**AVALIAÇÃO PELO CAPIM COLONIÃO (*Panicum maximum* JACQ.)
DO EFEITO DE ESTERCOS E DA URÉIA APLICADOS EM
UMA AREIA QUARTZOSA TRATADA COM E SEM Ca(OH)_2**

EUGENIO ODILÓN RIOS ARÉVALO

Orientador : Prof. Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração : Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1986

Aos meus pais,

Fortuoso e Simeona

DEDICO.

Aos Ing. Agr. *Reinaldo Recalde*

Ing. Agr. *Eleuterio Sosa*,

OFEREÇO.

Aos meus irmãos, cunhados,

sobrinhos e

amigos sinceros,

HOMENAGEM.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos a todas as Instituições ou pessoas que direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho, em especial:

À Escola Superior de Ciências Agropecuárias (ESCA) - Filial da Facultad de Ingenieria Agronómica da Universidad Nacional de Asunción, que possibilitou a minha participação no Curso de Pós-Graduação.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela ajuda financeira concedida através de bolsa de pós-graduação.

Ao Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ/USP, pelas condições oferecidas na condução da pesquisa.

Ao Departamento de Zootecnia e ao Departamento de Genética, pelos materiais fornecidos para a condução da pesquisa.

Ao Centro de Informática na Agricultura (CIAGRI), da ESALQ/USP.

Ao Prof. Dr. André Martin Louis Neptune, pela incansável orientação e amizade.

Ao Ing. Agr. Atilio Centrôn Fleitas (Decano da F.I.A.)
pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

Ao Dr. Ronaldo Ivan Silveira, pela colaboração prestada durante a pesquisa e pela amizade.

Ao Prof. Lúcio Kroll - Departamento de Bioestatística
UNESP - Campus de Botucatu, pela ajuda prestada na parte de estatística.

Ao pessoal dos Laboratórios de Análises de Solos e
Fertilizantes do LSG/ESALQ/USP pela colaboração prestada nas análises.

I N D I C E

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Generalidades	5
2.2. Estercos como Adubos	7
2.3. Alterações dos Solos e Respostas de Algumas Es- pécies Vegetais devido à Aplicação de Estercos.	8
2.4. Nitrogênio	11
2.4.1. Resposta a Fertilizante Nitrogenado.....	11
2.4.2. Uréia como Fertilizante Nitrogenado.....	13
2.5. Efeito Residual dos Adubos	15
2.6. Conteúdo de Carbono Orgânico no Solo.....	16
2.7. Calagem	17
2.7.1. Generalidades	17
2.7.2. Respostas à Calagem	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Local do Experimento	20
3.2. Descrição dos Vasos	20
3.3. Solo	21

	Página
3.4. Determinação da Necessidade de Calagem.....	21
3.5. Planta	23
3.5.1. Semeadura	24
3.6. Adubos Utilizados, Doses e Modo de Aplicação.	24
3.6.1. Adubos Orgânicos	24
3.6.1.1. Estercos	24
3.6.1.2. Adubo Orgânico Sintético ..	25
3.6.2. Adubos Inorgânicos	28
3.6.2.1a. Superfosfato Simples.....	28
3.6.2.1b. Termofosfato Yoorin.....	28
3.6.2.2. Cloreto de Potássio.....	28
3.7. Tratamentos e Delineamento Experimental.....	29
3.8. Cortes das Plantas	29
3.9. Temperatura	29
3.10. Rega	29
3.11. Análises Químicas	29
3.11.1. Análise do Material Vegetal.....	31
3.11.2. Análises de Solo	31
3.12. Análises Estatísticas	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Produção de Matéria Seca	33
4.2. Concentração de N na Parte Aérea	38
4.3. Acúmulo de Nitrogênio na Parte Aérea da Plan- ta e percentagem de Aproveitamento do N.....	44

	Página
4.4. Concentração de Nitrogênio no Solo.....	49
4.5. Carbono Orgânico do Solo	51
4.6. Alterações dos valores pH do solo, após cada corte	54
4.7. Alumínio trocável no solo após cada corte.	57
5. CONCLUSÕES	60
6. LITERATURA CITADA	62

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Características químicas e granulométricas do solo Ribeirão Claro com o qual o experimento foi conduzido (0-20 cm).....	22
Tabela 2 - Valores pH do solo 20 dias após ter sido submetido a diferentes níveis de Ca(OH)_2 ..	22
Tabela 3 - Composição média dos componentes, relação C:N, valor pH e micronutrientes, dos diferentes esterco em estado fresco.....	26
Tabela 4 - Composição média dos componentes, relação C:N, valor pH e micronutrientes, dos diferentes esterco curtidos ou maduros.....	27
Tabela 5 - Esquema de tratamentos e doses de materiais aplicados	31
Tabela 6 - Produção de matéria seca da parte aérea de cada corte e a soma dos dois cortes em g/vaso	34
Tabela 7 - Contrastes entre médias de tratamentos para matéria seca	35

Tabela 8 - Concentração de nitrogênio na planta ex- presso em %	39
Tabela 9 - Contrastes entre médias de tratamentos pa- ra concentração de N (%)	41
Tabela 10- Quantidade de nitrogênio extraído pela plan- ta, por cada corte, pela soma dos dois cor- tes, em mg/vaso, e percentagem de aprovei- tamento do N	46
Tabela 11- Contrastes entre médias de tratamentos pa- ra acúmulo de N	48
Tabela 12- Concentração do N no solo expresso em % após cada corte	50
Tabela 13- Contrastes entre médias de tratamentos pa- ra concentração de N no solo.....	50
Tabela 14- Concentração de carbono orgânico, após ca- da corte, expresso em %	52
Tabela 15- Contrastes entre médias de tratamentos pa- ra % C. orgânico no solo	52
Tabela 16- Valores pH do solo para cada tratamento após o primeiro e segundo cortes	55

Tabela 17 - Alumínio trocável (Al^{3+}) no solo após ca- da corte em meq/100 g de TFSA.....	58
Tabela 18 - Contrastes entre médias de tratamentos pa- ra os teores de Al^{3+} trocável no solo....	60

AVALIAÇÃO PELO CAPIM COLONIÃO (*Panicum maximum* JACQ.) DO
EFEITO DE ESTERCOS E DA URÉIA APLICADOS EM UMA
AREIA QUARTZOSA TRATADA COM E SEM Ca(OH)_2

AUTOR: EUGENIO ODILÓN RIOS AREVALO
ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

R E S U M O

Visando estudar o comportamento dos adubos orgânicos naturais, na forma de esterco, do adubo orgânico sintético, uréia, como fonte de N, em dois modos de aplicação, superficialmente ou incorporado e do hidróxido de cálcio como corretivo agrícola, utilizou-se como planta teste o capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.), var. tobiatã.

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, em um solo Areia Quartzosa, Série Ribeirão Claro (Orthic Quartzsament).

Foram empregadas duas doses de 5 t/ha e 20 t/ha de cada um dos esterco: cavalo, bovino, suíno e galinha e de 80, 100 e 75 kg/ha, respectivamente, de N, P_2O_5 e K_2O .

Foram analisados a produção de matéria seca da parte aérea de dois cortes, a concentração e o acúmulo de N na planta; de N total, de carbono orgânico, de pH e de Al^{3+} no solo após cada corte.

Os resultados obtidos permitem inferir que os tratamentos com esterco de suino e de galinha proporcionaram rendimentos mais altos da matéria seca da parte aérea nos dois cortes. Houve maior acúmulo de N nas plantas dos tratamentos com estes dois tipos de esterco.

A incorporação de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ não aumentou a produção de matéria seca do capim colônia, nem a concentração de N da parte aérea.

As aplicações de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e de doses mais elevadas de esterco aumentaram a concentração de N e do valor pH do solo e diminuíram o teor de alumínio trocável (Al^{3+}) do solo, destacando-se os tratamentos com esterco de galinha.

De um modo geral, a percentagem de aproveitamento ou de recuperação do N pelo capim colônia foi muito baixa e os tratamentos com uréia mostraram melhor aproveitamento do Nitrogênio.

Finalmente, não houve diferença nos tratamentos nos quais a uréia foi aplicada superficialmente ou incorporada, no que diz respeito aos parâmetros analisados.

EVALUATION BY GUINEA GRASS-COLONIÃO (*Panicum maximum* JACQ.)
ON THE EFFECT OF MANURE AND UREA APPLIED TO A SAND
SOIL TREATED WITH AND WITHOUT $\text{Ca}(\text{OH})_2$

AUTHOR: EUGENIO ODILÓN RIOS AREVALO
ADVISER: PROF. DR. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

S U M M A R Y

With the aim of studying the behaviour of the natural organic fertilizers (manures), of the synthetic organic fertilizer (urea like a N source), in two methods of application (over the soil surface or incorporated like manures) and of the calcium hydroxide (hydrated lime) like an amendment, it was utilized the guinea grass-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) as a test plant.

The experiment was carried out under greenhouse and in the laboratories of the Department of Soils, Geology and Fertilizers, at the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), on a soil classified as sandy, Ribeirão Claro serie (Orthic Quartzpsamment).

Two rates (5 t/ha and 20 t/ha) of the following manures: horse manure, bovine manure, swine manure and chicken manure and 80, 100 and 75, kg/ha), respectively, of N, P_2O_5 and K_2O were applied to the soil.

The dry matter yield of the shoots the concentrations of N in the shoot and in the soil of the soil organic carbon, the pH value and the Al^{3+} were analysed after each one of the two cuttings.

According to the results, it can be inferred that the treatments with swine and chicken manures proportionated higher dry matter yield of the shoots in both cuttings. There was bigger N accumulation in the shoots of the treatments with both kinds of manures.

The incorporation of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ did not increase the dry matter yield and the N concentration of the guinea grass-colonião shoot,

The applications of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and the higher rate of manures increased the soil N concentration, the soil pH values and decreased the contents of exchangeable soil aluminum (Al^{3+}), detaching the treatments with chicken manure.

The percentage of N profit or N recovery by the guinea grass-colonião was very low and the treatments with urea showed a better N profit.

Finally, there was no difference between the treatments in which urea was applied over the soil surface or incorporated, regarding the parameters analysed.

1. INTRODUÇÃO

Os adubos orgânicos podem ser de origem animal ou vegetal. A prática de adubação orgânica data desde os tempos imemoriais. Na maioria dos países faz-se a aplicação de tais adubos de maneira mais acentuada em alguns e menos acentuada em outros.

Segundo TIBAU (1983) é utilizado o esterco animal através dos séculos. Da sua ininterrupta aplicação nos primórdios da civilização, dependia a perenidade da exploração da terra e, conseqüentemente, a sobrevivência e o bem estar dos povos.

Os efeitos diretos dos adubos orgânicos no aumento de produção são devidos aos nutrientes que os mesmos encerram. Porém, nesse caso, estes adubos orgânicos podem ser substituídos com vantagens pelos adubos minerais. Os efeitos indiretos manifestam-se no melhoramento de cer-

tas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Alguns consideram o emprego de adubos orgânicos como uma prática necessária, pois acham que adubação mineral por mais completa que seja, não consegue manter a produtividade do solo sem que haja reposição da matéria orgânica degradada pelas práticas de cultivo (PRIMAVESI, 1985).

Parece irreal que, em pleno século XX, continue ainda a discussão e a controvérsia entre os partidários da escola da agricultura orgânica e aqueles da agricultura inorgânica ou mineral, se bem que a discussão e a controvérsia são verdadeiros agentes do progresso; não obstante, de vez em quando, algumas controvérsias vão além do necessário.

Os adubos orgânicos e inorgânicos se complementam. MALAVOLTA et alii (1958) recomendam os adubos orgânicos dentro, evidentemente, dos limites econômicos que devem presidir qualquer atividade ou operação agrícola, mas os dois juntos poderão fazer milagre de elevar as nossas 25 arrobas por mil pés de café, para 100 ou mais.

Durante muitos séculos, os esterco foram os

únicos materiais fertilizantes disponíveis para os agricultores. Apesar de suas limitações (baixa densidade, baixo conteúdo de nutrientes, aplicação desuniforme, dificuldade de prever a sua disponibilidade), os esterco podem ser usados com vantagem em muitos sistemas de cultivo.

O nitrogênio é o elemento importante no uso dos esterco como fertilizantes.

A calagem é uma prática agrícola que também altera várias características químicas, físicas e biológicas do solo. No entanto, é ainda difícil de definir qual ou quais os fatores são responsáveis pelos aumentos de produção observados com essa prática.

Com o aumento de pH do solo, a disponibilidade de elementos tóxicos, principalmente alumínio e manganês é reduzida, bem como de outros nutrientes como Fe, B e Zn, enquanto que nutrientes como fósforo e molibdênio têm suas disponibilidades aumentadas no solo (QUAGGIO, 1984).

No presente trabalho pretende-se:

1. Estudar o efeito de adubos orgânicos naturais (esterco) e sintético (uréia) no rendimento da matéria seca, na concentração de nitrogênio, no acúmulo deste nutriente em dois cortes das plantas de capim colônia (Panicum

maximum Jacq.), na presença e na ausência de Ca(OH)_2 .

2. Verificar as alterações no conteúdo de nitrogênio, teor de carbono orgânico, pH e alumínio trocável, do solo, após cada corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Generalidades

Os adubos orgânicos produzem grandes benefícios para a fertilidade e produtividade dos solos. Estes materiais constituem a principal fonte de matéria orgânica adicionada ao solo, podendo aumentar ou diminuir o conteúdo de húmus, dependendo da quantidade e natureza dos materiais adicionados (COELHO e VERLENGIA, 1973).

HÊNIN et alii (1976) salientam que as ações possíveis da matéria orgânica presente ou aplicada apresentam efeitos favoráveis e desfavoráveis. Entre os efeitos favoráveis citam-se: a) ação estimulante sobre o crescimento das raízes; b) ação reguladora sobre a alimentação mineral, nitrogenada em particular; c) fornecimento de macro e micronutrientes; d) ação sobre a fauna e microflora. Entre os efeitos desfavoráveis, citam-se: a) bloqueio dos elemen-

tos fertilizantes; b) efeito tóxico, devido a produtos formados no decurso de fermentações redutoras ou mais simplesmente, ao desaparecimento do oxigênio da atmosfera do solo; c) ação desfavorável sobre a estrutura: 1) em meio redutor, úmido, quando há dispersão dos cimentos coloidais, dos óxidos de ferro em particular; 2) em meio arejado, seco, porque as camadas de matéria orgânica que se podem constituir, opõem-se à passagem das raízes e, em certas condições, a circulação da água não saturante.

A maioria dos trabalhos têm procurado verificar o efeito dos adubos orgânicos sobre a produtividade, comparando-os em geral com adubos minerais, incluindo corretivos de solo. Com raras exceções, a maioria dos estudos mostram efeitos da adubação, tanto mineral como orgânicos, em relação à testemunha, mas as diferenças entre adubos minerais e orgânicos são variáveis de acordo com as características do solo e local de pesquisa (IGUE e PAVAN, 1984). Estes autores afirmam que os adubos orgânicos aumentam os teores de matéria orgânica no solo, cujo efeito não poderá ser significativo somente com uma única incorporação; em solo arenoso de clima tropical, as perdas são tão elevadas que não ocorrem aumentos nos teores de matéria orgânica no solo. Portanto, a prática de adubação orgânica para melhorar a produtividade, depende do volume de resíduos que é incorporado, da qualidade do material e do sistema agrícola em uso.

2.2. Estercos como Adubos

WILKINSON (1979), depois de uma análise cuidadosa, salienta que o esterco animal possui valor como corretivo do solo e como nutriente vegetal. É, entretanto, irreal acreditar que o seu valor ultrapasse de níveis equivalentes de fertilizantes sintéticos. Seu valor com adubos, em determinado local, depende de sua disponibilidade e de seu preço.

PRATT (1982) salienta que o nitrogênio é o elemento mais importante no uso dos estercos como fertilizantes. Aplicando-se suficiente esterco para suplementar quantidades substanciais de nitrogênio, as quantidades de fósforo e potássio adicionadas, são em geral mais do que suficientes para a maioria das combinações de solo-cultura-clima e as quantidades de elementos secundários e micronutrientes adicionados são também suficientes.

Segundo TIBAU (1983), o esterco, através do comportamento dos seus componentes, adquire propriedades específicas de alto valor agrícola. Assim, é encontrado na urina dos animais o ácido indol acético, que tem poderoso efeito estimulante no desenvolvimento das raízes. Tem poder semelhante, mas muito atenuado, o hidrogênio sulfuroso. Em certa fase da decomposição do esterco, desenvolve-se reação redutora no desdobramento dos seus componentes, reação essa que é benéfica para as plantas.

GOMES (1984) faz referência a que, durante muito tempo, na Europa, considerou-se a pecuária como um mal necessário, na época em que se consumia menos leite e menos carne do que atualmente. A finalidade principal do gado era a produção de esterco destinado à adubação. Hoje, as condições mudaram. o valor de estrume permanece, porém, muito alto.

KIEHL (1984) salienta que a composição do esterco animal é variável, sendo influenciada por fatores como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material empregado como cama, o tratamento dado a essa matéria prima e outros.

2.3. Alterações dos Solos e Respostas de Algumas Espécies Vegetais devido à Aplicação de Estercos

PRATT et alii (1976) conduziram durante qua-

tro anos um experimento com esterco sólido e líquido aplicados ao solo em várias doses, cultivando cevada e capim sudão. O trabalho compreendeu duas etapas: I - Balanço do N e produção da forrageira; II - Mineralização do N. Verificaram que para o capim sudão, houve um aumento de produção de matéria seca com a aplicação de esterco, exceto para as doses mais elevadas de esterco sólido (158 t/ha), o que foi atribuído aos efeitos dos sais totais. O balanço de N indicou que as perdas por volatilização foram pequenas, exceto no caso de aplicação do esterco em doses excessivas.

No que diz respeito ao estudo de mineralização de N, as estimativas são, aproximadamente, de um para um de N mineral e N orgânico acumulado.

Mathers, et alii (1975), citados por MATHERS (1982), observaram o efeito de aplicações anuais e residuais de esterco e NPK na produção do sorgo. Quando se aplicou 22 t/ha de esterco, o sorgo grão-fero alcançou altos rendimentos. As doses de esterco de 67 a 134 t/ha não tiveram diminuição significativa na produção de grão. Entretanto, quando se aplicou 268 e 536 t/ha, os rendimentos de grãos foram severamente reduzidos. Não houve respostas do sorgo à aplicação de NPK, nas condições do experimento devido alto nível de nitrogênio inicial do solo.

HOLANDA et alii (1984) realizaram trabalhos para avaliar a possibilidade de recuperação de um Latossolo Vermelho Amarelo álico e um solo Podzólico-Amarelo, ambos de textura arenosa, com aplicações de adubo orgânico. Neste experimento, utilizaram oito doses de esterco de curral. Observaram que os valores de pH aumentaram linearmente com o aumento das doses de esterco e os valores de alumínio trocável decresceram com a elevação da quantidade de esterco.

ERNANI (1984) realizou um experimento com um cambissolo para avaliar o valor fertilizante do esterco de suíno e da cama de aves, e o efeito de época de aplicação no suprimento de N para a cultura de milho. A maior produção foi obtida com os tratamentos de adubos orgânicos. Os tratamentos com cama de aves, cujo rendimento parou de aumentar nas aplicações superiores a 5 t/ha, foram mais eficientes que o esterco de suíno. A aplicação dos materiais orgânicos 60 dias antes da semeadura, provocou menor absorção de N pelo milho e menores rendimentos de grão. A adição de N em forma de uréia aumentou o rendimento em todos os tratamentos, com exceção daqueles com cama de aves aplicados aos 10 dias antes da semeadura.

SAMPAIO et alii (1985) avaliaram dois ensaios: um de incubação, no qual mediu-se a mineralização de C e de N do estrume curtido e estrume biodigerido e outro, em potes, no qual foi acrescentado um tratamento adicional de N mineral. O efeito dessas fontes na produção de matéria

seca e a absorção de nutrientes pelo milho foi determinada. Utilizaram-se o solo Podzólico Vermelho-Amarelo (PV) álico e um Regossolo (RE) ambos de textura areia. Os autores observaram que as produções de milho e as quantidades absorvidas de quase todos os nutrientes foram maiores com o estrume biodigerido que com o curtido. As quantidades de N absorvidas pelo milho foram semelhantes às quantidades mineralizadas no ensaio de incubação.

2.4. Nitrogênio

O nitrogênio quando aplicado em devidas quantidades, tem decisiva influência em todos os estádios do desenvolvimento das plantas. Concorre para o aumento do número de gemas frutíferas e foliares, aumenta o sistema foliar, bem como a produção de frutos e melhorias de suas qualidades. Corsi (1975), citado por HAAG (1984) salienta que a adubação nitrogenada possibilita crescimento mais rápido do capim e maior produção de matéria seca, o que permite maior frequência de corte.

2.4.1. Resposta a Fertilizante Nitrogenado

Numerosos trabalhos têm sido realizados para demonstrar a eficiência do nitrogênio quando aplicado ao solo, com o fim de aumentar a produção de qualidade da forragem.

WERNER e MATTOS (1972), em Nova Odessa, São Paulo, realizaram um experimento em vaso, em Latossolo Vermelho Amarelo-Orto, usando capim gordura com diversos tratamentos de adubação; observaram que o não fornecimento de nitrogênio fez decrescer a produção de matéria seca de 2,87g para 1,97 g por vaso, como também o número de perfilhos de 19,0 para 13,3 por vaso. A quantidade de nitrogênio extraído foi reduzida de 81,7 mg por vaso para 48,2 mg por vaso e a concentração de N de 2,85% para 2,45%. No entanto, a omissão de fósforo provocou efeito desfavorável diminuindo do mais ainda o desenvolvimento do capim.

Kilcher et alii (1965), citados por MEAURIO (1978), informaram que uma só aplicação de 60 kg de N/ha provocou um aumento de rendimento da pastagem nativa de 300-600 kg/ha em seis localidades no Oeste do Canadá.

MATTOS e WERNER (1979) estudaram cinco leguminosas de clima tropical consorciadas com capim colônia num solo Podzólico Vermelho-Amarelo var. Lara em Nova Odessa - SP., durante três anos, observaram que dentro dos níveis de N estudados, à medida que aumenta o nível de adubação nitrogenada, eleva a produção de matéria seca e de proteína do capim colônia.

2.4.2. Uréia como Fertilizante Nitrogenado

A uréia é um excelente material fertilizante, embora tenha diversas propriedades que necessitam ser conhecidas para atingir os máximos benefícios que podem ser advir da sua utilização (TISDALE e NELSON, 1977). Os mesmos autores afirmam que se a uréia for aplicada num terreno descoberto ou numa superfície coberta por grama, quantidades significantes de amônia podem perder-se por volatilização. Para maior esclarecimento, apresentaram um estudo que foi feito no laboratório a 75°F com um solo Dickson barrento ao qual a uréia foi aplicada na proporção de 100 kg/ha. Verificou-se que as perdas foram apreciáveis, acrescentados, sem dúvida, pelo fato de que o ar esteve em movimento através dos frascos de incubação de forma constante. Entretanto, aparece claramente o efeito da incorporação da uréia no solo na redução das perdas de amônia (NH_3).

Igualmente REDY e PATRICK (1980) realizaram experiência de incubação em laboratório e encontraram que a perda de amônia ou uréia (N) aplicada foi influenciada pelo tipo de solo com alta capacidade de troca de cátion e matéria orgânica diminuíram as perdas de aplicação de N no mesmo trabalho, observaram que não existem perdas apreciáveis quando esses solos forem tratados com N-orgânico (palha de arroz). Também realizaram experimento de campo com solo irrigado e encontraram que as perdas de amônia e uréia

foram aumentadas na ausência de plantas de arroz e reduzidas na presença delas.

Segundo MALAVOLTA e NEPTUNE (1983), as bactérias, fungos e actinomicetos do solo, pela atividade da urease, transformam de modo geralmente rápido a uréia em carbamato de amônio que se decompõe espontaneamente dando amônia e gás carbônico. A NH_3 formada pode ter os seguintes caminhos: 1) perder-se por volatilização particularmente nas adubações em cobertura; 2) reagir com a água e formar $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$. O NH_4^+ , por sua vez, poderá: 1) ser fixado pelo solo; 2) ser adsorbido ao complexo de troca e 3) sofrer nitrificação.

CANTARELLA e TABATABAI (1985) avaliaram, em condições de laboratório, a extensão das perdas por volatilização da amônia de alguns adubos nitrogenados e alguns fatores que influenciam estas perdas. Os modos de aplicação testados foram: a) na superfície do solo descoberto; b) em sulco raso; c) misturado ao solo; d) sobre resíduo do material vegetal. Os resultados obtidos mostraram que as perdas de amônia provenientes de uréia aplicada superficialmente aos solos ácidos ou alcalinos foram de 39-54% de N adicionado. A presença de resíduos de cultura sobre o solo aumentou as perdas de amônia por volatilização prove-

niente da uréia. Aplicação em sulcos (3 cm) de qualquer dos materiais testados foi a maneira mais eficiente de prevenir as perdas por volatilização. A incorporação rasa (menor que 3 cm da uréia e da formamida, apresentou perda entre 12 e 19% de N.

2.5. Efeito Residual dos Adubos

Segundo MALAVOLTA (1981), o efeito residual da adubação nitrogenada é pouco frequente: o resto do adubo nitrogenado aplicado numa cultura não fica disponível para a seguinte, perdendo-se por lavagem, erosão ou volatilização. No caso de fósforo, a ação residual é sempre menor que a verificada no primeiro ano devido a conversão do P-adubo em P-fixado não disponível para as plantas. O K-adubo, entretanto, mostra um efeito residual relativamente maior que aquele observado com os outros dois tipos de adubos: as perdas por lavagem não são tão grandes, quanto às verificadas no caso de N e a fixação que pode ocorrer em solos onde há condições para o fenômeno não implica em perda acentuada de disponibilidade de K.

PRATT (1982) observa que a disponibilidade de nitrogênio no esterco depende das características do material e do solo, do clima e dos fatores de manejo. A série de mineralização 0,30 - 0,10 e 0,05, significa que pa-

ra uma aplicação dada de nitrogênio orgânico 30% são mineralizados no primeiro ano, 10% de N residual são mineralizados no segundo ano, e 5% do nitrogênio residual são mineralizados no terceiro, quarto e todos os anos subsequentes.

CHAIRMAN et alii (sem data) salientam que apenas um terço do N do esterco animal, exceto de aves, está disponível para as culturas no ano que ele é aplicado e os restantes dois terços do N residual orgânico, tornam-se parte da matéria orgânica do solo. Este é mineralizado ou se torna disponível ao redor de 5% ao ano. No caso de resíduos de aves, cerca de 75% do N são disponíveis no primeiro ano e o restante também mineraliza-se a uma taxa, aproximadamente, de 5% anualmente.

2.6. Conteúdo de Carbono Orgânico no Solo

Conforme BUCKMAN e BRADY (1970), um solo arenoso geralmente tem menos matéria orgânica e nitrogênio que outra de textura fina. Isto é devido, provavelmente, ao menor conteúdo de umidade e à rápida oxidação nos solos arenosos.

CULLEY et alii (1981) observaram que adubos líquidos de gado leiteiro aplicados a uma proporção de 31,2 t/ha por 5 anos continuamente a solo arenoso em cultura de milho, aumentou o carbono orgânico na camada de 0-15 cm. Ne

nhum aumento de C orgânico foi detectado a qualquer profundidade nos lotes recebendo 7,8 ou 19,4 t/ha anualmente. Também observaram que a aplicação de 134 kg/ha ano de NH_4NO_3 , por 5 anos, resultou em uma diminuição de C orgânico de 0-15 cm de profundidade.

2.7. Calagem

2.7.1. Generalidades

A calagem refere-se a incorporação de um material calcário ou cálcico magnésiano ao solo. Essa operação é realizada para neutralizar acidez do solo ou diminuí-la até a faixa de valor pH que a planta tolere (NEPTUNE, 1975). Este mesmo autor afirma que a calagem produz efeitos que resultam no melhoramento dos solos e no aumento de produção; uma vez que os solos variam grandemente nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas, é de se esperar que alguns solos podem dar uma resposta melhor à calagem que outros. A extensão e a natureza dos seus próprios benefícios dependem das condições climáticas, do método e frequência de aplicação do calcário.

Conforme FASSBENDER (1984), a calagem melhora as condições de desenvolvimento de microrganismos, espe-

cialmente bactérias, aumenta a mineralização da matéria orgânica, melhora os processos de amonificação, nutrição e fixação de nitrogênio.

2.7.2. Respostas à calagem

MALAVOLTA (1983) considera que gramíneas forrageiras são, em geral, tolerantes à acidez.

SIQUEIRA (1985) afirma que as interrrrelações entre forrageiras e seu meio ambiente controlam sua produtividade. As condições requeridas para o crescimento de uma espécie podem ser impróprias para outra. As espécies adaptadas à alta toxidez de Al, como gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais, raramente responde à correção de acidez (calagem). Quando ocorrem respostas positivas, deve-se, principalmente, na maioria das vezes, à elevação dos níveis de cálcio e magnésio.

McLung et alii (1958) e Werner et alii (1967), citados por NEPTUNE (1975), em experiências realizadas no Estado de São Paulo, em diferentes grandes grupos de solos (Terra Roxa) (pH 4,7). Podzólico Vermelho Amarelo (pH 4,7), Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa (pH 5,8) indicaram uma pequena reação à calagem do capim Jaraguá, e nenhuma reação à calagem por parte de capim pangola e colonião.

MEAURIO (1978), trabalhando com várias espécies forrageiras: Andropogon lateralis Nees, Axonopus compressus (capim jesuita), Paspalum notatum (grama batatais) e outras, em solo Podzólico Vermelho Amarelo na localidade de Paraguari (Paraguai), encontrou que calagem e fertilizantes não apresentam diferença significativa com a testemunha.

WERNER et alii (1979) estudaram os efeitos de três níveis de calagem aplicada em cobertura em área onde o capim colonião estava estabelecido. O ensaio foi avaliado durante três anos em um solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Lara, em Nova Odessa - SP. Encontraram que o capim colonião não respondeu à calagem do solo em termos das produções de matéria seca e da proteína por área, mas observaram que houve aumento de teor de cálcio nas plantas do capim colonião devido à aplicação de calagem. Também verificaram a influência no solo pelo aumento do pH, dos teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} trocáveis e diminuição de Al^{+3} trocável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do Experimento

O presente trabalho foi conduzido em vasos na casa de vegetação do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Brasil.

3.2. Descrição dos Vasos

Os vasos foram construídos com chapa de zinco, pintados por dentro com "Neutrol" e por fora com tinta antiferruginosa. Cada vaso tinha uma altura de 30 cm, diâmetro superior de 21 cm e diâmetro inferior de 17 cm. Eram portanto ligeiramente afunilados na base com fundo arredondado, suportado por 3 pés de ferro, com capacidade, aproximadamente, de 7 kg de terra. Na parte inferior possui orifício com diâmetros de 3 cm para permitir a saída do excesso

da água se houver necessidade.

3.3. Solo

O solo ocorre no município de Piracicaba e é denominado Série Ribeirão Claro (RANZANI et al, 1966).

De acordo com FRANÇA (1986)* é uma Areia Quartzosa (Orthic Quartzpsamment). As características química e granulométrica deste solo são apresentadas na tabela 1.

3.4. Determinação da Necessidade de Calagem

Para determinar a quantidade de calcário a ser utilizada, realizou-se uma incubação durante 20 dias usando-se 250 g de terra as quais foram mantidas em vasos plásticos, a uma umidade em torno de 70% da capacidade de saturação do solo após ter sido incorporadas quantidades equivalentes a: 0, 1, 2, 3 e 4 t/ha de hidróxido de cálcio.

Após o período de incubação tomou-se a amostra do solo e procedeu-se a determinação do pH, segundo a metodologia de Catani et alii (1955), citados por MELLO et alii (1965), usando-se a relação solo/água de 1:2,5, cujos resultados são apresentados na tabela 2.

* Comunicação pessoal.

Tabela 1 - Características químicas e granulométricas do solo Ribeirão Claro com o qual o experimento foi conduzido (0-20 cm) ¹

Características químicas								Granulometria		
Valor	%	meq/100 ml de terra						%		
pH	C	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H	Areia	Limo	Argila
4,9	0,27	0,04	0,02	0,4	0,36	0,5	1,7	86	0,9	13,1

¹ Análises realizadas de acordo com os métodos utilizados no Laboratório de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP.

Tabela 2 - Valores pH do solo 20 dias após ter sido submetido a diferentes níveis de Ca(OH)₂

Níveis de Ca (OH) ₂	pH
0 t/ha	4,9
1 t/ha	5,9
2 t/ha	7,5
3 t/ha	8,5
4 t/ha	8,9

Em função dos resultados obtidos na incubação utilizou-se quantidades de 1 t/ha ou 2,4 g/vaso de Ca(OH)_2 . O corretivo foi uniformemente misturado com 6 kg de terra que foi mantida próximo à capacidade de saturação do solo.

3.5. Planta

O capim colonião (Panicum maximum Jacq.) é uma gramínea perene originária da parte sub-tropical e tropical da África. Caracteriza-se por seu caule ereto, grosso, vigoroso, com folhas compridas, largas e de cor verde azulada.

É de hábito vegetativo ereto. A inflorescência está constituída por uma panícula de 20 a 60 cm de comprimento. As sementes amadurecem progressivamente desde a parte apical da inflorescência.

O capim é de consistência tenra e muito palatável até que chegue a alcançar alturas de 1,20 a 1,50 metros, pois neste estado predominam a quantidade de folhas e os caules tenros. Às alturas maiores, de 2 a 3 metros, os caules tornam-se grossos e duros, condição que afeta consideravelmente a palatabilidade e a possibilidade de uma boa utilização do capim. Em condições de boa fertilidade do solo, pode produzir, aproximadamente, 70 t de forragem verde por hectare/ano (SAMUDIO, 1973).

3.5.1. Semeadura

A semeadura foi feita no dia 5 de março de 1985 no canteiro que contém areia e vermiculita.

3.5.2. Transplante e Desbaste

O transplante foi feito 24 dias após semeadura colocando 6 plantas por vaso.

O desbaste foi realizado 12 dias após o transplante, deixando duas plantas por vaso.

3.6. Adubos Utilizados, Doses e Modos de Aplicação

3.6.1. Adubos Orgânicos

3.6.1.1. Estercos

Foram empregados como adubos orgânicos naturais: esterços de eqüinos, bovinos, suínos e de galinha.

Os estercos foram coletados dois meses e meio antes da incorporação para serem curtidos pelo processo de decomposição parcialmente aeróbica. Colocados em recipientes cilíndricos, os estercos foram remexidos de cada 4 a 5 dias. Os tempos de maturação obviamente não foram iguais para todos os estercos, sendo os estercos de cavalo o primeiro a ser curtido, a seguir, vem os de galinha, bovino e suíno.

Os parâmetros para verificar a maturação foram: mudanças no odor, na cor e na diminuição do volume.

Uma vez curtidos foram deixados na estufa numa temperatura de 60 a 65 graus, dois dias e meio e logo moídos para mistura com o solo. Também foram separados 300 g de cada material antes e depois da decomposição para serem analisados e estabelecer a sua composição química (tabelas 3 e 4).

Os esterco moídos foram misturados com o solo 25 dias antes do transplante e foi mantida a capacidade de campo.

A quantidade de esterco utilizado foi de 12 e 48 g de cada material por vaso equivalente a 5 e 20 t/ha, respectivamente.

3.6.1.2. Adubo Orgânico Sintético

Como adubo orgânico sintético foi utilizada a uréia com teor de 45% de nitrogênio.

A aplicação foi feita no dia do transplante com uma dose de 427 mg de uréia por vaso, equivalente a 32 ppm de N ou 80 kg de nitrogênio/ha.

Foram empregadas duas formas de aplicação:

1) incorporando ao solo; para isso a uréia foi misturada uniformemente com o solo antes do transplante e 2) superficialmen-

Tabela 3 - Composição média dos componentes, relação C : N, valor pH e micronutrientes, dos diferentes esterco em estado fresco¹

		AMOSTRAS DE ESTERCOS ²			
		Cavalo	Bovino	Suino	Galinha
Umidade perdida a 100-110°C		7,60	8,09	10,00	7,50
Mat. Org. total (combustão)		71,02	73,53	70,90	48,66
Carbono Orgânico		33,67	35,14	34,64	20,79
Resíduo mineral solúvel		7,18	8,08	15,28	41,25
%	N	1,89	2,24	3,29	2,42
	P	0,67	0,72	2,64	3,24
	K	0,58	1,41	1,91	3,32
	Ca	1,35	1,43	1,19	7,23
	Mg	0,29	0,39	0,58	0,68
	S	0,06	0,14	0,11	0,34
	C:N (C total e N total)	21:1	19:1	12:1	12:1
C:N (C org. e N total)		18:1	16:1	11:1	9:1
pH em CaCl ₂ 0,01 M		6,8	7,8	6,6	7,6
Micronutrientes em ppm					
Cu		38,0	20,0	84,0	68,0
Fe		81,0	47,0	15,0	26,0
Zn		284,0	140,0	442,0	1463,0
Mn		365,0	153,0	400,0	499,0

¹ Análises realizadas no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

² As amostras fornecidas para a análise foram submetidas à temperatura de 60-65°C (em estufa) por três dias.

Tabela 4 - Composição média dos componentes, relação C : N, valor pH e micronutrientes, dos diferentes estercos curtidos ou maduros¹

		AMOSTRAS DE ESTERCOS ²			
		Cavalo	Bovino	Suino	Galinhas
	Umidade perdida a 100-110°C	6,88	6,61	11,63	7,03
	Mat. Org. total (combustão)	57,78	70,22	65,88	34,36
	Carbono orgânico	27,14	32,01	35,46	14,40
	Resíduo mineral solúvel	13,04	11,75	18,17	52,40
%	N	2,52	2,66	3,22	2,52
	P	0,95	1,13	2,88	3,87
	K	1,33	0,30	1,37	3,52
	Ca	1,43	1,99	2,23	9,30
	Mg	0,49	0,44	0,58	1,06
	S	0,15	0,19	0,11	0,62
	C:N (C total e N total)	13:1	15:1	11:1	7:1
	C:N (C. org. e N total)	11:1	12:1	11:1	6:1
	pH em CaCl ₂ 0,01M	7,6	8,2	6,3	8,8
Micronutrientes em ppm					
	Cu	51,0	35,0	92,0	95,0
	Fe	220,0	103,0	22,0	82,0
	Zn	251,0	149,0	455,0	1661,0
	Mn	554,0	245,0	458,0	635,0

¹ Análises realizadas no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

² As amostras fornecidas para análise foram submetidas à temperatura de 60-65°C (em estufa) por três dias.

te após o transplante.

3.6.2. Adubos Inorgânicos

Como fontes de fósforo foram empregados:

3.6.2.1a. Superfosfato Simples (S.P.S.)

Este adubo solúvel em água, resulta da ação do ácido sulfúrico sobre o fosfato natural; possui 18% P_2O_5 (7,9% P), 26% de CaO (17,3% de Ca), 12% de S e alguns micro nutrientes (Fe: 0,2%; Mn: 0,016%). Apresenta-se na forma granulada, com um diâmetro de 1 a 4 mm. É um adubo ácido com valor pH 4,0, porém o seu emprego não modifica o pH do solo (NEPTUNE, 1984).

3.6.2.1b. Termofosfato Yoorin

Apresenta a seguinte composição química: 16% de P_2O_5 solúvel em solução de ácido cítrico a 2%, 16% de MgO, 28% de CaO, 25% de SiO_2 , 0,28% de Zn, 0,10% de B, com um pH 8,0. A sua fórmula é $3MgO.CaO.P_2O_5.3CaSiO_3$.

As doses empregadas foram 666,7 mg por vaso de cada adubo fosfatado perfazendo um total de 1.333 mg/vaso, equivalente a 17,6 ppm de P ou 100 kg/ha de P_2O_5 .

3.6.2.2. Cloreto de Potássio

Como fonte de potássio foi utilizado o Cloreto de Potássio (KCl) que contém 60% de K_2O (49,8% de K). A dose empregada é de 300 mg/vaso, equivalente a 24,9 ppm de K ou 75 kg de K_2O por ha.

3.7. Tratamentos e Delineamento Experimental

Utilizou-se de um delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos sem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e os mesmos 12 com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ num total de 72 parcelas. O esquema dos tratamentos se encontram na tabela 5.

3.8. Cortes das Plantas

O primeiro corte foi feito no dia 7 de junho de 1985, aos 70 dias após o transplante e o segundo corte no dia 17 de setembro de 1985, 100 dias após o 1º corte.

3.9. Temperatura

A temperatura dentro da casa de vegetação foi medida diariamente, tendo-se observado que a média da máxima ($39,9^{\circ}\text{C}$) e da mínima ($19,8^{\circ}\text{C}$) foi maior durante o desenvolvimento das plantas do primeiro corte do que durante o desenvolvimento das plantas do segundo corte (máxima $37,3^{\circ}\text{C}$; mínima: $13,6^{\circ}\text{C}$).

3.10. Rega

O fornecimento de água foi feito duas vezes por dia, considerando-se a perda de água de cada vaso.

3.11. Análises Químicas

As análises químicas de plantas e de solo

Tabela 5 - Esquema de tratamentos e doses de materiais aplicados

Tratamentos ¹		Doses de adubos aplicados
Testemunha	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	0
Esterco de cavalo	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	20 t/ha
Esterco de cavalo	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	5 t/ha
Esterco de bovino	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	20 t/ha
Esterco de bovino	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	5 t/ha
Esterco de suíno	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	20 t/ha
Esterco de suíno	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	5 t/ha
Esterco de galinha	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	20 t/ha
Esterco de galinha	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	5 t/ha
Uréia incorporado + S.P.S.+Yoorin+KCl	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	80kgN, 100kg P ₂ O ₅ , 75kgK ₂ O
Uréia Superficial + S.P.S.+Yoorin+KCl	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	80kgN, 100kg P ₂ O ₅ , 75kgK ₂ O
S.P.S.+Yoorin+KCl	$\begin{cases} \text{com Ca(OH)}_2 \\ \text{sem Ca(OH)}_2 \end{cases}$	100kg P ₂ O ₅ + 75kg K ₂ O

¹ Cada tratamento com 3 repetições.

foram realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ.

3.11.1. Análise do Material Vegetal

As plantas dos dois cortes foram lavadas em água destilada e colocadas posteriormente em saco de papel deixando-se logo na estufa a uma temperatura de 70°C até atingir peso constante. Após a secagem do material vegetal e logo moído em moíno tipo "Willey", através de peneira 20.

A determinação do nitrogênio na parte aérea foi feita, empregando-se o método microkjeldahl descrito em SARRUGE e HAAG (1974).

3.11.2. Análises de Terra

Em amostras de solo, tomadas em cada vaso, após cada corte, realizaram-se determinações de pH, carbono orgânico e N total e Al trocável.

Para determinar N do solo empregou-se o método de Kjeldahl modificado, conforme MELLO et alii (1965).

3.12. Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância na ausência e na presença de Ca(OH)_2 , tanto para o primeiro como para o segundo corte. Os contrastes entre médias

de tratamentos foram testadas pelo teste de "F" e de Tukey.

A análise estatística foi feita no Centro de Informática na Agricultura (CIAGRI) da ESALQ.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de Matéria Seca

Os valores da média de matéria seca da parte aérea são apresentados na tabela 6.

Analisando-se os tratamentos com Ca(OH)_2 versus aqueles sem Ca(OH)_2 , verificou-se que não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, tanto para o primeiro como para o segundo corte. Este resultado coincidiu com as observações feitas por McLUNG et alii (1958) e WERNER et alii (1967 e 1979).

Os contrastes para níveis de tratamentos são apresentados na tabela 7.

A análise conjunta apresenta diferença significativa em todos os contrastes exceto para os esterco de cavalo versus esterco de bovino que não apresentam diferen

Tabela 6 - Produção de matéria seca da parte aérea de cada corte e a soma dos dois cortes em g/vaso.

TRATAMENTOS	1º CORTE		2º CORTE		1º + 2º CORTES	
	com	sem	com	sem	com	sem
	Ca (OH) 2	Ca (OH) 2	Ca (OH) 2	Ca (OH) 2	Ca (OH) 2	Ca (OH) 2
Testemunha	1,06	0,89	0,51	0,95	1,57	1,84
Est. de cavalo (48 g/v)*	9,09	8,97	4,72	3,61	13,81	12,58
Est. de cavalo (12 g/v)**	4,30	5,42	1,76	1,39	6,06	6,81
Est. de bovino (48 g/v)	7,37	9,02	3,94	5,28	11,31	14,30
Est. de bovino (12 g/v)	3,69	4,93	1,63	1,78	5,32	6,71
Est. de suíno (48 g/v)	28,72	32,74	10,18	11,08	38,90	43,82
Est. de suíno (12 g/v)	8,46	11,89	3,15	2,44	11,62	14,33
Est. de galinha (48 g/v)	20,35	19,38	7,93	8,02	28,28	27,40
Est. de galinha (12 g/v)	6,98	8,55	2,82	2,49	9,80	11,04
Uréia incorporada + PK	12,07	16,25	2,57	2,91	14,64	19,16
Uréia superficial + PK	11,01	12,58	1,90	2,10	12,91	14,68
PK	2,87	3,90	1,26	1,29	4,13	5,19

* Equivalente a 20 t/ha

** Equivalente a 5 t/ha

C.V. = 19,32%

Tabela 7 - Contrastes entre médias de tratamentos para matéria seca

CONTRASTES	1º Corte	2º Corte	1º+2º Cortes
Testemunha x demais	x	x	x
Adubo orgânico x Adubo Mineral	x	x	x
Est. cavalo : 48 g x 12 g	x	x	x
Est. bovino : 48 g x 12 g	x	x	x
Est. suino : 48 g x 12 g	x	x	x
Est. galinha: 48 g x 12 g	x	x	x
Est. galinha x demais Ad.Org.	x	x	x
Est. galinha x Est. suino	x	x	x
Est. cavalo x Est. bovino	-	-	-
Est. cavalo x Est. suino	x	x	x
Est. bovino x Est. suino	x	x	x
48 g de Adubo Org. x Ad. Mineral	x	x	x
12 g de Adubo Org. x Ad. Mineral	x	-	x
Uréia superficial x PK	x	-	x
Uréia incorporada x N. superficial	-	-	x
Uréia incorporada x PK	x	-	x

x :- significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

- :- Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

ça significativa; isso deve ser pela aproximação em conteúdo de nutrientes apesar que o esterco de bovino tinha uma concentração muito mais baixa de K, como se pode observar na tabela 4.

O tratamento testemunha contra os demais, tanto para o primeiro como para o segundo corte, apresenta diferenças significativas, sendo as médias maiores onde foram aplicados adubos. Estes resultados concordam com IGUE e PAVAN (1984).

Os tratamentos com adubos orgânicos* versus adubos minerais, no primeiro e segundo cortes apresentam diferenças significativas sendo maiores as médias dos tratamentos com adubos orgânicos do que aqueles com adubos minerais (NPK e PK). Entretanto, no primeiro corte, os tratamentos onde foram aplicados 5 t/ha a média foi menor que os tratamentos com adubos minerais; porém, na análise conjunta os tratamentos onde foram aplicados 20 t/ha mascararam os resultados obtidos com os tratamentos onde foram aplicados 5 t/ha. Os melhores resultados foram obtidos com o esterco de suíno seguido do esterco de galinha. No segundo corte já não houve diferença significativa entre os tratamentos com 5 t/ha e aqueles dos adubos minerais; isso significa que provavelmente o efeito residual dos adubos minerais foi menor que aque-

* Adubos orgânicos referem-se aos esterco e adubos minerais, uréia, S. P. S., Yoorin e cloreto de potássio.

le dos adubos orgânicos.

Entre as duas doses de esterco, houve diferenças significativas, tendo sido obtido maior rendimento de matéria seca nos tratamentos que receberam a maior dose de esterco (20 t/ha).

Entre o esterco de galinha e os demais adubos orgânicos, houve diferenças significativas para o primeiro e segundo cortes, sendo maior a produção com os tratamentos com esterco de galinha; isso não implica que o esterco de suino seja menos eficiente, mas fica mascarado pelos esterco de cavalo e bovino; isso pode demonstrá-lo o contraste esterco de galinha contra esterco de suino que apresentam diferenças nos dois cortes e na análise conjunta, sendo as médias maiores nos tratamentos com esterco de suino como se pode ver na tabela 6. Este resultado de esterco de suino e de galinha não coincidiu com o observado por ERNANI (1984).

Uréia aplicada superficialmente e uréia incorporada versus fósforo e potássio apresentaram diferenças significativas apenas no primeiro corte.

Uréia incorporada e uréia aplicada superficialmente não apresentam diferenças significativas no primeiro e segundo cortes, mas sim na análise conjunta, dando uma média de produção total levemente superior no tratamento com uréia incorporada.

4.2. Concentração de N na Parte Aérea

A concentração de N em porcentagem por cada tratamento encontra-se na tabela 8 e os contrastes na tabela 9.

A análise de variância não apresenta diferença significativa na concentração de N na planta, na presença ou ausência do Ca(OH)_2 .

O tratamento testemunha versus os demais demonstrou diferença significativa tanto para o primeiro como para o segundo corte, com uma maior concentração de N na testemunha; esse fato pode ser devido ao pouco desenvolvimento do vegetal com relação aos outros que foram mais desenvolvidos e ao efeito de diluição que tenha sido mais acentuado.

Os adubos orgânicos contra adubos minerais não apresentam diferenças no primeiro corte, mas no segundo corte apresentam uma concentração maior na média dos tratamentos com esterco; isso é provavelmente devido ao fato de que os adubos orgânicos naturais se encontram mais disponíveis para as plantas que a uréia durante o período de desenvolvimento para o segundo corte. Esta possível disponibilidade de N proveniente do esterco durante o desenvolvimento para o segundo corte pode ser devido à lenta mineralização desse elemento (N), o que permite um efeito residual mais pro-

Tabela 8 - Concentração de nitrogênio na planta expresso em %

Tratamentos	1º CORTE		2º CORTE	
	com Ca (OH) ₂	sem Ca (OH) ₂	com Ca (OH) ₂	sem Ca (OH) ₂
Testemunha	1,605	2,063	1,335	1,092
Est. de cavalo (48 g/v)*	0,569	0,532	1,017	0,849
Est. de cavalo (12 g/v)**	0,513	0,485	0,775	0,831
Est. de bovino (48 g/v)	0,588	0,588	0,747	0,765
Est. de bovino (12 g/v)	0,560	0,560	0,747	0,747
Est. de suíno (48 g/v)	0,737	0,887	0,840	0,877
Est. de suíno (12 g/v)	0,551	0,579	0,756	0,737
Est. de galinha (48 g/v)	0,579	0,541	0,831	0,840
Est. de galinha (12 g/v)	0,579	0,569	0,793	0,765
Uréia incorporada + PK	0,625	0,579	0,719	0,719
Uréia superficial + PK	0,653	0,588	0,719	0,719
PK	0,541	0,551	0,775	0,747

* Equivalente a 20 t/ha (dose maior)

** Equivalente a 5 t/ha (dose menor)

C.V. = 10,75%

Tabela 9 - Contrastes entre médias de tratamentos para concentração de N (%)

CONTRASTES	1º Corte	2º Corte
Testemunha x demais	x	x
Adubo Orgânico x Adubo Mineral	-	x
Est. cavalo : 48 g x 12 g	-	x
Est. bovino : 48 g x 12 g	-	-
Est. suino : 48 g x 12 g	x	x
Est. galinha: 48 g x 12 g	-	-
Est. galinha x demais Ad. Org.	-	-
Est. galinha x Est. bovino	-	x
Est. cavalo x Est. suino	x	x
Est. suino x Est. suino	x	-
48 g de Adubo Org. x Ad. Mineral	-	x
12 g de Adubo Org. x Ad. Mineral	-	-
Uréia superficial x PK	-	-
Uréia incorporada x Uréia superf.	-	-
Uréia incorporada x PK	-	-

x :- significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

- :- não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

longado (MATHERS, 1982) e a possível diminuição da disponibilidade do N proveniente da uréia pode ser devido a que geralmente a adubação nitrogenada (sintética) não fica disponível para a seguinte colheita (MALAVOLTA, 1981).

A maior dose de esterco de cavalo (20 t/ha) e a menor dose (5 t/ha), também apresenta diferença significativa no segundo corte, mas no primeiro corte não mostra diferença significativa apesar de que é maior a concentração de N nos tratamentos com maior dose.

Entre a maior dose e a menor dose de esterco de bovino, não houve diferenças significativas no primeiro e segundo cortes, mas a maior dose acusa maior concentração de nitrogênio.

A maior e a menor dose de esterco de suíno apresentam diferenças significativas no primeiro e segundo cortes, sendo maior a concentração de N para a maior dose de esterco incorporado, coincidindo o observado por WERNER e MATTOS (1972), testando capim gordura com diferentes doses de N.

As doses de esterco de galinha (20 t/ha e 5 t/ha) e o esterco de galinha contra os demais adubos orgânicos não apresentam diferenças significativas.

Os contrastes entre o esterco de cavalo e o esterco de bovino só apresentam diferenças significativas no

segundo corte, provavelmente isso se deve a que cada material tem diferente velocidade de mineralização.

Os contrastes esterco de cavalo e esterco de suíno apresentam diferenças significativas para o primeiro corte e para o segundo corte; sendo para o primeiro corte a média da concentração de N é maior nos tratamentos com esterco de suíno; isso é provavelmente devido a que o esterco de suíno tem maior concentração de N em sua composição (tabela 4). Entretanto, no segundo corte, a média de concentração é maior nos tratamentos com o esterco de cavalo; isso reforça mais a idéia de que cada material tem uma velocidade de mineralização diferente, porém, também se deve levar em conta o desenvolvimento do vegetal que pode refletir na concentração do N na planta, devido ao efeito de diluição.

Os estercos de bovino e de suíno, apresentam diferenças significativas apenas no primeiro corte, apesar de que nos dois cortes demonstram concentração maior para os tratamentos com esterco de suíno.

Os tratamentos com maiores doses de esterco ver sus os tratamentos com adubos minerais apresentam diferenças significativas no segundo corte, sendo a média maior nos tratamentos com esterco. A provável causa no aumento da concentração de N na planta pode ser devido a que os es-

tercos apresentam efeitos residuais mais prolongados por causa da lenta liberação do N orgânico presente nessa fonte (MATHERS, 1982).

Os tratamentos com doses menores de esterco (5 t/ha) contra adubos minerais, não apresentam diferenças significativas para o primeiro nem para o segundo corte; isso reforça a idéia de que houve influência da quantidade de N aplicado com as maiores doses de esterco. Entretanto, se deve levar em conta que no primeiro corte, a produção de matéria seca foi muito maior nos tratamentos que receberam adubos minerais e foi diminuindo no segundo corte; isso quer dizer que poderia haver influenciado o efeito de diluição, equilibrando a concentração em ambos tratamentos. É importante ressaltar que a quantidade de N contida na dose menor de esterco incorporado foi bem maior que aquela aplicada em forma de uréia (tabela 10), porém, a disponibilidade do N dos esterco é menor; segundo PRATT (1982), só ao redor de 30% do N total estão disponíveis para a planta no primeiro ano.

Não houve diferenças significativas no primeiro e segundo cortes entre a uréia aplicada superficialmente contra PK, a uréia incorporada versus uréia aplicada superficialmente e a uréia incorporada versus PK.

4.3. Acúmulo de Nitrogênio na Parte Aérea da Planta e Coeficiente de Aproveitamento do N

A quantidade de nitrogênio extraído pela planta foi muito baixa com relação à quantidade aplicada. Calculando-se o coeficiente do aproveitamento*, encontrou-se que os adubos minerais apresentaram um coeficiente maior, como se pode observar na tabela 10. Entretanto, os adubos orgânicos naturais apresentam muita variação de acordo com o material utilizado, sobressaindo-se o esterco de suíno. É importante salientar que as plantas desenvolveram-se pouco.

*

$$CA = \frac{QNTE - Q \bar{x} N (t + PK)}{Q N Apl.} \times 100$$

CA = % de aproveitamento ou de recuperação do N

QNTE = Quantidade de nitrogênio total extraído pela planta
do tratamento com esterco ou uréia

$Q \bar{x} N (t + PK)$ = Quantidade média do N extraído pelas plantas dos tratamentos testemunha + PK

$Q N Apl.$ = Quantidade de N aplicado ou incorporado no solo na forma de uréia ou esterco

Na análise conjunta (tabela 11) pode-se observar que quase todos os contrastes apresentam diferença significativa exceto esterco de cavalo versus esterco de bovino e uréia incorporada versus uréia aplicada superficialmente, que não apresentou diferença significativa.

A análise de variância apresentou diferença significativa entre os tratamentos sem Ca(OH)_2 e aqueles com Ca(OH)_2 .

O contraste entre a testemunha e os demais tratamentos apresenta diferença significativa, tanto para o primeiro como para o segundo corte, com Ca(OH)_2 e sem Ca(OH)_2 sendo maior o acúmulo de N nos tratamentos com adubos. Entretanto, como não houve análise estatística entre o tratamento testemunha e o tratamento PK, é provável que os tratamentos com esterco e uréia mascarem o resultado em relação ao tratamento PK contra o tratamento testemunha.

Os adubos orgânicos que receberam a maior dose de esterco frente aos adubos minerais, apresentam diferenças significativas no primeiro e segundo cortes, sendo a média do acúmulo de N maior nos tratamentos com adubos orgânicos, tanto no primeiro como no segundo corte, na presença ou ausência de Ca(OH)_2 . Entretanto, no contraste entre os tratamentos que receberam a dose menor de esterco, não houve diferença significativa no segundo corte, porém no primeiro corte as plantas dos tratamentos com adubos minerais acusaram maior acúmulo de N (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10 - Doses de N aplicadas, quantidade de nitrogênio extraído pela planta, por cada corte, pela soma dos dois cortes, em mg/vaso, e percentagem de aproveitamento do N

Tratamentos	N apl. (mg)	1º CORTE		2º CORTE		1º+2º CORTES		% do aprov.do N (1º e 2º cortes)	
		com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂
Testemunha	0	16,9	17,4	6,8	10,3	23,7	27,7	-	-
Est. de cavalo (48 g/v)*1.210		51,7	47,8	46,8	30,3	98,5	78,1	6	4
Est. de cavalo (12 g/v)** 302		22,0	26,8	13,6	11,5	35,6	38,3	4	3
Est. de bovino (48 g/v) 1.277		43,6	53,0	29,2	40,5	72,8	93,5	4	5
Est. de bovino (12 g/v) 319		20,8	27,7	12,1	13,2	32,9	40,9	3	4
Est. de suíno (48 g/v) 1.536		211,9	290,5	85,5	97,6	297,4	388,1	18	23
Est. de suíno (12 g/v) 386		46,6	68,8	23,9	18,0	70,5	86,8	12	15
Est. de galinha (48 g/v) 1.210		118,1	105,3	66,4	67,0	184,5	172,3	13	12
Est. de galinha (12 g/v) 302		40,4	49,0	22,3	19,3	62,7	68,3	13	13
Uréia incorporada + PK	192	75,7	94,0	18,5	20,8	94,2	114,8	36	44
Uréia superficial + PK	192	71,9	74,0	13,7	15,2	85,6	89,2	32	31
PK	0	15,5	21,5	9,6	9,6	25,1	31,1	-	-

* Equivalente a 20 t/ha (dose maior)

** Equivalente a 5 t/ha (dose menor)

C.V. = 22,87%

Tabela 11 - Contrastes entre médias de tratamentos para acúmulo de N

CONTRASTES	1º corte	2º corte	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂	1º+2º C. com e sem Ca(OH) ₂
Testemunha x demais	x	x	x	x	x
Est. cavalo : 48 g x 12 g	x	x	x	x	x
Est. bovino : 48 g x 12 g	x	x	x	x	x
Est. suino : 48 g x 12 g	x	x	x	x	x
Est. galinha: 48 g x 12 g	x	x	x	x	x
Est. galinha x Est. suino	x	x	x	x	x
Est. cavalo x Est. bovino	-	-	-	-	-
Est. cavalo x Est. suino	x	x	x	x	x
Est. bovino x Est. suino	x	x	x	x	x
48 g Adubo Org. x Ad. Mineral	x	x	x	x	x
12 g Adubo Org. x Ad. Mineral	x	-	x	x	x
Uréia superficial + PK	x	x	x	x	x
Uréia incorporada x N superf.	-	-	-	x	-
Uréia incorporada x PK	x	-	x	x	x

x :- significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

- :- não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

Os tratamentos com esterco de cavalo, bovino, suíno e galinha (20 t/ha versus 5 t/ha) apresentam diferenças significativas no acúmulo de nitrogênio nas plantas, sendo maior a média das quantidades de N extraído pela planta dos tratamentos que receberam a maior dose de esterco; este resultado é para os dois cortes, com e sem Ca(OH)_2 .

Os tratamentos com esterco de galinha contra os com esterco de suíno apresentam diferença significativo, no primeiro e segundo cortes, com maior acúmulo de N nas plantas dos tratamentos com esterco de suíno. O maior acúmulo de N nas plantas dos tratamentos com esterco de suíno não pode ser atribuído à maior quantidade de N contido neste esterco. Pode-se inferir, de acordo com os dados das Tabelas 6 e 10, que houve uma mineralização mais rápida.

Os tratamentos com esterco de cavalo e de bovino versus os tratamentos com esterco de suíno apresentam diferenças significativas, tanto no primeiro como no segundo corte, sendo a média do acúmulo de N na planta, maior nos tratamentos com esterco de suíno.

O tratamento com uréia aplicada superficialmente no primeiro e no segundo corte, apresenta maior acúmulo de N na planta, do que o tratamento PK.

Nos tratamentos com uréia incorporada, houve maior acúmulo de N do que nas plantas dos tratamentos com uréia aplicada na superfície no primeiro e no segundo corte, na ausência de Ca(OH)_2 .

4.4. Concentração de Nitrogênio do Solo

A concentração do N no solo após cada corte, nos diferentes tratamentos, encontra-se na tabela 12 e os contrastes na tabela 13.

Os tratamentos com e sem Ca(OH)_2 apresentam diferenças significativas na concentração de nitrogênio no solo tanto após primeiro corte, como após o segundo corte, sendo maior a concentração na maioria dos tratamentos onde foi aplicado Ca(OH)_2 . Este fato provavelmente é devido ao aumento de capacidade de troca catiônica no solo (REDY e PATRICK, 1980).

Como era de se esperar, a média da concentração de N no solo é maior após o primeiro corte do que após o segundo.

Analisando os contrastes, tem-se encontrado que a testemunha frente aos demais tratamentos, com e sem Ca(OH)_2 após o primeiro e após o segundo corte apresentam diferenças significativas. Porém, pelo teste de Tukey, não houve diferenças significativas ao nível de 5% entre o tratamento testemunha e os tratamentos com esterco de cavalo, bovino, suíno e de galinha nos quais foi incorporada a dose de 20 t/ha.

Por outro lado, houve diferenças significativas entre os tratamentos acima citados e ~~os tratamentos com~~

adubos minerais, sendo a média da concentração de N no solo inferior àquela dos tratamentos testemunha e com esterco (20 t/ha).

Os tratamentos com 12 g/vaso de esterco não demonstram nenhuma diferença significativa com os adubos minerais.

Tabela 12 - Concentração do N no solo expresso em % após cada corte

TRATAMENTOS	Após 1º Corte		Após 2º Corte	
	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂
Testemunha	0,086	0,047	0,050	0,044
Est. cavalo (48 g/v) *	0,084	0,061	0,062	0,054
Est. cavalo (12 g/v) **	0,063	0,052	0,056	0,050
Est. bovino (48 g/v)	0,081	0,049	0,069	0,049
Est. bovino (12 g/v)	0,059	0,045	0,057	0,042
Est. suíno (48 g/v)	0,064	0,063	0,061	0,050
Est. suíno (12 g/v)	0,056	0,052	0,051	0,045
Est. galinha (48 g/v)	0,062	0,060	0,056	0,055
Est. galinha (12 g/v)	0,052	0,057	0,050	0,051
Uréia incorp.+PK	0,068	0,050	0,060	0,046
Uréia superf.+PK	0,062	0,049	0,055	0,047
PK	0,057	0,051	0,047	0,045

* Equivalente a 20 t/ha.

C.V. = 8,80%

** Equivalente a 5 t/ha.

Tabela 13 - Contrastes entre médias de tratamentos para concentração de N no solo

CONTRASTES	1º corte	2º corte	c/Ca(OH) ₂	s/Ca(OH) ₂
Testemunha x demais	x	x	x	x
48 g Ad. Org.x Ad.Mineral	x	x	x	x
12 g Ad. Org.x Ad.Mineral	-	-	-	-
Uréia incorp. x Uréia Sup.	-	-	-	-

x . significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

- :- não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

4.5. Carbono Orgânico do Solo

É de se esperar que o conteúdo de carbono orgânico seja baixo por ser o solo utilizado neste trabalho um solo arenoso. Entretanto, houve aumento quase em todos os tratamentos onde foram aplicados adubos (tabela 14).

As análises estatísticas demonstram que houve maior teor de carbono orgânico nos tratamentos em que foi incorporado o Ca(OH)_2 , após o primeiro corte e o segundo corte, exceto nos tratamentos com esterco de bovino, com menor dose de esterco de suíno, com menor dose de esterco de galinha e com adubos minerais, no primeiro corte.

Os tratamentos testemunhas contra os demais tratamentos apresentaram diferenças significativas após o primeiro e o segundo cortes, sendo a média do teor de carbono orgânico menor na testemunha. Os tratamentos em que foi aplicado Ca(OH)_2 não apresentaram diferença significativa, mas a média dos demais tratamentos é mais alta que a média da testemunha; por outro lado, os tratamentos em que não foi aplicado Ca(OH)_2 apresentam diferença significativa, acusando na testemunha sempre a menor média que os demais.

Os tratamentos com adubos orgânicos versus os adubos minerais demonstram diferenças significativas após o primeiro e segundo cortes, com e sem Ca(OH)_2 , sendo que as médias do teor de carbono orgânico dos tratamentos

Tabela 14 - Concentração de carbono orgânico, após cada corte, expresso em %

TRATAMENTOS	Após 1º corte		Após 2º corte	
	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂
Testemunha	0,56	0,57	0,65	0,34
Est. cavalo (48 g/v)*	0,62	0,61	0,72	0,41
Est. cavalo (12 g/v)**	0,63	0,39	0,61	0,59
Est. bovino (48 g/v)	0,58	0,73	1,07	0,42
Est. bovino (12 g/v)	0,58	0,62	0,70	0,48
Est. suíno (48 g/v)	0,77	0,73	0,79	0,40
Est. suíno (12 g/v)	0,60	0,73	0,65	0,55
Est. galinha (48 g/v)	0,76	0,68	0,98	0,40
Est. galinha (12 g/v)	0,41	0,61	0,56	0,44
Uréia Incorp.+PK	0,51	0,61	0,41	0,39
Uréia Superf.+PK	0,52	0,61	0,43	0,45
PK	0,62	0,65	0,43	0,41

* Equivalente a 20 t/ha.

** Equivalente a 5 t/ha.

C.V. = 7,67%

Tabela 15 - Contrastes entre médias de tratamentos para % C orgânico no solo

CONTRASTES	1º corte	2º corte	com Ca(OH) ₂	sem Ca(OH) ₂
Testemunha x demais adubos	x	x	-	x
Adubo Orgânico x Adubos Minerais	x	x	x	x
48 g Ad. Orgânico x Adubos Minerais	x	x	x	x
12 g Ad. Orgânico x Adubos Minerais	-	x	x	x
Uréia Superficial x Uréia Incorp.	-	-	-	-

x -- significativo a nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

- -- não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

com adubos orgânicos são mais altas que as médias dos tratamentos com adubos minerais. Este resultado coincide com os observados por CULLEY et alii (1981). Entretanto, é interessante assinalar que não houve diferença significativa entre os tratamentos testemunha e os com adubos minerais onde não foi aplicado Ca(OH)_2 .

Nos tratamentos onde foram aplicadas as maiores doses de esterco, na presença de hidróxido de cálcio, foram mais elevados os teores de C orgânico, após o primeiro corte; entretanto, as médias dos teores de C orgânicos, após o segundo corte, foram muito variáveis na presença e ausência do hidróxido de cálcio. Porém, após o segundo corte, o teor de C orgânico aumentou devido, provavelmente, a um efeito benéfico do Ca(OH)_2 , indicando, de certo modo, uma continuação do processo de decomposição dos materiais orgânicos presentes; tal não acontece nos tratamentos com adubos minerais, cujo teor em C orgânico diminui, com ou sem aplicação de Ca(OH)_2 . Convém destacar o teor bastante alto de C orgânico obtido com aplicação da maior dose de esterco de bovino e de esterco de galinha na presença de Ca(OH)_2 , no segundo corte (Ver tabela 14).

A uréia incorporada versus uréia superficial não apresentam diferenças significativas no que diz respeito ao teor orgânico do solo.

4.6. Alterações dos valores pH do solo, após cada corte

Os tratamentos com Ca(OH)_2 e sem Ca(OH)_2 apresentam diferenças significativas, tanto após o primeiro como após o segundo corte, sendo maior as médias de pH onde foi aplicado Ca(OH)_2 .

Os tratamentos testemunha versus os demais tratamentos apresentam diferenças significativas, sendo as médias de pH menor nos tratamentos testemunha após cada corte, porém é importante salientar que os tratamentos com adubos minerais onde não foi aplicado Ca(OH)_2 não acusaram diferenças significativas em relação aos tratamentos Testemunha após cada corte.

Os tratamentos com doses menores de esterco de cavalo, bovino e suino, após o primeiro corte e sem Ca(OH)_2 não aumentaram o valor pH em relação ao tratamento testemunha.

Os tratamentos com esterco de galinha versus os demais adubos orgânicos apresentam diferenças significativas após cada corte com e sem Ca(OH)_2 , sendo as médias de pH maiores nos tratamentos onde foi aplicado esterco de galinha. Os contrastes dos tratamentos com doses maiores versus doses menores dos esterco de cavalo, bovino,

suino e de galinha apresentam diferenças significativas após cada corte, com e sem Ca(OH)_2 , sendo as médias de pH maiores com doses mais altas, exceto no tratamento onde foi aplicado a menor dose de esterco de galinha, obteve-se um valor pH mais alto, após o segundo corte e na presença de Ca(OH)_2 .

Os contrastes entre os tratamentos com adubos inorgânicos (uréia aplicada superficialmente versus PK, uréia incorporado contra uréia aplicada em forma superficial e uréia incorporado versus PK) não apresentam diferenças significativas nem após o primeiro e nem após o segundo corte (Tabelas 15 e 16).

Tabela 15 - Valores pH do solo para cada tratamento após o primeiro e segundo cortes

TRATAMENTOS	Após 1º corte		Após 2º corte	
	Com Ca(OH)_2	Sem Ca(OH)_2	Com Ca(OH)_2	Sem Ca(OH)_2
Testemunha	5,9	5,2	6,2	5,0
Est. cavalo (48 g/v)*	6,3	5,8	6,8	5,8
Est. cavalo (12 g/v)**	6,2	5,0	6,4	5,5
Est. bovino (48 g/v)	6,8	5,7	7,2	6,1
Est. bovino (12 g/v)	6,5	5,1	6,8	5,6
Est. suino (48 g/v)	6,6	5,7	7,0	6,3
Est. suino (12 g/v)	6,5	5,2	6,7	5,3
Est. galinha (48 g/v)	7,2	6,8	7,0	7,7
Est. galinha (12 g/v)	7,0	6,3	7,4	6,8
Uréia Incorp. + PK	6,6	5,0	6,8	5,1
Uréia Superficial + PK	6,4	5,1	6,7	5,2
PK	6,4	5,0	6,6	5,1

* Equivalente a 20 t/ha

** Equivalente a 5 t/ha

C.V. = 2,67%

Tabela 16 - Contrastes entre médias de tratamentos, para os valores pH do solo

Tratamentos	Após 1º corte	Após 2º corte	Com Ca(OH) ₂	Sem Ca(OH) ₂
Testemunha x demais	x	x	x	x
Ad. Orgânico x Adubo Mineral	x	x	x	x
Est. cavalo: 48 g x 12 g	x	x	x	x
Est. bovino: 48 g x 12 g	x	x	x	x
Est. suino: 48 g x 12 g	x	x	x	x
Est. galinha: 48 g x 12 g	x	x	x	x
Est. galinha x Ad. Org.	x	x	x	x
Est. cavalo x Est. bovino	x	x	x	-
Est. cavalo x Est. suino	x	x	x	-
Est. bovino x Est. suino	-	-	-	-
48 g ad. org. x ad. mineral	x	x	x	x
12 g ad. org. x ad. mineral	x	x	x	x
Uréia Superf. x PK	-	-	-	-
Uréia incorp. x N superf.	-	-	-	-
Uréia incorp. x PK	-	-	-	-

* Equivalente a 20 t /ha (dose maior)

** Equivalente a 5 t /ha (dose menor)

x :- Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F

- :- Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F

4.7. Alumínio trocável no solo após cada corte

As análises estatísticas demonstram que não existem diferenças significativas entre os tratamentos onde foi aplicado $\text{Ca}(\text{OH})_2$, não sendo assim nos tratamentos que não receberam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Tabelas 17 e 18)

Os tratamentos com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ versus aqueles sem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ apresentam diferenças significativas após o primeiro e após o segundo corte, sendo menores as médias de alumínio (Al^{++}) trocável onde foi aplicado $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Analizando os tratamentos sem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tanto após o primeiro como após o segundo corte, se pode observar que os teores de alumínio trocável (Al^{3+}) são menores naqueles onde foram aplicadas doses maiores dos esterco. Entretanto, é importante assinalar que no tratamento com a menor dose de esterco de galinha e na ausência de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, o teor de alumínio diminuiu consideravelmente, evidenciando um poder de neutralização de alumínio (Al^{3+}) trocável, equivalente ao da maior dose.

Por outro lado, os tratamentos com esterco de bovino não apresentam diferença significativa após o segundo corte entre a dose maior e dose menor de esterco.

Os tratamentos uréia aplicada superficialmente versus PK, uréia incorporado contra uréia aplicada

na superfície e uréia incorporada versus PK não demonstram diferenças significativas após cada corte. Entretanto, os tratamentos com adubos minerais apresentam as médias de alumínio trocável menores que o tratamento Testemunha após cada corte.

Tabela 17 - Alumínio trocável (Al^{3+}) no solo após cada corte em meq/100 g de TFSA

TRATAMENTOS	Após 1º corte		Após 2º corte	
	Com $Ca(OH)_2$	Sem $Ca(OH)_2$	Com $Ca(OH)_2$	Sem $Ca(OH)_2$
Testemunha	0,08	0,44	0,06	0,31
Est. cavalo (48 g/v) *	0,08	0,13	0,11	0,12
Est. cavalo (12 g/v) **	0,13	0,36	0,10	0,24
Est. bovino (48 g/v)	0,13	0,12	0,08	0,10
Est. bovino (12 g/v)	0,14	0,36	0,07	0,15
Est. suino (48 g/v)	0,10	0,16	0,10	0,10
Est. suino (12 g/v)	0,10	0,29	0,09	0,22
Est. galinha (48 g/v)	0,08	0,11	0,07	0,10
Est. galinha (12 g/v)	0,06	0,12	0,09	0,09
Uréia Incorp. + PK	0,08	0,40	0,08	0,26
Uréia Superficial + PK	0,10	0,37	0,08	0,27
PK	0,12	0,30	0,14	0,18

* Equivalente a 20 t/ha.

** Equivalente a 5 t/ha.

C.V. = 30,46%

Tabela 18 - Contrastes entre médias de tratamentos para os teores de Al^{3+} trocável no solo

Tratamentos	Após o 1º corte	Após o 2º corte	Com $Ca(OH)_2$	Sem $Ca(OH)_2$
Testemunha x demais	x	x	-	x
Ad. Orgânico x Ad. Mineral	x	x	-	x
Est. cavalo: 48 g x 12 g	x	x	-	x
Est. bovino: 48 g x 12 g	x	-	-	x
Est. suino: 48 g x 12 g	x	x	-	x
Est. galinha: 48 g x 12g	-	-	-	-
Est. galinha x Ad. Orgânico	x	x	-	x
Est. cavalo x Est. bovino	-	x	-	-
Est. cavalo x Est. suino	-	-	-	-
Est. bovino x Est. suino	-	-	-	-
48 g Ad. Org. x Ad. Mineral	x	x	-	x
12 g Ad. Org. x Ad. Mineral	-	-	-	x
Uréia Superf. x PK	-	-	-	x
Uréia Incorp. x Uréia Superf.	-	-	-	-
Uréia Incorp. x PK	-	-	-	x

5. CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

a) A adição de Ca(OH)_2 não aumentou a produção de matéria seca do capim colonião.

b) Os adubos orgânicos naturais que apresentaram maior produção de matéria seca, nos dois cortes, foram os esterco de suino e de galinha, sendo superior o de suino.

c) A aplicação de Ca(OH)_2 não influenciou a concentração do N na planta. A maior concentração do N na planta foi encontrada na testemunha.

d) De modo geral, a porcentagem de aproveitamento ou de recuperação do N pelo capim colonião foi muito baixa, mas os tratamentos com uréia mostraram melhor aproveitamento do N.

e) As plantas dos tratamentos com esterco de suíno e de galinha acumularam mais Nitrogênio.

f) Os tratamentos que receberam Ca(OH)_2 apresentaram, de modo geral, maiores teores de N no solo do que aqueles onde não se aplicou Ca(OH)_2 . Os tratamentos com doses maiores de esterco demonstraram teores mais altos de N no solo do que aqueles com doses menores.

g) Os tratamentos com esterco elevaram os teores de carbono orgânico do solo, sendo esses aumentos favorecidos pela aplicação de Ca(OH)_2 .

h) As aplicações de Ca(OH)_2 e de doses mais elevadas de esterco aumentaram o valor pH e diminuíram o teor de alumínio (Al^{3+}) trocável do solo, demonstrando maior eficiência os tratamentos com esterco de galinha, mesmo com a dose menor.

6. LITERATURA CITADA

- AQUINO, B.F. e MELLO, F.A.F. 1983. Efeito da adição de sulfato de amônio e de restos de cultura de milho (Zea mays L.) sobre os teores de carbono, nitrogênio e relação C/N em três solos argilosos. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 40:395-422.
- BUCKMAN, H.O. e BRADY, N.C. 1970. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, Montaner Y Simon. 590p.
- CANTARELLA, H. e TABATABAI, M.A. 1985. Volatilização de amônia de alguns fertilizantes nitrogenados aplicados a solos (s.n.t.). Resumo do XX Congr. Bras. de Ci. do Solo, Belém, PA., SBSCS, p.90-91.
- CHAIRMAN, R.K.W. et alii (s.d.). Ohio livestock waste management guide. Ohio, OSU, 31p. (Bull. 604).
- COELHO, F.S. e VERLENGIA, F. 1973. Adubação orgânica: adubo verde, esterco, composto e subprodutos de indústrias. In: Fertilidade do Solo. Campinas, Inst. Campineiro de Ensino Agrícola, p.331-355.

- CULLEY, J.L.B. et alii. 1981. Soil chemical properties and removal of nutrients by corn resulting from different rates and timing of liquid dairy manure applications. Can. J. Soil Sci., 61:35-46.
- ERNANI, P.R. 1984. Necessidade da adição de nitrogênio para o milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves, e adubos minerais. Rev. Bras. Ci. Solo 8(3): 313-317.
- FASSBENDER, H.W. 1984. Química de suelos con énfasis en suelos de America Latina. Costa Rica. IICA. 398p.
- GOMES, P. 1984. Estrume de curral. In: Adubos e Adubações. 11 ed., Nobel. São Paulo, p.42-56.
- HAAG, H.P. 1984. Nutrição mineral de forrageiras no Brasil. Fundação Cargill. Campinas, 3-19p.
- HENIN, S. GRAS, R. e MONIER, G. 1976. Ação da matéria orgânica. In: Os solos agrícolas. Trad. de: "Le profil cultural" por VALVERDE, O. Rio de Janeiro. Forense-Universitária. p.271-284.
- HOLANDA, J.S., TORRES, J. e NETO, B.F. 1984. Alterações na fertilidade de dois solos adubados com esterco de curral e cultivados com caupi. Rev. Bras. Ci. Solo, 8(3):301-304.

- IGUE, K. e PAVAN, M.A. 1984. Uso eficiente de adubos orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, Anais. EMBRAPA, p.383-418.
- KIEHL, E.J. 1984. Produção de fertilizantes orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Brasília, Anais. EMBRAPA, p. 137-146.
- MALAVOLTA, E.; COURY, T. e RANZANI, G. 1958. A matéria orgânica e o cafeeiro. Centro Paulista de Debates Agronômicos "Mesa Redonda sobre Adubação Cafeeira". 27-Junho-1958.
- MALAVOLTA, E. 1981. Adubos e adubação potássica. In: Manual de Química Agrícola - Adubos e adubação. 3a. ed. São Paulo. 167-203p.
- MALAVOLTA, E. 1983. Estudo nacional de calcário agrícola: II-Técnicas de Calagem. Piracicaba, FEALQ, 126p.
- MALAVOLTA, E. e NEPTUNE, A.M.L. 1983. Características e eficiência dos adubos nitrogenados. São Paulo, 45p. (Boletim Técnico nº 2). Ed. "Ave Maria" Ltda.
- MATHERS, A.C. 1982. Efectos de la aplicación de estiercoles sobre el rendimiento e calidad de cultivos. In: La utilización de los estiercoles en la agricultura. México, IATM, p.109-119.

- MATTOS, H.B. de e WERNER, J.C. 1979. Efeitos do nitrogênio mineral e de leguminosas sobre a produção do capim colômbio (Panicum maximum Jacq.). Nova Odessa, B. Industr. Anim. 36(1):147-156.
- MEAURIO, P.P. 1978. Efectos de fertilizantes en pradera natural. Asunción. (Bol. de Investigación, 12). M.A.G. 38p.
- MELLO, F.A.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. e ARZOLA, S. 1965. Análises de solos. Piracicaba, ESALQ, 47p.
- TISDALE, S.L. e NELSON, W.L. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. Jorge Balasch e Carmen Piña. Montaner Y Simón. España. 760 p.
- NEPTUNE, A.M.L. 1975. Aplicação de calcário em culturas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2. Piracicaba, Anais. ESALQ, p.49-83.
- NEPTUNE, A.M.L. 1984. Adubos fosfatados (2ª parte). Apostila. p.29-55.
- PRATT, P.F.; DAVIS, S. e SHRPLESS, R.G. 1976. A four year field trial with animal manures; I. Nitrogen balances and yields. II. Mineralization of nitrogen. Hilgardia, 44(5): 99-125.
- PRATT, P.F. 1982. El valor del estiercol como fertilizante. In: La utilización de los estiercoles en la agricultura. México, IATM, p.79-98.

- PRIMAVESI, A.M. 1985. Manejo ecológico do solo. Livraria Nobel. São Paulo. 541 p.
- QUAGGIO, J.A. 1984. Resposta das culturas à calagem. Seminário sobre Corretivos Agrícolas. FEALQ, USP. Piracicaba. 39p.
- RAIJ, B.V. e QUAGGIO, J.A. 1984. Uso eficiente de calcário e gesso na agricultura. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, Anais. EMBRAPA, p. 323-345.
- RANZANI, G.; FREIRE, O. e KINJO, Y. 1966. Carta de solos do município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos - ESALQ, Piracicaba, São Paulo. 85p.
- REDY, K.R. e PATRICK Jr., W.H. 1980. Losses of applied ammonium ^{15}N , Urea ^{15}N , and organic ^{15}N in flooded soils. Soil Sci. 130(6):326-330.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; ALVES, G.D. e COLACO, W. 1985. Comparação entre estrume curtido e estrume biodigerido como fonte de nutrientes para o milho. Rev. Bras. Ci. Solo, 9:27-31.
- SAMUDIO, R. 1973. El pasto colonial. Boletim de divulgação 10, 8p. MAG, Asunción.

SARRUGE, J.R. e HAAG, H.P. 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 56p.

SIQUEIRA, C. 1985. Calagem para plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS. 1. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, p.6-7 (Resumo dos trabalhos).

TIBAU, A.O. 1983. Matéria orgânica e fertilidade do solo. 2a. ed. São Paulo, 220 p.

WERNER, J.C. e MATTOS, H.B. 1972. Estudo de nutrição do capim gordura (Melinis minutiflora). B. Indust. Anim., Nova Odessa, SP. 9(1):175-184.

WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A. e CARRIEL, J.M. 1979. Efeitos da calagem em capim colômbia (Panicum maximum Jacq.) estabelecido. B. Indust. Anim., Nova Odessa, SP. 36(2): 247-253.

WERNER, J.C. 1984. Adubação de pastagens. Nova Odessa, SP. Instituto de Zootecnia, 50 p. (Bol. Técnico nº 18).

WILKINSON, S.R. 1979. Plant nutrient and economic value of animal manures. J. of Anim. Sci., 48(1):121-132.