentes gramíneas. Os pastos eram submetidos a diferentes sistemas de pastoreio. Após 8 anos realizaram novas determinações nos mesmos locais, tendo verificado que o valor da densidade média do solo praticamente não foi modificado.

Pela literatura que foi consultada, constatou-se que a presença dos animais na pastagem tem como conse-

qüência tanto o aumento como a diminuição do valor da densidade do solo. Tende a aumentar o valor da densidade do solo pelo pisoteio. Por outro lado a deposição dos excrementos poderá favorecer a diminuição do valor da mesma, principalmente pela agregação do solo que é favorecida pela presença de matéria orgânica e pela diminuição do valor da densidade média das partículas do solo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização do ensaio

O ensaio se localiza na Fazenda Pujol, Município de Barra Bonita, Estado de São Paulo, pertencente à Usina da Barra S/A. Na citada fazenda, toda formada com pasto que é submetido a pastoreio intensivo rotacionado (sistema Voisin), escolheu-se um piquete para se desenvolver o ensaio presente.

3.2. Antecedentes do local

Antes da instalação da pastagem, o solo foi cultivado por vários anos com cana-de-açúcar. O cultivo desta gramínea foi abandonado porque a produtividade era muito baixa, permitindo apenas dois cortes economicamente viáveis.

3.3. Solo

3.3.1. Classificação do solo

O solo foi classificado como pertencente ao Grande Grupo LATOSOL VERMELHO ESCURO - fase arenosa (LEa)*.

3.3.2. Descrição morfológica do perfil

A descrição morfológica foi feita seguindo as recomendações de LEMOS e SANTOS, 1976, e a cor foi obtida através da carta de cores: MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 1954.

O relevo local e regional é suavemente ondulado, com elevações de topo arredondado, pendentes de centenas de metros e vales em V aberto.

A trincheira para a descrição do perfil foi aberta na metade de uma rampa de 1 500 m e de declividade de 2 a 3%.

O perfil é profundo, com aparência uniforme, e superficialmente há erosão laminar ligeira. Raízes fasciculadas e finas, sendo muitas no Ap e B₁, e abundantes no A₃, co

---

*A classificação deste solo foi feita pelo Prof. Dr. José Luiz Guimarães de Souza, do Departamento de Ciências do Solo, da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

muns no B₂ e poucas no B₃. Essas raízes são pertencentes à cobertura de capim pangola (Digitaria decumbens, Stent). Há ocorrência de pontuações de areia lavada abundantes e bem distribuídas por todo o horizonte A₃ e esparsas no B₁.

Este perfil está descrito a seguir.

Ap - 0 - 22 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/3, úmida), pardo avermelhado (2,5YR 4/3, seca); areia franca; fraca, média, granular; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; suave, gradual.

A₃ - 22 - 69 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4, úmida), pardo avermelhado (2,5YR 4/4, seca); franco arenoso; fraca, média, granular com aspecto de maciça porosa; muito pouco coesa "in situ"; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; poros muito pequenos, abundantes; suave, gradual.

B₁ - 69 - 105 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/3, úmida), pardo avermelhado (2,5YR 4/3, seca); franco arenoso; fraca, pequena, granular, com aspecto de maciça porosa, muito pouco coesa "in situ", macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; poros muito pequenos, abundantes; suave, gradual.

B₂ - 105 - 137 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/3, úmida), pardo avermelhado (2,5YR 4/4, seca); franco arenoso; fraca, pequena, granular, com aspecto de maciça porosa, muito pouco coesa "in situ", ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; poros muito pequenos, abundantes; suave, gradual.

B₃ - 137 - 197 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4, úmida), vermelho (2,5YR 4/6, seca); franco arenoso; fraca, pequena, granular, com aspecto de maciça porosa, muito pouco coe

sa "in situ", ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente pegajoso.

3.3.3. Distribuição dos separados do solo

Empregou-se o método descrito em KILMER e ALEXANDER, 1949, na determinação da distribuição dos separados do solo que estão na Tabela 3, onde se verifica que a fração areia foi subdividida em 5 subfrações, de acordo com a escala da USDA, dada em MARCOS, DEMATTÊ e FRANÇA, 1967.

3.4. Instalação da pastagem

3.4.1. Preparo do solo, época de instalação da pastagem e gramínea utilizada

O solo foi preparado através de duas arações e gradagens e em abril/1972 procedeu-se, através de sementes, ao plantio do capim Pangola (Digitaria decumbens, Stent) que é uma gramínea de crescimento reptante, formadora de estolhos (SARTINI, 1964).

3.4.2. Área do piquete

A área total do piquete é de 4,53 ha, tendo no meio do mesmo, uma área cercada de aproximadamente 400 m² onde os animais não tiveram acesso.

Tabela 3. Distribuição dos Separados do Solo. (média de 4 repetições).

Hori- zon- te	Profun- didade	RESULTADOS EM PORCENTAGEM								Argila 0,002 mm	Argila 0,002 mm	Argila Natu- ral
		A R E I A						Total				
		2-1 mm amg*	1-05 mm ag*	0,5-0,25 mm am*	0,25-0,10 mm af*	0,10-0,05 mm amf*						
Ap	0-22	-	2,5	11,3	38,9	30,3	83,●	4,0	13,0	3,9		
A ₃	22-69	-	1,3	8,1	38,5	33,5	81,4	4,2	14,4	4,6		
B ₁	69-105	-	0,9	7,8	35,6	34,6	78,9	4,3	16,8	5,1		
B ₂	105-137	-	0,7	8,3	35,2	33,4	77,6	4,3	18,1	5,0		
B ₃	137-197(+)	-	0,8	7,2	33,1	36,0	77,1	4,7	18,2	4,5		

* amg = areia muito grossa; ag = areia grossa; am = areia média; af = areia fina;

amf = areia muito fina.

3.5. Manejo do pasto

3.5.1. Épocas de entrada e saída do gado e unidade de gado maior (U.G.M.)

Sempre que a pastagem estava em condições de ser pastada, os bovinos eram levados ao piquete e ali permaneciam até que toda a erva fosse coletada. Na Tabela 4 estão as datas de entrada e saída (dias, horas) dos animais e a partir disso calculou-se o tempo de ocupação e repouso. Conhecendo-se o número de cabeças e o estágio de desenvolvimento das mesmas, através de tabela dada por Schlipf, 1941, citada por VOISIN, 1967, calculou-se o valor da unidade de gado maior (U.G.M.).

Aplicou-se também em 02/08/1974 superfosfato simples (330 kg/ha) e hiperfosfato (80 kg/ha) e em 15/11/1975 nitrocálcio (100 kg/ha) e hiperfosfato (100 kg/ha).

3.5.2. Estimativa de quantidade de dejetos por hectare

Em função do valor U.G.M., da área do piquete e do número de horas que os animais permaneceram no pasto, dados na Tabela 2, calculou-se a quantidade de fezes e urina dejetadas. Para esta estimativa tomou-se por base que 1 U.G.M. fornece 25 kg de fezes e 15 kg de urina num período de 24 horas. Este valor é intermediário aos valores encontrados na literatura; veja-se BUCKMAN e BRADY, 1968, WHITEHEAD, 1970, PETERSON, McCALLA e SMITH, 1971, VOISIN, 1971, McCALLA, 1974,

Tabela 4. Épocas de entrada e saída (dias, horas) do gado; número de cabeças; U.C.M.; tempo de ocupação e tempo de descanso (dias, horas). Área do piquete: 4,53 hectares.

Entrada		Saída		Número de Cabe- ças	U.C.M.	Tempo de Ocupação		Tempo de Descanso	
Dias	Horas	Dias	Horas			Dias	Horas	Dias	Horas
30-06-72	17:00	01-07-72	11:00	570	319,2	-	18:00	-	-
01-07	16:00	02-07	08:00	570	319,2	-	16:00	-	05:00
02-07	08:00	03-07	10:00	46	32,2	1	02:00	-	-
22-08	17:00	23-08	08:00	1164	577,8	-	15:00	50	07:00
30-09	17:00	01-10	07:00	1430	704,7	-	14:00	38	10:00
23-11	17:00	24-11	15:00	607	469,3	-	22:00	44	10:00
12-01-73	17:00	13-01-73	17:00	29	16,4	1	-	49	02:00
13-01	10:00	13-01	17:00	1059	696,1	-	07:00	-	-
13-01	17:00	15-01	16:00	170	93,4	1	23:00	-	-
14-01	10:00	14-01	17:00	1024	673,9	-	07:00	-	-
15-01	17:30	16-01	17:30	975	637,4	1	-	1	00:30
20-03	17:00	21-03	17:00	675	560,3	1	-	62	23:30
22-03	11:00	22-03	17:00	674	559,4	-	06:00	-	18:00
12-06	17:30	14-06	15:00	711	590,1	1	21:30	82	00:30
17-08	08:00	17-08	14:00	818	678,9	-	06:00	63	17:00
17-08	17:00	18-08	09:00	818	678,9	-	16:00	-	03:00
15-10	17:00	16-10	07:00	790	655,7	-	14:00	58	08:00
22-11	17:00	23-11	07:30	776	644,0	-	14:30	37	10:00
05-01-74	17:00	06-01-74	09:00	696	696,0	-	16:00	43	06:30
06-01	16:30	07-01	09:00	690	690,0	-	16:30	-	07:30
23-02	10:00	24-02	08:00	1041	684,8	-	22:00	47	01:00
30-07	16:00	31-07	15:00	542	480,8	-	23:00	156	08:00
02-10	08:00	02-10	16:30	838	838,0	-	08:30	62	17:00
03-10	08:00	03-10	16:30	836	836,0	-	08:30	-	15:30
08-01-75	07:00	10-01-75	08:00	925	532,3	2	01:00	96	14:30
10-01	08:00	10-01	17:00	836	836,0	-	09:00	-	-
06-04	08:30	07-04	08:00	464	297,0	-	23:30	85	15:30
07-04	08:00	07-04	16:00	742	519,4	-	08:00	-	-
07-04	16:00	08-04	08:00	464	267,0	-	16:00	-	-
08-04	10:00	09-04	08:00	464	267,0	-	22:00	-	02:00
09-04	08:00	09-04	16:00	398	229,0	-	08:00	-	-
05-06	08:00	09-06	08:00	499	259,0	2	-	25	16:00
22-09	09:00	29-09	09:00	625	625,0	7	-	106	23:00
11-11	08:00	13-11	17:00	555	555,0	2	09:00	43	01:00
07-01-76	14:00	09-01-76	09:00	767	767,0	1	19:00	55	03:00
19-02	14:00	20-02	08:00	1221	701,0	-	18:00	21	19:00
24-03	08:00	24-03	16:00	1302	749,0	-	08:00	33	-
23-04	08:00	24-04	08:00	620	620,0	1	-	30	08:00
29-05	08:00	29-05	17:00	964	964,0	-	09:00	35	-

BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974.

Para elaborar a Tabela 5, dividiu-se o mês em três períodos ou seja, do dia 1º ao 10º dia, do 11º ao 20º dia e do 21º até o final.

As quantidades de fezes e urina dejetadas pelos animais nesses períodos foram somadas, e a partir destes dados construiu-se a Figura 1.

3.6. Coleta das amostras de solo

3.6.1. Épocas de amostragem do solo durante o período de quatro anos

Para a amostragem durante o período do ensaio, dividiu-se o piquete de 4,53 ha em quatro partes. Em cada uma dessas partes, coletaram-se amostras compostas de terra a uma profundidade de 0-20 cm. Portanto, em cada período de amostragem, coletaram-se 4 amostras compostas. Para coleta das mesmas seguiram-se recomendações dadas por CATANI, GALLO e GARGANTINI, 1955, porém foram tomadas 15 amostras simples numa área de aproximadamente 1,0 ha. As épocas de amostragens estão na Tabela 6.

3.6.2. Amostragem dos perfis (na área pastada e na área reservada)

Aos 09 de junho de 1975, após aproximadamente 4 anos de pastejo, abrindo-se trincheiras retiraram-se amostras dos diferentes horizontes de cada perfil, num total de 8 amos

Tabela 5 - Estimativa, por hectare, das quantidades de excrementos sólido e líquido dejetados pelos animais, em períodos de 10 dias.

1972			1973			1974			1975			1976		
Mês	Dias	kg/ha Fezes Urina	Mês	Dias	kg/ha Fezes Urina	Mês	Dias	kg/ha Fezes Urina	Mês	Dias	kg/ha Fezes Urina	Mês	Dias	kg/ha Fezes Urina
Jan	1-10	-	Jan	1-10	-	Jan	1-10	5179	Jan	1-10	7728	Jan	1-10	7584
	11-20	-		11-20	6823		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-
Fev	1-10	-	Fev	1-10	-	Fev	1-10	-	Fev	1-10	-	Fev	1-10	-
	11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-29	-		21-28	-		21-28	3464		21-28	-		21-29	-
Mar	1-10	-	Mar	1-10	-	Mar	1-10	-	Mar	1-10	-	Mar	1-10	-
	11-20	-		11-20	3092		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-31	-		21-31	771		21-31	-		21-31	-		21-31	827
Abr	1-10	-	Abr	1-10	-	Abr	1-10	-	Abr	1-10	4893	Abr	1-10	-
	11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-30	-		21-30	-		21-30	-		21-30	-		21-30	3422
Mai	1-10	-	Mai	1-10	-	Mai	1-10	-	Mai	1-10	-	Mai	1-10	-
	11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	1995
Jun	1-10	-	Jun	1-10	-	Jun	1-10	-	Jun	1-10	2859	Jun	1-10	-
	11-20	-		11-20	6174		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-30	1322		21-30	-		21-30	-		21-30	-		21-30	-
Jul	1-10	1174	Jul	1-10	-	Jul	1-10	-	Jul	1-10	-	Jul	1-10	-
	11-20	-		11-20	-		11-20	2543		11-20	-		11-20	-
	21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-
Ago	1-10	-	Ago	1-10	-	Ago	1-10	-	Ago	1-10	-	Ago	1-10	-
	11-20	-		11-20	3434		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-31	1993		21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-
Set	1-10	-	Set	1-10	-	Set	1-10	-	Set	1-10	-	Set	1-10	-
	11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-30	2269		21-30	-		21-30	-		21-30	-		21-30	-
Out	1-10	-	Out	1-10	-	Out	1-10	3272	Out	1-10	-	Out	1-10	-
	11-20	-		11-20	2111		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-
Nov	1-10	-	Nov	1-10	-	Nov	1-10	-	Nov	1-10	-	Nov	1-10	-
	11-20	-		11-20	2147		11-20	-		11-20	7274		11-20	-
	21-30	2374		21-30	-		21-30	-		21-30	-		21-30	-
Dez	1-10	-	Dez	1-10	-	Dez	1-10	-	Dez	1-10	-	Dez	1-10	-
	11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-		11-20	-
	21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-		21-31	-

Figura 1. Quantidade estimada de fezes e urina dejetadas pelos animais (t/ha) e precipitação (mm) em período de 10 dias.

Tabela 6 - Datas de coletas de amostras de solo (profundidade 0-20 cm)

ano	dia	mês
1972.....	15	setembro
1972.....	19	outubro
1972.....	23	novembro
1973.....	16	janeiro
1973	16	março
1973.....	17	maio
1973:.....	18	julho
1973.....	13	dezembro
1974.....	26	julho
1975	13	janeiro
1975.....	26	março
1976.....	25	março
1976.....	02	junho

tras por horizonte. Uma trincheira foi aberta na área pastada e uma outra na área onde os animais nunca tiveram acesso.

Procurou-se localizar a trincheira na área pastada e na área reservada no mesmo nível do terreno. Tomou-se também o cuidado de localizar a trincheira o mais pos sível longe das cercas e dos bebedouros. Para a tomada de amostras dos horizontes dos perfis, seguiram-se as indicações dadas por MARCOS, DEMATTÊ e FRANÇA, 1967, e MENDES, 1970.

3.7. Métodos empregados nas análises químicas

Nas amostras coletadas, nas 13 épocas diferentes dentro do período de quatro anos e nas amostras dos diferentes horizontes dos dois perfis, procedeu-se às análises seguintes: pH, matéria orgânica, nitrogênio total, capacidade de troca catiônica e alumínio, hidrogênio, cálcio mais magnésio e potássio trocáveis e fósforo solúvel e total.

A determinação do pH foi feita através de potenciômetro Methrom, utilizando-se relação solo: água de 1:2,5. O carbono (% M.O. = % Cx1,72) foi determinado através do método de Walkley e Black, descrito em MALAVOLTA e COURY, 1954. Para a determinação do hidrogênio, alumínio e potássio trocáveis e fósforo solúvel, empregaram-se os métodos descritos em CATANI, GALLO e GARGANTINI, 1955. O cálcio mais magnésio trocáveis foi determinado pelo método do EDTA, e a capacidade de troca catiônica, descritos em GLÓRIA, CATANI e MATUO, 1965. Já o fósforo total foi determinado pelo método descrito em CATANI e BATAGLIA, 1968. O nitrogênio total foi feito pelo método de Kjeldahl descrito em MELLO e outros, 1965.

3.8. Métodos empregados nas análises físicas

Em cada horizonte dos dois perfis, coletaram-se 8 amostras para determinar a densidade do solo, e a densidade média das partículas do solo.

A densidade do solo (D_s) foi determinada através do anel volumétrico, de 50 cc de volume, sendo o método

descrito em MARCOS, DEMATTÊ e FRANÇA, 1967, e BLAKE, 1965. Utilizando-se picnômetro determinou-se a densidade média das partículas de solo, seguindo recomendações de RANZANI e KIEHL, 1969.

No cálculo do volume total de poros empregou-se a fórmula dada em GROHMANN, 1972.

3.9. Análises estatísticas

As análises de variância foram feitas de acordo com PIMENTEL GOMES, 1970, sendo que nas provas de significância utilizou-se o teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

O esquema da análise da variância, para as amostras retiradas ao longo do período de ensaio, para cada característica química estudada, foi a seguinte:

Causas de variação	G.L.
Épocas	12
Resíduo	39
Total	51

O esquema de análise da variância utilizado para comparar diferentes características químicas e físicas dos dois

perfis, foi o seguinte:

Causas de variação	G.L.
Perfil (P).....	1
Horizontes (H).....	4
Px H.....	4
Perfis dentro de A ₁	1
Perfis dentro de A ₃	1
Perfis dentro de B ₁	1
Perfis dentro de B ₂	1
Perfis dentro de B ₃	1
Horizontes dentro do Perfil 1... 4	
Horizontes dentro do Perfil 2... 4	
Horizontes dos dois perfis	(9)
Resíduo	70
Total.....	79

3.10. Dados pluviométricos

Durante o ensaio mediu-se a quantidade de chuva em mm. Os dados estão na Tabela 7, sendo que o mês foi subdividido em três décadas. Estes dados estão representados graficamente na Figura 1, juntamente com a quantidade estimada dos dejetos dos animais.

Tabela 7. Quantidade de chuva em mm, durante o período do experimento.

1972

Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1-10	27,6	82,5	4,6	41,8	31,0	4,0	31,3	33,7	29,5	215,5	16,7	8,3
11-20	75,7	182,5	16,3	0,4	0,0	0,0	94,7	1,6	0,0	25,4	95,8	0,0
21-31	264,8	131,3	44,7	3,5	40,5	0,0	6,8	27,2	85,0	20,2	25,8	115,4
Total	368,1	395,8	65,6	45,7	71,5	4,0	132,8	62,5	114,5	261,1	138,3	123,7

1973

Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1-10	42,7	19,1	31,9	40,3	28,3	0,0	21,0	0,0	45,1	35,3	27,8	41,6
11-20	18,6	55,0	19,2	16,0	0,0	13,8	0,0	0,0	4,5	29,0	53,6	10,1
21-31	63,5	2,4	72,0	0,0	13,6	27,9	7,5	14,8	10,9	22,0	5,2	132,6
Total	124,8	76,5	123,1	56,3	41,9	41,7	28,5	14,8	60,5	86,3	86,6	184,3

1974

Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1-10	9,0	3,5	46,9	20,0	0,0	6,7	0,0	0,0	1,0	46,6	5,0	116,1
11-20	58,0	21,4	361,1	0,0	12,8	31,9	0,0	8,6	0,0	9,9	42,1	121,0
21-31	19,3	16,3	46,0	11,4	3,5	98,7	0,0	1,2	33,6	87,4	1,2	182,1
Total	86,3	41,2	454,0	31,4	16,3	137,3	0,0	9,8	34,6	143,9	48,3	419,2

1975

Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1-10	19,9	125,6	29,9	27,6	11,1	0,8	16,0	0,0	0,0	43,5	28,1	43,2
11-20	80,5	73,2	2,2	39,4	0,0	0,0	24,2	0,0	0,0	33,6	18,1	62,3
21-31	26,7	142,9	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,3	9,5	228,2	61,9
Total	127,1	341,7	41,4	67,0	11,1	0,8	40,2	0,0	53,3	86,6	274,4	167,4

1976

Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1-10	96,4	77,1	17,6	9,2	22,0	61,4						
11-20	41,4	76,9	82,9	59,9	20,5	10,5						
21-31	65,0	62,0	18,4	11,0	85,4	0,0						
Total	202,8	216,0	118,9	80,1	127,9	71,9						

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se dos materiais e métodos propostos, obtiveram-se os resultados que são apresentados em Tabelas numeradas de 8 a 35. Nestas aparecem, além das médias, as diferenças mínimas significativas ao nível de 5% de probabilidade e os coeficientes de variação. Construíram-se também Figuras numeradas de 2 a 12, com as quais se pretendeu visualizar as variações que ocorrem durante o período do ensaio nas diferentes características químicas do solo estudadas.

No apêndice, em Tabelas numeradas de 36 a 57, encontram-se os resultados que deram origem às médias apresentadas nas Tabelas numeradas de 8 a 35.

4.1. Características químicas do solo estudadas durante o período de quatro anos de pastoreio

4.1.1. Matéria Orgânica

Na Tabela 8 apresentam-se as médias das porcentagens de matéria orgânica nas diferentes épocas em que se coletaram as amostras de solo.

Tabela 8. MATÉRIA ORGÂNICA (%).

Médias de 4 repetições, diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias	interpretação estatística
15/09/1972	0,789	a
19/10/1972	0,905	a
23/11/1972	0,763	a
16/01/1973	0,815	a
16/03/1973	0,893	a
17/05/1973	0,828	a
18/07/1973	0,904	a
13/12/1973	0,892	a
26/07/1974	0,880	a
13/12/1974	0,867	a
26/08/1975	0,828	a
25/03/1976	0,801	a
02/06/1976	0,788	a
Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,287		
Coeficiente de variação = 13,97%		

Observação: as médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 2. MATÉRIA ORGÂNICA (%)

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

Verifica-se que o teor de matéria orgânica que era baixo no início, ou seja 0,789% em 15/09/1972, permaneceu baixo durante o período de 4 anos de pastoreio, conforme índices dados por CATANI, GALLO, e GARGANTINI, 1955, ou CATANI e JACINTHO, 1974.

Embora tenha havido, entre as épocas, variações no teor de matéria orgânica, estas não chegaram a ser estatisticamente significativas. Observa-se pela Figura 2, que a partir do início do uso do pasto até a amostragem feita em 18/07/1973 houve uma tendência de aumento do teor de matéria orgânica do solo. A partir desta época o teor de matéria orgânica começa a decrescer progressivamente e volta ao teor inicial no final dos quatro anos. Tal fato parece razoável, pois com a adição de matéria orgânica há um distúrbio no equilíbrio existente. Isso talvez porque a população de microorganismos existentes no solo não sendo suficiente para decompor o material orgânico adicional, houve um consequente acúmulo. Com o passar do tempo, os microorganismos se multiplicariam, atingindo uma população tal que, degradando com certa rapidez a matéria orgânica, seria restituído o equilíbrio inicial.

Considerando as quantidades estimadas de fezes e urina depositadas pelos animais, dadas na Tabela 5, pôde-se calcular a quantidade de material seco fornecido ao pasto no período de quatro anos. Para o cálculo considerou-se que as fezes e urina contêm respectivamente 75% e 90% de água (BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974). Essas quantidades de matéria seca estão na Tabela 9.

Tabela 9. Quantidade de matéria seca estimada a partir da quantidade de excrementos fornecidos pelos animais, durante os quatro anos de pastoreio intensivo.

Ano	t/ha de matéria seca		
	fezes	urina	total
1972 (julho a dezembro)	2,3	0,3	2,6
1973	6,2	0,7	6,9
1974	3,6	0,5	4,1
1975	11,7	1,4	13,1
1976 (janeiro a julho)	4,3	0,5	4,8
Total em 4 anos	28,1	3,4	31,5

Há decomposição deste material orgânico que chega ao solo pela ação de agentes biológicos, químicos e físicos e há também síntese para formação da matéria orgânica do solo. Para ZAMECK, 1970, os excrementos sólidos são duas vezes mais eficientes na formação de humus do solo do que os excrementos líquidos, o que seria de se esperar, já que as fezes contêm lignina. DABIN, 1976, afirmou que existe uma correlação muito estreita entre o teor de lignina do material orgânico e a quantidade de humus formada.

Considerando ainda que uma mistura de fezes e urina contém, segundo GILBERTSON e outros, 1974, de 32,0 a 46,8% de carbono na matéria seca ou seja, em média de 39,3% de carbono, pode-se calcular que foram adicionados 12,4 t de carbono por hectare no período de quatro anos.

OBERLÄNDER e ROTH, 1975, verificaram que 31% do carbono adicionado permaneciam no solo após cinco anos da aplicação de esterco. Por sua vez LONG, LUND e HERMANSON, 1975, verificaram que 38% do carbono aplicado permaneciam no solo após três anos. Então, do carbono aplicado, em média, 34,5% deveriam permanecer no solo até o quarto ano após a aplicação.

Relacionando-se os dados fornecidos nos parágrafos anteriores, pode-se calcular que da quantidade de carbono aplicado sob forma de excrementos durante os quatro anos de pastoreio, 4,3 t de carbono deveriam permanecer em 1 ha. Essa quantidade de carbono corresponderia a 7,3 toneladas de matéria orgânica.

Como as amostras de solo foram retiradas no presente ensaio a uma profundidade de 0-20 cm e nesta camada a densidade do solo é em média de $1,57 \text{ g/cm}^3$, calcula-se teoricamente que deveria haver um aumento de 0,23% no teor de matéria orgânica entre a primeira (15/09/1972) e a última (02/06/1976) amostragens. Tal fato não ocorreu, como se pode constatar pela Tabela 8.

COLLINS e BISHOP, 1962, em solo do Canadá incorporaram, durante um período de três anos, 544 t/ha de esterco de bovino e cultivaram aveia. Antes e após a aplicação do esterco, determinaram o teor de matéria orgânica do solo, verificando que o mesmo passara de 4,20% para 8,16%, com um aumento de 3,96%. DURING, WEEDA e DOROFÄEFF, 1973, na Nova Zelândia, analisando o solo antes de receber os dejetos animais e três anos após, verificaram que o teor de matéria orgânica passara de 9,4% para 11,1%. TIARKS, MAZURAK e CHESNIN, 1974, nos Estados Unidos, incorporando doses crescen

tes de excrementos de animais, e cultivando o solo com sorgo, verificaram que após 2 anos havia aumentos no teor de carbono do solo proporcionais às doses de esterco aplicado. SKARDA, 1974, conseguiu aumentos anuais de 2,4 a 3,2 t/ha de matéria orgânica do solo, quando aplicava anualmente esterco líquido (14-20 t/ha) misturado com palhas (1,3 a 1,6 t/ha). Para VERSTRAETE, NEUKERMANS e DEBRUYCKERE, 1973, na Bélgica, somente uma pequena fração dos dejetos sólidos resistem à biodegradação.

No caso do presente experimento, as seguintes causas devem ter contribuído para que não houvesse aumento no teor de matéria orgânica do solo. A primeira delas é o clima, pois sabe-se que em clima tropical, a decomposição se processa mais rapidamente do que em clima mais frio. Outra causa é o fato de que os dejetos foram deixados intactos na superfície do solo, pois nesse caso pode haver formação de uma crosta dura se ocorrer tempo seco após a deposição das fezes, havendo retardamento no desaparecimento das mesmas (WEEDA, 1967). A terceira causa é a má distribuição dos dejetos animais pelo pasto, pois segundo PETERSON, LUCAS e WOODHOUSE Jr., 1956, há áreas no pasto onde há concentrações de fezes enquanto que em outras áreas não há deposição de excrementos. Entretanto a causa mais importante talvez seja a profundidade de amostragem do solo, fazendo que houvesse diluição do material orgânico que permanece principalmente nos primeiros centímetros da camada do solo.

Diante destas suposições, podem-se levantar as seguintes proposições práticas. A primeira delas seria a incorporação das fezes ao solo, o que em pastagem é inviável.

Uma segunda seria o esparramento das fezes por toda a área, logo após a saída dos animais do piquete. Esta prática iria reduzir também a possibilidade de alteração da composição bo tânica do pasto, que pode ocorrer no local onde as fezes são depositadas (WEEDA, 1967, BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974), mas poderá ocorrer a recusa da erva pelos animais. Estes últimos autores, fazendo uma revisão de literatura referente ao efeito dos excrementos sobre o consumo da erva pelos animais, mo straram que a contaminação dos pastos pelas fezes é uma das principais causas de recusa da erva pelos animais em pastejo. Afirmaram ainda que o fato se torna mais crítico, quando os animais voltam repetidamente ao pasto devido à diminuição do período de repouso. Por outro lado Campling, 1970, e Davies, 1970, citados por BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974, concluíram que a recusa da erva contaminada por fezes se atenuava à medida que a situação se repetia durante anos consecutivos. Isso porque os animais ou se acostumam com a erva contaminada ou porque há um aumento na atividade dos agentes destruidores das fezes, tais como minhocas e besouros. Por outro lado há opiniões contrárias às dadas acima. Por exemplo Reid, Greenhangh e Aithken, 1972, citados também por BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974, assinalaram que, à medida que passam os anos, o problema de contaminação se torna mais grave.

No Brasil, alguns criadores que usam o sistema Voisin de pastoreio, têm feito o esparramento das fezes após a saída dos animais do piquete e parece que não tem havido graves problemas quanto à palatabilidade da erva.

Em outros países, há alguns autores, como por exemplo Frame, 1971, citado por BLANCO, CASTRO e LUCENA, 1974, que recomendam o uso de adubo nitrogenado na hora do esparra

mamento das fezes para aumentar a palatabilidade da erva, porque esta prática acelera a decomposição das fezes.

Assim, contornando-se os problemas que poderiam aparecer como consequência do esparramamento das fezes, esta prática talvez aumentasse a eficiência dos excrementos e conseqüentemente poderia haver uma elevação do teor de matéria orgânica do solo.

4.1.2. Capacidade de troca catiônica (C.T.C.)

São apresentadas na Tabela 10 as médias da C.T.C. do solo nas diferentes épocas de amostragem. Verifica-se que a C.T.C. permaneceu com baixo valor em todo o período. A COMISSÃO DE SOLOS (1960) dá um valor de 2,03 a 4,77 e.mg/100 g TFSA para o horizonte Ap do Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa, faixa esta que engloba os resultados encontrados no presente trabalho.

Verifica-se que o pastejo intensivo influenciou significativamente na C.T.C., fazendo-a variar do valor inicial igual a 2,5 e.mg/100 g TFSA, até o valor 3,3 e.mg/100g TFSA aos 15 meses após. A seguir decresce progressivamente até o valor de 2,9 e.mg/100 g TFSA (18 meses após a primeira amostragem), permanecendo neste nível até o final do experimento.

Como a C.T.C. do solo é dada pelas cargas negativas dos minerais de argila, do material amorfo (óxidos e hidróxidos de silício, ferro e alumínio) e da matéria orgânica (FASSBENDER, 1975), essas variações ocorridas devem ser uma consequência das variações no teor de matéria orgânica, já que os outros componentes do solo permaneceram cons

Tabela 10. CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (e.mg/100 g TFSA)

Médias de 4 repetições, diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias	interpretação estatística
15/09/1972	2,5	b
19/10/1972	2,6	a b
23/11/1972	2,6	a b
16/01/1973	2,9	a b
16/03/1973	2,9	a b
17/05/1973	2,9	a b
18/07/1973	3,0	a b
13/12/1973	3,3	a
26/07/1974	3,1	a
13/12/1974	2,7	a b
26/08/1975	2,9	a b
25/03/1976	2,9	a b
02/06/1976	2,9	a b
Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,6		
Coeficiente de variação = 8,99%		

Observação: as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 3. CAPACIDADE DE TROCA DE CATIONS (e.mg/100g TFSA)

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

tantes. De fato, entre o teor de matéria orgânica e o valor da C.T.C., houve correlação positiva e significativa ao nível de 1% de probabilidade ($r = 0,3773$, para 50 graus de liberdade). Nota-se que apesar do teor de matéria orgânica não variar significativamente, como foi visto no item 4.1.1, as pequenas variações ocorridas foram suficientes para fazer variar significativamente a C.T.C. As Figuras 2 e 3 evidenciam o fato, pois mostram que o valor da C.T.C. variou, ao longo do período, de modo semelhante à variação do teor de matéria orgânica do solo.

DURING, WEEDA e DOROFÄEFF, 1973, também verificaram que havia aumentos na C.T.C. do solo após três anos da aplicação das fezes de bovinos.

4.1.3. Nitrogênio total e Relação Carbono/Nitrogênio

Pode-se verificar, pelos resultados da Tabela 11, que o teor de nitrogênio total no solo permaneceu baixo durante todo o período de pastejo, segundo índices dados em CATANI, GALLO e GARGANTINI, 1955. Embora o nível de fertilidade para o nitrogênio total não se alterasse, houve pequenas oscilações na porcentagem, variando de 0,036% a 0,50%. Apesar de ser estreita a faixa de variação entre o nível superior e o nível inferior, houve diferença estatisticamente significativa entre as épocas.

As variações no teor de nitrogênio total ao longo do período, não seguiram as variações ocorridas no teor de matéria orgânica do solo.

Fazendo-se correlação entre os teores de ma-

Tabela 11. NITROGÊNIO TOTAL (%)

Médias de 4 repetições, diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias	interpretação estatística
15/09/1972	0,042	c d
19/10/1972	0,055	a b
23/11/1972	0,038	d
16/01/1973	0,046	b c d
16/03/1973	0,041	c d
17/05/1973	0,047	b c d
18/07/1973	0,036	d
13/12/1973	0,037	d
26/07/1974	0,054	a b
13/12/1974	0,036	d
26/08/1975	0,046	b c d
25/03/1976	0,050	a c
02/06/1976	0,043	b c d
Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,012		
Coeficiente de variação = 10,85%		

Observação: as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 4. NITROGÊNIO TOTAL (%)

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

téria orgânica e do nitrogênio total obteve-se o coeficiente não significativo, sendo $r = 0,1013$, para 50 graus de liberdade.

De acordo com CASTLE e DRYSDALE, 1966, e BUCKMAN e BRADY, 1968, as fezes contêm em média 0,30% de nitrogênio total, sendo que 10% deste estão na forma amoniacal (CASTLE e DRYSDALE, 1966). Para GILBERTSON e outros, 1974, uma tonelada de matéria seca das fezes contêm 136 kg de proteína, compostos que são rapidamente mineralizados pelos microorganismos.

O valor médio de nitrogênio total na urina é de 0,50% (CASTLE e DRYSDALE, 1966, WHITEHEAD, 1970, RICHARDS e WOLTON, 1976), sendo que para DOAK, 1952, 75% do nitrogênio de urina estão na forma de uréia e de 10,5% a 16% na forma de aminoácido. Portanto o nitrogênio da urina se encontra, em sua maior parte, numa forma que pode ser absorvida rapidamente pelas plantas.

Na Tabela 12 são dadas as quantidades estimadas de nitrogênio total, que são devolvidas ao pasto pelas fezes e urina, cálculos baseados nas porcentagens de nitrogênio dadas nos parágrafos anteriores.

Este nitrogênio devolvido ao pasto pelas fezes corresponde de 20% a 26% do nitrogênio ingerido pelos animais (DURING e WEEDA, 1973 e LAISSUS, 1970). Este último pesquisador cita ainda que 56% do nitrogênio ingerido são devolvidos ao pasto através da urina.

Pela estimativa feita e que é apresentada na Tabela 12, verifica-se que não são desprezíveis as quantidades de nitrogênio devolvido ao solo, considerando-se ainda que em 15/11/1975 aplicaram-se 100 kg/ha de nitrocálcio.

Tabela 12. Quantidade estimada em kg/ha de nitrogênio devolvido ao pasto através das fezes e urina dos bovinos em pastejo.

		kg de Nitrogênio/ha				
Épocas		fezes		urina		N-total (1 + 2)
		N-total	N-amoniaco	N-total	N-uréia	
		(1)		(2)		
1972	21-30/06	4,0	0,4	4,0	3,0	8,0
	01-10/07	3,5	0,4	3,5	2,6	7,0
	21-31/08	6,0	0,6	6,0	4,5	12,0
	21-30/09	6,8	0,7	6,8	5,1	13,6
	21-30/11	7,1	0,7	7,1	5,3	14,2
	Total	27,4	2,8	27,4	20,5	54,8
1973	11-20/01	20,5	2,0	20,5	15,4	41,0
	11-20/03	9,3	0,9	9,3	7,0	18,6
	21-31/03	2,3	0,2	2,3	1,7	4,6
	11-20/06	18,5	1,9	18,5	13,9	37,0
	11-20/08	10,3	1,0	10,3	7,7	20,6
	11-20/10	6,3	0,6	6,3	4,7	12,6
	11-20/11	6,4	0,6	6,4	4,8	12,8
	Total	73,6	7,2	73,6	55,2	147,2
1974	01-10/01	15,5	1,6	15,5	11,7	31,0
	21-28/02	10,4	1,0	10,4	7,8	20,8
	11-20/07	7,6	0,8	7,6	5,7	15,2
	01-10/10	9,8	1,0	9,8	7,4	19,6
	Total	43,3	4,4	43,3	32,6	86,6
1975	01-10/01	23,2	2,3	23,2	17,4	46,4
	01/10/04	14,7	1,5	14,7	11,0	29,4
	01-10/06	8,6	0,9	8,6	6,5	17,2
	11-20/09	72,6	7,3	72,6	54,5	145,2
	11-20/11	21,8	2,2	21,8	16,4	43,6
	Total	140,9	14,2	140,9	105,8	281,6
1976	01-10/01	22,7	2,3	22,7	17,0	45,4
	11-20/02	8,7	0,9	8,7	6,5	17,4
	21-31/03	4,1	0,4	4,1	3,1	8,2
	21-30/04	10,3	1,0	10,3	7,7	20,6
	21-31/05	6,0	0,6	6,0	4,5	12,0
	Total	51,8	5,2	51,8	38,8	103,6

A principal limitação deste nitrogênio que é retornado ao pasto pelos excrementos é a sua má distribuição, pois pode haver concentração nos locais onde as fezes e/ou urina são depositadas. PETERSEN, LUCAS e WOODHOUSE Jr, 1956, estimam que na área sob a deposição das fezes a quantidade de nitrogênio chega a 836 kg/ha e, segundo estimativa de WHITEHEAD, 1970, nos locais onde o excremento líquido é depositado, este valor é de 565 kg/ha.

Do nitrogênio que chega ao solo, aproximadamente 8,3% e 32,3% da quantidade retornada nas fezes e urina respectivamente são recuperados pela pastagem nos três anos que seguem a deposição. Este resultado foi obtido por CASTLE e DRYSDALE, 1966, que utilizaram solo de drenagem livre, com pasto de azevem e trevo em local de pluviosidade de 489 mm de chuva/mês durante 6 meses. Parece razoável afirmar que outra parte de nitrogênio é perdida de várias formas. No caso do nitrogênio das fezes, as perdas se dão principalmente na forma de amônia que se volatiliza, sendo que a perda maior ocorre logo após a deposição do excremento sólido (MacDIARMID e WATKIN, 1972). O restante que não é perdido, é incorporado ao solo onde sofrerá a amonificação e/ou nitrificação. Deste, uma parte poderá ser absorvido pelas plantas e outra ser lixiviada na forma nítrica. Ainda o nitrogênio, participando de processo de síntese, poderá fazer parte do humus do solo.

No caso do nitrogênio da urina, que está praticamente na forma de uréia dissolvida em meio aquoso, o seu destino é bastante influenciado pelas condições climáti cas e edáficas. Parece ser impossível impedir que haja perdas de nitrogênio na forma de amônia, pois no local onde a

urina é depositada, o pH da superfície do solo se eleva e este aumento pode causar volatilização do nitrogênio (DOAK, 1952). Esta elevação do pH é motivada pela alcalinidade da urina (BARROW, 1960). DOAK, 1952, estimou que 10% do nitrogênio que chegou ao solo pela urina foram perdidos quando a temperatura era de 21°C , e o tempo seco. Isto pode ter ocorrido no presente experimento, pois a temperatura média anual do local é de 24°C , e há períodos de seca no inverno principalmente. DOAK, 1952, elaborou um esquema mostrando a complexidade dos destinos deste nitrogênio que retorna ao solo. Este esquema, mostrado na Figura 5, possibilita a visualização da multiplicidade de fatores que influenciam no destino do nitrogênio da urina, dentro do sistema solo planta-animal-atmosfera, ficando evidente a dificuldade de explicação dos resultados apresentados na Tabela 11 e na Figura 4.

As relações Carbono/Nitrogênio são apresentadas na Tabela 13. Verifica-se que as mesmas variaram na faixa de 9,6 a 14,6. Essa variação, que foi ao acaso, vem confirmar mais ainda o que se discutiu anteriormente a respeito da dificuldade de explicação dos resultados obtidos para a matéria orgânica e nitrogênio total do solo.

Para o horizonte Ap do Latosol Vermelho Escuro fase arenosa, a relação C/N varia de 8 a 11 (COMISSÃO DE SOLOS, 1960). Verifica-se que nas amostragens de 23/11/1972, 16/03/1973, 18/07/1973, 13/12/1973 e 13/12/1974 as relações C/N estão fora da faixa dada pela COMISSÃO DE SOLOS, 1960.

Figura 5. Destino dos constituintes nitrogenados da urina (DOAK, 1952).

Tabela 13. Relações C/N ao longo
do período do experi-
mento. (Médias de 4 re-
petições.

Épocas de amostragem	C/N
15/09/1972	10,9
19/10/1972	9,6
23/11/1972	11,7
16/01/1973	10,3
16/03/1973	12,7
17/05/1973	10,2
18/07/1973	14,6
13/12/1973	14,0
26/07/1974	9,5
13/12/1974	14,0
26/08/1975	10,5
25/03/1976	9,3
02/06/1976	10,6

4.1.4. Fósforo solúvel e Fósforo total

Nas Tabelas 14 e 15 e Figuras 6 e 7, estão respectivamente os resultados referentes ao fósforo solúvel em ácido sulfúrico (0,05N) e fósforo total.

Verifica-se que o teor de fósforo solúvel permanece baixo durante todo o período de amostragem, segundo a interpretação feita pelos índices dados em CATANI e JA-

Tabela 14. FÓSFORO SOLÚVEL (e.mg PO_4^{3-} /100 g TFSA).

Médias de 4 repetições, diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias	interpretação estatística
15/09/1972	0,029	b
19/10/1972	0,038	b
23/11/1972	0,032	b
16/01/1973	0,032	b
16/03/1973	0,038	b
17/05/1973	0,037	b
18/07/1973	0,038	b
13/12/1973	0,039	b
26/07/1974	0,039	b
13/12/1974	0,076	a
26/08/1975	0,084	a
25/03/1976	0,036	b
02/06/1976	0,036	b
Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,019		
Coeficiente de variação = 18,62%		

Observação: as médias seguidas de letra igual não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 15. FÓSFORO TOTAL (e.mg PO_4^{3-} /100 g TFSA)

Médias de 4 repetições, diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias	interpretação estatística
15/09/1972	0,845	b c
19/10/1972	0,902	a b c
23/11/1972	0,710	c
16/01/1973	0,789	c
16/03/1973	0,834	c
17/05/1973	0,868	a b c
18/07/1973	0,902	a b c
13/12/1973	1,026	a b c
26/07/1974	1,070	a b c
13/12/1974	1,363	a
26/08/1975	1,340	a b
25/03/1976	1,119	a b c
02/06/1976	0,924	a b c

Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,498

Coeficiente de variação = 20,50%

Observação: as médias seguidas de letra igual não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 6. FÓSFORO SOLÚVEL (e.mg $PO_4^{3-}/100g$ TFSA)

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

Figura 7. FÓSFORO TOTAL (e.g. PO₄³⁻/100g TFSA)

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

CINTHO, 1974.

Embora as variações ocorridas não tenham sido suficientemente grandes para mudar o nível de fertilidade, duas épocas foram estatisticamente diferentes das demais, ou seja, as amostragens feitas em 13/12/1974 e em 26/08/1975. Esta elevação no teor de fósforo solúvel deve ter sido motivada pela aplicação, em 02/08/1974, de 330 kg de superfosfato simples por hectare e 80 kg de hiperfosfato por hectare, apesar destas quantidades aplicadas serem pequenas, se for considerado o baixo teor de fósforo do solo. Caso semelhante ocorreu com o fósforo total do solo. Aliás houve uma correlação positiva e significativa ao nível de 5% de probabilidade ($r = 0,8680$) entre o fósforo total e o fósforo solúvel do solo. O fósforo solúvel corresponde a uma pequena parcela do fósforo total, e no presente solo corresponde de 3,2% a 6,2% apenas.

Nota-se pelos resultados apresentados que um ano após a aplicação dos adubos fosfatados, os seus efeitos faziam-se sentir tanto no fósforo solúvel do solo como no fósforo total. Entretanto, após mais 6 meses, ou seja, 18 meses após a adubação fosfatada, o teor de fósforo total começou a decrescer, enquanto que o teor de fósforo solúvel já havia voltado ao nível inicial. Como se sabe, os íons fosfatos têm grande afinidade pelos íons de ferro e alumínio, com os quais formam hidroxifosfatos insolúveis, que não são assimiláveis pelas plantas.

Considerando o teor médio de 0,16% de P_2O_5 nos dejetos sólidos (CASTLE e DRYSDALE, 1966, NEPTUNE, 1973) pode-se estimar a quantidade de fósforo que retornou ao so-

lo durante o experimento.

Sabe-se que cerca de 62% do fósforo ingerido pelos animais retornam ao pasto através das fezes (LAISSUS, 1970). Para Sears, Goodall e Newbold, 1948, citados por CASTRO, LUCENA e BLANCO, 1974, em condições de pastoreio intenso, há um retorno de 90% do fósforo. Por outro lado, a urina praticamente não contém este nutriente (LAISSUS, 1970, CASTLE e DRYSDALE, 1966). A estimativa feita é apresentada na Tabela 16.

Este fósforo que retorna ao solo está concentrado nas áreas diretamente abaixo das fezes, pois não há evidências de movimento lateral e em profundidade do mesmo (MacDIARMID e WATKIN, 1972). Assim, PETERSEN, LUCAS e WOODHOUSE Jr., 1956, estimaram que o local sob a deposição das fezes recebe cerca de 385 kg P_2O_5 /ha. Logicamente este cálculo seria muito otimista se fosse considerada a área toda do pasto e não somente aquela diretamente abaixo das fezes.

Do fósforo restituído ao solo nas condições de pastoreio mais da metade se encontra na forma orgânica (BARROW e LAMBOURNE, 1962). Além do mais, 46,6% desse P-total são solúveis em água (DURING e WEEDA, 1973).

O fósforo inorgânico, principalmente o solúvel em água, pode ser facilmente assimilável pelos vegetais (BROMFIELD, 1961). Para GUNARY, 1968, quando os excrementos permanecem na superfície do solo, as plantas podem aproveitar apenas de 13 a 20% do fósforo total, entretanto quando são incorporados ao solo, o aproveitamento deste nutriente sobe a 70%. No caso do pastoreio intensivo, é possível que haja incorporação do fósforo ao solo, tanto pela ação da fau

Tabela 16. Quantidades estimadas em kg/ha de fósforo total e solúvel em água, dadas em P_2O_5 , que retonaram ao pasto pelas fezes dos animais em pastoreio.

Épocas	kg P_2O_5 /ha	
	Fósforo total	Fósforo solúvel em água
1972	21-30/06	2,1
	01-10/07	1,9
	21-31/08	3,2
	21-30/09	3,6
	21-30/11	3,8
	Total	14,6
1973	11-20/01	10,9
	11-20/03	4,9
	21-31/03	1,2
	11-20/06	9,9
	11-20/08	5,5
	11-20/10	3,4
	11-20/11	3,4
	Total	39,2
1974	01-10/01	8,3
	21-38/02	5,5
	11-20/07	4,1
	01-10/10	5,2
	Total	23,1
1975	01-10/01	12,4
	01-10/04	7,8
	01-10/06	4,6
	11-20/09	38,6
	11-20/11	11,6
	Total	75,0
1976	01-10/01	12,1
	11-20/02	4,6
	21-31/03	2,2
	21-30/04	5,5
	21-31/05	3,2
	Total	27,6

na como pelo pisoteio dos animais, favorecendo assim a reciclagem do fósforo (CASTRO, LUCENA e BLANCO, 1974).

Posto que as fezes têm mais da metade do fósforo na forma orgânica e este não se mineraliza rapidamente, admite-se que as mesmas devem contribuir para incrementar o fósforo orgânico do solo (CASTRO, LUCENA e BLANCO, 1974). Talvez isto explique a tendência de aumento do teor de fósforo total em algumas amostragens, pois quando se determina o fósforo total inclui-se o fósforo orgânico.

4.1.5. Potássio trocável

Pelos resultados contidos na Tabela 17, constata-se que há uma tendência de aumentar o teor de potássio com o passar do tempo. O teor que era baixo, segundo interpretação dada em CATANI e JACINTHO, 1974, passou para médio após 22 meses e assim permanecendo até a última amostragem. A Figura 8 permite visualizar este fato.

Pela interpretação estatística verifica-se que houve diferença significativa entre épocas. O teor de potássio da última amostragem (02/06/1976) é significativamente maior do que os teores trocáveis de potássio em 23/11/1972 e 17/05/1973, quando os menores teores foram determinados.

O aumento no teor de potássio trocável do solo pode ter sido motivada pela adição deste nutriente por meio dos excrementos animais.

Considerando que em média as fezes contêm 0,07% de K_2O , e que a urina contêm 0,79% de K_2O (CASTLE e DRYSDALE, 1966, NEPTUNE, 1973, RICHARDS e WOLTON, 1976) po-

Tabela 17. POTÁSSIO TROCÁVEL (e.mg K⁺/100 g TFSA)

Médias de 4 repetições (originais e transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$), diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias		interpretação estatística
	original	$\sqrt{x + 0,5}$	
15/09/1972	0,064	0,751	a b
19/10/1972	0,069	0,754	a b
23/11/1972	0,048	0,740	b
16/01/1973	0,065	0,751	a b
16/03/1973	0,083	0,763	a b
17/05/1973	0,050	0,742	b
18/07/1973	0,075	0,758	a b
13/12/1973	0,070	0,755	a b
26/07/1974	0,084	0,764	a b
13/12/1974	0,101	0,775	a b
26/08/1975	0,115	0,784	a b
25/03/1976	0,100	0,775	a b
02/06/1976	0,146	0,803	a
Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,056			
Coeficiente de variação = 3,01%			

Observação: as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 8. POTÁSSIO TROCÁVEL (e.mg K⁺/100g TFSA)

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

de-se estimar a quantidade de potássio que foi reciclada através das dejeções durante o período do ensaio. Os resultados desta estimativa estão na Tabela 18. A quantidade total corresponde a 92% do potássio ingerido (LAISSUS, 1970).

Entretanto, como há ausência de movimento lateral deste potássio que retorna ao solo, segundo MacDIARMID e WATKIN, 1972, certamente houve concentração de potássio na área do solo diretamente abaixo dos locais dos dejetos, enquanto que nos demais locais do solo da pastagem praticamente não houve retorno de potássio. Nos locais onde há deposição das fezes, PETERSEN, LUCAS e WOODHOUSE Jr., 1956, estimaram que são depositados cerca de 484 kg K_2O /ha e RICHARDS e WOLTON, 1976, calcularam que no local da urinação este valor está na faixa de 74 a 607 kg K_2O /ha. Portanto, no solo, diretamente abaixo do local da deposição das fezes e/ou urina, deverá haver um aumento do teor de potássio, como mostraram os resultados de MacDIARMID e WATKIN, 1972. Para a área toda esta quantidade deve ser bem menor. Sabe-se que quando há esparramação das fezes após a saída dos animais do piquete, as variações nos teores de potássio trocável tornam-se menores entre os locais que receberam as fezes e os que não receberam (WEEDA, 1967).

A importância desse potássio que retorna ao solo, segundo a revisão feita por CASTRO, LUCENA e BLANCO, 1974, é a curto prazo de valor incerto.

Ressalta-se finalmente que não houve nenhuma correlação significativa entre os teores de potássio e os de qualquer outra característica química determinada no presente trabalho.

Tabela 18. Quantidade estimada em kg/ha de potássio (K_2O) que retornou ao pasto pelas fezes e urina dos animais em pastoreio.

Épocas		kg K ₂ /ha		
		Fezes	Urina	Total
1972	21-30/06	0,9	6,3	7,2
	01-10/07	0,8	5,6	6,4
	21-31/08	1,4	9,5	10,9
	21-30/09	1,6	10,8	12,4
	21-30/11	1,7	11,2	12,9
	Total	6,4	43,4	49,8
1973	11-20/01	4,8	32,3	37,1
	11-20/03	2,2	14,7	16,9
	21-31/03	0,5	3,7	4,2
	11-20/06	4,3	29,3	33,6
	11-20/08	2,4	16,3	18,7
	11-20/10	1,5	10,0	11,5
	11-20/11	1,5	10,2	11,7
Total	17,2	116,5	133,7	
1974	01-10/01	3,6	24,5	28,1
	21-28/02	2,4	16,4	18,8
	11-20/07	1,8	12,1	13,9
	01-10/10	2,3	15,5	17,8
	Total	10,1	68,5	78,6
1975	01-10/01	5,4	36,6	42,0
	01-10/04	3,4	23,2	26,6
	01-10/06	2,0	13,5	15,5
	11-20/09	16,9	114,5	131,4
	11-20/11	5,1	34,5	39,6
	Total	32,8	222,3	255,1
1976	01-10/01	5,3	35,9	41,2
	11-20/02	2,0	13,8	15,8
	21-31/03	1,0	6,5	7,5
	21-30/04	2,4	16,2	18,6
	21-31/05	1,4	9,5	10,9
	Total	12,1	81,9	94,0

4.1.6. Cálcio mais magnésio trocáveis

Na Tabela 19 encontram-se os resultados obtidos para o cálcio mais magnésio trocáveis. Verifica-se que o solo tendo inicialmente baixos teores destes nutrientes, assim permaneceu até na última amostragem, segundo interpretação através dos índices dados em CATANI, GALLO e GARGANTINI, 1955. A análise estatística demonstrou que as variações ocorridas entre as diferentes épocas não foram significativas. As discrepâncias entre os teores de cálcio mais magnésio nas diferentes épocas foram ao acaso e não permitem traduzi-las em tendências. A Figura 9 visualiza tal fato.

Como em 02/08/1974 se aplicaram 330 kg de superfosfato simples e 80 kg de hiperfosfato por hectare, isso poderia levar a pensar que o teor de cálcio sofreria aumento no solo e que os maiores valores encontrados nas amostragens subsequentes (13/12/1974 e 26/08/1975) seriam uma consequência deste fato. Entretanto, mesmo em 26/07/1974, portanto mesmo antes de tal adubação, o teor de cálcio mais magnésio trocáveis já havia atingido um nível praticamente igual ao das amostragens após a adubação fosfatada do pasto.

Para LAISSUS, 1970, os excrementos devolvem ao pasto 86% do magnésio ingerido. Segundo Davies, HOGG e Hopewell, 1962, citados por MacDIARMID e WATKIN, 1972, 62% do magnésio encontrado nas fezes são solúveis em água. Isto explicaria porque WEEDA, não publicado, citado em DURING, WEEDA e DOROFÄEFF, 1973, encontrou que havia um considerável movimento de magnésio até profundidade maior que 30 cm, após um ano da aplicação de esterco. Todo o cálcio que re-

Tabela 19. CÁLCIO + MAGNÉSIO TROCÁVEIS. e.mg ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)/100 g TFSA. Médias de repetições (originais e transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$), diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias		interpretação estatística
	original	$\sqrt{x + 0,5}$	
15/09/1972	0,52	1,01	a
19/10/1972	0,56	1,02	a
23/11/1972	0,60	1,05	a
16/01/1973	0,58	1,04	a
16/03/1973	0,78	1,13	a
17/05/1973	0,50	1,00	a
18/07/1973	0,62	1,05	a
13/12/1973	0,78	1,13	a
26/07/1974	0,82	1,14	a
13/12/1974	0,82	1,14	a
26/08/1975	0,84	1,16	a
25/03/1976	0,74	1,10	a
02/06/1976	0,36	0,93	a
Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,24			
Coeficiente de variação = 9,10%			

Observação: as médias seguidas de letra igual não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 9. CALCIO + MAGNÉSIO e.mg(Ca²⁺ + Mg²⁺) / 100g TFSA

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

torna ao solo é através das fezes.

Para DURING e WEEDA, 1973, a porcentagem de cálcio na matéria seca varia de 0,91% a 2,26% e o magnésio varia entre 0,41% a 0,64%. Por cálculo pode-se chegar que em média fezes frescas contêm 0,24% de cálcio e 0,08% de magnésio.

O mesmo que ocorre com o nitrogênio, fósforo e potássio, discutidos nos itens anteriores deve acontecer também para o cálcio mais magnésio, ou seja, deve haver uma concentração nos locais do solo que receberam as fezes dos bovinos. Foi justamente o que mostraram DURING, WEEDA e DOROFAEFF, 1973, que estimaram valores que variavam de 500 a 900 kg de cálcio e de 190 a 260 kg de magnésio por hectare, quando consideraram a área restrita da defecação. Pelos dados obtidos no presente experimento no qual se considerou a área toda do pasto e não somente a área do solo restrita sob as fezes, verificou-se que tais cálculos são muito otimistas, muito embora em algumas amostragens tenha havido um aumento no teor destes dois nutrientes à profundida de de solo igual a 0-20 cm.

É interessante notar que na última amostragem encontrou-se o menor teor de cálcio mais magnésio trocáveis. Entretanto, não se têm resultados posteriores à última amostragem para que se possa fazer uma discussão mais detalhada.

4.1.7. Valor pH e Hidrogênio e Alumínio trocáveis

Verificou-se que existe correlação negativa entre os resultados obtidos para o valor pH e hidrogênio tro

cável, pH e alumínio trocável. Os valores de r são respectivamente os seguintes: - 0,5714 e - 0,5551. Entre o alumínio trocável e hidrogênio trocável a correlação foi positiva e significativa ($r = 0,5239$).

No caso do valor pH, os dados estão apresentados na Tabela 20. Verifica-se que, apesar de haver variações entre as épocas de amostragem, o valor pH situou-se dentro da faixa que corresponde a acidez média, segundo a interpretação dada em CATANI e JACINTHO (1974).

Os trabalhos publicados por diferentes autores evidenciam que há aumento no valor pH do solo quando se utilizaram fezes de bovinos, (COLLINS e BISHOP, 1962, HENSLER, OLSEN e ATTOE, 1970, DURING e WEEDA, 1973, DURING, WEEDA e DOROFAEFF, 1973, LONG, LUND e HERMANSON, 1975). Por outro lado, OLSEN, HENSLER e ATTOE, 1970, verificaram que havia decréscimo do pH nos locais que receberam doses de 23 e 69 t/ha de excrementos e havia um aumento do valor pH quando as doses eram superiores às citadas.

Já nos locais onde a urina é depositada deve ocorrer um rápido aumento do valor pH, logo após a deposição da mesma, já que a urina é alcalina, (DOAK, 1952, McCALLA, 1974, RICHARDS e WOLTON, 1976). De forma geral a profundidade atingida pela urina varia com as condições de umidade do solo, mas nunca atingiu profundidades maiores que 3,8 cm, verificação feita através da alteração do pH (DOAK, 1952). Após esta alteração rápida, aproximadamente no quarto dia, o valor pH começa a decrescer, até atingir, mais ou menos no trigésimo dia, um valor pouco inferior ao inicial.

Como as amostras de solo no experimento presente não foram retiradas somente até os 3,8 cm de profundi

Tabela 20. VALOR pH

Médias de 4 repetições, diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias	interpretação estatística
15/09/1972	5,75	a
19/10/1972	5,50	a b
23/11/1972	5,45	a b
16/01/1973	5,57	a b
16/03/1973	5,64	a c
17/05/1973	5,45	a b
18/07/1973	5,50	a b
13/12/1973	5,21	b
26/07/1974	5,66	a c
13/12/1974	5,28	b c
26/08/1975	5,45	a b
25/03/1976	5,30	b c
02/06/1976	5,48	a b
Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,42		
Coeficiente de variação = 3,16%		

Observação: as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 10. VALOR pH

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

dade, mas a 0-20 cm, e também não foram retiradas sempre logo após a saída dos animais do piquete, não houve possibilidade de constatar as variações citadas no parágrafo anterior. O que se pode perceber pelos resultados obtidos é que o valor pH tem uma leve tendência de diminuir com o decorrer do tempo. A Figura 10 permite inferir o que foi dito. Verifica-se pelos resultados da Tabela 20 que o menor valor pH foi determinado aos 15 meses após o início das amostragens de solo. Nas amostragens dos anos de 1974, 1975 e 1976 ocorreram oscilações no valor pH, mas em todos esses anos o valor pH foi sempre inferior ao inicial, embora nem sempre estatisticamente diferente.

Os resultados obtidos para o hidrogênio trocável estão na Tabela 21. A análise estatística permite constatar que não houve diferenças significativas entre os teores de hidrogênio trocável em diferentes épocas de amostragens. Apesar disso, pode-se verificar que somente em duas épocas ou seja, em 16/03/1973 e 26/07/1974, havia no solo amostrado em profundidade 0-20 cm, um teor de hidrogênio trocável menor do que o valor 1,72 e.mg H^+ /100 g de TFSA, determinado na amostra inicial. Na Figura 11, essas épocas citadas correspondem aos pontos 5 e 9 respectivamente e confrontando com a Figura 10, verifica-se que foram justamente estas duas épocas que deram valores pH mais próximos do valor pH inicial. Aliás, isto é lógico, já que para um mesmo solo a um valor pH maior deve corresponder um menor teor de hidrogênio trocável. Isto se confirmou pela correlação negativa e significativa entre esses valores. Devido a estes fatos, pode-se inferir que o pastoreio intensivo favorece a elevação do teor de hidrogênio trocável do solo em

Tabela 21. HIDROGÊNIO TROCÁVEL (e.mg H^+ /100 g TFSA).

Médias de 4 repetições, diferença mínima significativa, coeficiente de variação e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias	interpretação estatística
15/09/1972	1,72	a
19/10/1972	1,88	a
23/11/1972	1,80	a
16/01/1973	1,78	a
16/03/1973	1,52	a
17/05/1973	1,78	a
18/07/1973	1,88	a
13/12/1973	1,80	a
26/07/1974	1,60	a
13/12/1974	1,74	a
26/08/1975	1,80	a
25/03/1976	1,96	a
02/06/1976	1,74	a

Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,45

Coeficiente de variação = 10,54%

Observação: as médias seguidas de letra igual não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 11. HIDROGÊNIO TROGÁVEL (e.mg H⁺/100g TFSA)

1 - 15/09/1972	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973		

Tabela 22. ALUMÍNIO TROCÁVEL (e.mg Al^{3+} /100 g TFSA)

Médias de 4 repetições (originais e transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$), diferença mínima significativa e interpretação estatística.

épocas de amostragem	médias		interpretação estatística
	original	$\sqrt{x + 0,5}$	
15/09/1972	0,46	0,98	b
19/10/1972	0,50	1,00	b
23/11/1972	0,50	1,00	b
16/01/1973	0,48	0,99	b
16/03/1973	0,38	0,93	b
17/05/1973	0,54	1,02	b
18/07/1973	0,54	1,02	b
13/12/1973	0,54	1,02	b
26/07/1974	0,42	0,96	b
13/12/1974	0,48	0,99	b
26/08/1975	0,48	0,99	b
25/03/1976	0,66	1,07	a b
02/06/1976	0,87	1,16	a

Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade = 0,14

Coeficiente de variação = 5,63%

Observação: as médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 12. ALUMÍNIO TROCÁVEL (e.mg Al^{3+} /100g TFSA)

1 - 15/09/1972	5 - 16/03/1973	8 - 13/12/1973	11 - 26/08/1975
2 - 19/10/1972	6 - 17/05/1973	9 - 26/07/1974	12 - 25/03/1976
3 - 23/11/1972	7 - 18/07/1973	10 - 13/12/1974	13 - 02/06/1976
4 - 16/01/1973			

questão. Isso é explicável, já que os animais em pastejo fornecem materiais orgânicos ao solo, os quais, sofrendo a mineralização, liberam íons hidrogênio ao solo, como é bastante sabido.

Os teores de alumínio trocável são apresentados na Tabela 22 e Figura 12. Como houve uma correlação positiva e significativa entre os teores de hidrogênio e alumínio trocáveis dito anteriormente, as mesmas considerações feitas para o hidrogênio trocável são válidas para o alumínio trocável, no que diz respeito às variações. O teor de alumínio, segundo a interpretação pelos índices dados em CATANI e JACINTHO, 1974, passou de teor médio inicial para teor alto nas duas últimas amostragens. Parece claro que com a tendência de diminuição do valor pH com o correr do tempo, haverá também um aumento no teor de alumínio trocável, confirmado estatisticamente nas duas últimas amostragens.

4.2. Comparações de algumas características químicas de um perfil em área pastada com as de outro perfil em área não pastada

4.2.1. Matéria Orgânica

Na Tabela 23, estão as médias das porcentagens de matéria orgânica nos horizontes dos dois perfis, ou seja, um perfil em área pastada intensivamente por quatro anos pelo sistema Voisin, e o outro em área de pasto no qual os animais não tiveram acesso.

Tabela 23. MATÉRIA ORGÂNICA (%).

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área pastada	médias de horizontes
A _p	0,989 a A	0,827 b A	0,908 A
A ₃	0,582 a B	0,628 a B	0,605 B
B ₁	0,426 a C	0,407 a C	0,417 C
B ₂	0,336 a CD	0,334 a CD	0,339 C
B ₃	0,213 a D	0,252 a D	0,233 D
médias de perfis	0,509 a	0,491 a	média ge- ral = 0,500

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,089

d.m.s. a 5% para perfis = 0,040

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,090

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,127

Coeficiente de variação = 18,04%

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

Pelos resultados da análise estatística verifica-se que o teor de matéria orgânica diminui com a profundidade, o que é normal para o Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa, (COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

Confrontando-se os dois perfis, considerados como um todo, nota-se que não existe diferença estatisticamente significativa entre eles. Entretanto quando se compara pela análise estatística um determinado horizonte de um dos perfis com o horizonte análogo do outro perfil, percebe-se que somente no horizonte Ap existe diferença estatisticamente significativa. Assim, o teor de matéria orgânica do horizonte Ap do perfil da área não pastada é maior do que a porcentagem de matéria orgânica no horizonte Ap do perfil da área pastada. Foi visto no item 4.1.1. que não houve variação no teor de matéria orgânica do solo amostrado a uma profundidade de 0-20 cm, no período de quatro anos de pastoreio intensivo. A última amostragem do solo, feita em 02/06/1976, corresponde ao horizonte Ap do perfil da área não pastada, que foi amostrado na mesma época. O teor de matéria orgânica da amostra retirada em 02/06/1976 é em média 0,788% e no horizonte Ap do perfil da área pastada foi de 0,827%. Os teores de matéria orgânica dessas duas amostras são bastante próximas, o que era de se esperar. Então, como o teor de matéria orgânica do horizonte Ap do perfil da área pastada praticamente não se alterou após os quatro anos de pastoreio intensivo, é de se acreditar que, quando a pastagem é deixada intacta, é mais eficiente em elevar o teor de matéria orgânica do solo do que quando submetida a um pastoreio intensivo. Isso poderia ser explicado pelo fato de que, não havendo a retirada da erva pelos animais, as gramíneas desen-

volveram-se ao máximo. Com a morte das raízes e da parte aérea haverá no solo maior quantidade de resíduos orgânicos do que os excrementos fornecidos pelos animais em pastejo.

Houve correlação positiva e significativa entre o teor de matéria orgânica e a porcentagem de nitrogênio total ($r = 0,8731$ para 78 graus de liberdade). A este respeito é interessante lembrar que no horizonte superficial a matéria orgânica é constituída de uma fase jovem e lábil e principalmente nos horizontes mais profundos por uma fase velha e estável. A fase velha e estável que foi formada lentamente é pouco afetada pelo aporte de materiais orgânicos (DABIN, 1976).

4.2.2. Capacidade de troca catiônica

Os resultados referentes a C.T.C. dos dois perfis estão na Tabela 24.

Pelos resultados da análise estatística constata-se que, quando se considera cada perfil como um todo, os valores de C.T.C. dos dois perfis não diferem entre si. Entretanto, quando se compara entre si somente os horizontes análogos dos dois perfis, pode-se verificar que o valor da C.T.C. do horizonte Ap do perfil da área pastada intensivamente por quatro anos é estatisticamente maior do que o valor da C.T.C. do horizonte Ap do perfil em área não pastada. Os demais horizontes do perfil em área pastada não diferem de seus horizontes análogos do perfil em área não pastada.

Sabe-se que a C.T.C. é resultante das cargas negativas da argila, dos materiais amorfos e da matéria or-

Tabela 24. CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA. (e.mg/100g de TFSA)
Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área pastada	médias de horizontes
A _p	2,88 a A	3,20 b A	3,04 A
A ₃	2,63 a AB	2,50 a B	2,56 B
B ₁	2,53 a BC	2,38 a B	2,45 B
B ₂	2,22 a CD	2,15 a C	2,19 C
B ₃	2,00 a D	2,08 a C	2,04 C
médias de perfis	2,45 a	2,46 a	média ge- ral = 2,46

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,23

d.m.s. a 5% para perfis = 0,11

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,23

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,33

Coeficiente de variação = 9,52 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

gânica do solo. Portanto, para duas amostras de mesmo solo, com quantidades iguais de argila e de materiais amorfos, o que é verdadeiro para o horizonte Ap do perfil da área pastada e o horizonte Ap do outro perfil analisado, onde houver um teor de matéria orgânica maior, provavelmente deverá resultar um valor da C.T.C. também maior. Entretanto, isso não aconteceu nos presentes resultados, pois o horizonte Ap do perfil da área pastada que deu um teor menor de matéria orgânica do que no horizonte Ap da área não pastada, deu um valor de C.T.C. maior. Várias hipóteses podem ser levantadas para explicar este fato não esperado. A primeira é que a matéria orgânica do horizonte Ap do perfil da área não pastada pode ser diferente da matéria orgânica do horizonte Ap do perfil da área pastada. Uma segunda hipótese é referente ao método utilizado na determinação da matéria orgânica. O método empregado foi o de Wakley e Black que determina o carbono presente no solo tanto na forma de humus como o carbono dos resíduos vegetais pouco alterados. Supõe-se então que os resíduos vegetais no horizonte Ap do perfil na área não pastada está pouco alterado e portanto teria baixa capacidade de troca de cátions. Por outro lado o horizonte Ap que tem uma porcentagem menor de matéria orgânica, mas esta talvez porque esteja bastante alterada e ativa, teria uma maior capacidade de troca de cátions.

4.2.3. Nitrogênio total e relação Carbono/Nitrogênio

Pelos resultados obtidos e que são apresentados na Tabela 25, verifica-se que o teor de nitrogênio diminui em profundidade, o que está de acordo com os resultados

Tabela 25. NITROGÊNIO TOTAL (%).

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área pastada	médias de horizontes
A _p	0,061 a A	0,045 b A	0,054 A
A ₃	0,046 a B	0,039 b B	0,042 B
B ₁	0,037 a C	0,023 b C	0,030 C
B ₂	0,023 a D	0,023 a C	0,023 D
B ₃	0,017 a E	0,024 b C	0,020 D
médias de perfis	0,037 a	0,031 b	média ge- ral = 0,034

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,004

d.m.s. a 5% para perfis = 0,002

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,004

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,006

Coeficiente de variação = 12,71 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

obtidos pela COMISSÃO DE SOLOS, 1960, que analisou outros perfis pertencentes ao Grande Grupo Latosol Vermelho Escuro fase arenosa.

Constata-se ainda que há diferença estatisticamente significativa entre o perfil da área não pastada com o outro perfil, embora a diferença seja de apenas 0,06% de nitrogênio. Essa diferença entre os dois perfis é uma resultante das diferenças parciais ocorridas entre os horizontes análogos dos dois perfis. Quando se comparam os horizontes análogos, verifica-se que os horizontes A_p , A_3 e B_1 do perfil da área pastada têm teores de nitrogênio inferiores aos mesmos horizontes do perfil da área não pastada. No horizonte B_3 ocorre justamente o inverso, enquanto que os horizontes B_2 dos dois perfis são estatisticamente iguais.

Estes resultados levam a crer que provavelmente na área pastada há uma maior perda de nitrogênio por lixiviação. O nitrogênio das fezes e urina são facilmente nitrificados pelos microorganismos e não sendo absorvidos pelas gramíneas é lixiviado para os horizontes mais profundos, no caso aqui para o B_3 . Isso vem confirmar o que se disse no item 4.1. a respeito da necessidade do esparramamento das fezes por todo o pasto, para que o nitrogênio não fique concentrado em uma área restrita, ou seja, no solo diretamente abaixo do local de deposição das fezes, como mostraram os resultados de PETERSEN, LUCAS e WOODHOUSE Jr., 1956. Assim, evitar-se-ia que o nitrogênio, tornando-se disponível em grandes quantidades em apenas alguns locais do pasto e não sendo absorvido pelas gramíneas, se perdesse por lavagem.

A partir dos resultados da Tabela 23 e 25 calcularam-se as relações carbono/nitrogênio (C/N) nos diferentes

horizontes dos dois perfis. Os resultados estão na Tabela 26.

Tabela 26. Relações C/N nos diferentes horizontes dos dois perfis estudados.

horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área não pastada
A _p	9,4	10,7
A ₃	7,4	9,4
B ₁	6,7	10,3
B ₂	8,5	8,7
B ₃	7,3	6,1

Constata-se, pelos resultados, que a relação C/N é baixa em todos os horizontes. Isso é normal para o Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa, como ficou demonstrado pelos dados fornecidos pela COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Verifica-se que a relação C/N é sempre maior na área pastada, exceção feita ao horizonte B₃, que, tendo uma maior porcentagem de nitrogênio, proporciona uma menor relação C/N.

4.2.4. Fósforo solúvel

Encontram-se na Tabela 27 os resultados obtidos para o fósforo solúvel nos diferentes horizontes dos dois perfis estudados. Verifica-se que os horizontes A₃, B₁, B₂ e B₃ possuem o mesmo teor de fósforo solúvel nos dois

Tabela 27. FÓSFORO SOLÚVEL (e.mg PO_4^{3-} /100 g TFSA).

Médias originais e médias transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$ sendo médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Hori- zontes	Perfil na área não pastada		Perfil na área pastada		Médias de horizontes	
	real	$\sqrt{x + 0,5}$	real	$\sqrt{x + 0,5}$	real	$\sqrt{x + 0,5}$
A_p	0,026	0,725 a A	0,036	0,732 b A	0,031	0,729 A
A_3	0,007	0,712 a B	0,009	0,714 a B	0,008	0,713 B
B_1	0,005	0,711 a B	0,004	0,710 a B	0,005	0,711 B
B_2	0,005	0,711 a B	0,004	0,710 a B	0,005	0,711 B
B_3	0,005	0,711 a B	0,005	0,711 a B	0,005	0,711 B
médias de perfis	0,010	0,714 a	0,011	0,715 a	média ge- ral = 0,011	

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,005

d.m.s. a 5% para perfis = 0,002

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,005

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,008

Coeficiente de variação = 0,74 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

perfis. A única diferença constatada entre os teores de fósforo solúvel dos dois perfis encontra-se no horizonte superficial, Ap. Neste horizonte o teor de fósforo solúvel foi significativamente maior na área pastada do que o teor deste elemento na área não pastada.

É interessante comparar os resultados obtidos para o horizonte Ap, Tabela 27, com os valores apresentados na Tabela 14, que se referem aos teores de fósforo solúvel do solo amostrado à profundidade de 0-20 cm. Pelo confronto das citadas tabelas, verifica-se que o teor de fósforo solúvel do horizonte Ap do perfil da área não pastada, igual a 0,026 e.mg PO_4^{3-} /100 g TFSA, corresponde ao teor do elemento em questão da primeira amostragem (0,029 e.mg PO_4^{3-} /100 g TFSA). Por outro lado, o teor de fósforo solúvel da última amostragem é igual ao teor deste nutriente no horizonte Ap do perfil na área pastada (0,036 e.mg PO_4^{3-} /100 g TFSA).

O fato comentado acima demonstra que houve um aumento no teor de fósforo solúvel do solo que foi pastado intensivamente por quatro anos. Isso deve ter ocorrido principalmente como consequência da adubação fosfatada que foi feita durante o período de pastoreio, e que já foi comentado no item 4.1.4. Os dejetos sólidos que contêm certa porcentagem de fósforo também podem ter influenciado na elevação do teor de fósforo solúvel do solo.

4.2.5. Potássio trocável

A Tabela 28 mostra os resultados referentes ao teor de potássio trocável nos diferentes horizontes dos

Tabela 28 . POTÁSSIO TROCÁVEL (e.mg K^+ /100 g TFSA).

Médias originais e médias transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$ sendo médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Hori- zontes	Perfil na área não pastada		Perfil na área pastada		Médias de horizontes	
	real	$\sqrt{x + 0,5}$	real	$\sqrt{x + 0,5}$	real	$\sqrt{x + 0,5}$
A _p	0,044	0,737 a A	0,123	0,786 b A	0,083	0,761 A
A ₃	0,018	0,719 a A	0,050	0,740 a B	0,034	0,730 B
B ₁	0,014	0,717 a A	0,009	0,713 a B	0,011	0,715 B
B ₂	0,007	0,712 a A	0,007	0,712 a B	0,007	0,712 B
B ₃	0,006	0,712 a A	0,005	0,711 a B	0,006	0,711 B
médias de perfis	0,018	0,719 a	0,039	0,732 b	média ge- ral = 0,028	

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,029

d.m.s. a 5% para perfis = 0,013

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,029

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,041

Coeficiente de variação = 3,98%

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

dois perfis analisados. Pode-se verificar, através das médias de horizontes, que o teor deste nutriente diminui com a profundidade, o que é normal para o Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa (COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

Verifica-se ainda que o teor médio de potássio trocável do perfil da área não pastada é estatisticamente inferior àquele do outro perfil. Esta diferença entre os perfis é uma consequência da diferença encontrada entre os horizontes Ap dos dois perfis. O teor de potássio trocável encontrado no horizonte Ap do perfil aberto na área pastada é quase três vezes superior ao teor do mesmo elemento no horizonte análogo do perfil na área onde os animais nunca tiveram acesso.

Confrontando os resultados da Tabela 28 com os da Tabela 17 que contém os teores de potássio trocável nas diferentes épocas de amostragens de solo do pasto, constata-se que os dados estão coerentes. Isso porque o pastoreio por quatro anos proporcionou um aumento no teor de potássio solúvel do solo como visto na discussão feita no item 4.1.5., e o mesmo ocorreu no horizonte Ap do perfil da área pastada em comparação com o horizonte correspondente em área não pastada. Percebe-se pelo confronto das citadas Tabelas que o teor de $0,044 \text{ e.mg K}^+ / 100 \text{ g TFSA}$ do horizonte Ap do perfil da área reservada é semelhante ao teor deste elemento encontrado nas primeiras amostragens feitas no início do pastoreio a uma profundidade de solo de 0-20 cm. Por outro lado o teor de $0,123 \text{ e.mg K}^+ / 100 \text{ g TFSA}$ do horizonte Ap do perfil da área pastada, é praticamente igual ao teor encontrado na última amostragem, o que seria de se esperar.

Esses dados demonstram, portanto, que, com o passar do tempo, há uma tendência de se aumentar o teor de potássio solúvel dos solos de pastagem submetida a um pastoreio intensivo.

4.2.6. Cálcio mais magnésio trocáveis

Através das médias apresentadas na Tabela 29 verifica-se que o teor de cálcio mais magnésio trocáveis diminui gradativamente até B_1 para depois se manter constante até o horizonte B_3 . Nota-se ainda que os dois perfis não diferem estatisticamente entre si no que diz respeito ao teor de cálcio mais magnésio trocáveis. Entretanto, quando se comparamos horizontes análogos dos dois perfis analisados, constata-se uma diferença estatisticamente significativa entre os teores de cálcio mais magnésio trocáveis dos horizontes A_p . O teor de cálcio mais magnésio no horizonte A_p do perfil na área não pastada é maior do que o teor destes nutrientes no horizonte A_p da área pastada. Isso quer dizer que no solo submetido a pastoreio intensivo deve ocorrer uma tendência de diminuição do teor destes dois elementos com o passar do tempo, muito embora seja grande a quantidade de cálcio e magnésio retornada ao pasto pelos dejetos animais, como mostraram os resultados de DURING, WEEDA e DOROFÄEFF, 1973. Portanto, estes dois elementos precisam ser periodicamente analisados no solo de pastagem submetida a pastoreio intensivo. Isso porque, se o teor diminuir, poderá causar sérios problemas para a erva e para a saúde dos animais. Por exemplo, a doença conhecida como "tetania da pastagem" está associada com a deficiência de magnésio (LO-

Tabela 29 . CÁLCIO + MAGNÉSIO TROCÁVEIS e.mg($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)/
100 g TFSA.

Médias originais e médias transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$ sendo médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Hori- zontes	Perfil na área não pastada		Perfil na área pastada		Médias de horizontes	
	real	$\sqrt{x + 0,5}$	real	$\sqrt{x + 0,5}$	real	$\sqrt{x + 0,5}$
A _p	1,20	1,30 a A	0,90	1,17 b A	1,05	1,24 A
A ₃	0,25	0,86 a B	0,25	0,87 a B	0,25	0,86 B
B ₁	0,12	0,79 a B	0,13	0,79 a B	0,13	0,79 B
B ₂	0,09	0,77 a B	0,17	0,82 a B	0,13	0,79 B
B ₃	0,11	0,78 a B	0,14	0,80 a B	0,13	0,79 B
médias de perfis	0,36	0,90 a	0,32	0,89 a	média ge- ral = 0,34	

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,08

d.m.s. a 5% para perfis = 0,04

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,08

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,12

Coeficiente de variação = 9,10 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

PEZ, 1973). A doença citada é conhecida também como hipomagnesia e pode ocorrer mais provavelmente em bovinos que pastam em locais que recebem pesadas adubações de nitrogênio e/ou potássio (PAIN, LEAVER e BROOM, 1974), como acontece no pastoreio intensivo, onde o solo recebe, pelos excrementos, altas doses destes elementos. No caso de deficiência de cálcio, pode ocorrer a formação de ossos longos com um resultante afinamento e perda de resistência do osso, situação esta conhecida como "osteomalácia" (LOPEZ, 1973). Segundo este último autor, de modo nenhum, deve excluir-se a possibilidade de o solo ser tão pobre em cálcio que os ruminantes venham a sofrer a respectiva carência.

A diminuição que ocorre no teor de cálcio mais magnésio no presente experimento deve ser motivada pelo fato de que parte destes dois nutrientes saem do sistema solo-planta na forma de carne e leite. Uma outra hipótese é que estes elementos podem ser mais facilmente lixiviados nos solos de pastagem submetida a pastoreio intensivo. Aliás, Weeda, não publicado, citado por DURING, WEEDA e DOROFAEFF, 1973, encontraram considerável lixiviação de magnésio trocável para abaixo de 30 cm de solo num período de 1 ano após a aplicação do esterco.

4.2.7. Valor pH e hidrogênio e alumínio trocáveis

São apresentados nas Tabelas 30, 31 e 32 os resultados do valor pH, hidrogênio trocável e alumínio trocável, respectivamente. Existe coerência entre estes resultados pois, onde há menores valores para o pH, há maiores te-

Tabela 30. VALOR pH.

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área	perfil na área	médias de horizontes
	não pastada	pastada	
A _p	5,43 a A	5,18 b A	5,30 A
A ₃	4,55 a D	4,56 a C	4,56 C
B ₁	4,46 a D	4,70 a BC	4,58 C
B ₂	4,81 a C	4,95 a AB	4,88 B
B ₃	5,10 a B	4,97 a AB	5,04 B
médias de perfis	4,87 a	4,87 a	média geral = 4,87

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,25

d.m.s. a 5% para perfis = 0,09

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,25

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,29

Coeficiente de variação = 4,27 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

Tabela 31 . HIDROGÊNIO TROCÁVEL (e.mg H^+ /100 g TFSA).

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área pastada	médias de horizontes
A_p	1,89 a BC	2,30 b A	2,09 B
A_3	2,34 a A	2,55 a A	2,45 A
B_1	2,29 a AB	2,42 a A	2,36 A
B_2	1,98 a B	1,92 a B	1,95 B
B_3	1,63 a C	1,75 a B	1,70 C
médias de perfis	2,02 a	2,19 b	média ge- ral = 2,11

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,21

d.m.s. a 5% para perfis = 0,10

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,22

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,31

Coeficiente de variação = 10,34 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

Tabela 32. ALUMÍNIO TROCÁVEL (e.mg Al^{3+} /100 g TFSA).

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área pastada	médias de horizontes
A_p	0,42 a D	0,56 b C	0,49 D
A_3	1,00 a AB	0,98 a A	0,99 AB
B_1	1,04 a A	1,00 a A	1,02 A
B_2	0,88 a B	0,90 a AB	0,89 B
B_3	0,64 a C	0,79 b B	0,72 C
médias de perfis	0,80 a	0,85 b	média ge- ral = 0,82

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,11

d.m.s. a 5% para perfis = 0,05

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,10

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,15

Coeficiente de variação = 13,35 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

ores de hidrogênio e alumínio trocáveis, fato este bastante conhecido.

Verifica-se que o horizonte Ap dos dois perfis diferem estatisticamente entre si no que diz respeito ao valor pH, hidrogênio trocável e alumínio trocável. Assim, o horizonte Ap do perfil da área pastada apresenta um valor pH menor e um teor de hidrogênio e alumínio maiores do que o mesmo horizonte do perfil na área não pastada. Estes resultados vêm em auxílio àqueles discutidos anteriormente no item 4.1.7, ocasião em que se observou uma tendência de acidificação do solo de pastagem submetida a um pastoreio intensivo. Havendo a mineralização da matéria orgânica haverá liberação de íons hidrogênio provocando a diminuição do pH e favorecendo conseqüentemente uma maior solubilização de alumínio.

Na Tabela 32, onde estão os resultados obtidos para o alumínio trocável, verifica-se que também o horizonte B₃ apresentou diferenças estatísticas. Este fato não deve ter sido motivado por influência do pastoreio intensivo, pois, se assim fosse, também deveria haver diferença para o valor pH, o que não ocorreu.

Todos os outros horizontes análogos dos dois perfis não diferiram estatisticamente entre si.

4.3. Comparações de algumas características físicas de um perfil em área pastada com as de outro perfil em área não pastada

Nas Tabelas 33, 34 e 35 relatam-se respectivamente os resultados obtidos para a densidade média das par

Tabela 33. DENSIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS DO SOLO (g/cm^3).

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área pastada	médias de horizontes
A _p	2,70 a AC	2,70 a A	2,70 ABC
A ₃	2,69 a AC	2,67 a A	2,68 C
B ₁	2,76 a BC	2,73 a A	2,75 A
B ₂	2,73 a BC	2,71 a A	2,72 ABC
B ₃	2,78 a B	2,73 a A	2,74 AB
médias de perfis	2,73 a	2,71 a	média ge- ral = 2,72

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,06

d.m.s. a 5% para perfis = 0,03

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,06

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,08

Coeficiente de variação = 2,11 %

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

Tabela 34. DENSIDADE DO SOLO (g/cm^3).

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área	perfil na área	médias de horizontes
	não pastada	pastada	
A_p	1,54 a A	1,59 b A	1,57 A
A_3	1,49 a AB	1,49 a B	1,49 B
B_1	1,45 a B	1,46 a B	1,46 BC
B_2	1,44 a B	1,43 a B	1,43 C
B_3	1,43 a B	1,43 a B	1,43 C
médias de perfis	1,47 a	1,48 a	média geral = 1,47

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 0,05

d.m.s. a 5% para perfis = 0,02

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 0,05

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 0,07

Coeficiente de variação = 3,18%

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

Tabela 35. VOLUME TOTAL DE POROS CALCULADOS (%).

Médias de 40 repetições para perfis, 16 repetições para horizontes e 8 repetições para horizontes dentro de perfis; diferença mínima significativa e coeficiente de variação.

Horizontes	perfil na área não pastada	perfil na área pastada	médias de horizontes
A _p	42,9 a A	40,9 a A	41,9 A
A ₃	44,7 a AC	44,2 a B	44,5 B
B ₁	47,3 a BC	46,6 a BC	47,0 C
B ₂	47,3 a BC	47,3 a C	47,3 C
B ₃	48,7 a B	47,7 a C	48,2 C
médias de perfis	46,2 a	45,3 a	média ge- ral = 45,8

Diferença mínima significativa (d.m.s.)

d.m.s. a 5% para horizontes = 2,2

d.m.s. a 5% para perfis = 1,0

d.m.s. a 5% para perfis dentro de horizontes = 2,2

d.m.s. a 5% para horizontes dentro de perfis = 3,1

Coeficiente de variação = 4,79%

Observações:

1. letras minúsculas para comparar as médias na linha
2. letras maiúsculas para comparar as médias na coluna
3. letras iguais, em qualquer dos dois casos acima, é porque não existe diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre as médias.

tículas do solo, densidade do solo e volume total de poros calculados.

Sabe-se que os excrementos animais têm densidade média de suas partículas menor do que a densidade médias das partículas do solo. Entretanto, somente a adição de grandes quantidades de fezes ao solo irá influenciar de maneira sensível a densidade média das partículas do solo, como mostraram os resultados do experimento feito por TIARKS, MAZURAK e CHESNIN, 1973. Verifica-se, pela Tabela 33, que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as densidades médias das partículas do solo dos horizontes a nálogos dos dois perfis analisados. O pastoreio intensivo por quatro anos forneceu 31,5 t/ha de matéria seca, quantidade que é bem inferior às empregadas por TIARKS, MAZURAK e CHESNIN, 1973, que empregaram esterco seco em doses anuais a partir de 90 t/ha/ano, dando um total de 360 t/ha em quatro anos. Os autores citados, além de empregarem doses bem mais elevadas, incorporaram o material seco ao solo, o que não ocorreu no presente experimento, pois as fezes depositadas permaneceram na superfície do solo. Estes dois motivos talvez expliquem porque não se encontrou influência do pastoreio intensivo por quatro anos na densidade média das partículas do solo.

No caso da densidade do solo, os resultados apresentados na Tabela 34 permitem constatar que somente o horizonte Ap manifestou diferenças entre os dois perfis. Assim o horizonte Ap do perfil aberto na área pastada deu um valor médio para a densidade do solo igual a $1,59 \text{ g/cm}^3$, enquanto que no mesmo horizonte do perfil da área não pastada determinou-se um valor de $1,54 \text{ g/cm}^3$.

CROSS, MAZURAK e CHESNIN, 1974, TIARKS, MAZURAK e CHESNIN, 1974, e HAFEZ, 1974, comprovaram que, quando se adicionam fezes ao solo há um decréscimo na densidade do solo. Entretanto, a quantidade empregada por estes autores foi bem maior do que a quantidade de fezes fornecida pelos animais que pastaram por quatro anos no presente experimento. Por exemplo TIARKS, MAZURAK e CHESNIN, 1974, empregaram doses anuais a partir de 90 t/ha e HAFEZ, 1974, em experimento de laboratório, empregou doses a partir de 2% do peso do solo em peso de material seco.

Para explicar então a diferença verificada na densidade do solo entre os dois horizontes Ap poderia levantar as hipóteses seguintes. A primeira delas é que o horizonte Ap do perfil da área não pastada, contendo maior teor de matéria orgânica, como se viu no item 4.2.1., Tabela 23, teria uma menor densidade médias das partículas, e conseqüentemente a densidade do solo do horizonte Ap do perfil da área não pastada também seria menor. Entretanto, esta hipótese não é correta porque, como se observa na Tabela 33, as densidades médias das partículas do solo dos horizontes Ap dos dois perfis não foram diferentes. Uma segunda hipótese é que a camada superficial (horizonte Ap) do perfil da área não pastada, devido ao longo período de repouso, que teve duração de quatro anos, pode ter favorecido a elevação do valor da densidade do solo, fazendo com que fosse diferente da densidade do solo do horizonte Ap do perfil na área pastada. Aliás, CARVALHO, 1976, observou que havia uma tendência de aumento da densidade do solo durante o período de repouso do pasto. Uma terceira explicação, que parece ser a mais provável, é que houve uma compactação do solo do horizonte

Ap do perfil da área pastada devido ao pisoteio dos animais, pois sabe-se ser normal que, quando há uma pressão sobre a superfície do solo, haverá formação de uma região de densidade mais alta e ao mesmo tempo de permeabilidade mais baixa. O aumento da densidade do solo é devido, nesse caso, a uma diminuição do volume global não ocupado pelas partículas sólidas do solo (VOMOCIL e FLOCKER, 1961). Isto deve ser verdadeiro, pois como se observa pela Tabela 35, houve no presente ensaio uma diminuição em 2% no volume total de poros, quando se comparamos resultados do horizonte Ap do perfil da área pastada com o volume total do horizonte Ap do perfil da área não pastada. Entretanto, a diferença no volume total de poros dos horizontes Ap dos dois perfis não chegou a ser estatisticamente significativa.

A localização do ponto de mais alta densidade do solo se encontra no vértice de um triângulo retângulo, cujos lados formam ângulos de 45° com a base do corpo sólido que exerce a pressão, conforme demonstrado por Soehne e outros, 1962, citados por GILL e VANDEN BERG, 1967. Como a pata do animal ocupa área de 64 a 90 cm², segundo LUCENA, CASTRO e BLANCO, 1973, a localização da mais alta densidade deve estar a uma profundidade abaixo de 4 a 5 cm. Vicente-Chandler e Silva, 1960, citado por CARVALHO, 1976, verificaram que a compactação não atingiu profundidades superiores a 7,6 cm e CARVALHO, 1976, concluiu que o pisoteio dos animais compactou o solo até 7,5 cm de profundidade. Isto explicaria porque no presente ensaio, sendo as amostras tiradas na parte superficial do horizonte Ap, permitiram verificar que, apesar dos excrementos dos animais terem tendência de diminuir a densidade do solo, a influência devido ao pi

soteio foi maior, havendo como consequência uma compactação da camada superficial do solo.

Considerando o perfil como um todo, verificou-se que há correlação negativa ($r = 0,2788$) entre a densidade média das partículas e a densidade do solo; correlação negativa ($r = 0,9225$) entre a densidade do solo e o volume total de poros calculados, e correlação positiva ($r = 0,6269$) entre a densidade média das partículas e o volume total de poros.

5. CONCLUSÕES

Os resultados possibilitaram inferir as seguintes conclusões:

5.1. O pastoreio intensivo com bovinos, num período de quatro anos, não alterou os índices de fertilidade do solo em matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo solúvel, cálcio mais magnésio trocáveis e hidrogênio trocável.

5.2. Houve um aumento no teor de potássio trocável do solo que passou de um nível inicial baixo para um nível médio após três anos do início do pastoreio intensivo.

5.3. O teor de alumínio trocável que era inicialmente de 0,46 e.mg Al^{3+} /100g TFSA, após quatro anos de pastoreio intensivo passou para 0,87 e.mg Al^{3+} /100 g TFSA.

5.4. Não houve correlação significativa entre os teores de matéria orgânica e nitrogênio total do solo amostrado nas treze épocas.

5.5. A capacidade de troca catiônica do solo aumentou pro

gressivamente do início do pastoreio até aos 15 meses e a seguir decresceu novamente até que no final de quatro anos voltou a ter um valor próximo ao inicial. Entretanto, no final de quatro anos, a capacidade de troca catiônica foi maior no horizonte Ap do perfil do solo da área pastada do que no horizonte análogo do perfil aberto em área que não recebeu animais.

5.6. A pastagem, permanecendo intacta por quatro anos, é mais eficiente em elevar o teor de matéria orgânica do solo do que quando é submetida a pastoreio intensivo com bovinos.

5.7. Os horizontes Ap, A₃ e B₁ do perfil do solo submetido ao pastoreio intensivo, no final de quatro anos forneceram teores de nitrogênio total menores do que os respectivos horizontes do perfil do solo da área que permaneceu intacta. Por outro lado, no horizonte B₃ ocorreu o inverso.

5.8. No final de quatro anos, o horizonte Ap do perfil de solo da área pastada apresentou teores de fósforo solúvel e potássio trocável maiores do que o horizonte Ap do perfil do solo da área que permaneceu intacta.

5.9. Com relação aos teores de cálcio mais magnésio trocáveis e aos valores pH, verificou-se que foram menores no horizonte Ap do perfil de solo da área pastada do que no horizonte Ap do perfil de solo da área que não recebeu animais. O fato inverso ocorreu para os teores de hidrogênio e alumínio trocáveis.

5.10. O pastoreio intensivo por quatro anos não alterou a

densidade média das partículas do solo. Por outro lado, a densidade do solo foi maior no horizonte Ap do perfil do solo da área reservada, acarretando uma diminuição de apenas dois por cento (2%) no volume total de poros calculados.

6. RESUMO

No Brasil alguns criadores de bovinos estão usando o sistema Voisin de pastejo. Entretanto, dispõe-se de poucas informações a respeito da influência deste sistema de pastejo sobre o solo, em particular sobre as características químicas e físicas do solo.

Em vista disto, o presente trabalho teve como meta alcançar os seguintes objetivos:

1 - Analisar o comportamento de algumas características químicas do solo (matéria orgânica, CTC, N-total, P-total, P-solúvel, K-trocável, Ca+Mg trocáveis, valor pH, H-trocável e Al-trocável) durante quatro anos de pastejo;

2 - Comparar algumas características químicas (matéria orgânica, CTC, N-total, P-solúvel, K-trocável, Ca+Mg trocáveis, valor pH, H-trocável e Al-trocável) e físicas (densidade média das partículas do solo, densidade do solo e volume total de poros calculados) de amostras de horizontes de dois perfis de solo. Um dos perfis foi aberto em área que foi pastada durante quatro anos e outro em área que não recebeu

animais durante todo o período.

O solo do local foi classificado como pertencente ao Grande Grupo Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa.

O ensaio se localizou na fazenda Pujol (município de Barra Bonita, Estado de São Paulo) toda formada com pasto que é submetido a pastejo intensivo. Na citada fazenda escolheu-se um piquete plantado com capim Pangola (Digitaria decumbens, stent) de onde as amostras de solo foram retiradas.

As análises químicas e físicas realizadas forneceram resultados que, submetidos a análise estatística, permitiram concluir o seguinte:

- a) O pastejo intensivo com bovinos, num período de quatro anos, não alterou os índices de fertilidade do solo em matéria orgânica, N-total, P-solúvel, Ca+Mg trocáveis e H-trocável.
- b) Houve um aumento no teor de K-trocável do solo que passou de um nível inicial baixo para nível médio após três anos de pastejo intensivo.
- c) O teor de Al-trocável que era inicialmente de 0,46 e.mg Al^{3+} /100 g TFSA, após quatro anos de pastejo intensivo passou para 0,87 e.mg Al^{3+} /100 g de TFSA.
- d) Não houve correlação significativa entre os teores de matéria orgânica e N-total do solo amostrado nas treze épocas.
- e) A CTC do solo aumentou progressivamente do início do pastoreio até aos 15 meses e a seguir decresceu novamente até

que no final de quatro anos voltou a ter um valor próximo ao inicial. A CTC foi maior no horizonte Ap do perfil do solo da área pastada por quatro anos do que no horizonte análogo do perfil aberto em área que não recebeu animais durante o período.

f) A pastagem, permanecendo em repouso por quatro anos, foi mais eficiente em elevar o teor de matéria orgânica do solo do que quando é submetida a pastoreio intensivo com bovinos.

g) Os horizontes Ap, A₃ e B₁ do perfil do solo submetido ao pastoreio intensivo, no final de quatro anos forneceram teores de N-total inferiores aos horizontes análogos do perfil do solo da área que não recebeu animais. Por outro lado no horizonte B₃ ocorreu o inverso.

h) No final de quatro anos, o horizonte Ap do perfil de solo da área pastada apresentou teores de P-solúvel e K-trocável maiores do que o horizonte Ap do perfil da área que permaneceu em repouso.

i) Com relação ao teor de Ca+Mg trocáveis e ao valor pH, verificou-se que foram inferiores no horizonte Ap do perfil de solo da área pastada do que no horizonte Ap do perfil de solo da área que não recebeu animais. Tanto para o H-trocável como para o Al-trocável ocorreu o inverso.

j) O pastoreio intensivo por quatro anos não alterou a densidade média das partículas do solo. Por outro lado, a densidade do solo foi maior no horizonte Ap do perfil do solo da área reservada, acarretando uma diminuição de apenas 2% no volume total de poros calculados.

7. SUMMARY

INFLUENCE OF INTENSIVE GRAZING BY CATTLE ON
SOME CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS
OF A DARK RED LATOSOL - sandy phase.

In Brazil some cattle breeders are using the Voisin system of grazing. But there is little information about effects on chemical and physical soil properties.

The aims this paper are:

- 1 - to verify the behavior of some chemical soil characteristics (organic matter, cation exchange capacity, total-N, total-P, soluble-P, exchangeable-K, exchangeable-Ca+Mg, pH, exchangeable-H, exchangeable-Al) during four years of intensive grazing.
- 2 - to compare some chemical and physical characteristics (bulk density, particle density) of two soil profiles. One of this soil profile was in the area which was grazing - during four years and the other one was in area which has not received animals all that time.

The experiment was located on Pujol farm

(Barra Bonita Municipality, São Paulo State, Brazil). The pasture was formed with pangola-grass (Digitaria decumbens, Stent) and was submitted to intensive grazing. An yard with 4,53 ha was selected. In the centre of this area, there was a reserved area, which has not received animals during four years. During this period, the soil was sampled to a depth of 0 - 20 cm, in thirteen different times. After this period of time, horizon soil samples were collected in the grazing area and in reserved area.

The conclusion are the followings:

- a - The intensive grazing during four years did not modify the contents of organic matter, total-N, soluble-P, exchangeable-Ca+Mg, and exchangeable-K.
- b - Exchangeable-K contents increase from low to medium level after three years of intensive grazing.
- c - Exchangeable-Al contents which were of 0.46 m.eq. Al^{3+} /100g by air dry soil reached to 0.87 m.eq. Al^{3+} /100g by air dry soil after four years of intensive grazing.
- d - There was not significative correlation between organic matter and total-N contents, determined in thirteen different times.
- e - Cation exchangeable capacity increased from the beginning until fifteenth month and decreased progressively reaching to initial level after four years. C.E.C. was higher in Ap horizon soil profile in grazing area than in Ap horizon soil profile in reserved area.
- f - The Ap, A₃ and B₁ horizons in intensive grazing area showed total-N contents lower than the same horizon soil profile in reserved area. The inverse occurred with the B₃

horizon.

g - At the final of four years, the Ap horizon soil profile showed higher soluble-P, exchangeable-K, exchangeable-H and exchangeable-Al contents in intensive grazin condition than in reserved area. The inverse occurred with exchangeable -Ca+Mg content and pH.

h - The intensive grazing during four years did not alter the particle density. The bulk density value of Ap horizon soil profile in grazing area was lower than in reserved area.

8. LITERATURA CITADA

- AMUS, F., 1973. The role of organic manure in the fertilizer system under factory - like methods of animal production. Arch. für Acker-und Pflanzenbau und Bodenkunde. 17 (7/8): 637-642
- BARROW, N.J., 1960. Stimulated decomposition of soil organic matter during the decomposition of added organic materials. Australian J. Agric. Res., 11:331-338
- BARROW, N.J. e LAMBOURNE, L.J., 1962. Partition of excreted nitrogen, sulphur and phosphorus between the faeces and urine of sheep being fed pasture. Australian J. Agric. Res., 13:461-471
- BATHURST, N.O., 1952. The amino-acids of sheep and cow urine. J. Agric. Sci., Camb. 42:476-478
- BLAKE, G.R., 1965. Particle density In: BLACK, C.A., Methods of soil analysis. Agronomy 9, Am. Soc. Agron., Madison, Wisc., p.371

- BLANCO, M.M., CASTRO, A.G.G. e LUCENA, E.P., 1974. Estado actual de los conocimientos sobre el aprovechamiento de prados: III. Efectos de los excretas sobre el pastizal y su apetecibilidad. Zootechnia. 23 (1-2): 19-25
- BROMFIELD, S.M., 1961. Sheep faeces in to the phophorus cicle under pastures. Australian J. Agric. Res., 12:111-123
- BUCKMAN, H.O. e BRADY, N.C. 1968. Natureza e propriedades dos solos. Trad. FIGUEIREDO F^o, A.B.N. 2^a ed., Livraria Freitas Bastos, S.A., São Paulo, p.594
- CARVALHO, S.R. de, 1975. Influência de dois sistemas de manejo de pastagens na compactação de uma Terra Roxa Estruturada. Piracicaba, ESALQ/USP, 89p. (Dissertação de Mestrado).
- CASTLE, M.E. e DRYSDALE, A.D., 1966. Liquid manure as a grassland fertilizer: V. The response to mixtures of liquid manure (urine) and dung. J.Agric. Sci., Camb. 67: 397-404
- CASTRO, A.G.G., LUCENA, E.P. e BLANCO, M.M. 1974. Estado actual de los conocimientos sobre el aprovechamiento de prados: IV. Influencia de la devolución de excretas sobre los niveles de fertilidad del suelo. Zootechnia 23 (5/6): 193-200
- CATANI, R.A. e BATAGLIA, O.C. 1968. Formas de ocorrência do

fósforo no solo Latossólico Roxo. An. Esc. Sup. Agric.

"Luiz de Queiroz", Piracicaba, 25:99-119

CATANI, R.A., GALLO, J.R. e GARGANTINI, H., 1955. Amostragem de solos. Métodos de Análise. Interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. I.A.C., Campinas, Bol. nº 69

CATANI, R.A. e JACINTO, A.O., 1974. Avaliação da fertilidade do solo, métodos de análise. Livro Ceres Ltda, Piracicaba, p. 61

COLLINS, W.B. e BISHOP, R.F., 1962. The effect of various organic amendments on certain chemical properties of soil, on plant nutrient levels in strawberry foliage and on fruit yields. Canadian J. Plant Sci., 42:437-444

COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Serv. Nac. Pesq. Agron..Eq. Pedol. Fertil. do Solo. Bolm 12. 634p

CROSS, D.E., MAZURAK, A.P. e CHESNIN, L. 1973. Animal waste utilization for pollution abatement. Trans. ASAE, 16(1): 160-163

DABIN, B., 1976. Apostila do curso sobre matéria orgânica. Piracicaba, ESALQ/USP, Centro de Energia Nuclear na Agricultura. p.54 (mimeo.)

DOAK, B.W. 1952. Some chemical changes in the nitrogenous

constituents of urine when voided on pasture. J.Agric.Sci., Camb., 42:162-171

DURING, C. e WEEDA, W.C., 1973. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake: I. Dung as a source of phosphorus. New Zealand J. Agric. Res., 16:423-430

DURING, C., WEEDA, W.C. e DOROFAEFF, F.D., 1973. 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 J. Agric. Res., 16(3):431-438

EDMOND, D.B., 1958. The influence of treading on pasture. A preliminary study. New Zealand J.Agric. Res., 1(5):319-328

EDMOND, D.B., 1962a. Effects of treading perennial ryegrass (Lolium perenne, L.) and white clover (Trifolium repens, L.) pastures in winter and summer at two moisture levels. New Zealand J.Agric.Res., 6(3/4):265-276

EDMOND, D.B., 1962b. Effects of treading pasture in summer under different soil moisture levels. New Zealand J.Agric. Res., 5(5/6):389-395

EDMOND, D.B., 1970. Effects of treading on pastures using different animals and soils. Proc.XI Grassland Congr., 604-608

- FASSBENDER, H.W., 1975. Química de Suelos. Inst. Interamericano de Ciências Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica, p.398
- GILBERTSON, C.B. e outros, 1974. Nutrient and energy composition of beef cattle feedlot waste fractions. Nebraska Agricultural Experiment Station. Research Bulletin nº 262. 20p.
- GILL, W.R. e VANDEN BERG, G.E., 1967. Soil dynamics in tillage and traction. Agric. Handbook nº 136. Ed.Agr.Res. Serv. USDA. p.434-435
- GLORIA, N.A. da, CATANI, R.A. e MATUO, T., 1965. O método - do EDTA na determinação de cálcio e magnésio "trocável" do solo. R. Agric., Piracicaba, 40:67-74
- GROHMANN, F., 1972. Porosidade. In: MONIZ, A.C. Elementos de Pedologia. Editora Poligono S.A. São Paulo. p. 459
- GUNARY, D., 1968. The availability of phosphate in sheep - dung. J. Agric. Sci., 70:33-38
- HAFEZ, A.A.R., 1974. Comparative changes in soil physical properties induced by admixtures of manures from various domestic animals. Soil Sci., 118 (1): 53-59
- HENSLER, R.F., OLSEN, R.J. e ATTOS, O.J., 1970. Effect of soil pH and application rate of dairy cattle manure on yield and recovery of twelve plants nutrients by corn. Agron. J., 62:828-830

- KILMER, V.J. e ALEXANDER, L.T., 1949. Methods of making mechanical analysis of soils. Soil Sci., 68(1): 15-26
- LAISSUS, R., 1970. Fourrages, 43:45-46
- LEMOS, R.C. e SANTOS, R.D. dos, 1976. Manual de método de trabalho de campo. 4ª ed., Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- LONG, F.L., LUND, Z.F. e HERMANSON, R.E., 1975. Effect of soil-incorporated dairy cattle manure on runoff water quality and soil properties. J.Environmental Quality, 4 (2):163-166
- LOPEZ, J., 1973. Exigências nutricionais de bovinos em pastagem. In: FARIA, V.P. de e MOURA, J.C., ed., An. do Simpo. sobre manejo da pastagem. Piracicaba, ESALQ, p.215
- LUCENA, E.P., CASTRO, A.G.G. e BLANCO, M.M., 1973. Estado actual de los conocimientos sobre aprovechamiento de prados. II: La conducta del animal en pastoreo y el efecto del pisoteo. Zootechnia, 22 (11/12):447-455
- MacDIARMID, B.N. e WATKIN, B.R., 1972. The cattle dung patch: 2. Effect of a dung patch on the chemical status of the soil and ammonia nitrogen losses from the patch. J. Brit. Grassland Soc. 27:43-48
- MALAVOLTA, E. e COURRY, T., 1954. Apostila de química agrícola. Piracicaba, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", p.40 (mimeo.)

- MARCOS, Z.Z., DEMATTÊ, J.L.I. e FRANÇA, G.V., 1967. Curso prático de solos. Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", p. 151 (mimeo.)
- MAZURAK, A.P., COSPER, H.R. e RHOADES, H.F. 1955. Rate of water entry into an irrigated chesnut soil as affected by 39 years of cropping and manurial practices. Agron. J. 47: 490-493
- McCALLA, T.M. 1974. Use of animal wastes as a soil amendment. J. Soil Sci. and Water Conservation. 29(5):213-216
- MELLO, F.A.F., e outros, 1965. Uma adaptação do método de Kjeldahl para a determinação do nitrogênio do solo envolvendo o uso de um micro-destilador. X Congr. Bras. de Ciências do Solo - Piracicaba.
- MENDES, A.C.T., 1970. Dispersão de amostras de solos minerais, Piracicaba, Deptº de Solos e Geologia da ESALQ/USP, p.47 (mimeo.)
- MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 1954. Munsell Color Comp. Inc., Baltimore, USA.
- NEPTUNE, A.M.L., 1973. Adubos orgânicos. Piracicaba, ESALQ/USP. p. 25 (mimeo.)
- OBERLANDER, H.E. e ROTH, K., 1975. Transformation of a ^{14}C -labelled manure of cattle slurry and straw in soil. A five

years' small scale field trial. Bodenkultur, 26(2):139-145

- OLSEN, R.J., HENSLER, R.F. e ATTOE, O.J., 1970. Effect of manure application, aeration, and soil pH on soil Nitrogen transformations and on certain soil test values. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34:222-225
- PAIN, B.J., LEAVER, J.D. e BROOM, D.M., 1974. Effects of cow slurry on herbage production, intake by cattle and grazing behaviour. J. British Grassland Soc., 29, 85-91
- PETERSEN, R.G., LUCAS, H.L. e WOODHOUSE Jr., W.W. 1956. The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility: I. Excretal distribution. Agr. J. 48: 440-444
- PETERSEN, R.G., WOODHOUSE, Jr., LUCAS, H.L., 1956. The distribution of excreta by freely grazing and its effect on pasture fertility: II. Effect of returned excreta on the residual concentration of some fertilizer elements. Agr. J. 48:444-449
- PETERSON, Jr., McCALLA, T.M. e SMITH, G.E. 1971. Human and animal wastes as fertilizers. In: OLSON, R.A. e outros, Ed. Fertilizer Technology and Use, 2ª ed., Madisson, Soil Sci. Soc. Am., p.557-596
- PIMENTEL GOMES, F., 1970. Curso de Estatística Experimental. 4ª ed. São Paulo, Livraria Nobel S.A. p.430

- RANZANI, G. e KIEHL, E.J., 1959. Práticas de solos. Piracicaba, Centro Acadêmico " Luiz de Queiroz" p.36 (mimeo.)
- RICHARDS, I.R. e WOLTON, K.M., 1976. A note on the properties of urine excreted by grazing cattle. J.Sci.Food Agric. 27 (5):426-428
- SARTINI, H.J., 1964. O capim Pangola. Zoot., 2(3):41-44
- SKARDA, M., 1974. The effectiveness of liquid manure of cattle and pigs with ploughed-in straw in the crop rotation. - Rostlinná Výroba, 20(8):883-394. In: Soils and Fertilizers 1975, 38(7)
- TANNER, C.B. e MAMARIL, C.P., 1959. Pasture soil compaction by animal traffic. Agr. J., 51(6):329-331
- TIARKS, A.E., MAZURAK, A.P. e CHESNIN, L., 1974. Physical - and chemical properties of soil associated with heavy - applications of manure from cattle feedlots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 38(5):826-830
- VERSTRAETE, W., NEUKERMANS, G. e DEBRUYCKERE, M., 1973. Aperçu du problème de la transformation des déchets animaux en Belgique. R. de l'Agric., 26(6):1195-1234
- VOISIN, A., 1967. Productividad de la Hierba. Cuenca, L.C. Trad., 2ª ed., Editorial Tecnos, Madrid, p.499
- VOISIN, A., 1971. Dinâmica de los Pastos. Cuenca, L.C., Trad., 3ª ed., Editorial Tecnos, Madrid, p.452

- VOMOCIL, J.A. e FLOCKER, N.J., 1961. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. Trans. ASAE, 4(2):242-246
- WATKIN, B.R., 1957. The effect of dung and urine and its interactions with applied nitrogen, phosphorus and potassium on the chemical composition of pasture. J. British Grassland Soc., 12:264-267
- WEEDA, W.C., 1967. The effect of cattle dung patches on pasture growth, botanical composition and pasture utilization. New Zealand J. Agric. Res., 10(1):150-159
- WHITE, E.M., KRUEGER, C.R. e MOORE, R.A., 1976. Changes in total N, organic matter, available P, and bulk densities of a cultivated soil 8 years after tame pastures were established. Agr.J. 68(4):581-583
- WHITEHEAD, D.C., 1970. The role of nitrogen in grassland - productivity. A review of information from temperate - regions. England, Commonwealth Agricultural Bureau. The Grassland Research Institute, Hurley, Bulletin 48, p.202
- ZAMECK, C.V., 1970. Experimental results with liquid manures (Gülle) on light soil. Albrecht-Thaer-Arch., 14:1003-1012. In: Soils and fertilizers. 1971(34)

A P P E N D I C E

Tabela 36. MATÉRIA ORGÂNICA (%).

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	0,724	0,776	0,983	0,672
19/10/1972	0,931	0,983	0,879	0,828
23/11/1972	0,826	0,879	0,621	0,724
16/01/1973	0,879	0,879	0,828	0,672
16/03/1973	0,931	0,776	0,879	0,983
17/05/1973	0,931	0,879	0,621	0,879
18/07/1973	1,034	0,931	0,879	0,776
13/12/1973	1,138	0,776	0,776	0,879
26/07/1974	0,983	0,983	0,776	0,776
13/12/1974	1,034	0,776	0,828	0,828
26/08/1975	0,879	0,776	0,879	0,776
25/03/1976	0,931	0,828	0,621	0,827
02/06/1976	0,879	0,931	0,672	0,672

Tabela 37. NITROGÊNIO TOTAL (%).

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	0,047	0,040	0,036	0,043
19/10/1972	0,053	0,060	0,055	0,050
23/11/1972	0,043	0,036	0,035	0,037
16/01/1973	0,048	0,047	0,042	0,047
16/03/1973	0,036	0,039	0,044	0,043
17/05/1973	0,059	0,045	0,042	0,043
18/07/1973	0,039	0,041	0,032	0,030
13/12/1973	0,047	0,034	0,033	0,033
26/07/1974	0,055	0,058	0,049	0,052
13/12/1974	0,041	0,035	0,034	0,034
26/08/1975	0,046	0,049	0,045	0,044
25/03/1976	0,049	0,056	0,050	0,043
02/06/1976	0,048	0,045	0,037	0,043

Tabela 38 . CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (e.mg/100 g TFSA) .

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	2,6	2,6	2,4	2,4
19/10/1972	2,4	2,6	3,0	2,4
23/11/1972	2,6	2,4	2,2	3,0
16/01/1973	3,0	3,0	2,6	2,8
16/03/1973	2,9	3,2	2,8	2,6
17/05/1973	3,0	3,0	2,8	2,8
18/07/1973	3,4	3,0	2,8	2,8
13/12/1973	3,6	3,2	3,2	3,2
26/07/1974	3,4	3,0	3,0	2,8
13/12/1974	2,8	2,4	2,6	2,8
26/08/1975	3,2	3,2	2,6	2,6
25/03/1976	3,2	3,0	2,6	2,8
02/06/1976	3,4	2,8	2,8	2,6

Tabela 39 . POTÁSSIO TROCÁVEL (e.mg K⁺/100 g TFSA)

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	0,105	0,065	0,040	0,045
19/10/1972	0,055	0,050	0,090	0,080
23/11/1972	0,060	0,055	0,040	0,035
16/01/1973	0,060	0,100	0,040	0,060
16/03/1973	0,140	0,050	0,050	0,090
17/05/1973	0,045	0,060	0,050	0,045
18/07/1973	0,055	0,060	0,060	0,125
13/12/1973	0,060	0,070	0,045	0,105
26/07/1974	0,155	0,055	0,050	0,075
13/12/1974	0,165	0,100	0,075	0,065
26/08/1975	0,115	0,115	0,160	0,070
25/03/1976	0,095	0,105	0,100	0,100
02/06/1976	0,255	0,130	0,090	0,110

Tabela 40 . FÓSFORO SOLÚVEL (e. mg PO_4^{3-} /100 g TFSA).

126

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	0,026	0,032	0,035	0,021
19/10/1972	0,032	0,044	0,044	0,031
23/11/1972	0,032	0,031	0,032	0,033
16/01/1973	0,035	0,033	0,028	0,030
16/03/1973	0,032	0,028	0,051	0,041
17/05/1973	0,040	0,033	0,030	0,033
18/07/1973	0,044	0,033	0,042	0,031
13/12/1973	0,049	0,031	0,037	0,040
26/07/1974	0,048	0,040	0,032	0,035
13/12/1974	0,068	0,068	0,082	0,084
26/08/1975	0,084	0,074	0,072	0,106
25/03/1976	0,033	0,050	0,030	0,033
02/06/1976	0,038	0,035	0,030	0,039

Tabela 41 . FÓSFORO TOTAL (e. mg PO_4^{3-} /100 g TFSA).

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	0,992	0,902	0,811	0,676
19/10/1972	0,992	0,902	0,811	0,902
23/11/1972	0,676	0,992	0,586	0,586
16/01/1973	0,586	0,676	0,992	0,902
16/03/1973	0,902	0,811	0,811	0,811
17/05/1973	0,676	0,992	0,992	0,811
18/07/1973	0,992	0,811	0,992	0,811
13/12/1973	1,217	0,992	0,992	0,902
26/07/1974	1,081	1,081	1,352	0,766
13/12/1974	1,352	1,577	1,442	1,081
26/08/1975	1,352	1,217	1,352	1,442
25/03/1976	1,547	1,352	0,901	0,676
02/06/1976	0,451	1,081	1,081	1,081

Tabela 42. CÁLCIO + MAGNÉSIO SOLÚVEIS
(e.mg Ca^+ + Mg^{2+} /100 g TFSA).

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	0,81	0,56	0,40	0,32
19/10/1972	0,64	0,64	0,48	0,48
23/11/1972	0,81	0,56	0,48	0,56
16/01/1973	0,64	0,72	0,48	0,48
16/03/1973	1,20	0,64	0,48	0,80
17/05/1973	0,48	0,56	0,40	0,56
18/07/1973	0,88	0,72	0,56	0,32
13/12/1973	0,80	0,88	0,64	0,80
26/07/1974	0,96	0,88	0,40	1,04
13/12/1974	1,28	0,56	0,56	0,88
26/08/1975	0,96	0,80	0,88	0,72
25/03/1976	1,12	0,88	0,40	0,56
02/06/1976	0,40	0,40	0,16	0,48

Tabela 43 . VALOR pH.

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	5,90	5,70	5,60	5,80
19/10/1972	5,50	5,50	5,40	5,60
23/11/1972	5,50	5,40	5,50	5,40
16/01/1973	5,40	5,50	5,60	5,80
16/03/1973	5,95	5,60	5,40	5,60
17/05/1973	5,40	5,50	5,50	5,40
18/07/1973	5,50	5,70	5,50	5,30
13/12/1973	5,10	5,30	5,10	5,35
26/07/1974	5,80	5,30	5,60	5,95
13/12/1974	5,60	5,10	5,10	5,30
26/08/1975	5,50	5,60	5,40	5,30
25/03/1976	5,60	5,30	5,20	5,10
02/06/1976	5,60	5,50	5,20	5,60

Tabela 44 . HIDROGÊNIO TROCÁVEL (e.mg H^+ /100 g de TFSA).

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	1,68	1,84	1,84	1,52
19/10/1972	1,76	2,00	1,92	1,84
23/11/1972	1,84	1,68	1,92	1,76
16/01/1973	1,92	1,68	1,76	1,76
16/03/1973	1,28	1,52	1,84	1,44
17/05/1973	2,00	1,76	1,68	1,68
18/07/1973	1,92	1,76	1,68	2,16
13/12/1973	1,92	1,44	1,92	1,92
26/07/1974	1,68	1,76	1,84	1,12
13/12/1974	1,68	1,84	1,84	1,60
26/08/1975	1,76	1,84	1,92	1,68
25/03/1976	1,76	2,08	2,08	1,92
02/06/1976	1,76	1,60	2,08	1,52

Tabela 45 . ALUMÍNIO TROCÁVEL (e.mg Al^{3+} /100 g TFSA).

épocas de amostragem	R E P E T I Ç Õ E S			
15/09/1972	0,40	0,40	0,56	0,48
19/10/1972	0,48	0,48	0,56	0,48
23/11/1972	0,48	0,48	0,56	0,48
16/01/1973	0,48	0,48	0,48	0,48
16/03/1973	0,16	0,48	0,56	0,32
17/05/1973	0,64	0,56	0,48	0,48
18/07/1973	0,40	0,48	0,56	0,72
13/12/1973	0,56	0,48	0,64	0,48
26/07/1974	0,32	0,56	0,56	0,24
13/12/1974	0,32	0,56	0,56	0,48
26/08/1975	0,40	0,56	0,48	0,48
25/03/1976	0,40	0,64	0,72	0,88
02/06/1976	0,81	0,81	1,04	0,81

Tabela 46. MATÉRIA ORGÂNICA (%)

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	0,879	0,672	1,240	0,983	1,034	1,086	0,776	1,241
	A3	0,621	0,621	0,517	0,621	0,517	0,724	0,414	0,621
	B1	0,362	0,259	0,517	0,466	0,466	0,466	0,414	0,466
	B2	0,259	0,466	0,256	0,259	0,362	0,362	0,362	0,362
	B3	0,155	0,310	0,155	0,207	0,259	0,206	0,207	0,207
P2	Ap	0,879	0,879	0,672	0,879	0,827	0,827	0,776	0,879
	A3	0,569	0,569	0,621	0,674	0,724	0,621	0,621	0,621
	B1	0,466	0,517	0,414	0,362	0,414	0,362	0,362	0,362
	B2	0,362	0,259	0,310	0,310	0,362	0,414	0,362	0,362
	B3	0,207	0,310	0,207	0,259	0,259	0,310	0,207	0,259

Tabela 47. CAPACIDADE DE TROCA DE CATIONS (e mg/100 g TFSA)

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	2,0	2,2	3,2	2,8	3,2	3,0	3,2	3,4
	A3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,8
	B1	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
	B2	3,2	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,0	2,2
	B3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
P2	Ap	3,4	3,2	3,0	3,2	3,2	3,0	3,4	3,2
	A3	2,6	2,4	2,4	2,8	2,6	2,4	2,6	2,2
	B1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2	2,4	2,6
	B2	2,0	2,2	2,4	2,0	2,0	2,2	2,2	2,2
	B3	2,0	2,0	2,2	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2

P1: perfil na área não pastada durante o período do experimento.

P2: perfil na área pastada durante o período do experimento.

Tabela 48. NITROGÊNIO TOTAL (%)

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	0,059	0,062	0,057	0,057	0,067	0,064	0,056	0,072
	A3	0,046	0,046	0,048	0,051	0,046	0,048	0,041	0,040
	B1	0,040	0,043	0,036	0,043	0,039	0,029	0,025	0,040
	B2	0,022	0,021	0,020	0,020	0,022	0,030	0,029	0,020
	B3	0,018	0,027	0,012	0,011	0,013	0,020	0,018	0,018
P2	Ap	0,040	0,046	0,041	0,051	0,046	0,048	0,046	0,045
	A3	0,039	0,036	0,039	0,045	0,039	0,039	0,032	0,041
	B1	0,028	0,021	0,021	0,020	0,020	0,025	0,024	0,026
	B2	0,019	0,022	0,030	0,024	0,020	0,024	0,022	0,022
	B3	0,025	0,025	0,022	0,021	0,026	0,024	0,020	0,026

Tabela 49. FÓSFORO SOLÚVEL (e mg PO_4^{3-} /100 g TFSA)

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	0,023	0,017	0,021	0,014	0,037	0,038	0,014	0,042
	A3	0,007	0,005	0,006	0,007	0,007	0,009	0,009	0,007
	B1	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006
	B2	0,005	0,005	0,004	0,005	0,006	0,006	0,008	0,006
	B3	0,006	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
P2	Ap	0,063	0,078	0,024	0,029	0,023	0,028	0,018	0,026
	A3	0,010	0,009	0,010	0,010	0,008	0,009	0,009	0,008
	B1	0,003	0,004	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
	B2	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
	B3	0,005	0,006	0,004	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005

P1: perfil na área não pastada durante o período do experimento

P2: perfil na área pastada durante o período do experimento.

Tabela 50. POTÁSSIO TROCÁVEL (e.mg K⁺/100 g TFSA).

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	0,030	0,035	0,040	0,035	0,070	0,065	0,035	0,040
	A3	0,015	0,015	0,015	0,015	0,020	0,025	0,020	0,015
	B1	0,015	0,010	0,010	0,020	0,015	0,015	0,010	0,015
	B2	0,005	0,005	0,005	0,005	0,015	0,005	0,005	0,010
	B3	0,005	0,005	0,005	0,010	0,005	0,005	0,010	0,005
P2	Ap	0,145	0,065	0,035	0,420	0,065	0,045	0,165	0,045
	A3	0,025	0,020	0,020	0,240	0,030	0,025	0,020	0,020
	B1	0,010	0,005	0,005	0,015	0,005	0,015	0,010	0,005
	B2	0,010	0,005	0,005	0,010	0,010	0,005	0,005	0,005
	B3	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

Tabela 51. CÁLCIO + MAGNÉSIO TROCÁVEIS
e.mg (Ca²⁺ + Mg²⁺)/100 g TFSA.

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	1,60	1,12	0,88	0,96	1,36	1,28	0,80	1,68
	A3	0,32	0,16	0,16	0,32	0,16	0,24	0,40	0,24
	B1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,24	0,24	0,08	0,08
	B2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16
	B3	0,08	0,08	0,16	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08
P2	Ap	0,48	0,64	0,16	1,20	0,80	1,28	1,36	1,28
	A3	0,24	0,16	0,16	0,24	0,24	0,32	0,40	0,24
	B1	0,16	0,24	0,16	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16
	B2	0,16	0,24	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	B3	0,16	0,16	0,24	0,16	0,08	0,08	0,08	0,16

P1: perfil na área não pastada durante o período do experimento.

P2: perfil na área pastada durante o período do experimento

Tabela 52. VALOR pH

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	6,0	5,5	5,2	5,4	5,2	5,4	5,1	5,6
	A3	4,6	4,5	4,5	4,6	4,5	4,6	4,6	4,5
	B1	4,4	4,5	4,5	4,3	4,4	4,5	4,7	4,4
	B2	4,9	4,9	4,8	4,9	4,9	4,8	4,8	4,5
	B3	5,1	5,2	5,2	5,2	5,1	4,9	5,0	5,1
P2	Ap	5,1	5,0	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	5,4
	A3	4,5	4,4	4,5	5,0	4,4	4,6	4,6	4,5
	B1	4,8	4,6	4,9	4,5	4,8	4,9	4,7	4,4
	B2	5,1	5,1	5,1	4,6	4,9	5,0	5,1	4,7
	B3	5,2	4,9	5,2	4,5	5,0	5,2	4,7	5,1

Tabela 53. HIDROGÊNIO TROCÁVEL (e.mg H^+ /100 g TFSA).

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	1,52	1,84	2,24	1,76	2,16	1,68	2,32	1,52
	A3	2,56	2,16	2,32	1,76	2,48	2,48	2,48	2,48
	B1	2,24	2,32	2,08	2,32	2,32	2,32	2,56	2,16
	B2	1,92	1,92	2,00	1,68	2,08	2,16	2,00	2,08
	B3	1,52	1,68	1,44	1,44	1,60	1,76	1,76	1,84
P2	Ap	2,72	2,56	2,40	1,76	2,64	2,16	2,16	2,00
	A3	2,56	2,40	2,64	2,72	2,64	2,48	2,32	2,72
	B1	2,56	2,48	2,56	2,40	2,48	2,24	2,32	2,32
	B2	2,16	2,00	2,00	2,24	1,84	1,92	1,52	1,68
	B3	1,44	1,60	1,76	1,76	1,92	1,84	2,00	1,76

P1: perfil na área não pastada durante o período do experimento.

P2: perfil na área pastada durante o período do experimento.

Tabela 54. ALUMÍNIO TROCÁVEL (e.mg Al³⁺/100 g TFSA)

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	0,24	0,48	0,56	0,40	0,48	0,32	0,56	0,32
	A3	0,96	1,04	1,04	0,96	1,04	1,04	0,96	0,96
	B1	1,04	1,04	0,96	1,12	0,96	0,96	1,12	1,12
	B2	0,80	0,88	0,88	0,72	0,88	1,04	0,96	0,88
	B3	0,64	0,72	0,56	0,64	0,56	0,64	0,80	0,56
P2	Ap	0,72	0,64	1,04	0,32	0,56	0,40	0,40	0,40
	A3	0,96	1,04	1,04	0,80	1,04	0,88	1,04	1,04
	B1	1,04	1,04	1,04	1,04	0,96	0,88	0,96	1,04
	B2	0,88	0,80	0,80	1,04	0,88	1,04	0,88	0,88
	B3	0,72	0,72	0,72	0,88	0,80	0,80	0,80	0,88

Tabela 55. DENSIDADE DO SOLO (g/cm³).

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	1,53	1,59	1,53	1,53	1,49	1,57	1,55	1,53
	A3	1,47	1,48	1,45	1,51	1,53	1,43	1,57	1,45
	B1	1,47	1,45	1,40	1,46	1,45	1,48	1,43	1,48
	B2	1,44	1,39	1,45	1,45	1,50	1,47	1,42	1,40
	B3	1,39	1,41	1,44	1,41	1,44	1,45	1,43	1,45
P2	Ap	1,67	1,62	1,58	1,60	1,57	1,56	1,57	1,58
	A3	1,51	1,55	1,54	1,40	1,52	1,48	1,47	1,46
	B1	1,47	1,48	1,49	1,43	1,42	1,41	1,49	1,47
	B2	1,46	1,48	1,33	1,55	1,50	1,42	1,34	1,32
	B3	1,45	1,43	1,49	1,49	1,42	1,45	1,40	1,29

P1: perfil na área não pastada durante o período do experimento.

P2: perfil na área pastada durante o período do experimento.

Tabela 56. DENSIDADE MÉDIA DAS PARTÍCULAS DO SOLO (g/cm^3)

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	2,62	2,67	2,70	2,75	2,67	2,61	2,82	2,75
	A3	2,61	2,65	2,68	2,68	2,77	2,71	2,73	2,66
	B1	2,69	2,70	2,74	2,81	2,81	2,75	2,72	2,82
	B2	2,68	2,78	2,71	2,75	2,75	2,69	2,70	2,78
	B3	2,76	2,89	2,81	2,76	2,82	2,69	2,78	2,76
P2	Ap	2,65	2,66	2,69	2,78	2,80	2,67	2,67	2,67
	A3	2,71	2,70	2,72	2,70	2,65	2,58	2,78	2,55
	B1	2,66	2,68	2,74	2,73	2,79	2,78	2,73	2,75
	B2	2,69	2,67	2,71	2,73	2,61	2,84	2,69	2,72
	B3	2,69	2,70	2,69	2,71	2,82	2,74	2,71	2,79

Tabela 57. VOLUME TOTAL DE POROS CALCULADOS (%)

PER FIS	HORI ZON- TES	R E P E T I Ç Õ E S							
P1	Ap	41,6	40,4	43,3	44,4	44,2	39,8	45,0	44,4
	A3	43,7	44,2	45,9	43,7	44,8	47,2	42,5	45,4
	B1	45,4	46,3	48,9	48,0	48,4	46,2	47,4	47,5
	B2	46,3	50,0	46,5	47,3	45,5	45,4	47,4	49,6
	B3	49,6	51,2	48,8	48,9	48,9	46,1	48,6	47,6
P2	Ap	37,0	39,1	41,3	42,4	43,9	41,6	41,2	40,8
	A3	44,3	42,6	43,4	48,1	42,6	42,6	47,1	42,7
	B1	44,7	44,8	45,6	47,6	49,1	49,3	45,4	46,6
	B2	45,7	44,6	50,9	43,2	42,5	50,0	50,2	51,5
	B3	46,1	47,0	44,6	45,0	49,6	47,1	48,3	53,8

P1: perfil na área não pastada durante o período do experimento.

P2: perfil na área pastada durante o período do experimento.