

**EFEITOS DA VINHAÇA EM ALGUMAS PROPRIEDADES  
QUÍMICAS E FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO  
ESCURO TEXTURA MÉDIA**

**ITAMAR ANDRIOLI**

Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

Tese apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Univer-  
sidade de São Paulo, para obtenção do  
Título de Doutor em Agronomia. Área de  
Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

**P I R A C I C A B A**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Dezembro, 1986

Aos meus pais

com a eterna gratidão

pelo apoio que recebi

D E D I C O

Aos meus irmãos e cunhados

e à Maurizeni, Fabrícia,

Giseli e Itamarzinho

O F E R E Ç O

## A G R A D E C I M E N T O S

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq pela bolsa concedida.

As Usinas Santa Adélia e São Geraldo pelo apoio e fornecimento de vinhaça.

Aos Professores Edson Luiz Mendes Coutinho, Paulo César Corsini e Euridice Sacchi, pela colaboração prestada.

À funcionária do Departamento de Solos e Adubos (UNESP-Jaboticabal), Maria Inês Bueno Tofani e aos demais funcionários desta unidade de ensino pela colaboração prestada.

À Sra. Salete Aparecida Costa Biondi pelo serviço de datilografia.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução desse trabalho.

## Í N D I C E

	Página
RESUMO.....	v
SUMMARY.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Efeitos da vinhaça nas propriedades químicas do solo.....	03
2.2. Efeitos da vinhaça nas propriedades físicas do solo.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Caracterização da área de estudo.....	20
3.2. Solo.....	20
3.3. Delineamento experimental.....	21
3.4. Vinhaça: composição e processo de aplicação...	21
3.5. Cobertura plástica.....	24
3.6. Coleta dos dados.....	24
3.6.1. Amostras com estrutura indeformada.....	24



3.6.2. Amostras com estrutura deformada.....	24
3.7. Análises físicas.....	25
3.8. Análises químicas.....	27
3.9. Umidade.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Valor pH do solo, concentrações de H+Al e fósforo.....	28
4.2. Teor de matéria orgânica do solo.....	38
4.3. Cálcio, magnésio e potássio do solo.....	39
4.4. Capacidade de troca catiônica e saturação em bases.....	55
4.5. Caracterização do meio poroso.....	60
4.6. Argila natural e grau de flocculação.....	65
4.7. Condutividade elétrica.....	67
5. CONCLUSÕES.....	74
6. LITERATURA CITADA.....	76

EFEITOS DA VINHAÇA EM ALGUMAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS  
DE UM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO TEXTURA MÉDIA

Candidato: *Itamar Andrioli*

Orientador: *Prof. Dr. André Martin Louis Neptune*

RESUMO

Com o objetivo de se verificar os efeitos de doses crescentes de vinhaça, na presença e ausência das águas de chuvas, nas propriedades químicas e físicas em diferentes profundidades, instalou-se um experimento em Latossolo Vermelho Escuro - textura média localizado no município de Jaboticabal. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (3 repetições) combinando-se cinco doses de vinhaça (0-150-300-600-1200 m<sup>3</sup>/ha) com duas condições a saber: com cobertura plástica e sem cobertura plástica e três épocas de amostragem.

As doses de vinhaça foram parceladas em três vezes, em partes iguais e aplicadas periodicamente perfazendo três aplicações.

Amostragens de solo em diferentes profundidades foram efetuadas em intervalos de aproximadamente 90 dias após cada aplicação da vinhaça com o objetivo de se avaliar as pos

síveis alterações em algumas propriedades físicas e químicas do solo.

Durante o período experimental determinou-se da umidade do solo em função do tempo e da profundidade até 60 cm.

Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

a) a densidade global, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, grau de flocculação, os teores de matéria orgânica e fósforo não foram alterados significativamente pelos tratamentos utilizados.

b) o teor de sais foi aumentado em função das doses crescentes da vinhaça até 30 cm de profundidade.

c) os tratamentos com vinhaça que receberam as águas de chuvas apresentaram uma diminuição nos teores de sais principalmente na camada de 0-10 cm.

d) as doses de vinhaça aumentaram significativamente as concentrações de Ca, Mg e K e até as profundidades de 10, 30 e 60 cm respectivamente e reduziram os teores de H + Al nos primeiros 10 cm.

e) as águas das chuvas não afetaram significativamente os teores de Mg e K do solo a partir de 10 e 30 cm respectivamente.

d) o comportamento dos valores da soma de bases, saturação de bases,  $K.S^{-1}.100$ ,  $K.T^{-1}.100$  para os diferentes tratamentos é função principalmente das alterações ocorridas nos teores de K.

EFFECTS OF VINASSE ON SOME CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF  
A TYPIC HAPLORTOX

Author: *Itamar Andrioli*

Adviser: *Prof. Dr. André Martin Louis Neptune*

SUMMARY

With the intend to study the effect of different rates of vinasse with and without rainfed control on physical and chemical properties at different depths a field trial was carried out in a typic Haplortox, medium texture, near Campus Jaboticabal. The experiment was lait out in randomized block design with 3 replications. The treatments consisted of 5 rates of vinasse: 0, 150, 300, 600 and 1200 m<sup>3</sup> per ha, combined with two conditions: one with rainfed control and the other without rainfed control. The vinasse rate was divided equally and applied three times. The soil samples at different depth were realized in 90 days approximately after each application of vinasse in order to evaluate the possible changes in the chemical and physical soil properties. Also during the experiment, the soil moisture content was determined up to 60 cm deep.

From the experimental results it was concluded that:

a) the bulk density, the total porosity, the macroporosity, the microporosity, flocculation grade, the organic matter content and the phosphorous concentrations were not changed significantly by the treatments used.

b) as the vinasse rate was increased the rate of salt in solution was augmented up to 30 cm deep.

c) the treatments with vinasse that received rainfed had a lower rate of salt in solution, mainly in the layer of 0-10 cm.

d) the vinasse rate increased significantly the Ca, Mg and K concentrations up to 10, 30 and 60 cm deep respectively. The rate decreased the H + Al concentrations in the first 10 cm.

e) the rainfed did not affect significantly the Mg and K concentrations below 10 and 30 cm deep, respectively.

f) saturation base, base total  $K.S^{-1}.100$  and  $K.T^{-1}.100$ , for the different treatments depend upon mainly of the K concentrations changes.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho está integrado num programa de estudo que se propõe obter melhor conhecimento do comportamento da vinhaça no sistema solo-água-planta.

Numa primeira etapa, em condições de laboratório, procurou-se conhecer aspectos relacionados com o movimento do íon potássio no solo e sua interação com a dinâmica da vinhaça e da água no solo, através dos processos de redistribuição de vinhaça e evaporação da água do solo ANDRIOLI (1982).

Neste sentido, verificou-se que a translocação do íon potássio no solo está mais estritamente relacionado ao processo da entrada da vinhaça no solo, o qual ocorre a altos graus de umidade. Para valores de umidade abaixo de  $0,30 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ , o processo de translocação do íon potássio foi paralizado, que ocorreu a 12 cm de profundidade. Em consequência destes fatos houve um aumento no teor de potássio na camada superficial do solo, especialmente quando se aplicou doses

mais elevadas de vinhaça.

O conhecimento destes fenomenos, em condições de campo, é de fundamental importância para o uso racional da vinhaca nos solos, uma vez que naquelas condições poderão ocorrer um aumento de sais naquela camada, principalmente durante um período de estiagem, podendo afetar o desenvolvimento da cultura instalada nestes solos.

Por outro lado nas pesquisas conduzidas em condições de campo, tem procurado verificar de uma maneira geral, os efeitos desse efluente em algumas propriedades químicas do solo, dando-se pouca ênfase às propriedades físicas.

Dessa maneira, procurou-se nesta segunda etapa verificar os efeitos de doses crescentes de vinhaça, na presença e ausência das águas de chuvas, nas propriedades quimicas e físicas em diferentes profundidades em um Latossolo Vermelho Escuro - textura média.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Efeitos da vinhaça nas propriedades químicas do solo

#### a) pH e acidez trocável

A viabilidade de utilização da vinhaça na agricultura, foi demonstrada inicialmente por ALMEIDA et alii (1950). Os autores observaram que a aplicação de doses até  $1000 \text{ m}^3/\text{ha}$  promovia um acréscimo no valor pH do solo, contrariando as expectativas existentes na época. Esse resultado foi confirmado em estudo posterior, efetuado por ALMEIDA (1952), o qual empregou  $500 \text{ m}^3/\text{ha}$  de vinhaça sulfúrica e pentaclorofenolina.

Dentro desse contexto, ALMEIDA (1953) propõe a primeira explicação para o incremento no valor pH de solos que receberam vinhaça: o aumento da população microbiana que atacando a matéria orgânica e decompondo-a parcialmente, seria a causa da diminuição da acidez do solo.

Esses resultados iniciais foram ainda confirmados por outros experimentos realizados no Estado de São Paulo (Valsechi e Gomes, 1954) e no Estado de Pernambuco (Caldas, 1960a).

Os trabalhos citados anteriormente foram de grande importância, isto porque foram pioneiros no que se refere à utilização da vinhaça na agricultura. Entretanto, devido as doses elevadas utilizadas, tornando-as não econômicas, e ainda ao pequeno conhecimento de outros efeitos desse residuo, fizeram com que o uso do vinhoto em solos agrícolas não se generalizasse.

Entretanto com o aumento na produção de açúcar e álcool e a intensificação da fiscalização, no sentido de evitar a poluição dos cursos d'água, resultaram na necessidade de novos estudos, com o objetivo de se conhecer melhor os efeitos desse efluente no sistema solo-planta.

Neste sentido vários experimentos foram conduzidos, confirmando de uma maneira geral os resultados obtidos na década de 50, onde a vinhaça promovia uma elevação no pH do solo (Nunes et alii, 1981; Sobral et alii, 1981; Camargo et alii, 1983; Coletti et alii, 1983; Orlando Filho et alii, 1983; Ribeiro e Sengik, 1983; Mazza, 1985; Cambuim e Cordeiro, 1986).

A variação do pH do solo, tem comportamento diferente em solos tratados com vinhaça dependendo da textura dos

mesmos. Assim, FERREIRA (1980) observou que a aplicação de doses de vinhaça até  $1600 \text{ m}^3/\text{ha}$  promoveu incrementos de 2,1 unidades no valor pH de um solo de textura arenosa, sendo esse aumento bastante superior aos verificados nos solos de textura média e argilosa.

Embora os trabalhos citados anteriormente, mostrem uma tendência geral quanto a diminuição da acidez dos solos tratados com vinhaça, deve-se ressaltar que este efeito é dependente do tempo transcorrido após a aplicação do resíduo.

REZENDE (1979) verificou um incremento no valor pH após 15 dias da aplicação do vinhoto. Contudo essa tendência não foi confirmada, quando a amostragem de solo foi efetuada aos 60 e 120 dias após a aplicação do resíduo. Esses resultados foram corroborados por LIMA (1980), quando o Podzólico Vermelho Amarelo foi incubado com as doses de 150 e  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Entretanto deve-se mencionar, que a dose de vinhaça exerce uma grande influência nesta variável.

Neste sentido, LIMA (1980) utilizando doses mais elevadas ( $600$  e  $1200 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), verificou que o efeito desse resíduo no valor pH do solo era mantido até um período de 66 dias de incubação. SANTOS et alii (1981) observaram que para um período de incubação de 7 dias, doses equivalentes a  $200 \text{ m}^3/\text{ha}$  eram suficientes para elevar o pH do solo, ao passo que para 30 dias de incubação, acréscimos nessa variável somente foram conseguidos com doses superiores a  $800 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Desta maneira fica evidenciado, que os efeitos

da vinhaça no pH do solo são efêmeros, voltando aos valores originais após um determinado período de tempo (RODELLA et alii, 1983).

Resultados divergentes foram obtidos por COLETI et alii (1983). Os autores acompanharam ao longo do tempo, os efeitos da vinhaça nas propriedades químicas de cinco solos representativos do Estado de São Paulo, verificando que o pH atingiu valores máximos ao redor de 100 dias, decrescendo a seguir, mas sendo sempre superior aos valores iniciais.

Segundo REZENDE (1979) os incrementos no pH do solo ocorrem somente na profundidade de até 5 cm. Contudo, CAMBUIM e CORDEIRO (1986) empregando doses mais elevadas, detectaram alterações nessa variável até a profundidade de 30 cm.

Por outro lado, vários trabalhos tem demonstrado que a aplicação de vinhoto reduz as concentrações de alumínio trocável (REZENDE, 1979; NUNES et alii, 1981; RIBEIRO e SENGIK, 1983; RODELLA et alii, 1983).

Várias hipóteses tem sido sugeridas para explicar os efeitos da vinhaça na acidez trocável e valor pH do solo.

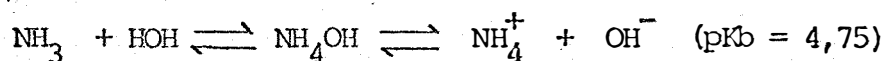
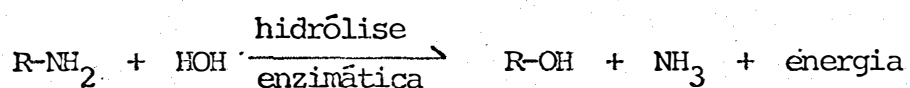
NUNES et alii (1981) atribuíram esse fenômeno à introdução de cátions básicos pela vinhaça. Neste aspecto, CARMARGO et alii (1983) observaram uma alta correlação entre a elevação do valor pH e o da saturação de bases do solo.

Também foi sugerido por NUNES et alii (1981) que a anaerobiose induzida pelos altos teores de carboidratos na

vinhaça, poderá causar um decréscimo no potencial redox, provocando assim a redução de óxidos e hidróxidos de Fe e Al. Esta ação redutora da vinhaça foi confirmada por LEAL et alii (1983), os quais empregaram doses até 800 m<sup>3</sup>/ha em um Podzólico Vermelho Amarelo.

Por outro lado, RODELLA et alii (1983) verificaram que os elementos K, Ca e Mg estão presentes na fase líquida da vinhaça, enquanto que o N, P e C encontram-se nas fases líquida e sólida, embora deva-se ressaltar, que cerca de 70% do C e 50% do N orgânico encontram-se na fase líquida (NUNES et alii, 1981). Segundo esses autores, o N e o C nesta forma poderão sofrer rápida decomposição pelos microrganismos do solo, contribuindo dessa maneira para a elevação do valor pH. ✓

Segundo Asghar e Kanchiro (1977) citados por NUNES et alii (1981), as seguintes reações estão envolvidas no processo:



Com relação a diminuição da acidez trocável, RODELLA et alii (1983) atribuíram esse fato à complexação do Al<sup>3+</sup> pelo carbono orgânico.

## b) Carbono, nitrogênio e relação C/N

Entre os nutrientes encontrados na vinhaça, o carbono é o que se apresenta em maiores quantidades.

FERREIRA (1980) incubando solos de diferentes texturas com doses de vinhaça até 1600 m<sup>3</sup>/ha, verificou 35 dias após a aplicação, uma elevação no teor de carbono nos solos estudados.

GLÓRIA e MAGRO (1976) adicionando resíduos de usina e destilaria durante três anos consecutivos, também observaram um aumento do teor desse elemento. Entretanto quando a aplicação de vinhaça era interrompida, os teores de C de cresciam e voltavam aos valores originais.

CAMARGO et alii (1983) analisando amostras de um Latossolo Vermelho Escuro textura média, que foram retirados de glebas tratadas por longo tempo com vinhaça e submetidas a intercalação de períodos de pousio, observaram que em apenas dois talhões ocorreram acrêscimos no valor de C.

Por outro lado, NUNES et alii (1981) e RIBEIRO e SENGÍK (1983) utilizando respectivamente solos do Estado do Rio de Janeiro (Podzólico Vermelho Amarelo) e do Triângulo Mineiro (Latosolo Vermelho Escuro e Latossolo Vermelho Amarelo), não verificaram alterações significativas no conteúdo de C desses solos após a aplicação de vinhoto. Este fato tem sido atribuído à rápida decomposição da matéria orgânica existente na vinhaça (GLÓRIA e MAGRO, 1976), e ainda ao estímulo a oxidação biológica provocado pela adição do resíduo (RIBEIRO e SENGÍK, 1983).

Com relação as concentrações de N total no solo, LIMA (1980) e NUNES et alii (1981) empregando doses de vinhaça até  $600\text{m}^3/\text{ha}$  em um Podzólico Vermelho Amarelo, não verificaram alterações nessa variável. Entretanto, ROSSIELLO et alii (1981) utilizando solo semelhante ao citado anteriormente constatou um aumento no teor de N total após 35 dias da aplicação de  $1600\text{m}^3/\text{ha}$  de vinhaça.

CAMARGO et alii (1983) observaram um aumento considerável nas concentrações de N total do solo, estando esse fato diretamente relacionado com as alterações ocorridas nos teores de C.

Por outro lado as modificações nos teores desse macronutriente no solo poderão estar associadas aos processos de denitrificação e imobilização.

Neste sentido, AMARAL SOBRINHO et alii (1983) observaram que a aplicação de doses crescentes de vinhaça, acarretaram uma drástica redução nos teores de  $\text{N-NO}_3^-$ , com um simultâneo acúmulo de  $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}$  e N orgânico, indicando que os processos predominantes no ciclo do nitrogênio foram os de denitrificação e imobilização. No tratamento que recebeu a dose mais elevada de vinhaça ( $800\text{m}^3/\text{ha}$ ) houve uma perda de 18% do  $\text{N-NO}_3^-$  devido a denitrificação e uma redução de 27% do nitrogênio mineral devido à imobilização. Segundo os autores, o acúmulo de  $\text{N-NH}_4^+$  pode ser atribuído à amonificação, processo que poderia ter sido facilitado, em vista da elevada quantidade de nitrogênio na fração solúvel da vinhaça.

ça, e/ou redução do  $N-NO_3^-$  adicionado a  $N-NH_4^+$ , a qual é favorecida em solos anaeróbicos e ricos em C; essa condição pode ter sido atingida com a aplicação das doses mais elevadas de vinhaça.

Com o propósito de estudar o efeito da adição de vinhaça na lixiviação de nitrato e amônio, VELLOSO et alii (1982) incubaram um solo de textura arenosa com doses de vinhaça até  $400m^3/ha$ , na presença e na ausência de nitrogênio e fósforo, procedendo em seguida à lixiviação em colunas de percolação com volumes de água equivalentes a 1, 2 e 3 volumes-poro. Os autores verificaram que enquanto os teores de nitrato lixiviados decresciam os de amônio aumentavam, sendo esses efeitos proporcionais as doses de vinhaça aplicadas. Atribuíram esse decréscimo nas concentrações de nitrato nos efluentes, como em reflexo das perdas desse nutriente por denitrificação. Por outro lado, o aumento do teor de amônio nos efluentes, pode ser devido a elevada concentração de potássio na solução, o qual passaria a ser preferencialmente adsorvido, deslocando assim, o amônio para a solução do solo.

Outro aspecto que foi estudado por alguns pesquisadores, foram as alterações nas relações C/N do solo, em função da aplicação de vinhaça.

Neste sentido, LIMA (1980) observou variações significativas na relação C/N do solo, sendo as mesmas atribuídas aos acréscimos nos valores de carbono. Entretanto, NUNES et alii (1981) não verificaram alterações nessa relação



em um Podzólico Vermelho Amarelo.

A relação C/N, que na vinhaça varia de 16 a 22, atingiu valores médios entre 9 e 10 em solo tratado por um longo período de tempo com vinhoto, indicando ter havido um equilíbrio, sendo alcançada dessa forma, certa estabilidade da matéria orgânica (CAMARGO et alii, 1983).

c) Bases trocáveis, capacidade de troca de cátions e fósforo

A vinhaça face à sua composição química, apresentando altos teores de potássio, médios teores de cálcio e magnésio e baixos teores de fósforo (ALMEIDA, 1962; GLÓRIA et alii, 1972; GLÓRIA et alii, 1973; RODELLA et alii, 1973; RODELLA e FERRARI, 1977), quando aplicada ao solo poderá acarretar algumas alterações em suas propriedades químicas.

Neste sentido, vários trabalhos evidenciaram que a aplicação de vinhaça no solo, tem promovido aumentos nas concentrações de potássio, cálcio, magnésio, capacidade de troca de cátions, soma de bases e saturação em bases, sendo esses aumentos de maneira geral, proporcionais às quantidades do resíduo adicionadas (BRIEGER, 1977; AGUJARO, 1979; CAMARGO et alii, 1983; COLETI et alii, 1983; ORLANDO FILHO et alii, 1983; SENGIK, 1983).

A grande disparidade de concentração do K em relação aos outros elementos minerais na vinhaça, poderá ser

preocupante, em função de desequilíbrios nutricionais que poderão advir.

Neste sentido, Bear et alii (1945) citados por McLEAN (1984) sugeriram para um solo "ideal" uma saturação de potássio de 5%.

Entretanto, trabalhos conduzidos por CAMARGO et alii (1983) e MAZZA (1985) em solos tratados por um longo período de tempo com altas doses de vinhaça, evidenciaram que o sistema de troca estava ocupado com cerca de 30% de K, portanto bastante acima daquele valor considerado ideal.

Recentemente alguns pesquisadores começaram a se preocupar com a dinâmica dos íons K, Ca e Mg no solo, após a aplicação de vinhaça.

NUNES et alii (1982) estudou o efeito de doses crescentes de vinhaça na lixiviação dos íons K, Ca e Mg, utilizando-se de colunas, pelas quais fizeram percolar volumes crescentes de água. Foi verificado que os teores desses nutrientes nos efluentes aumentaram proporcionalmente às doses de vinhoto aplicadas, independentemente do volume de água percolado. Os teores de Ca + Mg lixiviados foram em torno de 0,5 meq/100 g de solo para o tratamento que recebeu a dose mais elevada de vinhaça (400 m<sup>3</sup>/ha) juntamente com o maior volume de água percolado.

Segundo os autores citados anteriormente, o aumento nos teores de Ca e Mg nos efluentes pode ser explicado pelas altas concentrações de K no solo, o qual atuaria deslo

cando para a solução do solo parte dos íons Ca e Mg adsorvidos no complexo sortivo, tornando-os suscetíveis à lixiviação. Os autores verificaram ainda, que o Mg é proporcionalmente mais lixiviado que o Ca.

CAMBUIM e CORDEIRO (1986) estudando a ação da vinhaça na acumulação e lixiviação de nutrientes em amostras indeformadas de Areia Quartzosa distrófica, verificaram que a lixiviação de K, Ca e Mg é mais dependente do tempo de incubação do que do volume de vinhaça utilizado. Amostragem de solo efetuada no mesmo dia da aplicação do resíduo, evidenciou aumentos nos teores trocáveis desses elementos até a profundidade de 30 cm.

ANDRIOLI (1982) estudando o movimento da vinhaça em colunas com um Podzolizado Lins e Marília var. Marília, constatou que a translocação do K até a profundidade de 22 cm ocorre dentro de determinado limite de umidade ( $\theta \geq 0,30 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ), abaixo do qual o processo era paralisado.

LOBATO (1984) em estudo semelhante, verificou que a translocação do cátion monovalente se dá até a profundidade de 25 cm quando  $\theta > 0,40 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Com relação ao fósforo, NUNES et alii (1981) e CAMBUIM e CORDEIRO (1986) verificaram um aumento nos teores desse nutriente no solo com a aplicação de vinhaça.

Contudo, trabalhos realizados em colunas de solo, demonstraram que a lixiviação desse elemento é inexpressiva (LEAL et alii, 1982; CAMBUIM e CORDEIRO, 1986).

## 2.2. Efeitos da vinhaça nas propriedades físicas do solo

Considerando a constituição da vinhaça, independente de seu tipo, o que predomina na fração dos sólidos desse resíduo é a matéria orgânica (GLÓRIA e ORLANDO FILHO, 1984). Portanto é evidente que sua adição ao solo corresponde, em primeiro lugar, a uma fertilização orgânica devendo-se esperar teoricamente, nesse caso, todos os efeitos atribuídos à matéria orgânica, quando adicionada aos solos: a) aumento da capacidade de retenção de água devido à higroscopicidade, chegando a reter 4 a 6 vezes mais que o próprio peso; b) redução da densidade aparente e aumento da porosidade total do solo; c) formação de agregados capazes de reduzir a susceptibilidade à erosão e aumentar a capacidade de adsorção do solo; com a modificação da sua superfície específica; d) efeitos sobre a consistência, permeabilidade, aeração, e) temperatura e cor, reduzindo a plasticidade e coesão do solo, favorecendo operações de preparo (BEAUCLAIR, 1984).

Desta maneira, ALMEIDA (1952) um dos primeiros pesquisadores a se preocupar com os efeitos da vinhaça nas propriedades físicas do solo, mencionou os efeitos favoráveis de sua aplicação nestas propriedades. Mais tarde, CESAR e MANFRINATO (1954), evidenciaram o efeito conservacionista da aplicação da vinhaça, devido as modificações da estrutura do solo ocasionadas, principalmente, pela matéria orgânica, tornando-a mais granular com aumento da porosidade não capilar. RANZA

NI (1956), em condições de laboratório, utilizando-se de altas doses de vinhaça verificou que esta provocou um aumento da porosidade total e na capacidade máxima de retenção de água do solo.

Por outro lado, REZENDE (1979) estudando os efeitos de doses crescentes, de vinhaça ( $0-420 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) em algumas propriedades de um solo Aluvial do Estado do Rio de Janeiro, não constatou alterações na porosidade, na capacidade de retenção de água e no estado de agregação do solo.

Em um Latossol Vermelho Escuro - textura média tratado com  $720 \text{ m}^3/\text{ha}$  de vinhaça diluída LEME et alii (1980) constataram que a vinhaça teve um comportamento diferente na capacidade de retenção de água, em função das tensões que a água se encontra retida. Resultados semelhantes foram obtidos por ROSENFELD et alii (1981) em um Latossolo Roxo eutrófico que recebeu  $1000 \text{ m}^3/\text{ha}$  de vinhaça.

Entretanto CAMARGO et alii (1983), embora tivesem sem constatado um melhor estado de agregação do solo Latossol Vermelho Escuro - textura média, que recebeu vinhaça por um longo período de tempo (10 anos), este não foi suficiente para promover incrementos nos valores de água disponível ( $-1/3$  a  $-1/5 \text{ atm}$ ) do solo.

Contrariando estes resultados MAZZA (1985) verificou que aplicações maciças de vinhaça por longo período de tempo (20 anos) podem aumentar o armazenamento, o intervalo de

água disponível do solo e provocar o deslocamento deste para níveis superiores de umidade. Entretanto aplicações comerciais não provocaram alterações em tais características.

Com relação aos efeitos da vinhaça nos estados de floculação e dispersão da argila dos solos RIBEIRO et alii (1983) verificaram que esta atua, em relação a água, como dispersante nos solos de textura média e como floculantes nos solos de textura argilosa. Conforme os autores, os solos de textura argilosa, com a CTC da fração argila bem menor, indica menor atividade dos materiais presentes nessa fração. Consequentemente, espera-se que a dupla camada da fração argila desses solos ofereça menor resistência à compressão, quando colocado outros cátions na solução, o que resultará na sua floculação. No solo de textura média e de argila mais ativa, haveria maior resistência a compressão. Uma dupla camada mais espessa daria à fração argila maior intensidade de dispersão. Observaram ainda que a vinhaça com maior concentração de cátions, apresentou menor efeito de dispersão, em todos os solos estudados (cinco oxissolos). Concluíram portanto, que o efeito de dispersão ou de floculação da argila dos solos se que, em linhas gerais, os modelos teóricos clássicos dependem da concentração e do balanço de cátions na vinhaça, além da natureza da fração argila contida nos solos.

Estes resultados foram confirmados por RIBEIRO & SENGIK (1983) incubando amostras de Latossolo Vermelho Escuro textura média e de Latossolo Vermelho Amarelo muito argilo

so com diferentes doses de vinhaça (0-180 m<sup>3</sup>/ha). Observaram que as menores doses de vinhaça (menor concentração de cá tions) promoveram floculação da argila, ao passo que doses maiores tiveram efeitos de dispersão.

Por outro lado, resultados contrários a estes foram obtidos por SENGIK (1983), aplicando doses de 0-50-100-200 e 400 m<sup>3</sup>/ha de vinhaça em amostras de Latossolo Vermelho Amarelo argiloso distrófico e de Podzólico Vermelho Amarelo câmbico textura média distrófico. Os autores não observaram alterações nos teores de argila natural independente das doses de vinhaça utilizadas. Devido ao alto teor de potássio con tido na vinhaça, aplicações, principalmente, de quantidades deste resíduo podem alterar as condições de salinidade do so lo, especialmente de sais formados a partir deste elemento, e conseqüentemente promover alterações na condutividade elé trica do solo.

Dessa maneira elevação nos valores desta pro priedade, em função da aplicação de doses crescentes da vinha ça no solo tem sido constatado por RANZANI (1956), REZENDE (1979), MAZZA (1985), ROSSIELLO et alii (1981), SANTOS et alii (1981). Em solos de diferentes texturas que receberam quantidades variáveis de vinhaça, FERREIRA (1980) constatou que estes foram salinizados (C.E.  $\geq$  4,0 mmhos/cm a 25°C; no extrato saturado USDA, 1951) a diferentes níveis de vinhaça. Em vista disso relatou que a aplicação da vinhaça ao solo, deve ser feita levando-se em consideração, não apenas a quan

tidade e a concentração de sais contidos na mesma, mas principalmente as propriedades do solo.

Por outro lado, LEME et alii (1980), BAPTISTELA et alii (1981) e ROSENFELD et alii (1981) em estudos sobre aplicação de vinhaça diluída por aspersão em oxissolos cultivados com cana-de-açúcar, consideraram que as precipitações pluviométricas tem também muita influência nas concentrações de sais contidos nos solos. Assim, constataram aumentos nos valores de condutividade elétrica logo após a aplicação do resíduo, retornando-os aos níveis iniciais após o período chuvoso. Verificaram ainda, apesar da elevação nos valores de condutividade elétrica no período seco, estes estão abaixo do índice salino preconizado como 2,0 mmhos/cm a 25°C pela Associação Açucareira Sul Africana (S.A.S.A.) conforme citado por ORLANDO FILHO e ZAMBELLO JUNIOR (1980).

Os autores atribuíram a diminuição nos valores da condutividade elétrica à lixiviação dos constituintes químicos da vinhaça através do perfil do solo, no período chuvoso e à absorção deste nutriente pelas plantas na época de maior desenvolvimento vegetativo.

Entretanto, em glebas de uma área homogênea de Latossolo Vermelho Escuro - textura média, que foram tratadas por longo tempo com diferentes quantidades de vinhaça, e intercalados com períodos de repouso do solo, CAMARGO et alii (1983) observaram que o comportamento dos valores da condutividade elétrica é variável. Assim, nas glebas A que recebeu



2.800 m<sup>3</sup>/ha de vinhaça nos anos 1970-74 e 79, na C 2.800 m<sup>3</sup>/ha nos anos 1970-74 e na D que recebeu 4.300 m<sup>3</sup>/ha nos anos 1975-78 os valores de condutividade elevaram-se ao longo do perfil do solo, o que foi atribuído em grande parte ao aumento da saturação em potássio, cuja correlação com aqueles valores, mostrou um coeficiente  $r = 0,75$ , devido à elevação no teor de sais livres ricos neste elemento. Os autores mencionaram ainda que apesar das glebas estarem localizadas numa região chuvosa, pelo menos nas glebas A e C a condutividade elétrica alcance valores que podem prejudicar algumas culturas sensíveis à salinidade.

Por outro lado, ORLANDO FILHO et alii (1983), em estudo exploratório sobre os efeitos da aplicação prolongada da vinhaça (20 anos) nas propriedades químicas de vários solos da ordem oxissol de grande ocorrência no Estado de São Paulo, não observaram efeitos prejudiciais ao solo, como acúmulo de sais na camada arável ou em horizontes de sub-superfície.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

O experimento foi realizado na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, no município de Jaboticabal-SP, que se situa entre  $21^{\circ}15'22''$  de latitude S e  $48^{\circ}18'58''$  de longitude W.

O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação Köppen, denominado mesotérmico de inverno seco. A temperatura do mês mais quente é superior a  $22^{\circ}\text{C}$  e a do mês mais frio é inferior a  $18^{\circ}\text{C}$ . A precipitação média anual é de 1280 mm, com distribuição mostrando maior concentração no período de outubro à março, sendo mais seco no período de abril à setembro.

#### 3.2. Solo

Instalou-se o ensaio em um Latossolo Vermelho

Escuro A moderado textura média distrófico, sendo que algumas características químicas e físicas do mesmo encontram-se na Tabela 1.

### 3.3. Delineamento experimental

Utilizou-se do delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições, combinando-se cinco doses de vinhaça ( $D_1 = 0$ ;  $D_2 = 150$ ;  $D_3 = 300$ ;  $D_4 = 600$  e  $D_5 = 1200$   $m^3/ha$ ), duas condições a saber: com cobertura plástica ( $C_1$ ) e sem cobertura plástica ( $C_2$ ) e três épocas de amostragem de solo ( $E_1 = 1^a$  amostragem,  $E_2 = 2^a$  amostragem,  $E_3 =$  amostragem).

As parcelas apresentavam uma área de  $28 m^2$  ( $5,0 \times 5,6$  m) e eram separadas entre si por carregadores de 2 m.

### 3.4. Vinhaça: composição e processo de aplicação

As doses de vinhaça foram parceladas em três vezes, em partes iguais, sendo a primeira aplicação realizada de 21 a 24 de fevereiro, a segunda de 10 a 15 de junho e a terceira de 20 a 25 de setembro de 1983.

A composição química das vinhaças utilizadas encontra-se na Tabela 2.

Para a aplicação das doses parciais de vinhaça, utilizou-se de dois tambores metálicos com capacidade individual de cerca de 200  $\ell$ . Em cada um deles, acoplou-se um bico de regador através de um tubo de latex com diâmetro de  $3/4$  de

TABELA 1 - Algumas características químicas e físicas do solo.

Profundidade (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V	M.O.	Argila	Areia	Silte	Densid. Porosidade	
														meq/100cm <sup>3</sup>	%
0-10	4,7	34	56	0,78	0,34	4,4	1,26	5,66	22	0,99	31,17	66,74	2,09	1,46	44,9
10-20	4,6	29	32	0,66	0,20	4,6	0,94	5,54	17	0,83	31,71	66,79	1,50	1,51	41,7
20-30	4,6	12	21	0,55	0,16	4,7	0,76	5,46	14	0,72	31,75	66,68	1,57	1,37	47,9
30-40	4,5	6	19	0,37	0,16	4,9	0,58	5,48	11	0,67	-	-	-	-	-
40-50	4,5	6	16	0,32	0,11	4,8	0,47	5,27	9	0,67	-	-	-	-	-
50-60	4,4	4	12	0,26	0,08	4,7	0,37	5,07	7	0,65	-	-	-	-	-

polegada. Entre esse tubo de latex e o bico do regador, colocou-se um tubo de metal, com comprimento suficiente a evitar o pisoteio na parcela durante a aplicação.

O controle das doses de vinhaça para cada tratamento, foi realizado através de um medidor de volume, acoplado na parte externa dos tambores.

Estes tambores foram colocados a uma altura de três metros em relação a superfície do terreno, sobre um suporte de madeira, com o objetivo de se obter uma diferença de pressão suficiente, que permitisse uma distribuição homogênea da vinhaça nas parcelas.

TABELA 2 - Dados analíticos da vinhaça referente a cada aplicação.

Determinação	A P L I C A Ç Ã O		
	Primeira 21 a 24/2	Segunda 10 a 15/6	Terceira 20 a 25/9
	kg/m <sup>3</sup>		
N	0,34	0,24	0,39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	0,13	0,14	0,16
K <sub>2</sub> O	0,80	1,73	1,98
K <sub>2</sub> O livre	0,80	1,73	1,94
CaO	0,25	0,50	0,51
MgO	0,16	0,30	0,29
Mat. orgânica	8,91	17,02	19,11
pH	4,44	4,39	4,45

### 3.5. Cobertura plástica

Nos tratamentos denominados C<sub>1</sub>, foi utilizada uma cobertura com plástico transparente (0,5 mm de espessura), com o intuito de evitar a presença da água das chuvas no solo dessas parcelas.

Com a finalidade de manter o fluxo da água do solo para a atmosfera, esta cobertura era removida manualmente nos dias em que não ocorriam precipitações pluviométricas.

### 3.6. Coleta dos dados

#### 3.6.1. Amostras com estrutura indeformada

Utilizando-se de um amostrador semelhante ao descrito por UHLAND (1949), amostras de solo cuja estrutura foi mantida indeformada foram coletadas em cada parcela, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, nos dias 17 e 18/5; 14 e 15/9 e 22/12/1983.

#### 3.6.2. Amostras com estrutura deformada

As amostras de solo com estrutura deformada foram coletadas nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 50-60 cm, nas mesmas épocas citadas no item 3.6.1.

Na terceira amostragem (21 e 22/12/1983) também

foram retiradas amostras com estrutura deformada nas camadas de 30-40 e 40-50 cm.

Para acompanhar a variação de umidade em função da profundidade e do tempo, foram coletadas amostras do solo nas profundidades médias de  $z = 5, 15, 25$  e  $55\text{cm}$ , nos dias 25/02; 15/03; 30/03; 15/04; 29/04; 19/05; 07/06; 29/06; 15/07; 01/08; 19/08; 02/09; 16/09; 28/09; 20/10 e 04/11/1983.

### 3.7. Análises físicas

Para verificar os efeitos dos tratamentos utilizados nas características físicas do solo foram realizadas as seguintes determinações:

a) Densidade global ( $\text{g.cm}^3$ ): foi determinada empregando-se a relação massa do solo seco ( $M_s$ ) sobre volume total da amostra ( $V_a$ ).

b) Porosidade total calculada (%): foi determinada através da expressão:

$$\alpha_c = \left( 1 - \frac{\rho_g}{\rho_p} \right) \cdot 100$$

onde:

$\alpha_c$  = Porosidade total calculada

$\rho_g$  = Densidade global

$\rho_p$  = Densidade das partículas

c) Densidade das partículas ( $\text{g.cm}^{-3}$ ): foi determinada utilizando-se álcool etílico, de acordo com metodologia descrita em EMBRAPA (1979).

d) Macroporosidade e microporosidade (%): foram determinadas tendo-se como referência a tensão de 60cm de coluna d'água, mediante o emprego do funil de placa porosa, segundo método descrito por VOMOCIL (1965).

e) Granulometria (%): foi realizada utilizando-se do método da pipeta, descrito por Kilmer e Alexander (1949) modificado por DAY (1965).

f) Argila natural (%) e grau de flocculação (%): os valores da argila natural foram determinados de acordo com metodologia descrita em EMBRAPA (1979), enquanto que o grau de flocculação foi determinado através da seguinte expressão:

$$GF = \frac{At - An}{At} \cdot 100$$

onde:

GF = Grau de flocculação

At = Argila total

An = Argila natural

g) Condutividade elétrica ( $\text{mmhos.cm}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ ): foi determinada no extrato de solo, com relação solo: água de 1:1, conforme metodologia descrita em EMBRAPA (1979).



### 3.8. Análises químicas

As análises químicas para fins de fertilidade do solo, foram realizadas de acordo com métodos descritos por RAIJ e QUAGGIO (1983), exceto a determinação do valor pH que foi realizada em água (RAIJ e ZULLO, 1977).

### 3.9. Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico e expressa em base de volume ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ), utilizando-se de valores médios de densidade aparente em cada camada.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes as propriedades químicas do solo, nas diferentes profundidades, encontram-se nas Tabelas 3 a 8.

##### 4.1. Valor pH do solo, concentrações de H+Al e fósforo

Observa-se através das Tabelas 3 a 8 que isoladamente as doses de vinhaça não alteraram significativamente os valores pH do solo.

Esse fato pode ser atribuído ao tempo transcorrido entre as aplicações de vinhaça e as amostragens de solo realizadas (REZENDE, 1979; LIMA, 1980).

Segundo RODELLA et alii (1983) os efeitos da vinhaça no pH do solo são efêmeros, voltando aos valores originais após um determinado período de tempo.

Por outro lado, acredita-se que as determinações do pH em água tenham sofrido interferência pela presença

TABELA 3 - Resultados de análises químicas e da condutividade elétrica do solo na camada de 0-10 cm.

TRATAMENTO	pH	P (%)	K (mg/cm <sup>3</sup> )	Ca	Mg	Na+L (mg/100 cm <sup>3</sup> )	S	T	V	X.S. <sup>-1</sup> .100	X.T. <sup>-1</sup> .100	M.O. elétrica	C.O. elétrica
1 1 1	4,6	38	59	0,84	0,36	4,3	1,35	5,65	23,8	10,8	2,6	1,04	0,222
1 1 2	4,7	50	53	0,76	0,37	4,3	1,26	5,56	22,4	11,3	2,4	0,99	0,195
1 1 3	4,6	33	53	0,85	0,34	4,7	1,33	6,03	22,1	10,0	2,2	1,00	0,210
1 2 1	4,7	29	57	0,82	0,34	4,4	1,30	5,70	22,7	11,2	2,5	0,95	0,179
1 2 2	4,8	24	53	0,71	0,33	4,4	1,16	5,59	21,3	11,5	2,4	0,93	0,161
1 2 3	4,8	32	52	0,74	0,29	4,8	1,16	5,95	19,4	11,7	2,1	0,92	0,176
2 1 1	4,6	30	68	0,89	0,35	4,4	1,42	5,78	24,4	12,0	3,0	0,96	0,285
2 1 2	4,5	29	104	0,94	0,37	4,5	1,53	6,07	25,3	16,9	4,3	0,95	0,382
2 1 3	4,5	37	187	1,03	0,43	4,3	1,93	6,19	31,5	24,3	7,7	0,92	0,667
2 2 1	4,9	49	66	0,87	0,33	4,4	1,37	5,77	23,8	12,0	2,8	0,95	0,181
2 2 2	5,1	38	87	0,92	0,35	4,5	1,47	5,99	24,8	14,6	3,7	1,00	0,237
2 2 3	5,0	46	168	1,01	0,37	4,3	1,81	6,07	30,0	23,2	7,1	1,00	0,359
3 1 1	4,6	43	108	0,89	0,38	4,2	1,54	5,78	26,8	17,5	4,7	0,97	0,430
3 1 2	4,7	36	169	0,97	0,41	4,3	1,80	6,07	30,1	23,7	7,0	1,02	0,516
3 1 3	4,7	43	260	1,11	0,53	3,7	2,30	6,00	38,5	28,5	10,9	0,98	0,927
3 2 1	4,8	45	91	0,86	0,34	4,0	1,42	5,39	26,7	16,0	4,2	0,95	0,209
3 2 2	4,9	48	161	0,89	0,39	4,2	1,68	5,89	28,5	24,1	6,8	0,98	0,302
3 2 3	5,2	47	242	1,05	0,43	4,2	2,08	6,31	33,1	29,0	9,6	0,96	0,386
4 1 1	4,7	34	130	0,98	0,40	3,9	1,71	5,64	30,2	19,0	5,8	0,97	0,660
4 1 2	4,5	42	266	1,05	0,45	3,9	2,17	6,07	35,7	20,7	11,0	1,00	0,883
4 1 3	4,8	43	452	1,23	0,70	3,5	3,66	6,59	45,4	37,3	17,2	0,98	1,277
4 2 1	4,7	48	115	0,93	0,36	4,2	1,58	5,75	27,1	18,6	5,0	0,98	0,329
4 2 2	4,8	48	241	0,97	0,41	3,9	1,99	5,92	33,5	30,5	10,2	0,95	0,459
4 2 3	5,0	45	381	1,09	0,51	3,9	2,55	6,49	39,4	37,6	14,7	1,00	0,427
5 1 1	4,7	48	218	1,01	0,50	3,6	1,98	5,88	35,8	27,7	9,8	1,03	0,712
5 1 2	4,6	54	460	1,05	0,63	3,6	2,84	6,40	44,5	40,7	18,0	0,99	1,116
5 1 3	5,1	51	776	1,81	1,13	2,9	4,88	7,78	62,3	39,7	25,0	1,01	1,672
5 2 1	4,6	42	197	0,98	0,44	4,3	1,91	6,18	31,3	25,8	7,5	1,00	0,481
5 2 2	4,7	51	427	1,02	0,57	3,9	2,66	6,60	49,3	40,1	16,2	1,02	0,762
5 2 3	5,0	44	639	1,28	0,81	3,3	3,69	7,02	52,6	43,5	22,8	1,04	0,813
Testes	1,07 <sup>NS</sup>	1,53 <sup>NS</sup>	1561,38 <sup>NS</sup>	19,52 <sup>**</sup>	68,86 <sup>**</sup>	16,90 <sup>**</sup>	267,79 <sup>**</sup>	9,49 <sup>**</sup>	20,45 <sup>**</sup>	251,93 <sup>**</sup>	785,69 <sup>**</sup>	1,20 <sup>NS</sup>	66,22 <sup>**</sup>
F	31,20 <sup>**</sup>	0,60 <sup>NS</sup>	51,07 <sup>**</sup>	0,06 <sup>**</sup>	21,69 <sup>**</sup>	0,76 <sup>**</sup>	34,50 <sup>**</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	10,10 <sup>**</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	26,64 <sup>**</sup>	0,22 <sup>NS</sup>	100,67 <sup>**</sup>
E	0,94 <sup>**</sup>	1,23 <sup>NS</sup>	1194,04 <sup>**</sup>	19,16 <sup>**</sup>	50,40 <sup>**</sup>	2,52 <sup>NS</sup>	223,63 <sup>**</sup>	16,43 <sup>**</sup>	12,50 <sup>**</sup>	145,53 <sup>**</sup>	540,64 <sup>**</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	57,55 <sup>**</sup>
D x C	4,83 <sup>**</sup>	1,60 <sup>NS</sup>	10,01 <sup>**</sup>	0,95 <sup>NS</sup>	2,22 <sup>NS</sup>	1,24 <sup>NS</sup>	4,29 <sup>**</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	3,14 <sup>*</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	4,05 <sup>**</sup>	0,63 <sup>NS</sup>	18,04 <sup>**</sup>
D x E	1,79 <sup>NS</sup>	1,43 <sup>NS</sup>	203,22 <sup>**</sup>	3,82 <sup>**</sup>	14,31 <sup>**</sup>	2,54 <sup>**</sup>	42,97 <sup>**</sup>	1,50 <sup>NS</sup>	5,78 <sup>**</sup>	13,48 <sup>**</sup>	76,56 <sup>**</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	10,55 <sup>**</sup>
C x E	0,97 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	11,23 <sup>**</sup>	2,07 <sup>NS</sup>	6,20 <sup>**</sup>	0,65 <sup>NS</sup>	9,79 <sup>**</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	4,54 <sup>*</sup>	0,40 <sup>NS</sup>	1,32 <sup>NS</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	26,21 <sup>**</sup>
C.V. (%)	10,61	29,10	10,91	14,87	15,23	12,15	10,74	12,75	9,07	11,26	10,69	21,43	12,53

\*\* significativo a 1% NS - Não significativo.

TABELA 4 - Resultados das análises químicas e da condutividade elétrica do solo na camada de 10-20 cm.

TRATAMENTO	D	C	E	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	S	T	V	K.S. <sup>-1</sup> .100	K.P. <sup>-1</sup> .100	M.O.	cond. elétrica
1	1	1	1	4,5	22	32	0,69	0,21	4,4	0,98	5,38	18,1	9,0	1,2	0,75	0,184
1	1	2	4,5	37	29	29	0,66	0,20	4,4	0,93	5,34	17,7	7,9	1,0	0,85	0,156
1	1	3	4,5	26	31	31	0,67	0,20	4,9	0,95	5,82	16,4	8,1	1,3	0,73	0,151
1	2	1	4,7	19	30	30	0,70	0,23	4,6	1,00	5,57	18,3	7,7	1,3	0,83	0,203
1	2	2	4,7	31	27	27	0,68	0,20	4,6	0,95	5,48	17,3	7,5	1,2	0,93	0,201
1	2	3	4,7	33	32	32	0,69	0,20	5,0	0,97	5,97	16,4	8,3	1,4	0,87	0,201
2	1	1	4,6	21	26	26	0,72	0,21	4,6	0,99	5,53	18,1	6,5	1,1	0,83	0,175
2	1	2	4,6	24	55	55	0,74	0,25	4,7	1,08	5,78	18,6	8,1	1,5	0,83	0,179
1	3	4,6	27	63	63	0,68	0,23	5,0	1,07	1,07	6,07	17,6	15,0	2,6	0,76	0,280
1	4,7	18	36	36	36	0,70	0,24	4,4	1,03	5,40	19,1	9,0	1,7	0,82	0,222	
2	2	2	4,7	37	42	42	0,67	0,23	4,7	1,01	5,71	17,8	20,2	1,8	0,84	0,201
2	2	3	4,8	35	67	67	0,69	0,24	4,6	1,01	5,70	19,8	15,2	3,0	0,87	0,261
3	1	1	4,6	23	35	35	0,66	0,21	4,4	0,95	5,32	17,9	9,1	1,6	0,81	0,183
3	1	2	4,6	40	52	52	0,72	0,22	4,6	1,07	5,61	19,1	12,5	2,3	0,91	0,200
3	1	3	4,6	44	75	75	0,74	0,28	4,5	1,20	5,67	21,3	15,8	3,3	0,81	0,293
3	2	1	4,6	27	39	39	0,69	0,28	4,5	1,07	5,57	19,2	9,0	1,7	0,96	0,207
3	2	2	4,6	37	53	53	0,70	0,26	4,7	1,14	5,71	18,9	11,9	2,3	0,90	0,235
3	2	3	4,9	24	92	92	0,72	0,25	4,8	1,16	6,06	20,7	19,9	3,8	0,80	0,327
4	1	1	4,6	34	44	44	0,71	0,23	4,5	1,05	5,55	19,0	10,6	2,0	0,94	0,187
4	1	2	4,5	46	77	77	0,71	0,30	4,6	1,17	5,71	20,5	16,7	3,4	0,85	0,258
4	1	3	4,5	38	159	159	0,79	0,33	4,8	1,53	5,59	24,1	26,2	4,9	0,78	0,424
4	2	1	4,6	41	48	48	0,70	0,23	4,6	1,06	5,51	18,9	11,7	2,1	0,80	0,214
4	2	2	4,5	23	72	72	0,70	0,27	4,3	1,15	5,38	21,5	16,0	3,3	0,86	0,278
4	2	3	4,7	30	157	157	0,68	0,26	4,7	1,39	6,09	22,9	32,5	7,4	0,88	0,514
5	1	1	4,6	33	58	58	0,73	0,30	4,0	1,17	5,14	23,1	12,5	2,8	0,78	0,269
5	1	2	4,7	32	106	106	0,76	0,28	4,4	1,30	5,70	23,0	20,1	4,6	0,88	0,365
5	1	3	4,8	27	254	254	0,89	0,41	4,6	1,94	6,47	29,9	32,9	9,8	0,83	0,874
5	2	1	4,6	29	60	60	0,70	0,20	4,6	1,05	5,62	18,8	14,4	2,7	0,85	0,307
5	2	2	4,6	41	102	102	0,73	0,34	4,7	1,33	6,03	22,1	19,4	4,2	0,81	0,450
5	2	3	4,8	32	209	209	0,74	0,28	4,8	1,54	6,28	24,9	34,1	8,4	0,85	0,747

Teste	D	C	E	D x C	D x E	C x E	C.V. (%)
	0,85 <sup>NS</sup>	1,61 <sup>NS</sup>	22,17 <sup>**</sup>	1,43 <sup>NS</sup>	7,67 <sup>**</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	149,86 <sup>**</sup>
	0,59 <sup>**</sup>	0,67 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	0,73 <sup>NS</sup>	1,11 <sup>NS</sup>	126,59 <sup>**</sup>
	2,82 <sup>NS</sup>	1,94 <sup>NS</sup>	32,00 <sup>**</sup>	0,70 <sup>NS</sup>	3,22 <sup>*</sup>	1,99 <sup>NS</sup>	6,60 <sup>*</sup>
	0,91 <sup>NS</sup>	0,43 <sup>NS</sup>	2,58 <sup>*</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	1,66 <sup>NS</sup>	1,56 <sup>NS</sup>	8,11 <sup>**</sup>
	0,57 <sup>NS</sup>	2,00 <sup>NS</sup>	56,21 <sup>**</sup>	0,43 <sup>NS</sup>	1,18 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>	246,81 <sup>**</sup>
	1,82 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	1,18 <sup>NS</sup>	0,41 <sup>NS</sup>	2,27 <sup>NS</sup>	1,96 <sup>NS</sup>	1,24 <sup>NS</sup>
	6,47	32,71	16,35	14,07	21,48	11,64	3,15 <sup>**</sup>
							28,28 <sup>**</sup>
							29,46 <sup>**</sup>
							0,68 <sup>NS</sup>
							0,97 <sup>NS</sup>
							0,14 <sup>NS</sup>
							13,38
							19,22
							11,34
							102,65 <sup>**</sup>
							23,54 <sup>**</sup>
							184,33 <sup>**</sup>
							4,37 <sup>**</sup>
							4,34 <sup>**</sup>
							25,81 <sup>**</sup>
							0,14 <sup>NS</sup>
							15,57

\*\* Significativo a 1%      \* Significativo a 5%      NS = Não significativo.

TABELA 5 - Resultados das análises químicas e da condutividade elétrica do solo na camada de 20-30 cm.

TRATAMENTO	M <sup>2</sup> (t <sub>50</sub> )	P kg/cm <sup>3</sup>	K	Ca	Mg	NH <sub>4</sub> N	S	T	V	K.S. <sup>-1</sup> .100	K.F. <sup>-1</sup> .100	M.O.	cond.
													elétrica
D	C	E											milhos. cm <sup>-1</sup>
1	1	4,5	11	0,52	0,27	4,57	0,72	5,28	13,9	8,2	0,8	0,86	0,178
1	1	4,4	9	0,57	0,27	4,74	0,79	5,52	14,5	6,2	0,9	0,83	0,173
1	1	4,4	9	0,57	0,17	5,10	0,79	5,89	13,8	6,2	0,8	0,71	0,193
1	2	4,6	7	0,55	0,13	5,04	0,73	5,76	12,5	5,9	0,7	0,69	0,212
1	2	4,7	13	0,54	0,15	4,70	0,75	5,45	13,7	7,4	1,0	0,71	0,183
1	2	4,6	8	0,57	0,14	5,24	0,77	6,00	12,8	6,7	0,8	0,69	0,207
2	1	4,6	12	0,58	0,16	4,70	0,80	5,50	14,4	7,0	1,0	0,70	0,183
2	1	4,7	15	0,60	0,17	4,90	0,85	5,75	14,9	8,7	1,3	0,78	0,166
2	1	4,6	20	0,58	0,19	5,04	0,88	6,00	14,8	12,0	1,8	0,75	0,205
2	2	4,5	9	0,55	0,15	4,37	0,75	5,12	14,6	6,9	1,0	0,65	0,216
2	2	4,5	12	0,55	0,17	4,07	0,79	4,85	17,0	8,1	1,4	0,74	0,199
2	2	4,6	15	0,57	0,17	4,57	0,81	5,37	15,1	8,3	1,3	0,73	0,216
3	1	4,5	10	0,56	0,14	4,57	0,75	5,32	14,3	6,4	0,9	0,70	0,188
3	1	4,5	11	0,55	0,19	4,87	0,81	5,68	14,3	8,8	1,3	0,71	0,199
3	2	4,5	20	0,58	0,18	4,31	0,85	5,14	16,2	9,0	1,4	0,67	0,206
3	2	4,4	9	0,54	0,17	4,37	0,79	5,16	15,2	10,2	1,6	0,73	0,226
3	2	4,6	11	0,53	0,20	4,71	0,84	5,54	15,2	12,7	1,9	0,68	0,293
4	1	4,6	15	0,52	0,17	4,37	0,75	5,11	14,6	8,0	1,2	0,65	0,155
4	1	4,5	12	0,53	0,18	4,20	0,80	5,00	15,9	10,0	1,6	0,71	0,174
4	1	4,5	8	0,55	0,23	4,57	0,90	5,47	16,7	13,9	2,3	0,61	0,310
4	2	4,5	13	0,52	0,17	4,70	0,76	5,46	14,0	9,8	1,3	0,67	0,214
4	2	4,4	9	0,55	0,20	4,40	0,84	5,24	16,0	10,8	1,7	0,72	0,237
4	2	4,4	82	0,60	0,24	4,90	1,05	5,95	17,6	20,1	3,4	0,70	0,381
5	1	4,5	14	0,57	0,21	4,27	0,83	5,16	17,6	11,9	2,1	0,68	0,207
5	1	4,5	9	0,57	0,23	4,57	1,29	5,86	22,1	33,8	7,5	0,71	0,258
5	2	4,5	9	0,53	0,22	4,60	0,86	5,46	16,3	13,1	2,1	0,68	0,212
5	2	4,4	11	0,58	0,25	4,70	1,01	5,71	17,6	17,8	3,2	0,71	0,317
5	2	4,6	13	0,62	0,33	4,70	1,34	6,03	22,2	28,6	6,3	0,73	0,433
Totais	D	1,35 <sup>NS</sup>	0,61 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>	15,08 <sup>**</sup>	2,03 <sup>NS</sup>	24,59 <sup>**</sup>	1,29 <sup>NS</sup>	14,93 <sup>**</sup>	184,22 <sup>**</sup>	19,23 <sup>**</sup>	2,54 <sup>NS</sup>	127,52 <sup>**</sup>
F	C	0,35 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	0,60 <sup>NS</sup>	1,11 <sup>NS</sup>	67,95 <sup>**</sup>
E		0,25 <sup>NS</sup>	1,23 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	8,19 <sup>**</sup>	2,21 <sup>NS</sup>	21,65 <sup>**</sup>	9,89 <sup>**</sup>	4,09 <sup>**</sup>	83,09 <sup>**</sup>	127,50 <sup>**</sup>	2,42 <sup>NS</sup>	254,10 <sup>**</sup>
D x C		1,28 <sup>NS</sup>	0,63 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	1,84 <sup>NS</sup>	1,94 <sup>NS</sup>	1,25 <sup>NS</sup>	1,12 <sup>NS</sup>	3,95 <sup>**</sup>	3,72 <sup>**</sup>	3,72 <sup>**</sup>	1,33 <sup>NS</sup>	4,43 <sup>**</sup>
D x E		0,31 <sup>NS</sup>	0,55 <sup>NS</sup>	0,29 <sup>NS</sup>	1,61 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	5,64 <sup>**</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	2,69 <sup>**</sup>	19,93 <sup>**</sup>	43,63 <sup>**</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	49,18 <sup>**</sup>
C x E		0,63 <sup>NS</sup>	0,44 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	0,69 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,74 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	0,57 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	1,67 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>
C.V.(%)		14,00	35,60	16,50	15,26 <sup>NS</sup>	21,82	19,68	11,29	10,93	17,81	19,82	23,61	11,97

\*\* Significativo a 5%  
NS - Não significativo

TABELA 6 - Resultados das análises químicas na camada do solo de 30-40 cm.

TRATAMENTO		pH	P	K	Ca	Mg	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	S	T	V	K.S <sup>-1</sup> .100	K.T <sup>-1</sup> .100	M.O.
D	C	(H <sub>2</sub> O)	µg/cm <sup>3</sup>	µg/cm <sup>3</sup>	µg/cm <sup>3</sup>	µg/cm <sup>3</sup>	mg/100 cm <sup>3</sup>	mg/100 cm <sup>3</sup>	mg/100 cm <sup>3</sup>	mg/100 cm <sup>3</sup>	mg/100 cm <sup>3</sup>	mg/100 cm <sup>3</sup>	mg/100 cm <sup>3</sup>
1	1	4,4	5	16	0,39	0,15	5,0	0,58	5,58	10,5	6,8	0,7	0,67
1	2	4,5	7	18	0,39	0,14	4,9	0,57	5,48	10,5	7,9	0,8	0,68
2	1	4,4	6	37	0,37	0,13	4,7	0,59	5,29	11,2	15,4	1,7	0,71
2	2	4,4	5	37	0,36	0,16	4,9	0,62	5,52	11,3	14,8	1,6	0,71
3	1	4,6	7	35	0,42	0,16	4,6	0,67	5,27	12,8	13,2	1,7	0,65
3	2	4,5	9	37	0,40	0,13	4,8	0,62	5,42	11,5	15,1	1,7	0,66
4	1	4,6	6	42	0,39	0,15	4,8	0,65	5,45	11,8	16,4	1,9	0,67
4	2	4,5	9	49	0,39	0,18	5,0	0,69	5,69	12,4	17,7	2,1	0,72
5	1	4,4	5	91	0,41	0,14	4,7	0,78	5,48	12,9	29,2	4,2	0,70
5	2	4,6	8	99	0,38	0,19	4,7	0,82	5,52	14,8	30,4	4,5	0,71
Teste	D	0,37 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>	119,29 <sup>**</sup>	0,94 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	0,39 <sup>NS</sup>	9,46 <sup>**</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	4,25 <sup>NS</sup>	61,29 <sup>NS</sup>	92,74 <sup>**</sup>	0,73
F	C	0,01 <sup>NS</sup>	0,49 <sup>NS</sup>	2,60 <sup>NS</sup>	0,64 <sup>NS</sup>	1,16 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>	0,49 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	1,07 <sup>NS</sup>	0,87 <sup>NS</sup>	0,45
D x C		0,31 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,50 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	0,69 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,34 <sup>NS</sup>	0,13
C.V.(%)		9,81	29,67	14,23	10,45	23,10	10,24	10,31	9,91	11,98	15,33	15,95	19,46

TABELA 7 - Resultados das análises químicas na camada do solo de 40-50 cm.

TRATAMENTO	D	C	pH (H <sub>2</sub> O)	µg/cm <sup>3</sup>			mg/100 cm <sup>3</sup>			S	T	V	K.S. <sup>-1</sup> .100	K.T. <sup>-1</sup> .100	M.O.
				P	K	Ca	Mg	H+Al	8						
	1	1	4,5	4	14	0,30	0,10	4,9	0,43	5,33	8,1	7,9	0,6	0,65	
	1	2	4,6	7	15	0,31	0,09	5,0	0,44	5,44	8,1	8,6	0,7	0,67	
	2	1	4,4	6	30	0,25	0,09	4,8	0,42	5,22	7,9	18,9	1,4	0,66	
	2	2	4,5	4	33	0,25	0,11	4,7	0,44	5,18	8,5	18,3	1,6	0,63	
	3	1	4,5	7	27	0,32	0,11	4,9	0,50	5,40	9,2	13,6	1,2	0,60	
	3	2	4,3	5	33	0,31	0,09	5,1	0,49	5,59	8,7	17,2	1,5	0,59	
	4	1	4,5	7	31	0,27	0,10	4,7	0,45	5,15	8,7	17,3	1,5	0,65	
	4	2	4,4	7	35	0,27	0,12	4,6	0,48	5,08	9,4	18,2	1,7	0,66	
	5	1	4,6	5	70	0,32	0,09	4,9	0,59	5,49	10,7	30,0	3,2	0,69	
	5	2	4,6	4	73	0,30	0,12	5,0	0,63	5,63	11,1	29,3	3,3	0,65	
Teste	D		0,92 <sup>NS</sup>	0,73 <sup>NS</sup>	123,50**	2,49 <sup>NS</sup>	0,46 <sup>NS</sup>	1,37 <sup>NS</sup>	18,21**	2,14 <sup>NS</sup>	10,65**	60,28 <sup>NS</sup>	112,82**	1,22 <sup>NS</sup>	
F	C		0,06 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	1,13 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>	1,52 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	0,49 <sup>NS</sup>	1,23 <sup>NS</sup>	1,20 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	
D x C			0,56 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	1,66 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	0,35 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	0,60 <sup>NS</sup>	0,67 <sup>NS</sup>	0,25 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	
C.V. (%)			7,65	31,03	13,00	16,22	20,14	16,38	11,51	12,94	10,16	13,60	12,98	12,05	

TABELA 8 - Resultados das análises químicas e da condutividade elétrica do solo na camada de 50-60 cm.

TRATAMENTOS	pH	P	K	Ca	Mg	MVAL	S	T	V	K.S <sup>-1</sup> .100	K.T <sup>-1</sup> .100	M.O.	cond. elétrica	
													mes/100 cm <sup>3</sup>	metros.cm <sup>-1</sup>
1 1 1	4,5	4	12	0,25	0,06	4,40	0,34	4,74	7,2	8,7	6,6	0,66	0,176	
1 1 2	4,5	4	12	0,26	0,08	4,50	0,38	4,88	7,7	5,8	0,6	0,57	0,167	
1 1 3	4,5	4	13	0,26	0,08	4,80	0,38	4,84	7,4	8,6	0,6	0,60	0,172	
1 2 1	4,4	5	10	0,25	0,08	4,74	0,36	5,09	7,1	6,7	0,5	0,66	0,164	
1 2 2	4,5	7	13	0,25	0,06	4,44	0,35	4,78	7,4	9,2	0,7	0,66	0,172	
1 2 3	4,5	4	15	0,26	0,08	4,80	0,38	5,18	7,3	9,7	0,7	0,68	0,179	
2 1 1	4,5	4	14	0,27	0,06	4,30	0,37	4,67	7,8	9,4	0,7	0,64	0,170	
2 1 2	4,6	5	23	0,28	0,07	4,70	0,41	5,11	8,3	13,9	1,2	0,63	0,171	
2 1 3	4,4	4	27	0,29	0,07	4,90	0,43	5,33	8,0	15,6	1,2	0,66	0,189	
2 2 1	4,6	3	14	0,27	0,06	4,10	0,37	4,47	8,3	9,4	0,8	0,65	0,180	
2 2 2	4,5	6	20	0,29	0,06	4,14	0,40	4,54	9,0	12,6	1,1	0,68	0,165	
2 2 3	4,5	4	30	0,28	0,06	4,37	0,42	4,79	8,7	18,0	1,6	0,60	0,176	
3 1 1	4,6	4	20	0,24	0,05	4,27	0,34	4,61	7,5	14,7	1,1	0,69	0,171	
3 1 2	4,5	3	28	0,22	0,07	4,40	0,36	4,76	7,6	19,0	1,4	0,66	0,170	
3 1 3	4,4	5	33	0,25	0,07	4,60	0,41	5,01	8,1	20,2	1,6	0,59	0,165	
3 2 1	4,5	4	18	0,24	0,07	4,20	0,36	4,56	7,8	12,1	0,9	0,54	0,176	
3 2 2	4,6	5	21	0,22	0,08	4,00	0,36	4,36	8,1	14,8	1,2	0,73	0,167	
3 2 3	4,6	5	28	0,26	0,08	4,37	0,41	4,77	8,6	16,6	1,4	0,59	0,163	
4 1 1	4,6	5	24	0,26	0,07	4,07	0,39	4,46	8,7	15,0	1,3	0,67	0,163	
4 1 2	4,6	5	23	0,27	0,08	4,24	0,41	4,64	8,9	14,1	1,2	0,64	0,160	
4 1 3	4,6	3	27	0,28	0,09	4,24	0,44	4,67	9,4	15,3	1,5	0,63	0,206	
4 2 1	4,5	3	23	0,25	0,06	4,17	0,37	4,74	8,2	10,5	1,2	0,61	0,161	
4 2 2	4,6	6	24	0,28	0,06	4,10	0,41	4,51	8,9	15,2	1,3	0,63	0,173	
4 2 3	4,4	5	30	0,29	0,08	4,40	0,45	4,85	9,3	16,5	1,5	0,66	0,216	
5 1 1	4,5	4	30	0,24	0,08	4,54	0,40	4,93	8,0	19,2	1,5	0,71	0,176	
5 1 2	4,5	5	32	0,27	0,07	4,36	0,42	4,79	9,4	18,7	1,8	0,68	0,161	
5 1 3	4,5	7	68	0,27	0,08	4,77	0,52	5,29	10,0	32,3	3,3	0,67	0,256	
5 2 1	4,7	4	23	0,25	0,08	4,40	0,39	4,79	8,1	14,6	1,2	0,65	0,182	
5 2 2	4,6	6	32	0,27	0,06	4,50	0,41	4,91	8,4	18,9	1,6	0,66	0,159	
5 2 3	4,5	5	78	0,28	0,09	4,77	0,57	5,34	10,8	34,3	3,7	0,63	0,239	
Teste D	0,40NS	1,21NS	8,45**	1,72NS	1,32NS	1,38NS	8,64**	1,13NS	3,99**	56,84**	1,23NS	0,45NS	1,67NS	
P	0,04NS	0,08NS	0,69NS	0,03NS	0,11NS	0,67NS	0,01NS	0,29NS	0,14NS	1,39NS	2,60NS	0,54NS	0,01NS	
E	1,27NS	0,44NS	7,69**	1,77NS	2,96NS	1,97NS	15,61**	2,21NS	2,55NS	37,56**	2,23NS	1,43NS	2,27NS	
D x C	0,32NS	0,01NS	0,4NS	0,03NS	1,26NS	0,57NS	0,08NS	0,79NS	0,24NS	1,33NS	2,29NS	0,35NS	0,53NS	
D x E	0,11NS	1,12NS	6,06**	0,35NS	0,69NS	0,07NS	1,67NS	0,16NS	0,53NS	7,51**	1,60NS	0,52NS	1,31NS	
C x E	0,10NS	0,22NS	1,23NS	0,01NS	1,40NS	0,22NS	0,42NS	0,33NS	0,11NS	2,45NS	0,94NS	1,55NS	0,43NS	
C.V.(%)	7,10	22,67	21,00	15,74	16,14	13,94	12,75	12,84	18,50	20,30	28,42	12,22	16,04	

\*\* Significativo a 1% NS - Não significativo a 5%



de sais, e em função disso, os seus valores foram reduzidos. As altas concentrações de sais, principalmente na presença das doses mais elevadas de vinhaça, podem ser visualizadas indiretamente, nos dados de condutividade elétrica apresentados nas Figuras 21 e 22.

Essa hipótese apresenta respaldo quando se observa as Figuras 1 e 22, onde se nota respectivamente, uma redução nas concentrações de  $H+Al$  e um aumento na saturação em bases, em função das doses de vinhaça aplicadas.

Segundo CATANI e GALLO (1955) o valor pH do solo é uma consequência da saturação em bases, isto é, ele depende não somente da acidez potencial como também da soma de bases.

Neste trabalho não foi verificada uma relação direta entre essas variáveis, demonstrando a pouca confiabilidade da determinação do pH em água, quando na presença de elevada concentração de sais.

As explicações mencionadas anteriormente, podem ser também consideradas para justificar o efeito não significativo das épocas de amostragem no valor pH do solo, visto que as mesmas exprimem o efeito cumulativo das doses de vinhaça.

Nota-se ainda na Tabela 3 e Figura 2, que as doses de vinhaça comportaram-se de maneira diferente, em função da presença ou ausência de cobertura plástica (interação

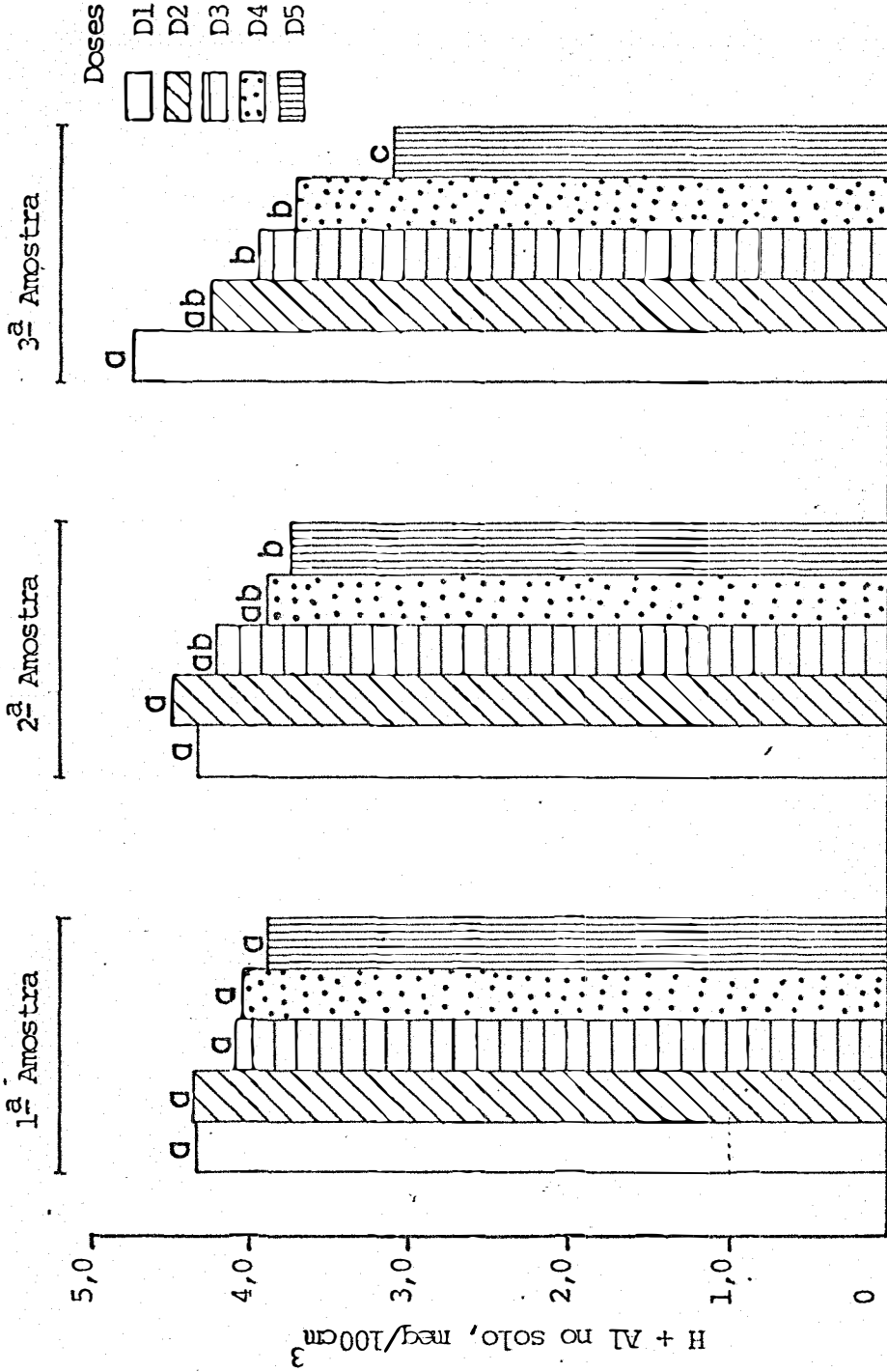


FIGURA 1 - Concentrações de H+Al no solo, na camada de 0-10 cm, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

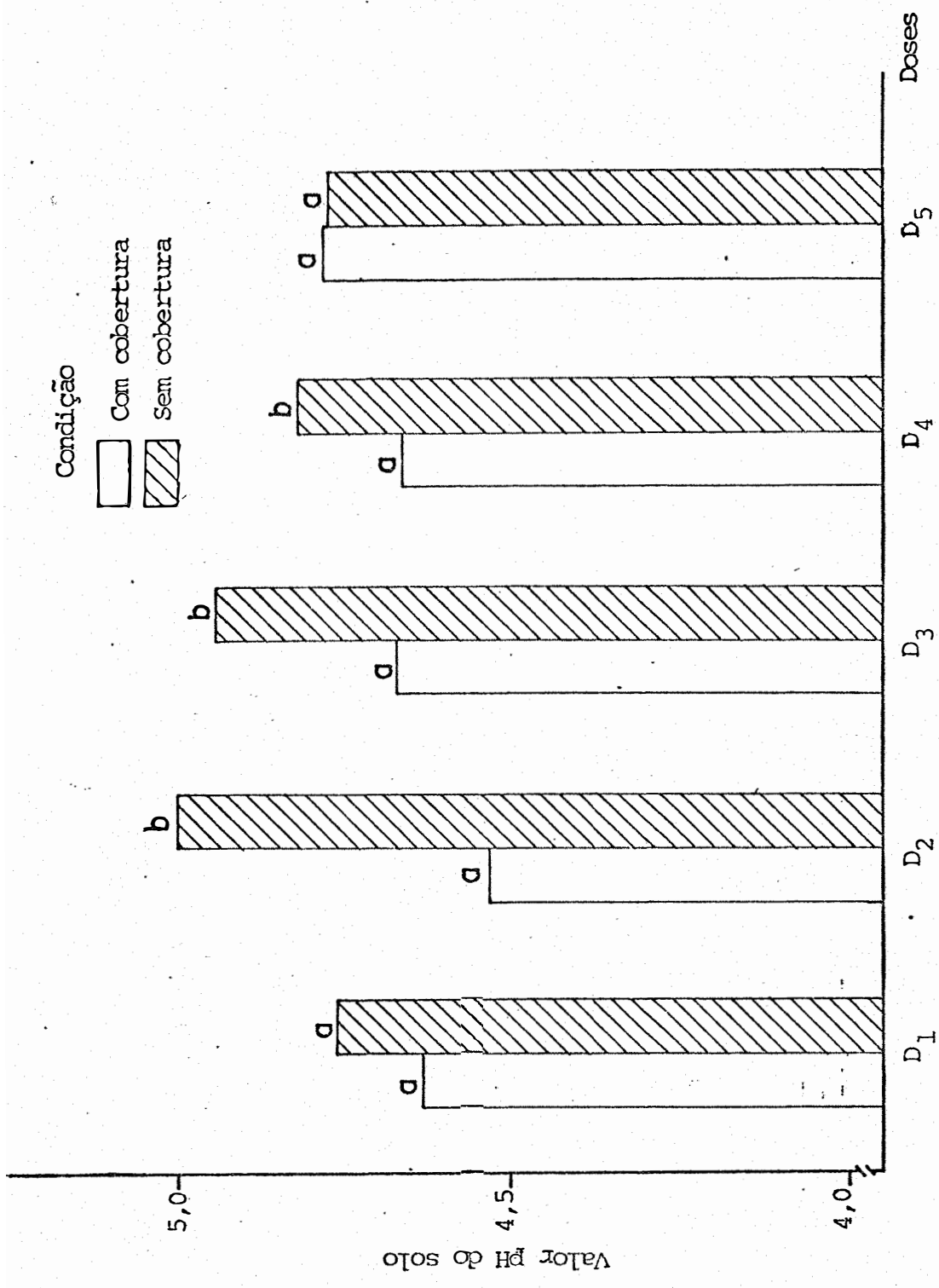


FIGURA 2 - Valor pH do solo, na camada de 0-10 cm, em função das doses de vinhaça e da presença ou ausência de cobertura plástica.

D x C significativa), observando-se de um modo geral, valores pH mais elevados nos tratamentos que receberam as águas das chuvas.

Entretanto, quando se compara esses resultados com aqueles contidos na Figura 18, verifica-se uma contradição ou seja, os valores de pH são mais elevados nos tratamentos que apresentaram uma menor saturação em bases.

Como já foi exposto anteriormente, acredita-se que os dados obtidos sejam consequência das interferências na determinação do pH em água.

Examinando-se ainda das Tabelas 3 a 8, verifica-se que as concentrações de fósforo não foram afetadas significativamente pelos tratamentos, discordando assim, dos resultados obtidos por NUNES et alii (1981) e CAMBUIM e CORDEIRO (1986).

#### 4.2. Teor de matéria orgânica do solo

Verifica-se através das Tabelas 3 a 8, que os teores de matéria orgânica nas diferentes camadas, não foram afetados significativamente pelas doses de vinhaça, condições e épocas de amostragem.

A hipótese da translocação do C através do perfil do solo, devido ao fato de aproximadamente 70% do mesmo estar contido na fase líquida da vinhaça (RODELLA et alii, 1983), não se confirmou nesse experimento, discordando dos

resultados obtidos por SENGIK (1983).

Desta maneira, uma das explicações plausíveis para o fato ocorrido, pode estar associado ao processo de decomposição da matéria orgânica. Segundo RASOVSKY (1973), dos componentes orgânicos da vinhaça, os açúcares simples, na sua maioria pentoses, são os mais abundantes, sendo os mesmos facilmente decompostos pelos microrganismos do solo (LIMA, 1980).

Portanto, apesar da aplicação desse efluente introduzir quantidades significativas de carbono no solo, por outro lado este efeito seria anulado pelas modificações impostas no meio, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos (CAMARGO, 1954; CALDAS, 1960b; ALMEIDA, 1953; LIMA, 1980), os quais promoveriam uma maior decomposição da matéria orgânica adicionada (CALDAS, 1960b; RIBEIRO e SENGIK, 1983; NEVES et alii, 1983; SENGIK, 1983).

Por outro lado, o efeito não significativo das épocas de amostragem nos teores de matéria orgânica do solo, parece mostrar a velocidade do processo de decomposição da mesma, uma vez que as amostragens foram realizadas cerca de 90 dias após cada aplicação de vinhaça.

#### 4.3. Cálcio, magnésio e potássio do solo

Em virtude da presença de Ca, Mg e K na vinhaça, espera-se que a aplicação desse resíduo promova uma elevação nos teores desses nutrientes no solo.

Contudo para o cálcio, esse aumento somente foi verificado na camada de 0-10 cm (Figura 3), na terceira amostragem quando se aplicou  $1200 \text{ m}^3/\text{ha}$  de vinhaça.

Com relação ao magnésio, verifica-se através das Tabelas 3 a 5 e Figura 4, que as concentrações desse cátion divalente aumentaram significativamente até a profundidade de 30 cm, sendo esses efeitos mais pronunciados quando se aplicou as doses mais elevadas de vinhaça.

O efeito cumulativo das doses de vinhaça é evidenciado na Figura 5, onde o comportamento das doses foi diferente dentro das épocas de amostragem (interação D x E significativa). Nota-se que os teores de Mg aumentaram significativamente nessa camada, principalmente quando se utilizou doses superiores a  $600 \text{ m}^3/\text{ha}$  de vinhaça.

De maneira análoga ao Ca é Mg, as doses de vinhaça também promoveram incremento significativos nos teores de potássio trocável. Esses aumentos foram verificados em todas as camadas estudadas, sendo esses efeitos proporcionais às doses de vinhaça aplicadas, particularmente até a profundidade de 30 cm (Figura 6).

Incrementos nas concentrações de Ca, Mg e K no solo, também foram observados por BRIEGER (1977), MAGRO (1978), AGUJARO (1979), FERREIRA (1980), NUNES et alii (1981), COLETI et alii (1983), ORLANDO FILHO et alii (1983), RIBEIRO e SENGIK (1983), SENGIK (1983) e CAMBUIM e CORDEIRO (1986).

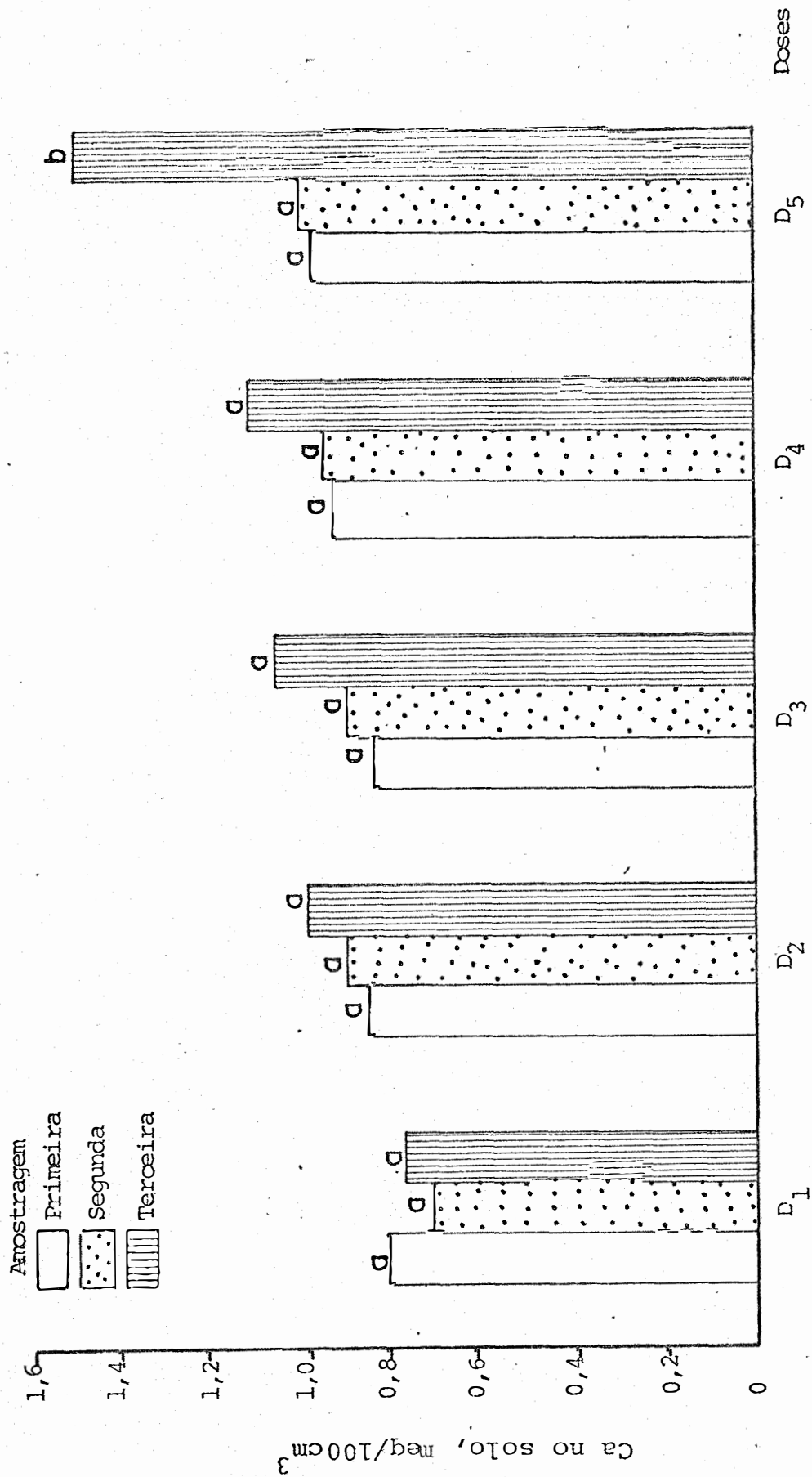


FIGURA 3 - Concentrações de cálcio no solo, na camada de 0-10 cm, em função das doses de vinhaça, e das épocas de amostragem.

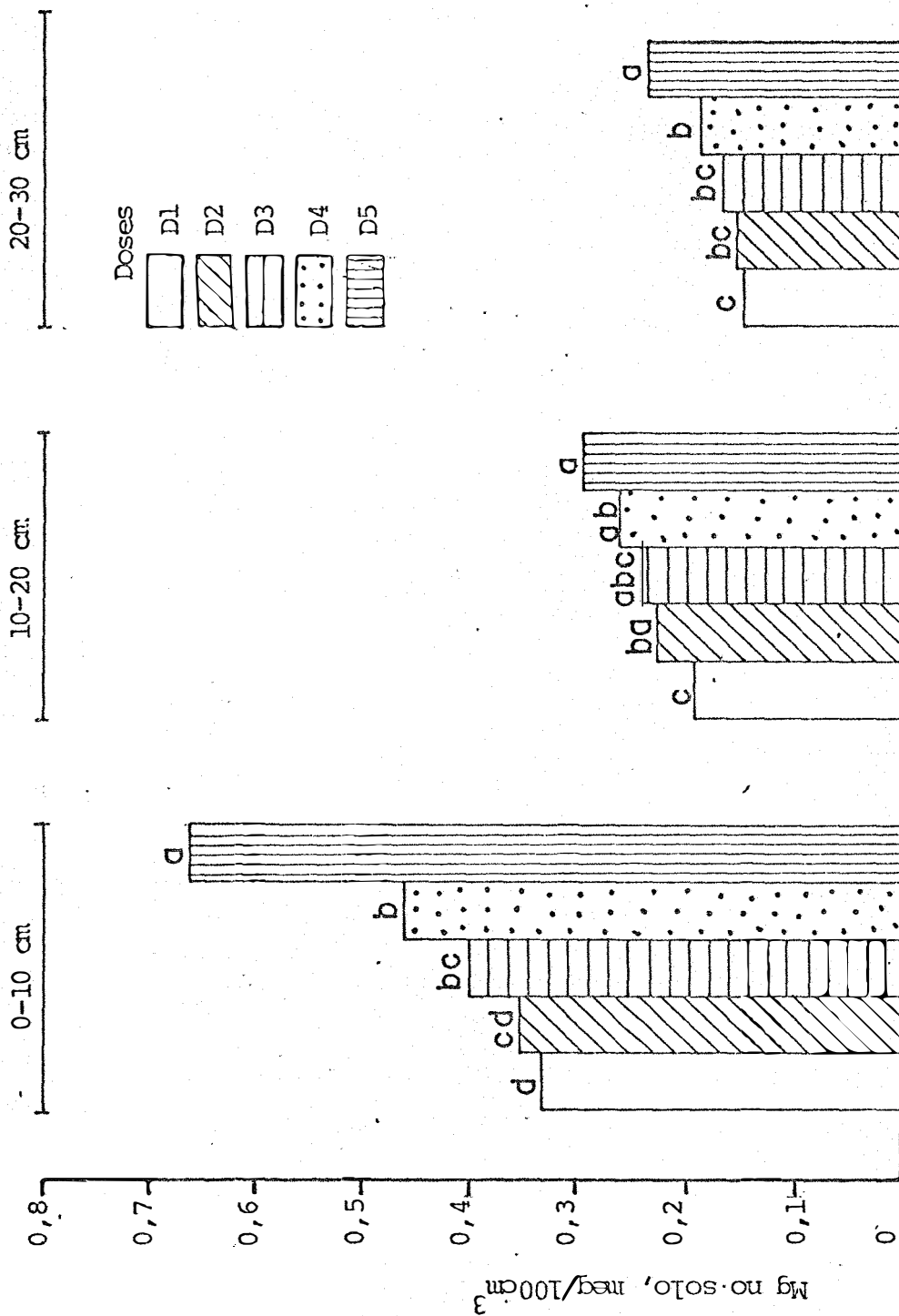


FIGURA 4 - Concentrações de magnésio no solo em diferentes camadas.



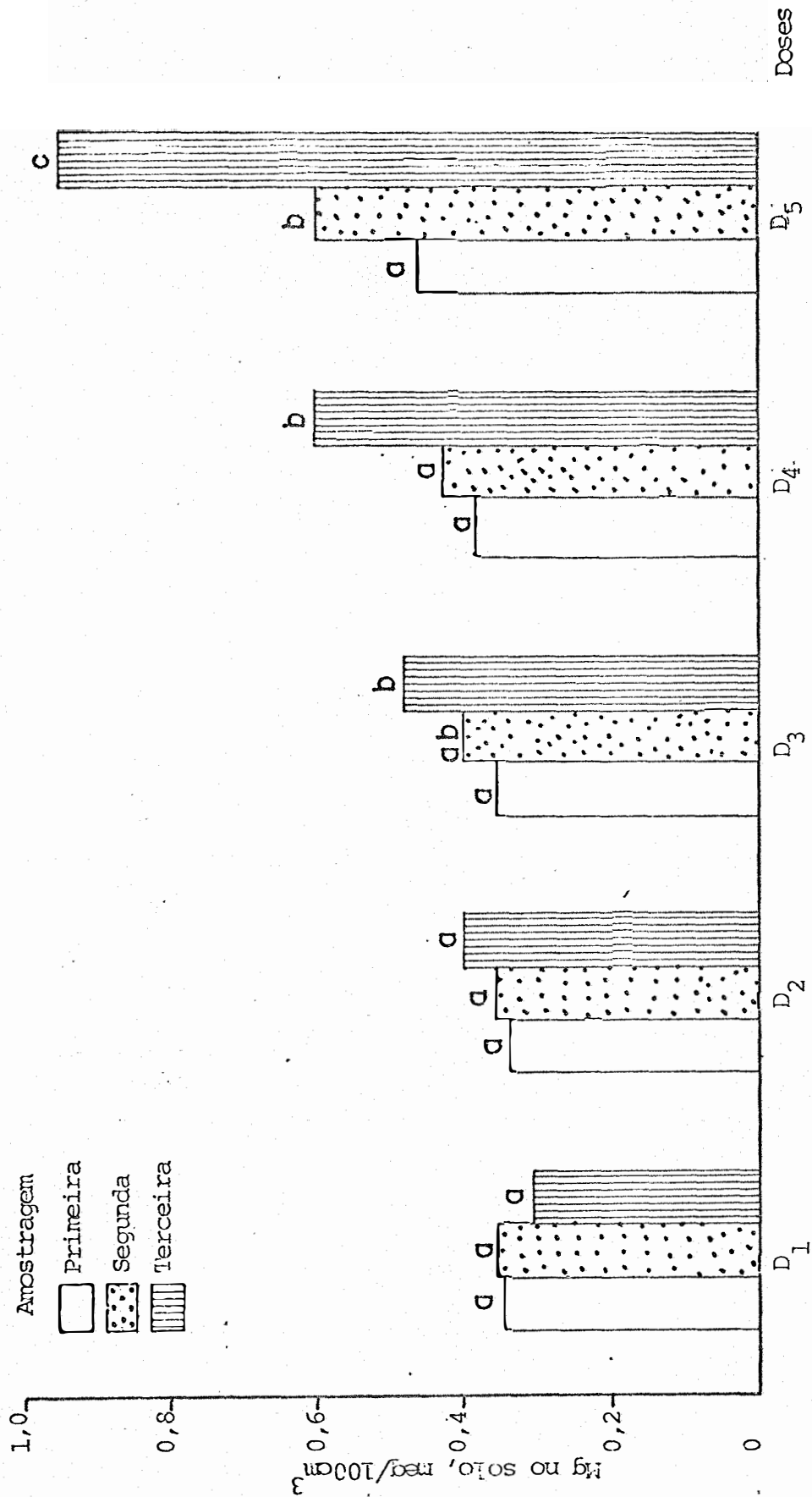


FIGURA 5 - Concentração de magnésio no solo, na camada de 0-10 cm, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

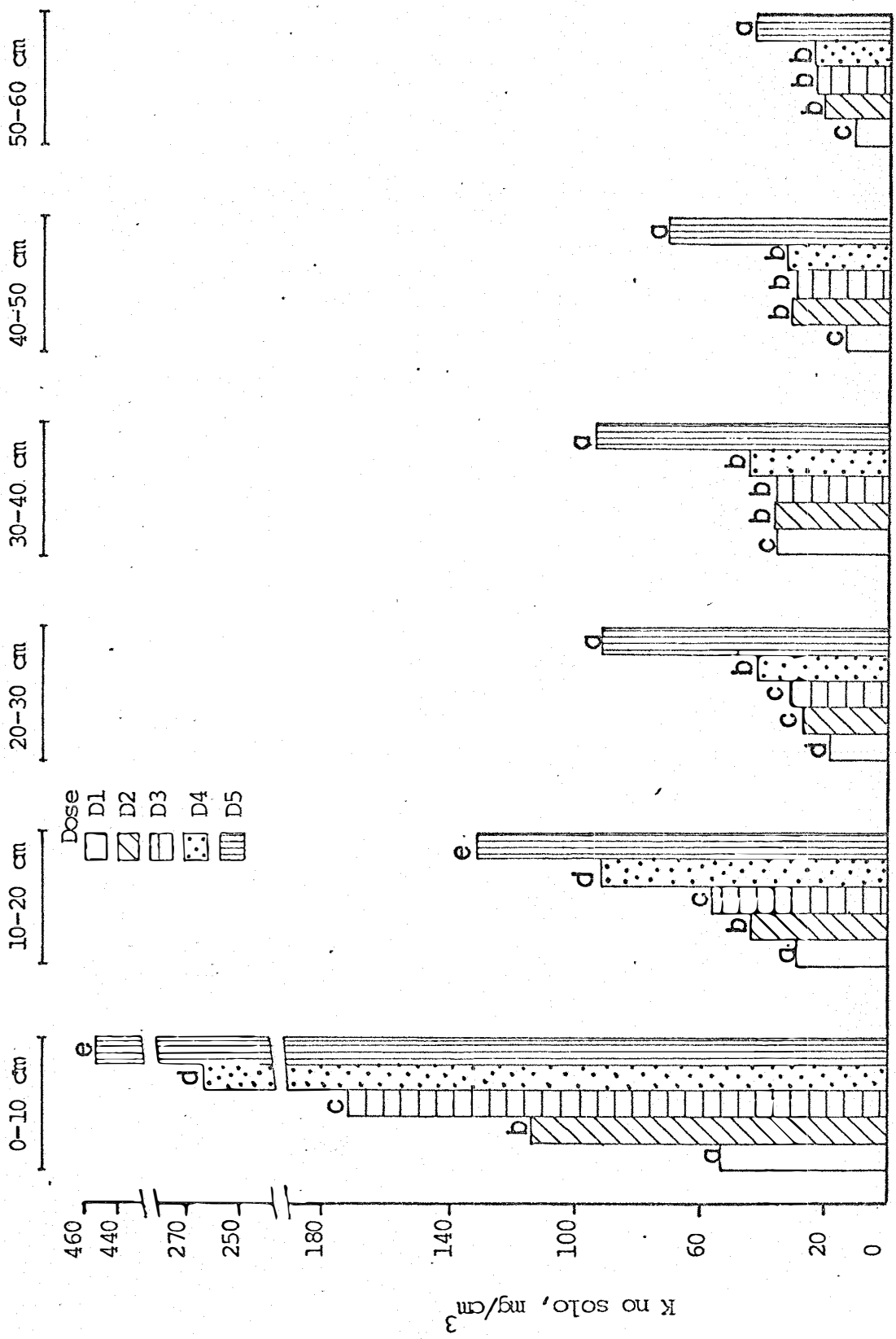


FIGURA 6 - Concentrações de potássio no solo em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça.

Os altos teores de potássio verificados principalmente na : camada . de 0-10 cm, atingindo valores de 708  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$  com a aplicação de 1200  $\text{m}^3/\text{ha}$  de vinhaça na terceira amostragem (Figura 7), pode ser uma das causas do deslocamento do Mg até a profundidade de 30 cm (Figura 4). NUNES et alii (1982) relataram que elevadas concentrações desse cãtion monovalente podem atuar deslocando para a solução do solo, parte dos íons Mg adsorvidos, tornando-os suscetíveis à lixiviação.

Ainda deve-se mencionar, que essas elevadas concentrações de K proporcionadas principalmente pelas doses  $D_4$  e  $D_5$ , contribuíram de maneira considerável no aumento da soma de bases (Figura 8) e na participação porcentual desse cãtion nos valores de S ( $K.S^{-1}.100$ ), como pode ser observado respectivamente nas Figuras 9-10 e 11.

Observando na Figura 11 os dados da saturação em potássio ( $K.T^{-1}.100$ ), chama a atenção o fato da dose de 1200  $\text{m}^3/\text{ha}$  de vinhaça proporcionar na camada de 0-10 cm, valores dessa variável próximos a 25%.

Resultados semelhantes foram obtidos por CAMARGO et alii (1983) e MAZZA (1985) em solos tratados com vinhaça por um longo período de tempo.

A literatura mostra que o equilíbrio entre os nutrientes K, Ca e Mg no solo é importante na nutrição das plantas, verificando-se que um desequilíbrio de concentrações

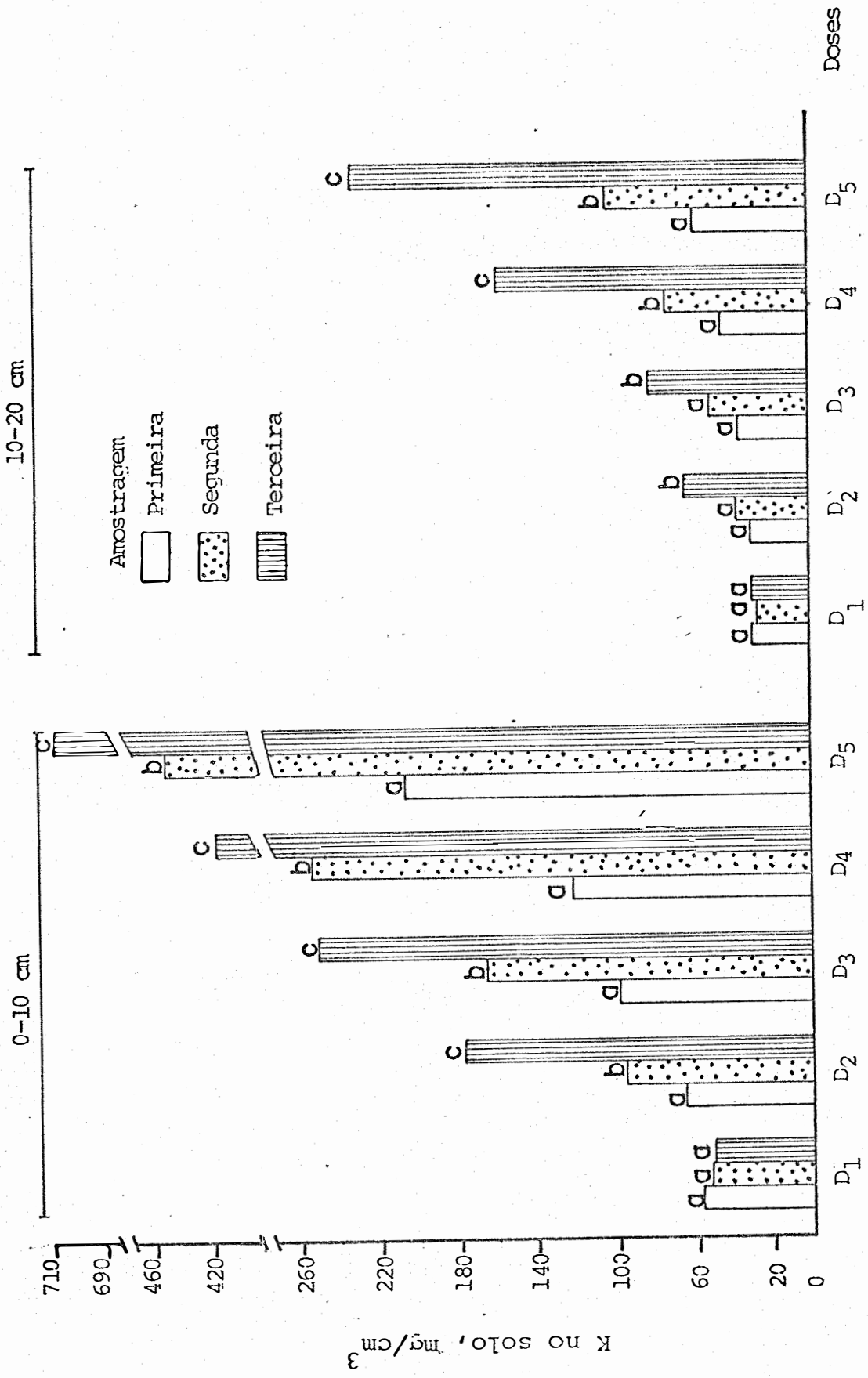


FIGURA 7 - Concentrações de potássio no solo em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

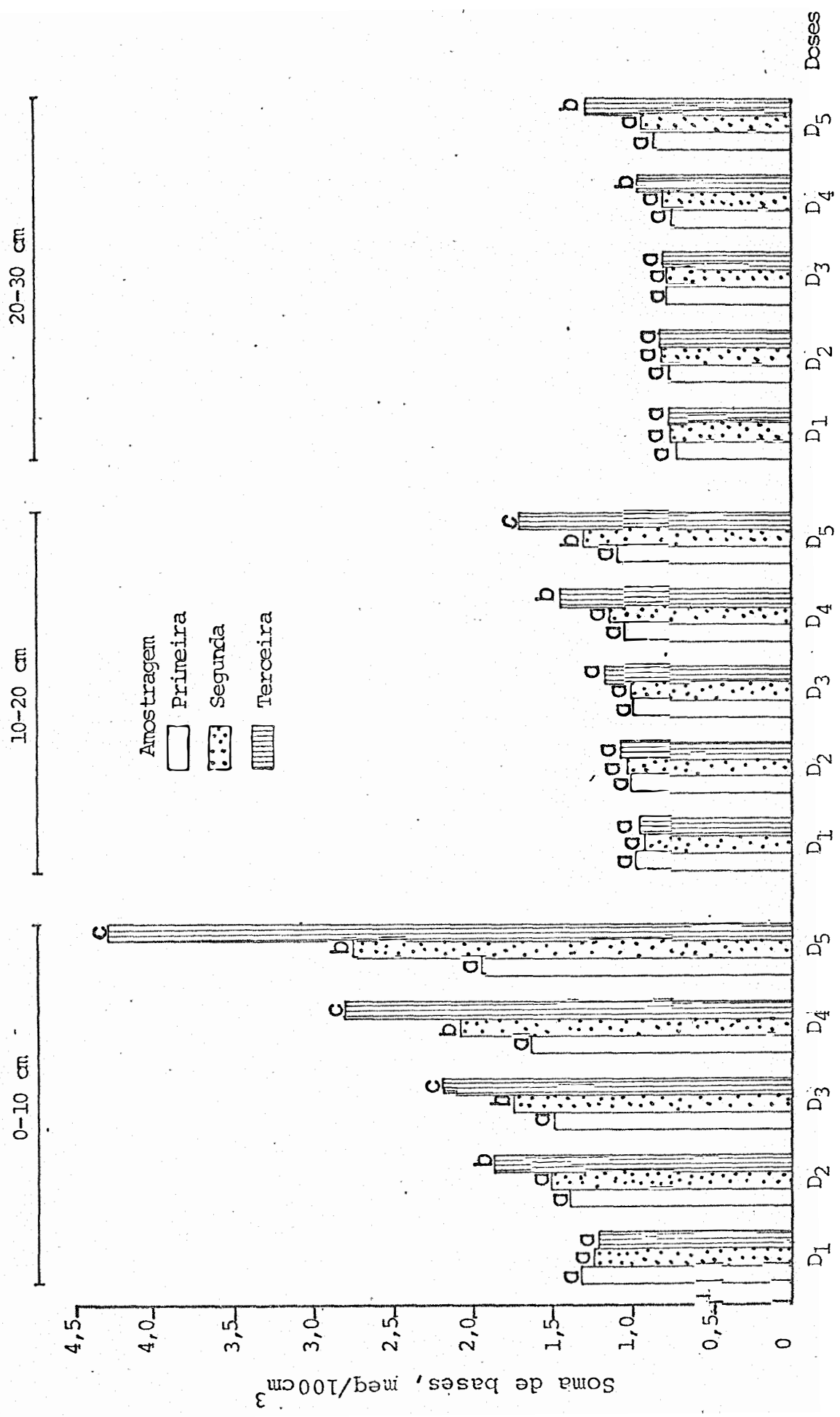


FIGURA 8 - Soma de bases no solo em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

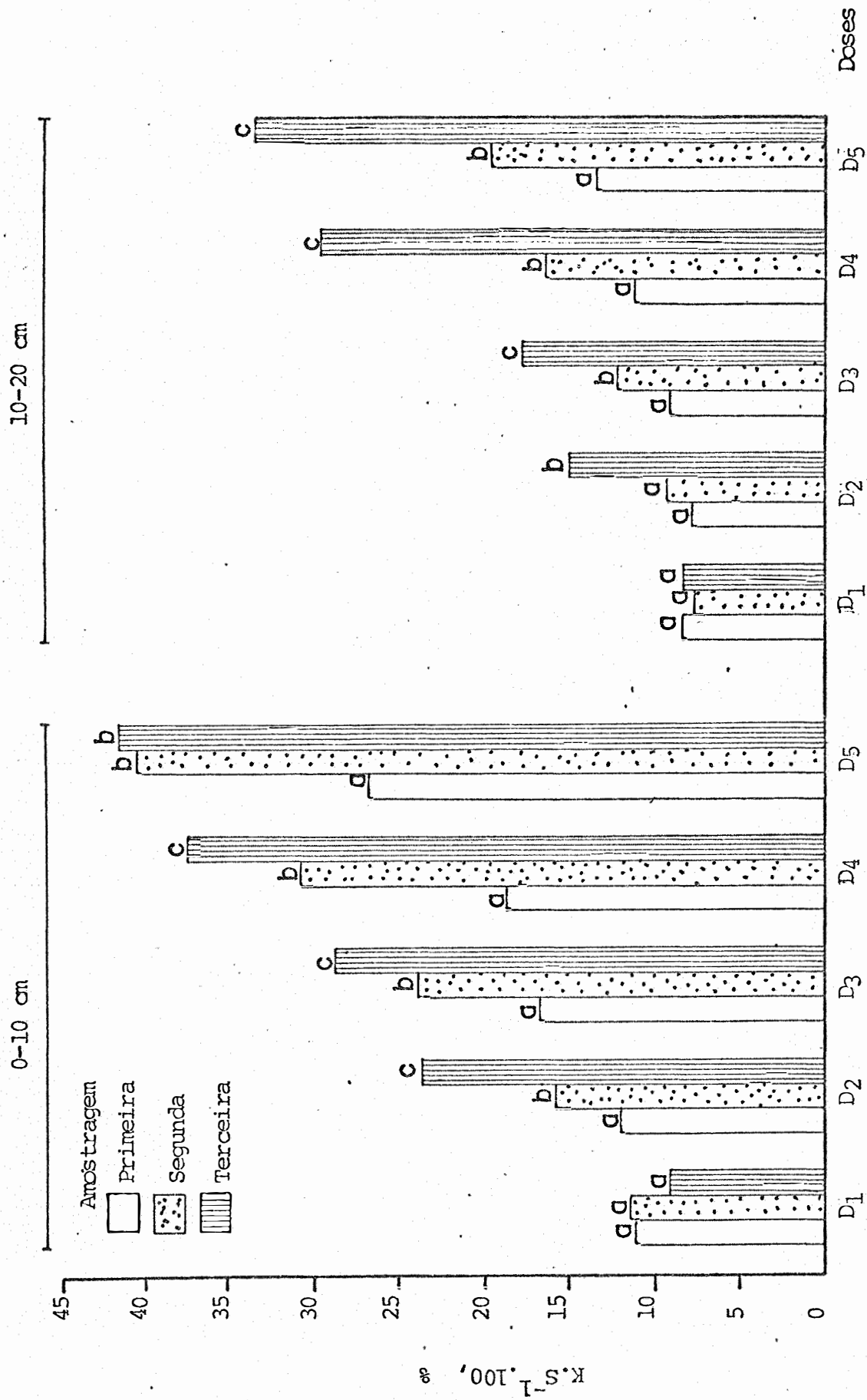


FIGURA 9 - Relações  $K.s^{-1}.100$  em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

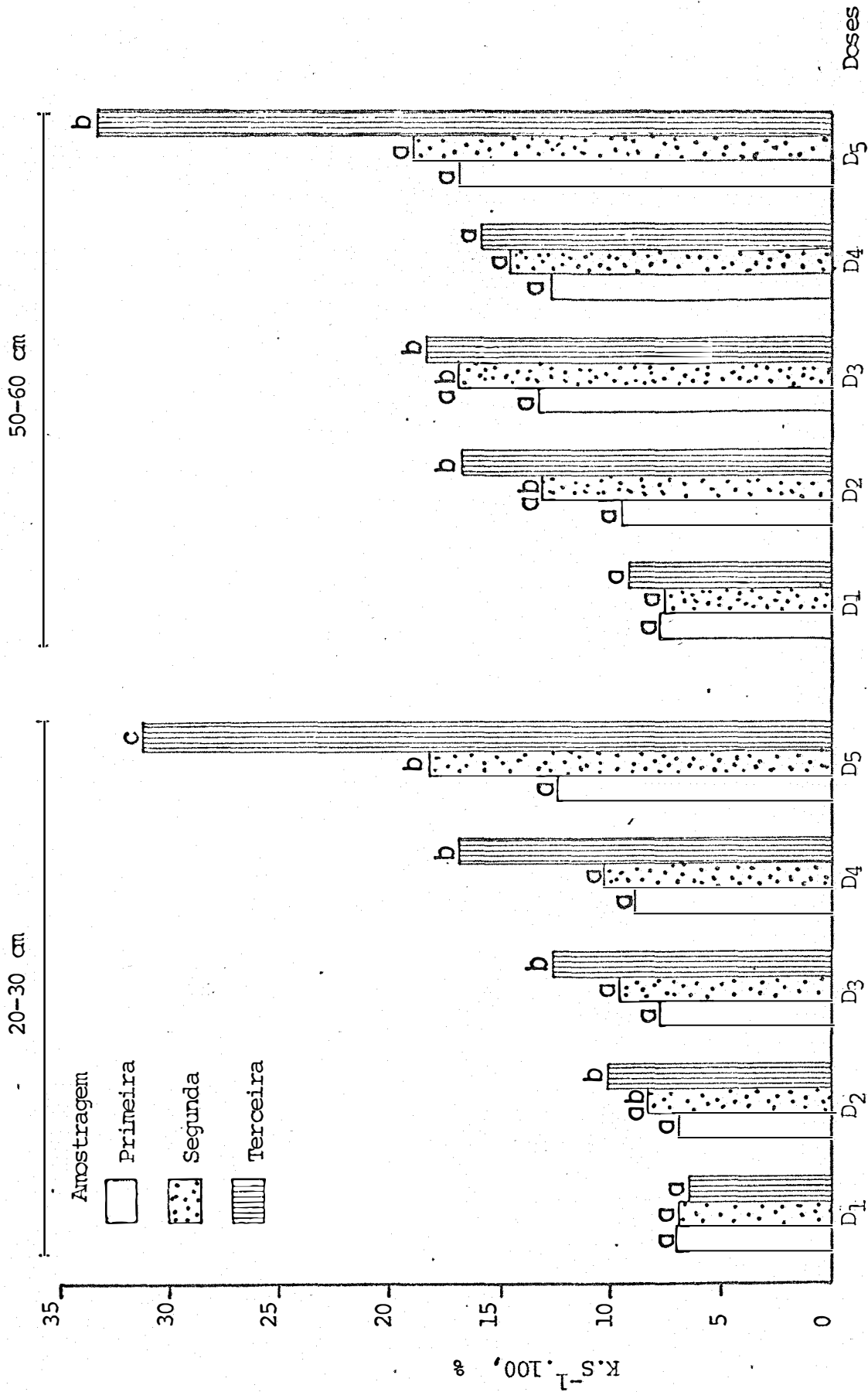


FIGURA 10 - Relações  $K.S^{-1}.100$  em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

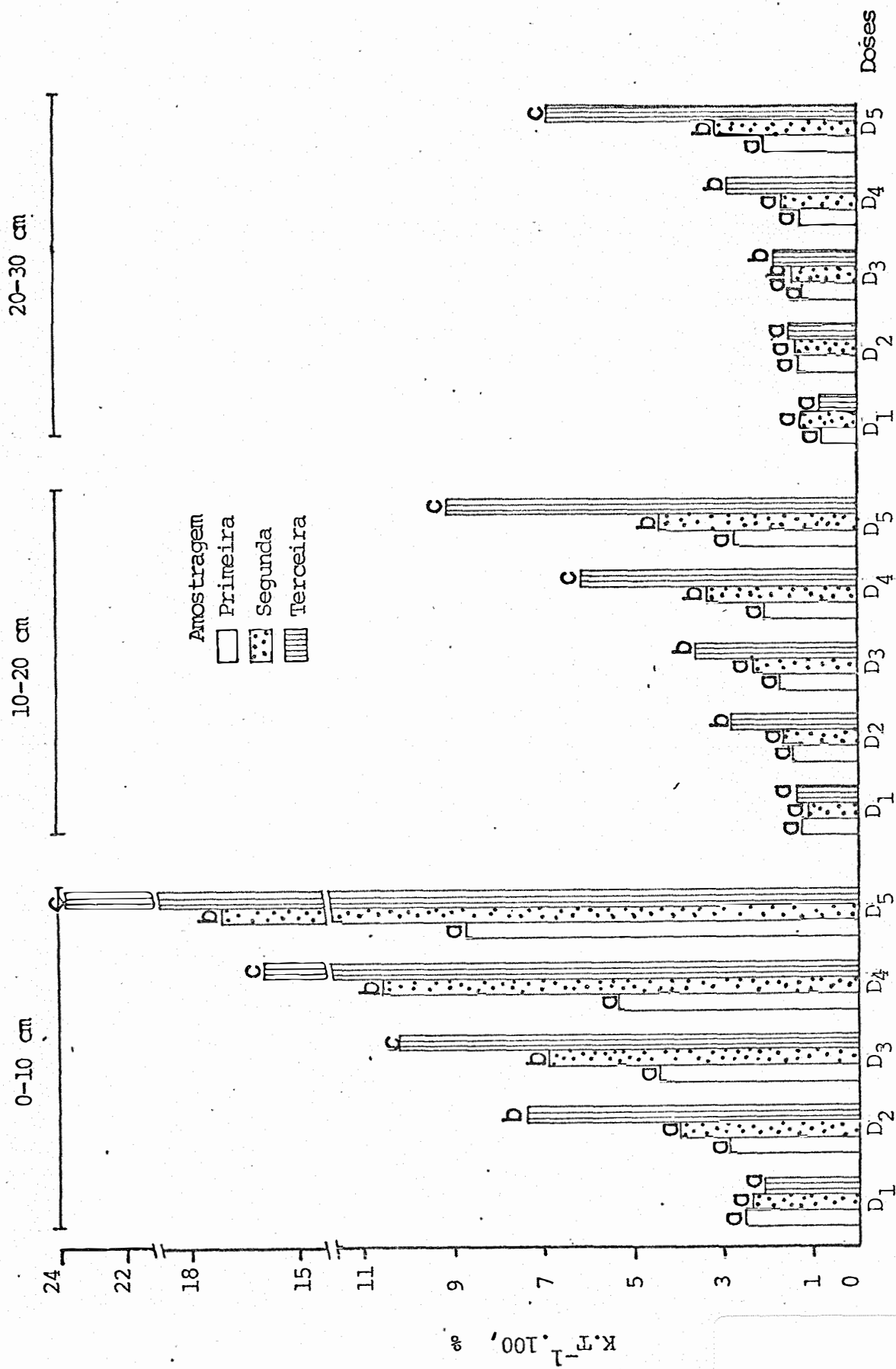


FIGURA 11 - Relações  $K.T^{-1}.100$  em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.



provoca influências recíprocas em termos de disponibilidade no solo, absorção e transporte na planta.

Neste sentido, Bear et alii (1945) citados por McLEAN (1984) sugeriram para um solo "ideal" uma saturação de potássio de 5%. Entretanto, os resultados apresentados na Figura 11, mostram que as doses de 600 e 1200 m<sup>3</sup>/ha de vinhaça, proporcionaram até a profundidade de 20 cm, valores acima daquele considerado ideal, podendo dessa maneira, induzir de equilíbrios nutricionais na cultura a ser instalada nesse solo.

Ainda com relação ao K, verifica-se através das Tabelas 3 a 5 que o comportamento das doses foi diferente dentro de cada condição estudada.

Nota-se na Figura 12, que até a profundidade de 20 cm, as concentrações desse cátion monovalente foram significativamente menores nos tratamentos que receberam as águas das chuvas e as doses mais elevadas de vinhaça.

Por outro lado, o fato das doses de vinhaça promoverem aumentos significativos nas concentrações de K até a profundidade de 60 cm (Figura 6), parece indicar que a entrada desse efluente no solo, ocorrendo a altos graus de umidade, é a maior responsável pela distribuição do elemento até essa profundidade, visto que ANDRIOLI (1982) e LOBATO (1984) observaram que o caminhamento desse nutriente somente ocorria quando os valores de umidade ( $\theta$ ) eram respectivamente superiores a 0,30 e 0,40 cm<sup>3</sup>. cm<sup>-3</sup>. Nota-se na Tabela 9, que nas

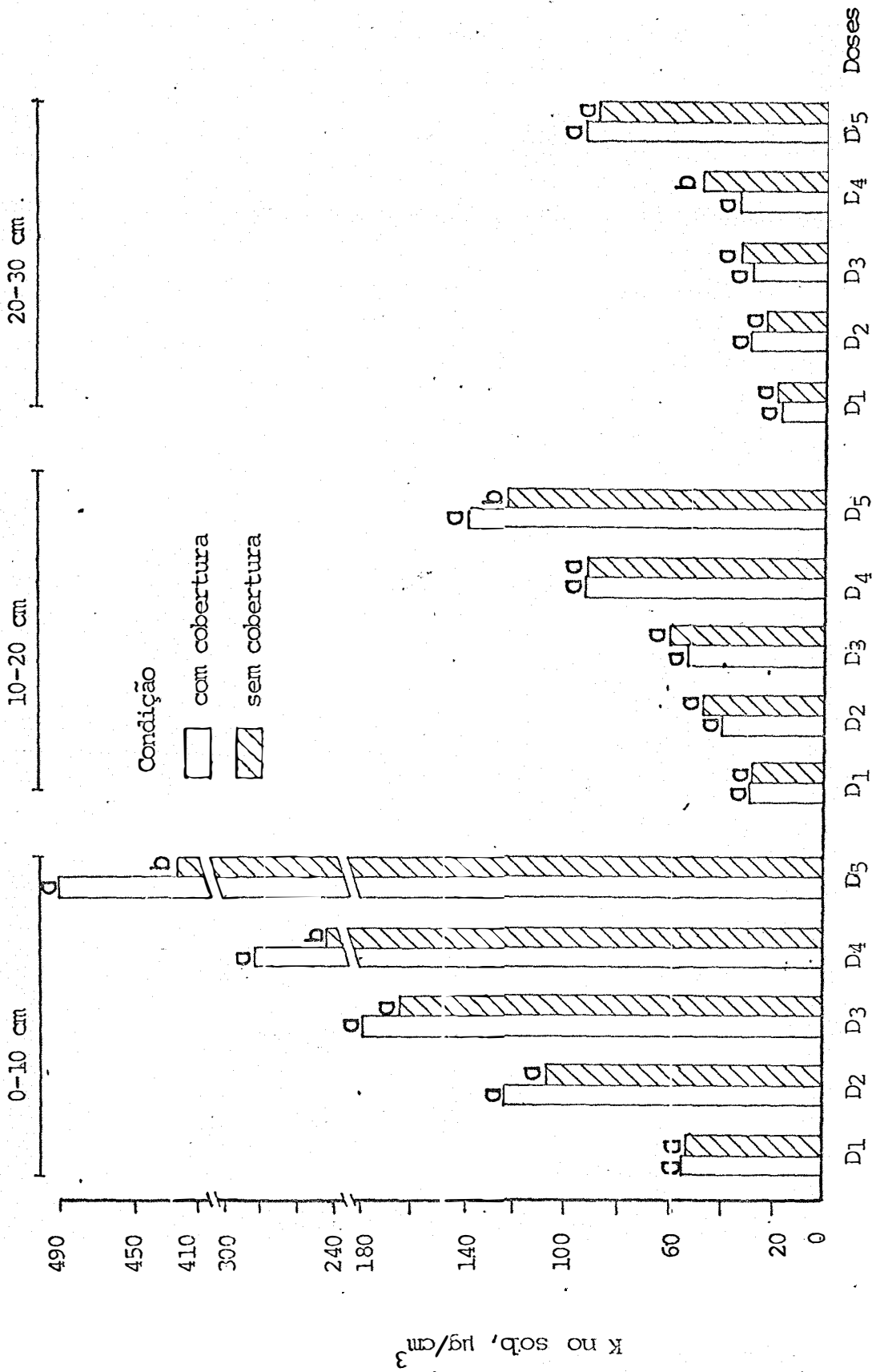


FIGURA 12 - Concentrações de potássio no solo em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e da presença ou ausência de cobertura plástica.

ca.

TABELA 9 - Variação da umidade ( $\theta = \text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) para função das épocas de amostragem e das camadas para as diferentes doses de vinhaça nas parcelas com cobertura plástica ( $C_1$ ) e sem cobertura plástica ( $C_2$ ):

		ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM															
		25/02		15/03		30/03		15/04		29/04		19/05		07/06		29/06	
Doses	Profundidade (cm)	$C_1$	$C_2$	$C_1$	$C_2$	$C_1$	$C_2$	$C_1$	$C_2$	$C_1$	$C_2$	$C_1$	$C_2$	$C_1$	$C_2$	$C_1$	$C_2$
$D_1$	5	0,182	0,153	0,162	0,193	0,121	0,158	0,109	0,183	0,110	0,191	0,111	0,139	0,101	0,201	0,103	0,143
	15	0,201	0,237	0,169	0,204	0,161	0,187	0,158	0,204	0,152	0,202	0,147	0,162	0,141	0,201	0,139	0,184
	25	0,203	0,225	0,188	0,206	0,154	0,181	0,154	0,201	0,155	0,211	0,154	0,179	0,150	0,230	0,152	0,172
	55	0,202	0,212	0,189	0,224	0,170	0,224	0,171	0,218	0,165	0,241	0,170	0,197	0,178	0,245	0,180	0,200
$D_2$	5	0,201	0,170	0,163	0,195	0,117	0,156	0,110	0,164	0,118	0,193	0,114	0,138	0,112	0,212	0,139	0,135
	15	0,226	0,203	0,182	0,201	0,163	0,181	0,161	0,190	0,160	0,200	0,139	0,169	0,131	0,220	0,179	0,178
	25	0,212	0,211	0,194	0,222	0,174	0,184	0,165	0,193	0,171	0,211	0,149	0,178	0,148	0,210	0,162	0,192
	55	0,204	0,203	0,189	0,219	0,177	0,204	0,179	0,202	0,170	0,212	0,168	0,194	0,165	0,222	0,184	0,195
$D_3$	5	0,192	0,172	0,168	0,155	0,106	0,161	0,104	0,172	0,109	0,201	0,110	0,134	0,111	0,211	0,137	0,149
	15	0,234	0,222	0,186	0,199	0,164	0,193	0,157	0,198	0,157	0,221	0,149	0,177	0,140	0,212	0,168	0,162
	25	0,161	0,163	0,171	0,211	0,159	0,191	0,156	0,189	0,162	0,213	0,147	0,169	0,130	0,233	0,153	0,175
	55	0,224	0,202	0,201	0,209	0,205	0,198	0,201	0,199	0,190	0,218	0,188	0,198	0,184	0,218	0,189	0,197
$D_4$	5	0,220	0,196	0,174	0,186	0,111	0,164	0,118	0,175	0,112	0,197	0,102	0,147	0,100	0,207	0,152	0,142
	15	0,221	0,213	0,184	0,261	0,168	0,177	0,169	0,201	0,146	0,210	0,148	0,168	0,143	0,221	0,184	0,175
	25	0,217	0,221	0,186	0,224	0,167	0,195	0,166	0,188	0,160	0,205	0,169	0,185	0,158	0,204	0,184	0,183
	55	0,215	0,213	0,200	0,212	0,194	0,208	0,186	0,197	0,180	0,213	0,168	0,188	0,169	0,223	0,200	0,195
$D_5$	5	0,241	0,237	0,165	0,183	0,113	0,201	0,114	0,189	0,119	0,192	0,113	0,145	0,115	0,231	0,162	0,174
	15	0,262	0,311	0,183	0,210	0,160	0,201	0,158	0,218	0,152	0,210	0,139	0,147	0,131	0,233	0,198	0,188
	25	0,224	0,223	0,187	0,207	0,174	0,196	0,169	0,198	0,165	0,204	0,147	0,168	0,138	0,205	0,194	0,187
	55	0,224	0,228	0,178	0,218	0,186	0,205	0,171	0,193	0,171	0,207	0,167	0,183	0,162	0,225	0,166	0,205

Continua...

Continuação

Doses	Profundi- dade (cm)	ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM															
		15/07		01/08		19/08		02/09		16/09		28/09		20/10		04/11	
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
D <sub>1</sub>	5	0,09	0,101	1,110	0,154	0,104	0,123	0,09	0,118	0,110	0,192	0,08	0,179	0,102	0,195	0,09	0,232
	15	0,135	0,162	0,138	0,173	0,136	0,162	0,130	0,158	0,127	0,225	0,131	0,191	0,127	0,220	0,119	0,258
	25	0,144	0,151	0,148	0,182	0,152	0,173	0,141	0,149	0,140	0,179	0,140	0,180	0,133	0,230	0,137	0,220
D <sub>2</sub>	55	0,170	0,195	0,189	0,201	0,191	0,199	0,187	0,191	0,167	0,204	0,165	0,195	0,158	0,192	0,141	0,230
	5	0,102	0,111	0,112	0,152	0,100	0,123	0,101	0,110	0,112	0,181	0,131	0,176	0,130	0,205	0,129	0,210
	15	0,165	0,148	0,159	0,174	0,139	0,175	0,141	0,151	0,135	0,197	0,128	0,182	0,121	0,218	0,117	0,223
D <sub>3</sub>	25	0,164	0,169	0,158	0,183	0,149	0,185	0,138	0,142	0,141	0,185	0,150	0,185	0,146	0,220	0,150	0,219
	55	0,178	0,181	0,180	0,194	0,178	0,189	0,175	0,173	0,163	0,190	0,162	0,189	0,161	0,230	0,172	0,221
	5	0,105	0,09	0,111	0,137	0,118	0,127	0,111	0,124	0,115	0,187	0,145	0,192	0,152	0,224	0,150	0,220
D <sub>4</sub>	15	0,143	0,142	0,152	0,168	0,149	0,165	0,141	0,152	0,137	0,195	0,131	0,201	0,130	0,220	0,133	0,217
	25	0,139	0,161	0,142	0,172	0,139	0,165	0,157	0,158	0,139	0,201	0,151	0,197	0,151	0,218	0,150	0,222
	55	0,191	0,184	0,190	0,195	0,191	0,193	0,179	0,172	0,168	0,200	0,170	0,205	0,174	0,213	0,162	0,218
D <sub>5</sub>	5	0,134	0,121	0,145	0,128	0,135	0,110	0,121	0,108	0,124	0,177	0,175	0,185	0,169	0,200	0,156	0,227
	15	0,162	0,153	0,169	0,178	0,158	0,168	0,151	0,158	0,141	0,187	0,175	0,194	0,170	0,211	0,162	0,232
	25	0,152	0,172	0,150	0,189	0,151	0,174	0,148	0,151	0,150	0,189	0,139	0,192	0,131	0,210	0,147	0,239
D <sub>5</sub>	55	0,200	0,175	0,198	0,178	0,196	0,184	0,191	0,179	0,175	0,195	0,185	0,194	0,169	0,215	0,171	0,213
	5	0,142	0,109	0,155	0,159	0,130	0,134	0,112	0,127	0,101	0,175	0,165	0,189	0,161	0,192	0,153	0,235
	15	0,182	0,104	0,174	0,180	0,157	0,159	0,153	0,152	0,140	0,182	0,155	0,200	0,181	0,220	0,173	0,240
D <sub>5</sub>	25	0,182	0,171	0,184	0,192	0,178	0,190	0,168	0,145	0,151	0,185	0,168	0,183	0,147	0,220	0,141	0,232
	55	0,189	0,192	0,179	0,194	0,180	0,189	0,180	0,184	0,173	0,189	0,189	0,194	0,174	0,220	0,173	0,246

amostragens efetuadas esses valores de  $\theta$  não foram atingidos.

Examinando-se a Figura 13, verifica-se que os teores de K foram inferiores nas parcelas sem cobertura plástica, para a terceira amostragem, a qual foi realizada durante o período chuvoso (Figura 14). Esse fato indica, que a frente de molhamento formada durante a infiltração da água da chuva, é outro fator importante no movimento descendente desse íon.

Considerações análogas podem ser feitas para as concentrações de Mg em função das condições e épocas de amostragem (Figura 15).

Neste sentido, Quinsenberry e Phillips (1978) citados por ESPINOZA e REIS (1982) verificaram que as maiores perdas de sais aconteceram durante o período de fluxo rápido de água, durante ou imediatamente após um evento de chuva ou irrigação, atribuindo esse fato à presença de macroporos e fraturas, não permitindo assim que a água passe através de uma fração significativa de massa do solo.

#### 4.4. Capacidade de troca catiônica e saturação em bases

Verifica-se através da Figura 16, que a dose mais elevada de vinhaça aumentou significativamente a capacidade de troca catiônica (T). Os incrementos nessa variável foram apenas observados na terceira amostragem (Figura 17), indicando o efeito cumulativo das doses de vinhaça.

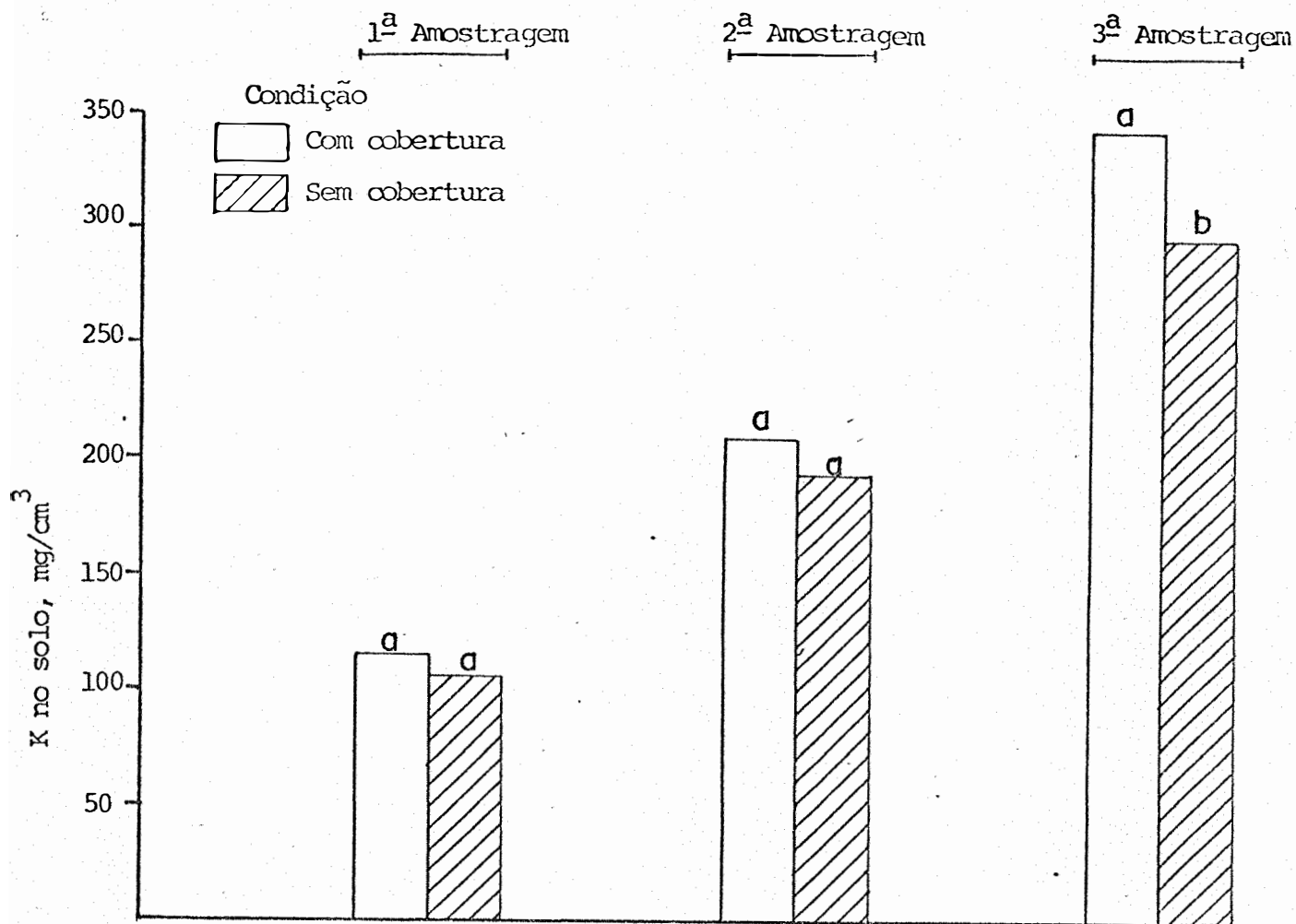


FIGURA 13 - Concentrações de potássio no solo, na camada de 0-10 cm, em função da presença ou ausência de cobertura plástica e das épocas de amostragens.

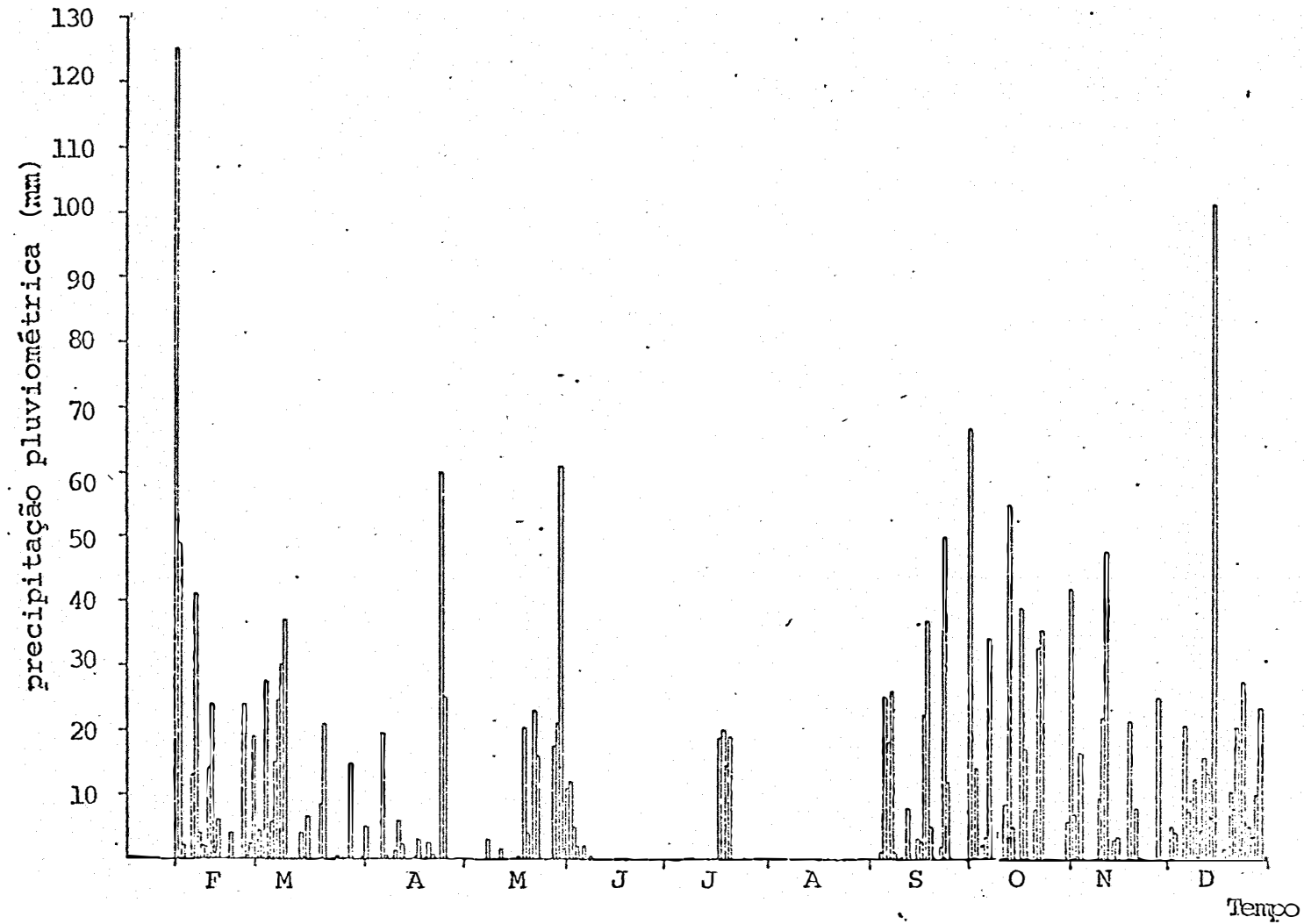


FIGURA 14 - Dados de Precipitação pluviométrica diária durante o período experimental.

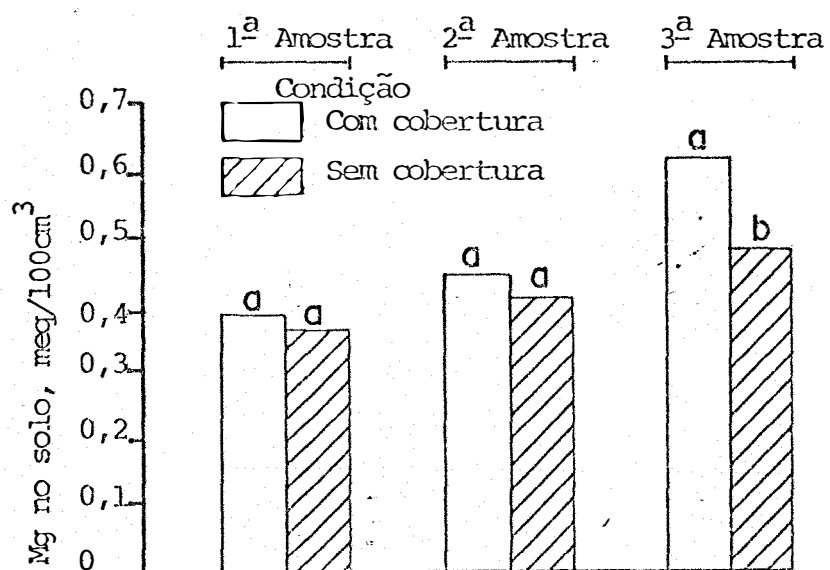


FIGURA 15 - Concentrações de magnésio no solo, na camada de 0-10 cm, em função da presença ou ausência de cobertura plástica e das épocas de amostragem,



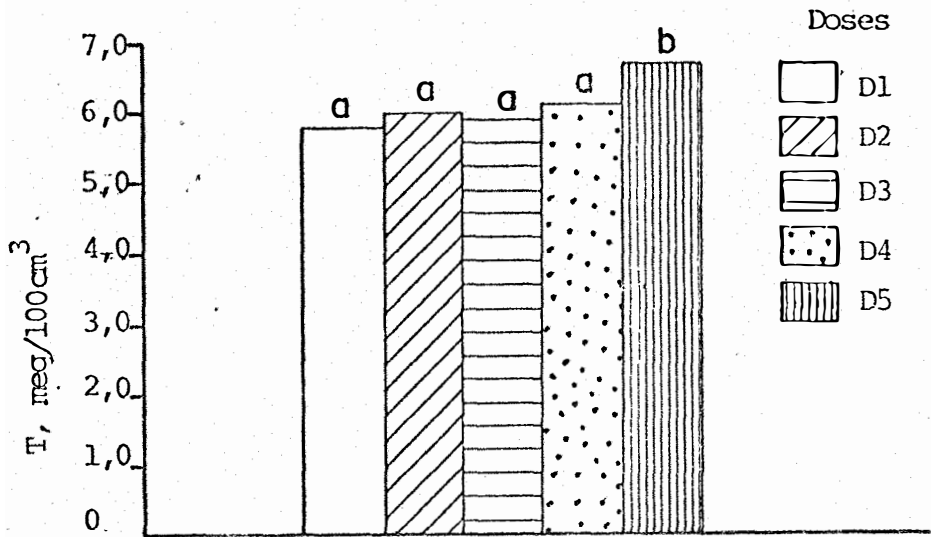


FIGURA 16 - Capacidade de troca de cátions no solo na camada de 0-10 cm.

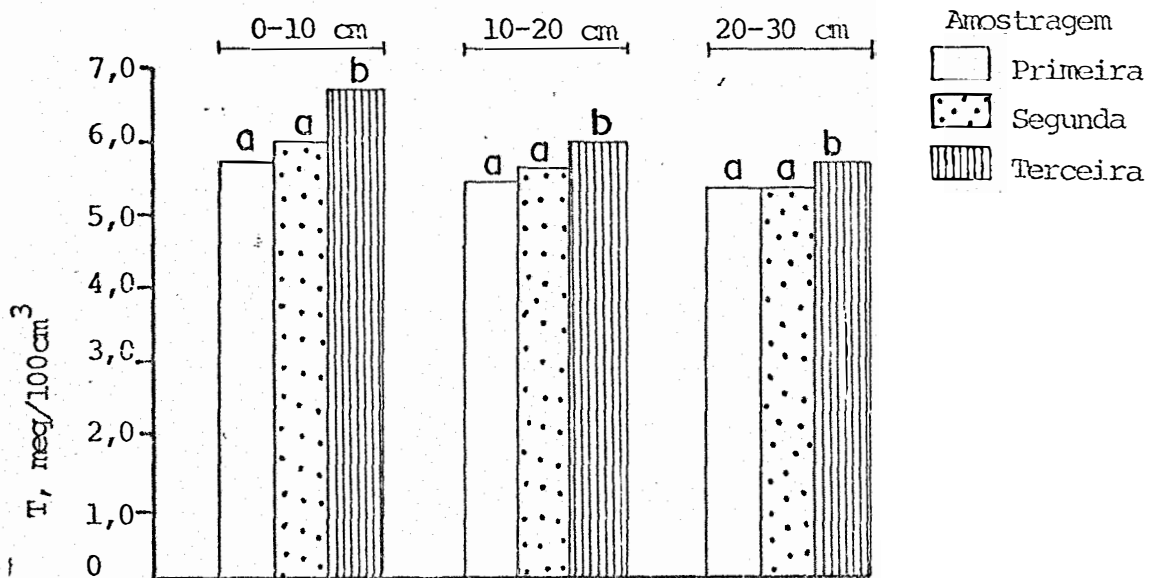


FIGURA 17 - Capacidade de troca de cátions no solo em diferentes camadas, em função das épocas de amostragem.

Entretanto, considerando-se que os teores de matéria orgânica não aumentaram significativamente com a aplicação das doses crescentes de vinhaça e a metodologia utilizada na determinação da acidez potencial ( $H + Al$ ), os incrementos observados nos valores de T deve-se a presença de sais em solução e não a um aumento de cargas negativas do solo.

Por outro lado, a elevação nos teores de potássio fizeram com que a saturação em bases (V%) fosse alterada significativamente (Figuras 18 a 20).

Deve-se ressaltar entretanto, que na camada de 0-10 cm existe também a contribuição do Ca e Mg elevando os valores de V.

A discussão para o K no ítem 4.3. é válida tambiém para a saturação em bases do solo, em vista da relação direta observada entre essas variáveis.

Incrementos nos valores da capacidade de troca catiônica e saturação em bases do solo, também foram observados por VALSECHI e GOMES (1954), BRIEGER (1977), AGUJARO (1979), CAMARGO et alii (1983), COLETI et alii (1983), SENGIK (1983) e MAZZA (1985).

#### 4.5. Caracterização do meio poroso

O meio poroso do solo avaliado através da densidade global, porosidade total calculada, e macro e microporosidade não foi influenciado pelas doses de vinhaça utilizada.

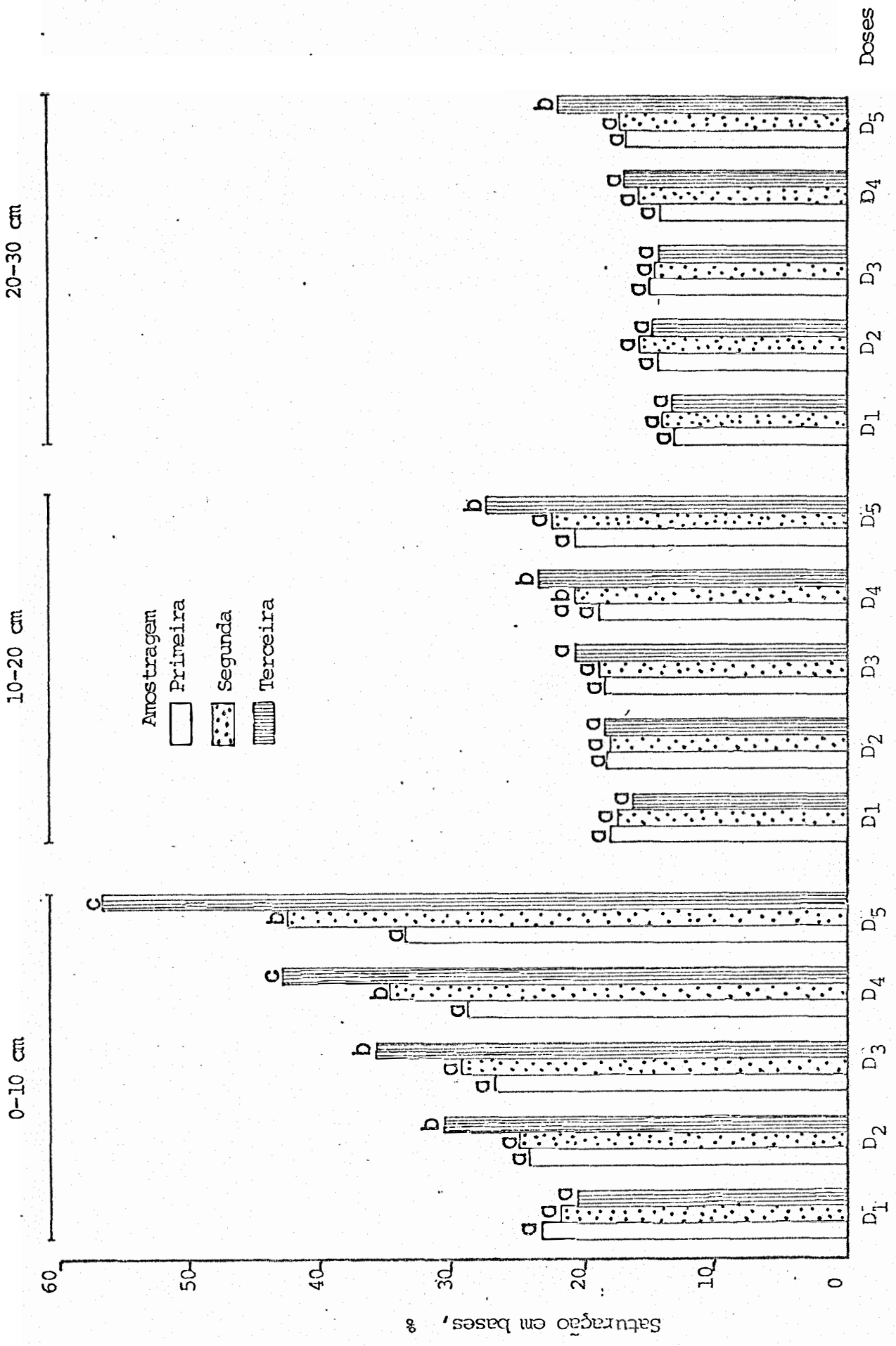


FIGURA 18 - Saturação de Bases no solo em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

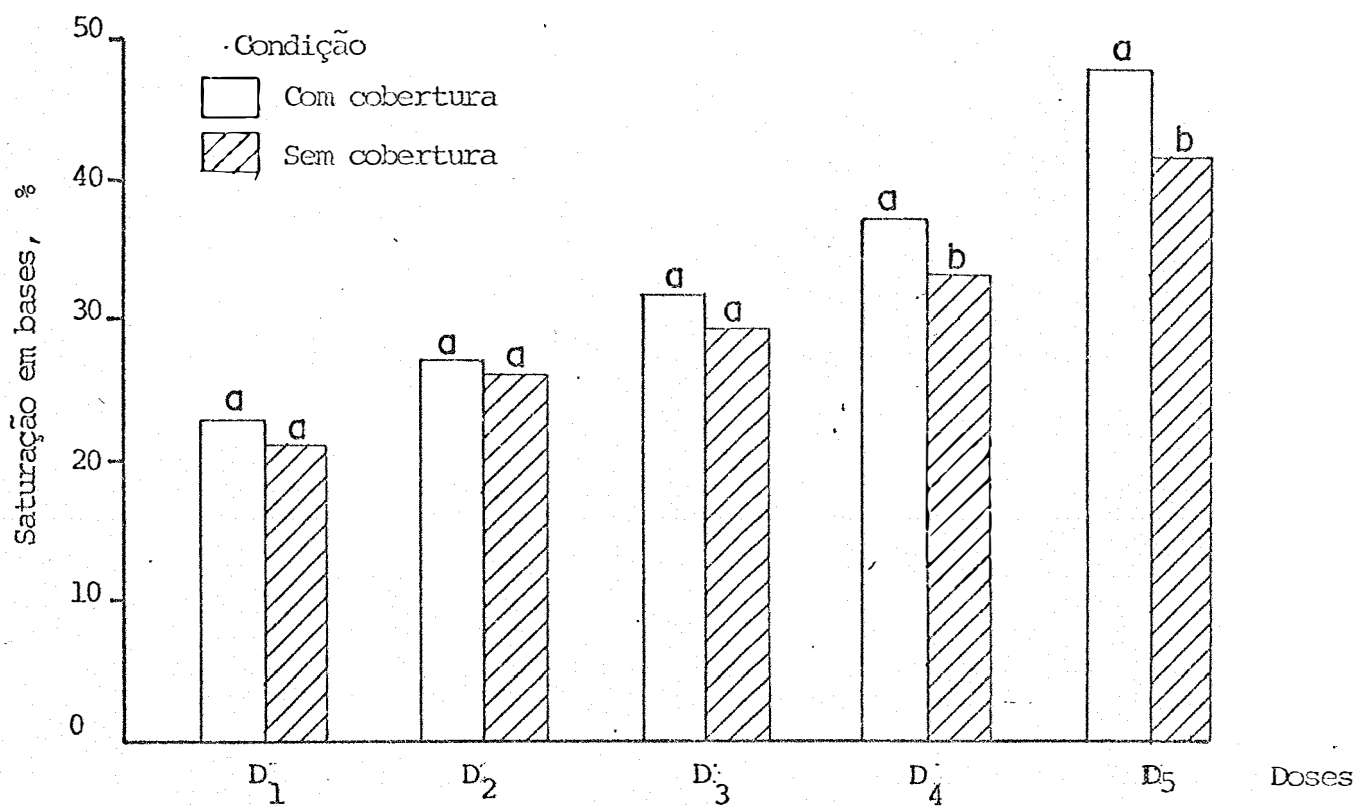


FIGURA 19 - Saturação de bases no solo, na camada de 0-10 cm, em função das doses de vinhaça e da presença ou ausência de cobertura plástica.

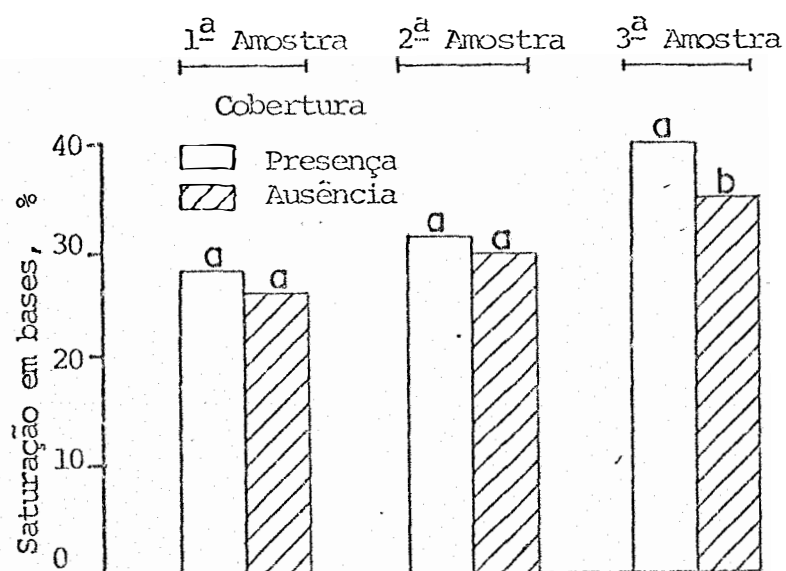


FIGURA 20 - Saturação de bases no solo, na camada de 0-10 cm, em função das épocas de amostragem e da presença ou ausência de cobertura plástica.

TABELA 10 - Resultados das análises físicas do solo em diferentes camadas.

TAMANHO DE PARTÍCULAS	0 - 10 cm		10 - 20 cm		20 - 30 cm		30 - 40 cm		40 - 50 cm		50 - 60 cm		60 - 70 cm		70 - 80 cm		80 - 90 cm		90 - 100 cm	
	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural	Granulometria Natural
1	7,00	44,0	10,5	22,0	2,64	1,67	76,4	9,25	42,0	3,1	34,3	2,61	1,67	75,8	6,42	49,1	12,7	35,4	2,82	1,56
2	6,55	9,32	11,5	31,2	2,61	1,46	73,1	6,50	43,5	8,0	36,7	2,62	1,45	76,5	7,39	46,6	12,9	34,7	2,63	1,55
3	7,12	9,80	10,8	33,0	2,59	1,45	75,3	7,80	41,7	8,4	37,3	2,59	1,45	75,4	5,60	48,1	13,0	34,3	2,61	1,53
4	7,00	9,16	11,5	31,5	2,59	1,46	77,6	6,75	41,8	7,4	34,3	2,63	1,53	71,3	6,83	46,7	13,2	33,4	2,63	1,53
5	7,12	9,16	11,5	31,5	2,59	1,46	77,2	6,90	42,6	7,8	34,5	2,65	1,52	75,4	7,51	48,2	13,0	35,2	2,64	1,54
6	7,58	9,56	12,0	33,2	2,59	1,46	78,1	7,05	42,8	8,7	34,1	2,62	1,50	76,4	7,38	47,3	13,1	34,2	2,62	1,52
7	7,12	9,56	12,0	33,2	2,59	1,46	79,7	6,65	42,7	8,6	34,1	2,60	1,49	77,5	7,44	46,1	12,5	33,5	2,63	1,54
8	7,58	9,56	12,0	33,2	2,61	1,45	79,1	6,55	42,7	8,6	34,1	2,60	1,49	77,5	7,44	46,1	12,5	33,5	2,63	1,54
9	7,58	9,56	12,0	33,2	2,62	1,45	79,8	6,50	43,4	9,1	35,3	2,63	1,49	76,3	7,32	47,3	13,0	33,6	2,63	1,54
10	7,12	9,41	12,0	35,2	2,65	1,43	76,5	6,80	42,5	7,9	34,5	2,61	1,50	79,3	6,56	46,4	13,6	34,7	2,61	1,54
11	7,12	9,41	12,0	35,2	2,60	1,46	79,0	7,00	43,5	8,1	35,4	2,62	1,51	77,4	6,87	47,5	13,9	33,6	2,59	1,54
12	6,75	9,50	12,1	34,0	2,63	1,46	75,9	7,50	42,0	9,1	33,9	2,65	1,51	79,1	6,56	45,0	12,4	36,6	2,61	1,54
13	7,12	9,56	12,0	33,2	2,60	1,46	72,7	8,65	41,1	9,0	32,1	2,60	1,50	77,4	7,17	47,9	12,4	33,5	2,53	1,54
14	7,12	9,56	12,0	33,2	2,61	1,43	75,6	7,10	42,7	9,1	32,5	2,60	1,49	76,2	7,18	48,8	12,6	35,2	2,63	1,53
15	7,12	9,56	12,0	33,2	2,63	1,35	74,2	8,80	42,0	7,9	36,1	2,59	1,50	80,1	6,41	47,5	13,6	35,9	2,65	1,53
16	7,12	9,56	12,0	33,2	2,59	1,42	73,8	8,13	43,3	8,6	34,7	2,63	1,49	77,8	6,89	47,3	12,1	35,2	2,62	1,53
17	7,12	9,56	12,0	33,2	2,62	1,44	79,0	6,28	41,7	7,9	32,5	2,61	1,52	79,2	6,41	47,0	12,8	34,2	2,62	1,53
18	7,12	9,56	12,0	33,2	2,58	1,45	77,0	7,33	42,3	7,4	35,9	2,61	1,49	77,3	7,24	47,7	12,5	34,2	2,62	1,53
19	7,12	9,56	12,0	33,2	2,59	1,45	77,5	6,86	41,4	8,1	33,3	2,58	1,51	78,2	6,46	49,0	12,9	34,2	2,61	1,54
20	7,12	9,56	12,0	33,2	2,63	1,45	77,4	6,98	42,2	7,7	34,5	2,57	1,49	76,5	6,95	49,7	12,5	35,2	2,63	1,51
21	7,12	9,56	12,0	33,2	2,60	1,47	78,0	6,75	41,1	8,0	33,1	2,60	1,53	76,4	7,51	48,8	13,1	35,7	2,64	1,53
22	7,12	9,56	12,0	33,2	2,64	1,43	76,4	7,37	42,4	7,4	35,2	2,60	1,49	76,6	7,25	48,1	12,4	36,5	2,62	1,53
23	7,12	9,56	12,0	33,2	2,62	1,45	78,0	6,84	41,6	9,3	32,3	2,59	1,51	78,3	6,66	48,5	12,7	35,7	2,62	1,54
24	7,12	9,56	12,0	33,2	2,64	1,43	77,2	7,60	41,7	8,3	33,4	2,59	1,54	76,6	6,66	46,6	12,7	35,7	2,62	1,54
25	7,12	9,56	12,0	33,2	2,62	1,46	76,3	7,20	41,7	7,8	33,9	2,61	1,52	77,4	6,97	47,0	13,3	33,9	2,62	1,55
26	7,12	9,56	12,0	33,2	2,59	1,47	75,8	7,43	42,9	8,7	33,7	2,61	1,49	77,8	7,20	46,5	13,1	34,4	2,59	1,53
27	7,12	9,56	12,0	33,2	2,59	1,47	78,4	7,41	42,2	9,1	33,0	2,61	1,49	76,3	6,88	48,1	13,2	35,8	2,60	1,53
28	7,12	9,56	12,0	33,2	2,61	1,47	78,4	5,93	42,5	8,8	33,7	2,57	1,49	76,4	7,42	47,1	12,9	34,2	2,59	1,53
29	7,12	9,56	12,0	33,2	2,57	1,45	75,5	7,80	41,5	8,1	33,4	2,53	1,51	75,3	6,23	47,5	12,0	35,5	2,61	1,53

10 - ANE REPRODUTIVO

das em nenhuma profundidade estudada como pode ser observado nas tabelas 10. Estes resultados são concordantes com os obtidos por REZENDE (1979) e contrariam os de CESAR e MANFRINATO (1954) e RANZANI (1956). Uma das explicações para tal fato pode ser atribuído a não variação nos teores de matéria orgânica do solo em função da aplicação das doses crescentes de vinhaça (Tabelas 3 a 5). Por outro lado de acordo com CAMARGO et alii (1983), os microrganismos quando metabolizam açúcares de cadeia pequena, presentes em grande quantidade na vinhaça, excretam uma mucilagem que tem efeito marcante na aglutinação das partículas do solo. Fato este confirmado por estes autores. Entretanto apesar de constatarem uma melhor estruturação nas glebas que receberam vinhaça, observaram que a porosidade e densidade global do solo apresentaram uma redução e um aumento respectivamente nos seus valores, o que atribuíram a tráfego intensos.

As condições de solo sem vegetação e sem cultivo pode contribuir para uma alteração no sistema poroso REZENDE (1979). Assim como no presente estudo estas condições foram mantidas, os efeitos benéficos introduzidos, durante a decomposição da matéria orgânica da vinhaça, (CAMARGO et alii, 1985), possivelmente pode ter sido neutralizadas por aqueles outros efeitos.

Desta maneira, questiona-se a recuperação de solos depauperados fisicamente, através da utilização de doses racionais de vinhaça.

#### 4.6. Argila natural e grau de flocculação

Apesar da vinhaça ter promovido incrementos nos teores do potássio no solo e na sua saturação do complexo sor<sub>tivo</sub> e deste apresentar características dispersantes (CAMARGO et alii, 1983) o estado de flocculação das argilas do solo não foi afetado pelas doses de vinhaça utilizadas, em nenhuma pro<sub>fundidade</sub> estudada conforme se verifica na Tabela 10. Resulta<sub>dos</sub> semelhantes foram obtidos por REZENDE (1979) e SENG<sub>IK</sub> (1983).

O efeito do potássio como agente dispersante po<sub>de</sub> ter sido neutralizado, principalmente na camada superfi<sub>cial</sub> do solo, pelos efeitos flocculantes do cálcio e do magné<sub>sio</sub> (BAVER et alii, 1972 e RUSSELL, 1973), que aumentaram sig<sub>nificativamente</sub> naquela camada. Deve-se salientar também que a interação de outros fatores tais como pH, teor de matéria orgânica (camargo, et alii, 1983), concentração de cátions, textura, natureza da argila do solo (RIBEIRO et alii, 1983, RIBEIRO e SENG<sub>IK</sub>, 1983) afetam consideravelmente o estado de flocculação e dispersão da argila.

Nas parcelas em que foram empregados os trata<sub>mentos</sub> C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, embora apresentando teores de água diferen<sub>tes</sub> (Tabela 9), não apresentaram diferenças nos valores de ar<sub>gila</sub> natural e conseqüentemente nos de grau de flocculação ta<sub>bela</sub> 10. Isto parece indicar mais uma vez que o comportamen<sub>to</sub>



to do estado de floculação ou dispersão da argila é mais de dependente da interação conjunta de fatores, do que a ação de fatores isolados.

#### 4.7. Condutividade elétrica

Os resultados referentes a condutividade elétrica estão contidos nas Tabelas 3, 4, 5 e 8.

A aplicação das doses crescentes da vinhaça elevou significativamente os valores de condutividade elétrica do solo, até a profundidade de 30 cm, como pode ser observado na Figura 21. Verifica-se ainda nesta que os aumentos foram proporcionais as doses do resíduo utilizadas, diminuindo a amplitude dos aumentos em profundidade. O maior incremento nos valores desta variável foi averiguado para o tratamento  $D_5 C_1 E_3$  que atingiu 1,672 mmhos/cm na profundidade de 0-10 cm (Tabela 3) significando uma elevação de 7,6 vezes em relação ao tratamento  $D_1 C_1 E_3$ .

Estudos realizados por RANZANI (1956), REZENDE (1974), ROSSIELLO et alii (1981). SANTOS et alii (1981) e MAZZA (1985) também constataram aumentos nos valores de condutividade elétrica em função da aplicação de doses crescentes de vinhaça no solo.

As equações de regressões  $y = 0,1522x + 0,0017$

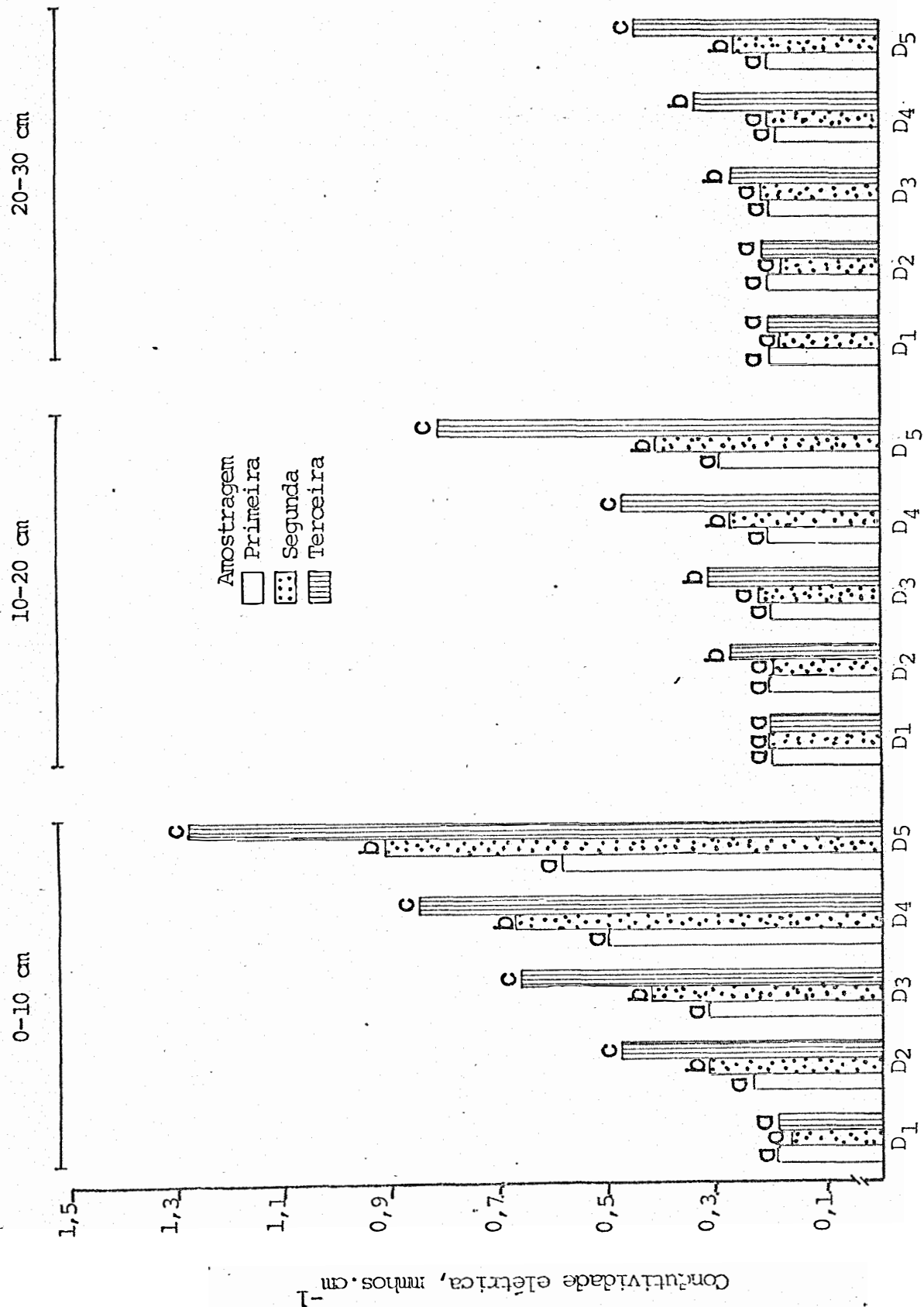


FIGURA 21 - Condutividade elétrica no solo em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e das épocas de amostragem.

com  $r = 0,86^{**}$  para 0-10 cm,  $y = 0,8830x + 0,0029$  com  $r = 0,97^{**}$  para 10-20 cm e  $y = 0,1529x + 0,0019$  com  $r = 0,91^{**}$  para 20-30 cm de profundidade, onde  $y =$  valores da condutividade elétrica (mmhos/cm a  $25^{\circ}\text{C}$  e  $x =$  concentrações de potássio no solo ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) vem indicar que a elevação da condutividade se deu em grande parte devido ao incremento do potássio no solo, corroborando os resultados obtidos por REZENDE (1979) e CAMARGO et alii (1983).

Para correlacionar os resultados obtidos neste estudo com efeitos na produção de cana-de-açúcar, adotou-se a relação  $\text{CE}(1:1) = 0,5 \text{ C.E. (E.S.)}$  proposta por MOLEN e HOORN (1980), onde  $\text{CE}(1:1)$  é a condutividade elétrica no extrato de solo-água 1:1 e C.E. (E.S.) é a determinada no extrato de solo saturado. Dessa maneira, multiplica-se por 2 os resultados de condutividade elétrica contidas nas tabelas 3, 4, 5 e 8.

Portanto, adotando o nível crítico de FLOGLIATA e ASO (1965) igual a 1,2 mmhos/cm (E.S.), acima do qual provoca drásticas reduções na velocidade de crescimento da cana-de-açúcar e no seu teor de sacarose, observa-se na Tabela 3 que este valor já foi atingido nas parcelas que receberam o tratamento  $\text{D}_3\text{C}_1\text{E}_2$ , para a camada de 0-10 cm. Por outro

lado o nível crítico igual a 3,3 mmhos/cm (E.S.) citado por FAO (1979), acima do qual ocorre drásticas reduções na produção, somente foi alcançado nas parcelas com os tratamentos  $D_5C_1E_3$  que elevou a condutividade elétrica no extrato saturado para 3,34 mmhos/cm na profundidade de 0-10 cm.

Deve-se salientar, entretanto, que em nenhum tratamento utilizado não foi atingido o valor de 4,0 mmhos/cm no extrato saturado, o qual se constitui em um dos critérios adotados para classificação de solos salinos.

A condutividade elétrica apresentou um comportamento diferente em relação as épocas da amostragem (Figura 21). Observa-se através desta que a terceira amostragem apresenta os maiores valores daquela variável nos primeiros 30 cm para todas as doses utilizadas, exceção feita para a dose  $D_2$  de 20-30 cm de profundidade. Os maiores valores averiguados nesta época é uma consequência das aplicações sucessivas da vinhaça, apesar desta amostragem ser realizada no período chuvoso Figura 14, concordando com os resultados obtidos por CARMARGO et alii (1983) e discordando com os de ORLANDO FILHO et alii (1983).

Neste sentido LEME et alii (1981), BAPTISTELLA

et alii (1981) e ROSENFELD et alii (1983), verificaram que a vinhaça elevou os valores de condutividade elétrica logo após a sua aplicação, retornando os aos níveis originais após a estação chuvosa.

A importância da precipitação pluviométrica na diminuição da condutividade elétrica em solos que recebeu vinhaga é mostrado nas Figuras 22 e 23. Assim através da Figura 23 verifica-se que o seu valor é o dobro para a dose de  $600 \text{ m}^3/\text{ha}$  quando se compara os dados obtidos nos tratamentos com e sem cobertura para a camada de 0-10 cm.

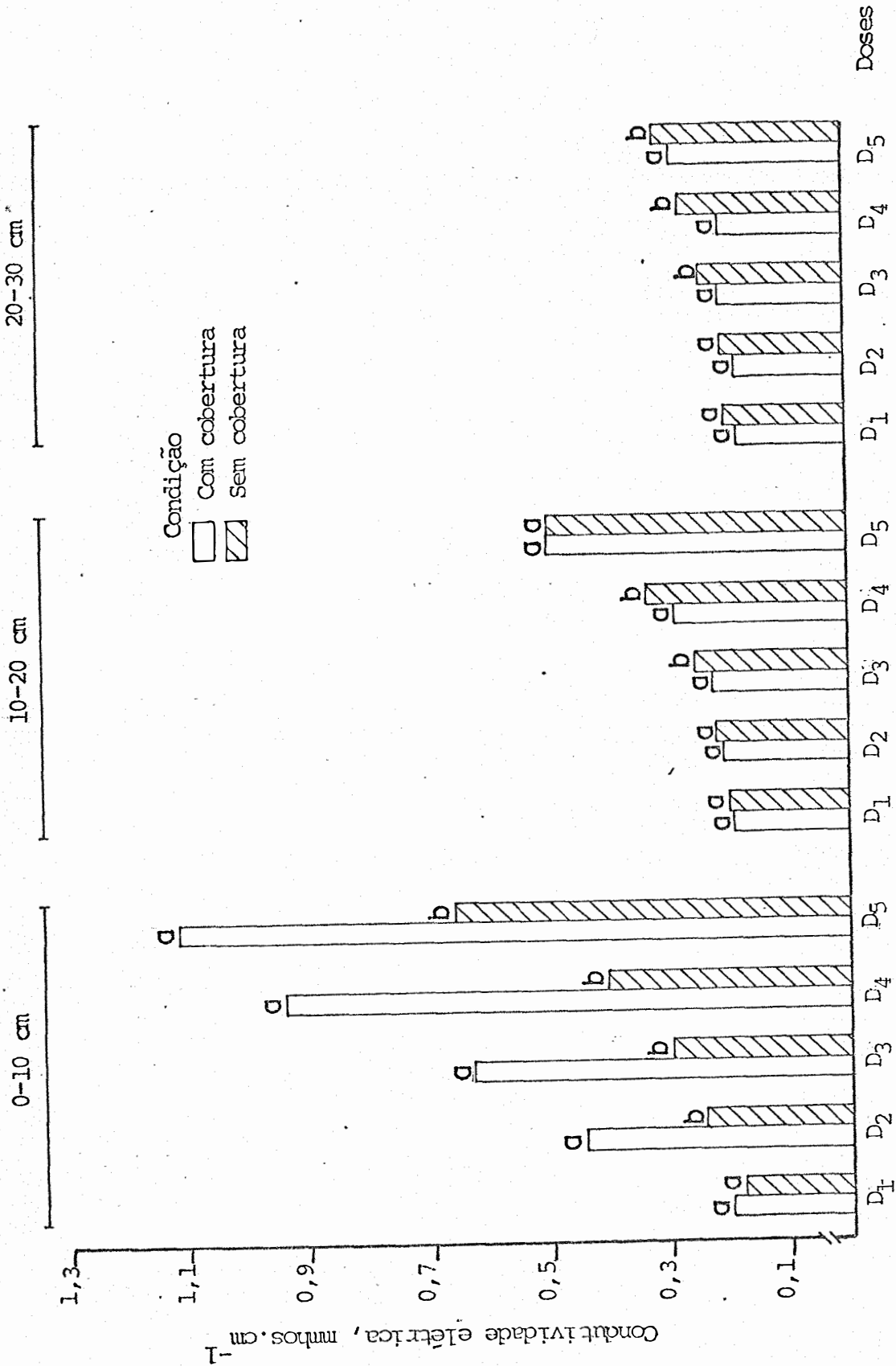


FIGURA 22 - Condutividade elétrica no solo em diferentes camadas, em função das doses de vinhaça e da presença ou ausência de cobertura plástica.

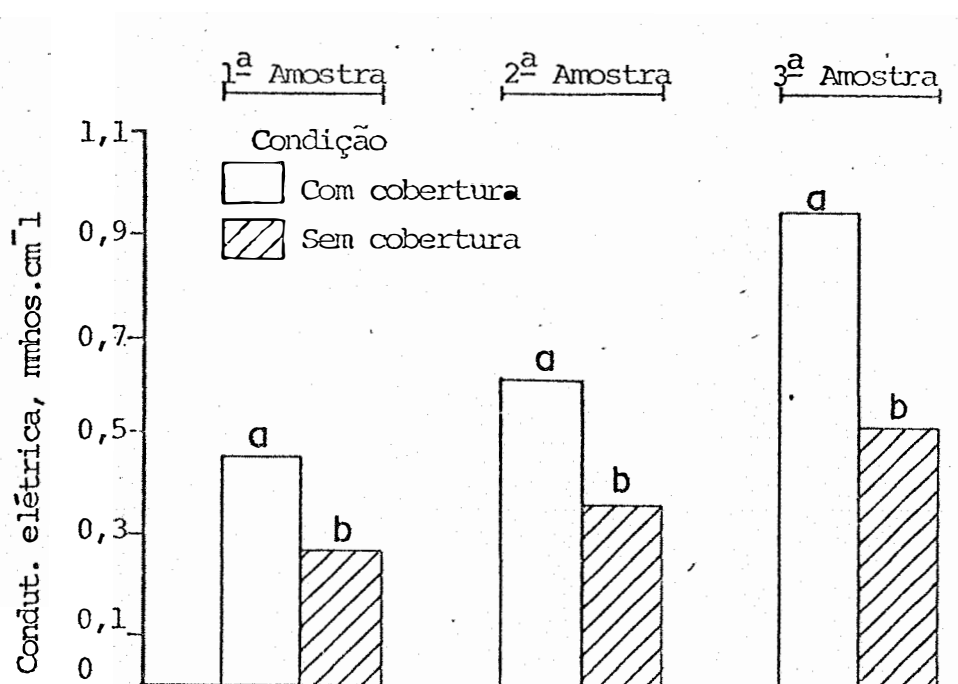


FIGURA 23 - Condutividade elétrica no solo, na camada de 0-10 cm, em função das épocas de amostragem e da presença ou ausência de cobertura plástica.

## 5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que:

a) a densidade global, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, grau de flocculação, os teores de matéria orgânica e fósforo não foram alterados significativamente pelos tratamentos utilizados.

b) o teor de sais foi aumentado em função das doses crescentes de vinhaça até 30 cm de profundidade.

c) os tratamentos com vinhaça que receberam águas das chuvas apresentaram uma diminuição nos teores de sais, principalmente na camada de 0-10 cm.

d) as doses de vinhaça significativamente as concentrações de Ca, Mg e K até as profundidades de 10, 30 e 60 cm respectivamente e reduziram os teores de H + Al nos primeiros 10 cm.



pectivamente e reduziram os teores de H+Al nos primeiros 10 cm.

e) as águas das chuvas não afetaram significativamente nos teores de Mg e K do solo a partir de 10 e 30 cm respectivamente.

f) o comportamento dos valores da soma de bases, saturação de bases,  $K.S^{-1} \cdot 100$ ,  $K.T^{-1} \cdot 100$  para os diferentes tratamentos é função principalmente das alterações ocorridas nos teores de K.

## 6. LITERATURA CITADA

AGUJARO, R., 1979. Uso da vinhaça na Usina Tamoio como fertilizante. Saccharum -STAB, 2: 23-27.

ALMEIDA, J.R., 1952. O problema da vinhaça em São Paulo. Piracicaba, Instituto Zimotécnico. 9p. (Boletim, 3).

ALMEIDA, J.R., 1953. Interferência dos fungos na adubação do solo pela vinhaça. Piracicaba, Instituto Zimotécnico. 10 p. (Boletim, 5).

ALMEIDA, J.R., 1962. Composição, proporção e aplicação da vinhaça. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA, 3<sup>a</sup>, Piracicaba, Instituto Zimotécnico. p. 370-383.

ALMEIDA, J.R.; RANZANI, G.; VALSECHI, O., 1950. La vinasse dans l'agriculture. Piracicaba, Instituto Zimotécnico. 21 p. (Boletim, 1).

AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; VELLOSO, A.C.X.; LEAL, J.R.; ROSSIEL  
LO, R.O.P., 1983. Denitrificação e imobilização de nitrogê  
nio em solo tratado com vinhaça. R. bras. Ci. Solo, 7: 263  
-268.

ANDRIOLI, I., 1982. Movimento da vinhaça no solo Podzolizado  
Lins e Marília var. Marília. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 89  
p. (Dissertação de Mestrado).

BAPTISTELLA, J.R.; LEME, E.J.A.; ROSENFELD, U., 1981. Estu  
do de doses de vinhaça aplicadas por aspersão em cana-de-  
açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2ª, Rio de Janei  
ro. Anais. v. 1, p. 215-234.

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R., 1972. Soil Phy  
sics. 4th ed., New York, John Wiley. 498 p.

BEAUCLAIR, E.G.F., 1984. Adubação verde e aplicação de matê  
ria orgânica no cultivo da cana-de-açúcar. In: COPERSUCAR.  
Reunião Técnica Agronômica: Manejo da adubação na cultura da  
cana-de-açúcar. p. 40-47.

BRIEGER, F., 1977. Observações sobre a distribuição de vinha  
ça de caldo de destilaria do Estado de São Paulo. Brasil  
Açucareiro, 90: 23-30.

CALDAS, H.E., 1960a. Calda de destilaria como fertilizante. Recife, Instituto Agronômico do Nordeste. 107 p. (Boletim, 10).

CALDAS, H.E., 1960b. Os fenômenos microbiológicos nos solos tratados com calda de destilaria. Recife, Instituto Agronômico do Nordeste. 107 p. (Boletim, 10).

CAMARGO, D.A.; VALADARES, J.M.A.S.; GERALDI, R.N., 1983. Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo. Campinas, Instituto Agronômico. 30 p. (Boletim técnico, 76).

CAMARGO, R., 1954. O desenvolvimento da flora microbiana nos solos tratados com vinhaça. Piracicaba, Instituto Zimotécnico. 44 p. (Boletim, 9).

CAMBUIM, F.A. e CORDEIRO, D.A., 1986. Ação da vinhaça sobre pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes em solo arenoso. STAB-Açúcar e Alcool, 4: 66-71.

CATANI, R.A. e GALLO, J.R., 1955. Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. Rev. de Agricultura, 30: 49-60.

CESAR, C.M. e MANFRINATO, H.A., 1954. O efeito anti-erosivo da vinhaça no solo. Rev. de Agricultura, 29: 75-81.

COLETI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; GASPARINI, C.T.; DEMATTÊ, J. L.I., 1983. Efeito da aplicação de vinhaça nas propriedades dos solos da Usina São José-Macatuba. STAB - Açúcar e Alcool e Subprodutos, 1: 12-17.

DAY, P.R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, Amer. Soc. Agron. p. 371-390.

EMBRAPA, 1979. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.

ESPINOZA, W. e REIS, A.E., 1982. Lixiviação de Ca, K e Mg em um Latossolo Vermelho Escuro (LE) de cerrados. Pesq. agropec. bras., 17: 299-317.

FAO, 1979. Yield response to water. Rome, 193 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).

FERREIRA, W.A., 1980. Efeito da vinhaça em solos de diferentes texturas. Piracicaba, ESALQ/USP, 67 p. (Dissertação

de Mestrado).

FOGLIATA, F.A. e ASO, P.I., 1965. Efectos de la salinidad x sodio intercambiable del suelo en el crecimiento de la caña de açúcar. Rev. Ind. Agric. Tucuman, 43: 25-45.

GLÓRIA, N.A. e MAGRO, J.A., 1976. Utilização agrícola de resíduos da usina de açúcar na Usina da Pedra. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4ª, Águas de Lindóia. Anais. p. 163-180.

GLÓRIA, N.A. e ORLANDO FILHO, J., 1984. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Alcool e Açúcar, 4: 22-31.

GLÓRIA, N.A.; SANTA ANA, A.G.; BIAGI, E., 1973. Composição dos resíduos de usina de açúcar e destilarias. Brasil Açucareiro, 81: 78-87.

GLÓRIA, N.A.; SANTA ANA, A.G.; MONTEIRO, H., 1972. Composição dos resíduos de usinas de açúcar e destilarias de álcool durante a safra canavieira. Brasil Açucareiro, 80: 542-548.

LEAL, J.R.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; VELLOSO, A.C.X.; ROSSIELLO, R.O.P., 1983. Potencial redox e pH: variações em solo

tratado com vinhaça. R. bras. Ci. Solo, 7: 257-261.

✓ LEME, E.J.A.; ROSENFELD, U.; BAPTISTELLA, J.R., 1980. Uso da vinhaça por aspersão com canhão hidráulico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA DOS ALCOÓIS COMO COMBUSTÍVEL, 4º, V.2, Guarujá. Anais. p. 815-821.

LIMA, I.T., 1980. Efeitos da aplicação de vinhaça sobre a microflora do solo. Rio de Janeiro, UFRRJ, 100 p. (Dissertação de Mestrado).

LOBATO, E.J.V., 1984. Variação da condutividade hidráulica de um solo tratado com vinhaça. Piracicaba, ESALQ/USP, 126 p. (Dissertação de Mestrado).

MAGRO, J.A., 1978. O uso da vinhaça em cana-de-açúcar na Usina da Pedra - Serrana. Brasil Açucareiro, 92: 232-240.

✓ MAZZA, J.A., 1985. Variações em algumas propriedades de solos com cana-de-açúcar tratados com doses maciças de vinhaça. Piracicaba, ESALQ/USP, 104 p. (Dissertação de Mestrado).

McLEAN, E.O., 1984. Interpretação de análise de solo. Campinas, Fundação Cargill. 40 p.

MOLEN, W.H. vander e HOORN, J.W. van, 1980. The salt balan

ce and leaching requirement of irrigated soils. In: XIX International Course and Land Drainaje, Wageningen. Chap. 9, 40 p.

NEVES, M.C.P., LIMA, I.T.; DOBEREINER, J., 1983. Efeito da vinhaça sobre a microflora do solo. R. bras. Ci. Solo, 7: 131-136.

NUNES, M.R.; LEAL, J.R.; VELLOSO, A.C., 1982. Efeito da vinhaça na lixiviação de nutrientes do solo. III. Potássio, cálcio e magnésio. Pesq. agropec. bras., 17: 371-374.

NUNES, M.R.; VELLOSO, A.C.; LEAL, J.R., 1981. Efeito da vinhaça nos cátions trocáveis e outros elementos químicos do solo. Pesq. agrop. bras., 16: 171-176.

ORLANDO FILHO, J. e ZAMBELLO JÚNIOR, E., 1980. Viagem de estudos realizada à África do Sul, Filipinas, Havaí e Louisiana. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR. SUPER. 49 p.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JÚNIOR, E.; AGUJARO, R.; ROSSETTO, A.J., 1983. Efeito da aplicação prolongada de vinhaça nas propriedades químicas dos solos com cana-de-açúcar. Estudo exploratório. STAB, 1: 28-33.

RAIJ, B. van e QUAGGIC, J.A., 1983. Métodos de análise de so



lo para fins de fertilidade. Instituto Agronômico, Campi  
nas. 31 p. (Boletim técnico, 81).

RAIJ, B. van e ZULLO, M.A.T., 1977. Métodos de análise de  
solo. Campinas, Instituto Agronômico. 16 p. (Circular,  
63).

RANZANI, G., 1956. Consequências da aplicação de restilo ao  
solo. Anais da ESALQ, 12: 57-68.

RASOVSKY, E.M., 1973. Álcool - Destilarias. Col. Canavie  
ra nº 12, Divulgação do MIC-IAA.

REZENDE, J.O., 1979. Consequências da aplicação de vinhaça so  
bre algumas propriedades físicas de um solo Aluvial: estudo  
de um caso. Piracicaba, ESALQ/USP (Tese de Doutorado).

RIBEIRO, A.C.; NOVAIS, R.F.; BAHIA FILHO, A.F.C., 1983. Efe  
tos da vinhaça sobre a dispersão de argila de amostras de  
Latosolos. Rev. Ceres, 30: 12-18.

RIBEIRO, A.C. e SENGIK, E., 1983. Efeitos da aplicação de vi  
inhaça nas propriedades físicas e químicas de duas amostras  
de Latossolos. Rev. Ceres, 30: 25-31.

RODELLA, A.A. e FERRARI, S.E., 1977. A composição da vinhaça

e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, 90: 6-13.

RODELLA, A.A.; ZAMBELLO JÚNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J., 1983. Effects of vinasse added to soil on pH and exchangeable aluminum content. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 18<sup>o</sup>, La Habana. Proceedings. p. 189-214.

ROSENFELD, U.; BAPTISTELLA, J.R.; LEME, E.J.A., 1981. Aplicação de vinhaça por aspersão em Latossolo Roxo. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2<sup>o</sup>, Rio de Janeiro. Anais. v. 1, p. 235-248.

ROSSIELLO, R.O.P.; FERREIRA, W.A.; FERNANDES, M.S., 1981. Respostas de milho à salinidade do solo induzida por aplicação de vinhaça. II. Produção de carboidratos solúveis e absorção de nitrogênio. R. bras. Ci. Solo, 5: 176-181.

RUSSELL, E.W., 1973. Soil conditions and plant growth. 10th. ed. London, Longman. 849 p.

SANTOS, G.A.; ROSSIELLO, R.O.; FERNANDES, M.S.; O'GRADY, P. C., 1981. Efeitos da vinhaça sobre o pH do solo, a germinação e o acúmulo de potássio em milho. Pesq. agropec. bras., 16: 489-493.

SENGIK, E., 1983. Efeitos da vinhaça sobre o solo e consequências sobre o crescimento do sorgo granífero. Viçosa, UFV, 52 p. (Dissertação de Mestrado).

SOBRAL, A.F.; CORDEIRO, D.A.; SANTOS, M.A.C., 1981. Efeitos da aplicação de vinhaça em socarias de cana-de-açúcar. Brazil Açucareiro, 98: 368-374.

UHLAND, R.E., 1949. Physical properties of soils as modified by crops and management. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 14: 361-366.

U.S.D.A., 1951. Soil survey manual. Washington, Soil Survey Staff, Soil Conservation Service. 503 p. (Handbook, 18).

VALSECHI, O. e GOMES, F.P., 1954. Solos incorporados com vinhaça e seu teor em bases. Anais da ESALQ, 11: 136-158.

VELLOSO, A.C.X; NUNES, M.R.; LEAL, J.R., 1982. Efeito da vinhaça na lixiviação de nutrientes do solo. I. Nitrato e amônio. Pesq. agropec. bras., 17: 51-55.

VOMOCIL, J.A., 1965. Porosity. In: BLAKE, A.C. Methods of soil analysis. Madison, Amer. Soc. Agron., part 1, p. 299-314.