

JOÃO CHRISÓSTOMO PEDROSO NETO

EFEITO DE DOSES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE
VERMICULITA NA LIXIVIAÇÃO DE K, Ca E Mg, EM UM
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO CÂMBICO DISTRÓ-
FICO TEXTURA MÉDIA FASE CERRADO

2 ex
P. 3

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Pós-graduação
em Agronomia, Área de Concentração
Solos e Nutrição de Plantas, para
obtenção do grau de "MESTRE".

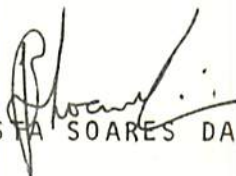
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 4

APROVADA:



Prof. ALFREDO SCHEID LOPES
Orientador



Prof. JOÃO BATISTA SOARES DA SILVA



Prof. NILTON CURI

À meus pais Fausto e Dirce,
irmãos Adriana, Valéria e Fausto Jr.,
sobrinhos Flávio e Letícia
à Maria de Lourdes e
à memória do vô João e
dos amigos Pedro e Nilton
Ribeiro de Carvalho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus sinceros agradecimentos:

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela oportunidade concedida para conclusão deste trabalho;

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), pela oportunidade de realização do curso;

Ao Departamento de Ciência do Solo (DCS), através de seus professores e funcionários, pelos ensinamentos e colaboração;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo durante a realização do curso;

Ao Dr. Antonio C. Moniz, Instituto Agronômico de Campinas e ao acadêmico de agronomia da ESAL Marco A. Grande, pelo auxílio na obtenção do difratograma de raio X da vermiculita;

Aos professores Alfredo Scheid Lopes, Valdemar Faquin,

Juventino Júlio de Souza, Jander Pereira Freire, Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, Mozart Martins Ferreira, José Geraldo de Andrade, Luiz Henrique de Aquino, Paulo César Lima, Alcione de Oliveira e Dorval Botelho Santos pelos ensinamentos;

Aos professores Alfredo Scheid Lopes, João Batista Soares da Silva e Nilton Curi pela orientação e,

Aos colegas de curso pelo companheirismo, compreensão e incentivo.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JOÃO CHRISÓSTOMO PEDROSO NETO, filho de Fausto Pedroso e Dirce Ribeiro Pedroso, nasceu em Lavras, Estado de Minas Gerais, aos 13 dias de março de 1958

Concluiu o primeiro e segundo graus no Instituto Gammon, nos anos de 1972 e 1975 respectivamente. Em julho de 1976 ingressou na Escola Superior de Agricultura de Lavras, tendo graduado em Engenharia Agrônômica em julho de 1980. No ano seguinte foi contratado pela Urbanizadora de Betim, exercendo o cargo de Engenheiro Chefe do Departamento de Parques e Jardins.

Em março de 1982 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas na Escola Superior de Agricultura de Lavras, concluindo-o em dezembro de 1984.

Ingressou no quadro de pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais em junho de 1984.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A Área sob "Cerrado" no Brasil	3
2.1.1. Características Gerais	3
2.1.2. Principais Unidades de Solos sob "Cerrado"	4
2.2. Efeitos da Calagem e Adubação Potássica em Latos- solos	7
2.3. Vermiculita	9
2.3.1. Características Básicas	9
2.3.2. Ocorrência	10
2.3.3. Processamento e Utilização	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Material	15

3.1.1. Solo	15
3.1.2. Vermiculita	17
3.1.3. Calcário e Fertilizantes	17
3.2. Métodos	20
3.2.1. Análises do Material do Solo	20
3.2.2. Instalação e Condução do Experimento	21
3.2.2.1. Preparo e Enchimento das Colunas.	21
3.2.2.2. Aplicação dos Tratamentos	23
3.2.2.3. Irrigação. Coleta e Análises do Percolado	24
3.2.2.4. Caracterização Química do Material do Solo Após Irrigação	24
3.2.3. Esquema Experimental	26
3.2.3.1. Material do solo após incubação e antes de ser submetido a lixivia- ção (camada 0-20 cm)	26
3.2.3.2. Percolado	27
3.2.3.3. Material do solo após lixiviação.	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Material do Solo Após Incubação e Antes de ser Sub- metido à Lixiviação (camada 0 - 20 cm)	29
4.1.1. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Após e 30 Dias Antes da Calagem	29

4.2. Percolado	32
4.2.1. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Após e 30 Dias Antes da Calagem	32
4.3. Material do Solo Após Incubação e Submetido à Li- xiviação (camadas 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80 e 80 - 100 cm)	34
4.3.1. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Após Calagem	34
4.3.2. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Antes da Calagem	48
5. CONCLUSÕES	57
6. RESUMO	58
7. SUMMARY	61
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE	73

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Caracterização química e física do material do solo (LVm) - Lavras - MG, ESAL, 1984	16
2	Doses e métodos de aplicação de vermiculita e potássio em relação a outras práticas de manejo.....	18
3	Efeito de doses de vermiculita em parâmetros químicos do material do solo, após incubação e antes de ser submetido à lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após a calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.....	30
4	Efeitos de doses de vermiculita em parâmetros químicos do material do solo após incubação e antes de ser submetido à lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	31

QUADRO

Página

- 5 Quantidades de potássio, cálcio e magnésio "nativos" no solo, aplicados, totais no solo, lixiviados e remanescentes nas colunas, após simulação de chuva, em função das doses de potássio aplicado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984 35
- 6 Quantidades de potássio, cálcio e magnésio "nativos" no solo, aplicados, totais no solo, lixiviados e remanescentes nas colunas, após simulação de chuva, em função das doses de potássio aplicado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984 36
- 7 Características químicas (médias de três repetições) para os tratamentos em que a interação vermiculita x potássio foi significativa - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984 44
- 8 Características químicas (médias de três repetições) em função das doses de K_2O , na forma de cloreto de potássio - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984 45

QUADRO

Página

9	Características químicas (médias de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	46
10	Características químicas (médias de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	47
11	Comparação entre as características químicas (médias de três repetições) e as mesmas características da testemunha absoluta - material dos solos após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	48
12	Características químicas (médias de três repetições) em função das doses de vermiculita - material do solo após incubado e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	50
13	Características químicas (média de três repetições) em função das doses de K_2O na forma de cloreto de potássio - material do solo após incubação e submeti-	

	do a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	51
14	Características químicas (média de três repetições) para os tratamentos em que a interação vermiculita x potássio foi significativa - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	53
15	Características químicas (média de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	54
16	Características químicas (média de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	55
17	Comparação das características químicas (médias de três repetições) dos tratamentos e as mesmas características da testemunha absoluta - material do solo, após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Localização das principais jazidas de vermiculita no Brasil	12
2	Difratograma de Raio-X da vermiculita utilizada no experimento	22
3	Detalhe de uma parcela, mostrando o tubo de PVC, o aplicador de água e o coletor do percolado	25
4	Potássio acumulado (meq) em 10 coletas do percolado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias <u>a</u> p ^o s a calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984	37
5	Cálcio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias ap ^o s calagem e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984	38

FIGURA

Página

- 6 Magnésio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984 39
- 7 Potássio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984. 40
- 8 Cálcio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984. 41
- 9 Magnésio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984. 42

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os solos sob vegetação de cerrado totalizam 1,8 milhões de quilômetros quadrados, dos quais aproximadamente quarenta e um por cento constituem-se de Latossolo Vermelho-Amarelo, SANCHEZ et alii (51).

Na sua grande maioria, tais solos apresentam uma baixa fertilidade natural, baixa capacidade de troca de cátions, necessitando de aplicações de doses elevadas de corretivos e fertilizantes para que atinjam produções adequadas. Estas condições, aliadas às chuvas intensas e baixa capacidade de retenção de umidade sugerem elevadas taxas de lixiviação de cátions.

Com base nestas premissas, uma linha de pesquisa está sendo impulsionada pela Eucatex no sentido de estudar novos insumos que venham suprir, parcial ou totalmente, as citadas limitações. Entre inúmeros materiais cogitados - após beneficiamento e transformações - para serem utilizados no futuro, a vermiculita tem se mostrado bastante promissora. Este material é de ocorrên-

cia bastante significativa no território nacional, SANTOS (52) sendo a tecnologia de seu processamento amplamente conhecida.

A vermiculita caracteriza-se por apresentar elevada capacidade de retenção de umidade, SALATI et alii (50) e, uma também elevada capacidade de troca de cátions. Assim, considerando esta última característica, admitiu-se a hipótese de que: a adição de vermiculita a solos que apresentam baixa capacidade de troca de cátions - como é o caso da maioria dos Latossolos Vermelho-Amarelo - possibilitará menores taxas de lixiviação, principalmente de potássio, cálcio e magnésio.

Tendo em vista os principais pontos levantados, propôs-se a realização do presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de doses de vermiculita na lixiviação de potássio, cálcio e magnésio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Área sob "Cerrado" no Brasil

2.1.1. Características Gerais

O "cerrado" brasileiro, estendendo-se principalmente pela região Centro-Oeste e atingindo ainda parte das regiões Norte, Nordeste e Sudeste, ocupa uma área de aproximadamente 180 milhões de hectares, GOEDERT et alii (32).

Os dados climáticos disponíveis na região dos "cerrados" evidenciam um clima bem heterogêneo, AZEVEDO & CASER (04), sendo caracterizadas cinco sub-regiões:

- Aquela com influência amazônica (mais quente e úmida).
- Aquela com influência do trópico semi-árido (mais quente e seca).
- Aquela de clímax-cerrado (centro da região de cerrados).

- Aquela com influência austral continental (mais fria e seca).
- Aquela com influência austral atlântica (mais fria e úmida).

Existe uma grande variação, não somente na precipitação média anual, mas também na distribuição das chuvas, LOPES (37): Conforme GOEDERT et alii (31), o caráter errático da precipitação ocasiona, juntamente com determinadas características (físicas e químicas) dos solos, das plantas cultivadas e do clima, o aparecimento de "veranicos" (deficiência hídrica mesmo durante o período chuvoso). Os problemas advindos de tal feição são bastante conhecidos agronomicamente.

As condições topográficas são geralmente favoráveis à mecanização, adicionado ao fato de que os solos são, via de regra, bastante profundos e possuem boa estruturação, CARMO (14).

A vegetação do "cerrado" é caracterizada pelo aspecto tortuoso de suas árvores e arbustos, cujos caules são, com frequência, recobertos por casca espessa e sulcada, cujas folhas coriáceas são brilhantes ou revestidas com pelos, FERRI (29) e MAGALHÃES (39). De acordo com EITEN (23), as variações na densidade, porte e ocorrência de vegetação graminóide são utilizadas para estratificar o "cerrado" em: cerradão, cerrado arbóreo arbustivo (cerrado propriamente dito), campo cerrado, campo sujo e campo limpo.

2.1.2. Principais Unidades de Solos sob "Cerrado"

A distribuição aproximada das principais unidades de solo

los que ocorrem na região dos "cerrados", SANCHEZ et alii (51), é a seguinte: Latossolo Vermelho-Amarelo (41%), Latossolo Vermelho-Escuro (11%), Latossolo Roxo (4%), Areia Quartzosa (20%), Laterita Hidromórfica (10%), Podzólico Vermelho-Amarelo (5%) e Litosso-
lo (9%).

O Latossolo Vermelho-Amarelo é um solo muito comum no Brasil, CARMO (14), sendo que em Minas Gerais ele é quase sempre distrófico com exceção de alguns pedons eutróficos na região de Jaíba, EMBRAPA (26). No Sul de Minas Gerais encontra-se em associação com o Latossolo Vermelho-Escuro, BRASIL (10). Esta unidade ocorre, geralmente, em relevo plano a suave ondulado, e abrange solos com horizontes B latossólico, não hidromórficos, caracterizados por ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis, baixa capacidade de troca de cátions, predominância de argilas do tipo 1:1 (principalmente caulinita) e sesquióxidos, BENNE-
MA & CAMARGO (05). São profundos, possuindo muitos macroporos, estrutura com aspecto maciço poroso, com grânulos pequenos e ocorrem em geral em relevo plano a suave ondulado.

A dessilicização e a concentração de ferro livre, e em alguns casos de gipsita, são os processos mais importantes na formação dos Latossolos, BUOL et alii (13). Além disso, a completa degradação dos minerais primários e argilo-minerais do tipo 2:1, acarreta uma lixiviação completa de bases trocáveis.

O alto grau de intemperismo e de lixiviação a que os Latossolos sofreram, tem reflexo em sua mineralogia, a qual é domi-

nada por argilo-minerais 1:1, óxidos, oxidohidróxidos e hidróxidos de Fe e Al, quartzo e outros minerais altamente resistentes, CURI (17). Muitas das propriedades dos Latossolos, segundo este autor, podem ser explicadas à luz de sua composição mineralógica.

A acidez destes solos, na região de cerrados, é alta, uma vez que o Al^{3+} predomina no complexo sortivo, normalmente acima de 50%, restringindo o desenvolvimento de espécies sensíveis à elevada saturação deste cátion, GOEDERT et alii (32). A baixa disponibilidade natural de fósforo, aliada ao alto potencial de retenção deste nutriente constitui-se outro fator limitante à produção das culturas na quase totalidade destes solos.

LOPES (36) assinala que o teor de matéria orgânica é médio em tais solos, e que nas condições naturais este composto apresenta pouca atividade.

Dados publicados pela EMBRAPA (25) confirmam que a velocidade de infiltração de água é bastante alta nestes pedossistemas, atingindo valores de 14 a 20 cm/h num Latossolo Vermelho-Escuro.

O regime hídrico do solo, na maior parte da área dos "cerrados" é ústico e o regime térmico é isohipertérmico, EUA (27). WOLF (58) menciona que a capacidade de retenção de água é muito baixa devido, principalmente, à estrutura e composição mineralógica. Desde que a areia dominante seja mais fina, não há muita diferença de disponibilidade de água entre os Latossolos quando se varia a textura, RESENDE & REZENDE (47).

2.2. Efeitos da Calagem e Adubação Potássica em Latossolos

Segundo DEFELIPO & BRAGA (20) a calagem traz, dentre outros benefícios, aumentos na retenção de cátions, principalmente de potássio. Este comportamento é justificado pela maior facilidade do potássio em substituir o cálcio adicionado do que o alumínio no complexo sortivo, aliado ao aumento das cargas negativas do solo, dependentes do pH. Afirmações semelhantes são feitas por 11, 55 e 57.

Por outro lado, vários trabalhos, 02, 03, 08, 18, 21 e 48 tem mostrado que doses maciças de calcário aumentam a intensidade de lixiviação de cálcio, magnésio e potássio. Este efeito tem sido atribuído ao fato do aumento da CTC dependente do pH, nestas situações, não ser suficiente para reter as quantidades aplicadas dos citados elementos. Além do efeito de doses de calcário, observa-se também, segundo ESPINOSA & REIS (24) uma estreita relação entre movimentação de água no perfil e as quantidades de cálcio e magnésio lixiviados. Com referência ao potássio, BITTENCOURT & SAKAI (06) mencionam que em situações de calagem pesada pode ocorrer grande lixiviação deste nutriente, uma vez que esta prática pode induzir a uma maior movimentação vertical do elemento. Citam ainda os autores que em certos casos de calagens maciças, a aplicação de doses pesadas de fertilizantes potássicos, pode induzir uma lixiviação desse nutriente equivalente àquela removida pelas culturas tradicionais. Tal fato, segundo TISDALE & NELSON (54) ocorrerá porque o cálcio e magnésio adicionados pela calagem, so-

mente substituirão o alumínio e o hidrogênio com certa dificuldade e, se além destes estiverem adsorvidos potássio, sódio e amônio, esses serão preferencialmente substituídos. Estes pontos enfatizam a importância de haver um equilíbrio entre doses de cálcio, geração de cargas dependentes do pH e dinâmica do potássio no solo, almejando menores perdas deste último por lixiviação.

Outro aspecto relevante do potencial de lixiviação de cations no solo diz respeito à preferência de adsorção. FASSBENDER (28) cita que tal fato estabelece o equilíbrio de cations na solução do solo, sendo que tal preferência é ditada pela sequencialiográfica de Hofmaster. Assim, quanto maior a valência e quanto menor o grau de hidratação maior será a energia de adsorção BUCKMAN & BRADY (12) e MELLO et alii (41). Baseado nestas premissas VERDADE (56) cita que o magnésio é mais fortemente retido que o cálcio, e este mais que o potássio, sugerindo a seguinte relação de possíveis perdas por lixiviação: $Mg < Ca < K$. Entretanto, outras relações existem na literatura como a apresentada por PLEYSIER & JUO (46) que é a seguinte: $Mg = Ca = Al < K$. O ponto importante destas relações é que dentre estes cations o mais passível de lixiviação é o potássio.

A movimentação de cations no perfil do solo, principalmente cálcio e magnésio, pode em certos casos ser benéfica e até desejável. Sobre este aspecto RITCHEY et alii (49) constataram considerável movimentação de cálcio em perfis reconstituídos pela aplicação de doses equivalentes a 2.000 kg do nutriente por hectare, sendo que o anion acompanhante foi definitivamente importante

na maior ou menor movimentação de cálcio. Os autores observaram pela ordem a seguinte sequência de lixiviação $\text{CaCl}_2 > \text{CaSO}_4 > \text{CaCO}_3$. Correlações entre maiores taxas de carreamento de cálcio para camadas sub-superficiais do solo, redução da toxidez de alumínio, maior profundidade no desenvolvimento do sistema radicular e maior resistência aos veranicos nos solos sob "cerrado" tem sido observados por vários autores, dentre os quais GONZALES-ERICO et alii (34).

Quanto à fixação de potássio, o fenômeno somente ocorrerá na presença de porcentagens marcantes de argilominerais expansivos, FASSBENDER (28) e MALAVOLTA (40). Neste caso as perdas de potássio por lixiviação são minimizadas e o solo apresenta maior poder tampão deste nutriente mediante um equilíbrio dinâmico (9, 42, 54). Condições de fixação de potássio não são comuns em Latos solos, FASSBENDER (28).

2.3. Vermiculita

2.3.1. Características Básicas

Conceitos de vermiculita tem sido confusos devido ao fato de duas vermiculitas diferentes serem comuns, DOUGLAS (22). Ambas vermiculitas são baseadas em estruturas ideais de micas, sendo a vermiculita trioctaedral um produto da alteração da biotita e a dioctaedral um produto da alteração da muscovita. O termo ver

miculita será usado para incluir ambas, vermiculita dioctaedral e trioctaedral.

A capacidade média de troca catiônica da vermiculita trioctaedral tem sido registrada como 159 meq/100 g, ALEXIADES & JACKSON (01) e aquela dioctaedral como 250 meq/100 g, COOK & RICH (15), no entanto, a presença de hidróxido de alumínio interlamelar pode reduzir consideravelmente a CTC desta última, DOUGLAS (22). As camadas de água interlamelar facilitam a migração de cátions no espaço interlamelar e a troca de íons.

A fixação de K, NH_4 , Rb ou Cs pela vermiculita tem sido registrada por muitos pesquisadores, entre eles, PAGE et alii (45). A baixa energia de hidratação é o principal fator na seletividade e fixação de cátions, KITTRICK (35). Cátions com baixa energia de hidratação tais como o K, NH_4 , Rb ou Cs, causam desidratação interlamelar e são, desta maneira, fixados em posições interlamelares, DOUGLAS (22). Por outro lado, cátions com alta energia de hidratação, tais como Ca, Mg e Sr, produzem interlamelas hidratadas, expandidas, e estão prontamente disponíveis para entrar nas reações de troca.

2.3.2. Ocorrência

Segundo Misninger citado por STONE (53), a produção mundial de vermiculita, no ano de 1980, foi de aproximadamente 583.000 toneladas, sendo que os maiores produtores foram os Estados Unidos e a África do Sul.

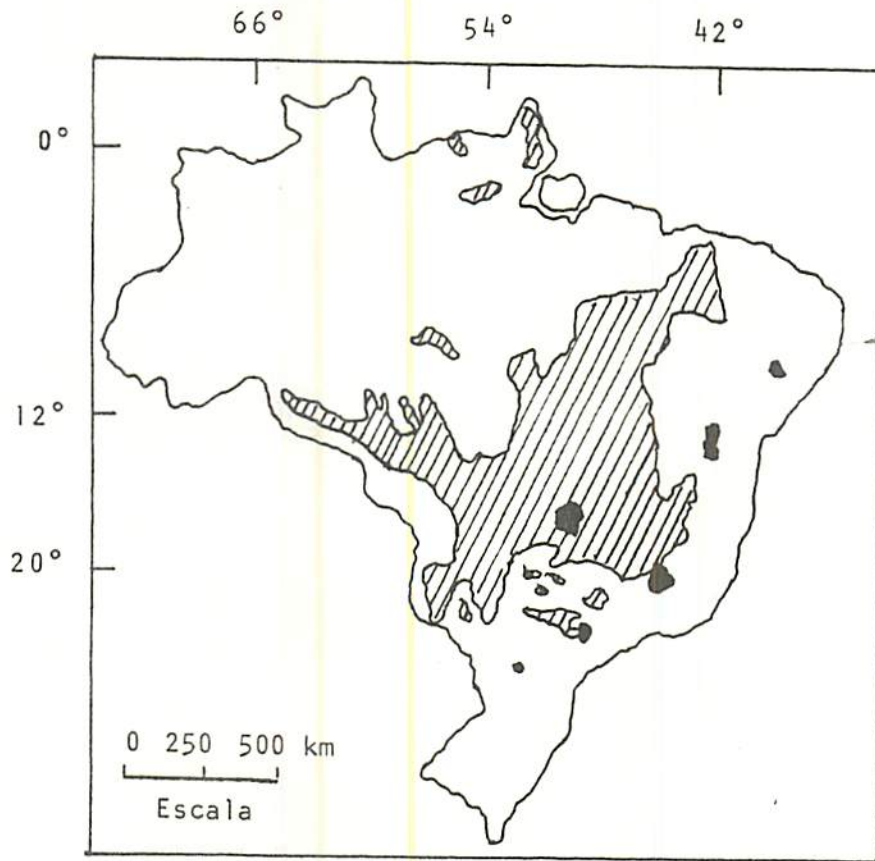
No Brasil, neste período, produziu-se 8.500 toneladas, sendo que as reservas brasileiras são estimadas em 15 milhões de toneladas. Tais reservas, de acordo com SANTOS (52), situam-se nos seguintes estados: Minas Gerais (Ponte Nova, Ubá, Rio Pomba, Tocantins, Ipanema, Caratinga, Jacuí, Liberdade, Dores do Turvo e Mercês); Goiás (São José do Tocantins, Niquelândia, Catalão, Jussara e Santa Fé); Pernambuco (Arco Verde); Alagoas (Arapiraca); Bahia (Juazeiro, Santa Inês, Jequié, Brumado); Paraná (Campo Largo) e São Paulo (Tatuf e Jacupiranga)

A localização de tais jazidas pode ser visualizada na Figura 1, sendo que várias destas jazidas se situam próximas às áreas de cerrado. SALATI et alii (50) ressaltaram que o Brasil é o único país no mundo que possui grandes reservas de vermiculita inseridas em áreas de solos pobres, de baixa capacidade de retenção de água e de íons.

MINAMI (43) cita que no Brasil a vermiculina ocorre em depósitos naturais, de pouca profundidade, sendo a mineração feita praticamente a céu aberto. Nas condições naturais o argilo mineral apresenta-se na forma de cristais de macrovermiculita, de massa específica elevada - 0,80 a 1,44 gramas/cm³ - não tendo nestas condições, nenhuma utilidade industrial ou agrícola, COUTINHO & CARVALHO (16).

2.3.3. Processamento e Utilização

Após extração do material das jazidas, este é separado



FONTE: SANTOS (52).

FIGURA 1 - Localização das principais jazidas de vermiculita no Brasil.

por tamanho e submetido a altas temperaturas, em fornos especiais, sendo o processo denominado esfoliação ou pirroexpansão, LUIS (38) e SANTOS (52). Nesse processo o material é submetido a uma intensa elevação de temperatura (não superior a 450°C) de tal forma que a água interlamelar (exceto a água de constituição) seja removida, LUIS (38). Assegura-se desta forma, segundo o autor, que os cátions interlamelares fiquem desidratados. A água livre (aquela que não circunda os cátions trocáveis, MONIZ (44)), pode naturalmente ser reincorporada à vermiculita após o resfriamento, LUIS (38).

Segundo SALATI et alii (50), a utilização da vermiculita em solos, no sentido de melhorar suas propriedades físico-químicas, e assim o desenvolvimento das plantas, é tecnologia conhecida e já aplicada na agricultura intensiva, principalmente na condução de mudas em horticultura, floricultura e silvicultura. Atualmente, procura-se estender o uso deste material para a região dos "cerrados". No entanto, conforme salientam estes autores, para se obter dados sobre a viabilidade técnica e econômica da aplicação de vermiculita ao solo é preciso solucionar uma série de problemas básicos e aplicados. O principal problema da utilização extensiva de vermiculita seria a quantidade a ser aplicada.

Com base nas considerações anteriores, enfatiza-se a necessidade de desenvolvimento de ensaios e pesquisas com vermiculita envolvendo doses, formas de aplicação (área total ou parcial), efeitos cumulativos e residual e, aplicação de misturas com calcário e/ou fertilizantes. Estudos dessa natureza, desenvolvidos a

nível de casa de vegetação, são indispensáveis como fase preliminar, na avaliação das potencialidades da vermiculita como um possível condicionador dos solos sob cerrado para uma mais eficiente exploração agrícola.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Solo

Foi utilizado material de solo de um Latossolo Vermelho-Amarelo Câmbico distrófico textura média (LVm)* de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e enquadrado na Soil Taxonomy (EUA (27)) na ordem Oxisol.

A coleta foi feita nas camadas de 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80 e 80 - 100 cm. O material do solo foi deixado secar ao ar, destorroado e peneirado em malha de 0,5 cm, sendo retiradas sub-amostras para caracterizações químicas e físicas.

As características químicas e físicas deste solo encontram-se no Quadro 1.

* Classificado pelo professor Hércio Andrade, Departamento de Ciência dos Solos, ESAL, Lavras, Minas Gerais.

QUADRO 1 - Caracterização química e física do material do solo (LVm). Lavras - MG, ESAL, 1984.

Características	Profundidade (cm)				
	0 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100
1) QUÍMICAS					
pH em H ₂ O	5,3	5,5	5,4	5,4	5,4
pH em KCl	4,3	4,6	4,7	5,0	5,2
ΔpH	-1,0	-0,9	-0,7	-0,4	-0,2
Al ³⁺ (meq/100 g)	0,50	0,25	0,25	0,30	0,10
K ⁺ (meq/100 g)	0,077	0,052	0,031	0,046	0,063
Ca ²⁺ (meq/100 g)	0,085	0,050	0,085	0,050	0,150
Mg ²⁺ (meq/100 g)	0,035	0,010	0,035	0,010	0,025
CTC efetiva (meq/100 g)	0,697	0,362	0,401	0,406	0,338
Saturação de Al (%)	71,7	69,1	62,3	73,9	29,6
H ⁺ + Al ³⁺ (meq/100 g)	3,07	2,15	1,80	1,49	1,16
P (ppm)	1	traços	traços	traços	traços
Mat. org. (%)	1,51	1,04	1,15	0,93	1,03
2) FÍSICAS					
Densidade do solo (g/cm ³)	1,20				
Densidade partículas (g/cm ³)	2,59				
Argila (%)	21,5	27,0	31,5	33,0	34,0
Silte (%)	10,0	9,0	9,5	11,5	11,5
Areia grossa (%)	6,3	2,4	1,8	2,6	2,5
Areia fina (%)	62,2	61,6	57,2	52,9	54,0

O tipo climático da região onde se situa o solo é Cwb (mesotérmico) de Köppen, temperatura média anual de $19,3^{\circ}\text{C}$ e precipitação média anual de 1.493 mm.

3.1.2. Vermiculita

Produto comercial RENDIMAX, produzido pela EUCATEX S.A., apresentando granulometria fina (0,7 a 2,0 mm) com as seguintes características químicas: MgO 24,20%; CaO 7,33%; SiO_2 43,27%; Fe_2O_3 4,25%; TiO_2 0,55%; Na_2O 1,27%; K_2O 1,30%; P_2O_5 0,08%, Al_2O_3 9,56%; perdas ao fogo 8,22% e pH 8,1, LUIS (38).

A vermiculita foi submetida a difratograma de raio X, através de lâmina com material orientado, sem pré-tratamento. A amostra foi irradiada utilizando-se tubo de cobre e filtro de níquel no intervalo de 2 a 30 graus dois teta ($2 - 30^{\circ} 2\theta$), nos laboratórios do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O difratograma obtido pode ser observado na Figura 1.

3.1.3. Calcário e Fertilizantes

O calcário utilizado apresentou as seguintes características: CaO (39,2%), MgO (12,9%), relação CaO:MgO aproximadamente 3:1 e PRNT de 100%. Como fertilizantes foram aplicados superfosfato simples e cloreto de potássio. As respectivas doses e épocas de aplicação destes materiais encontram-se no Quadro 2.

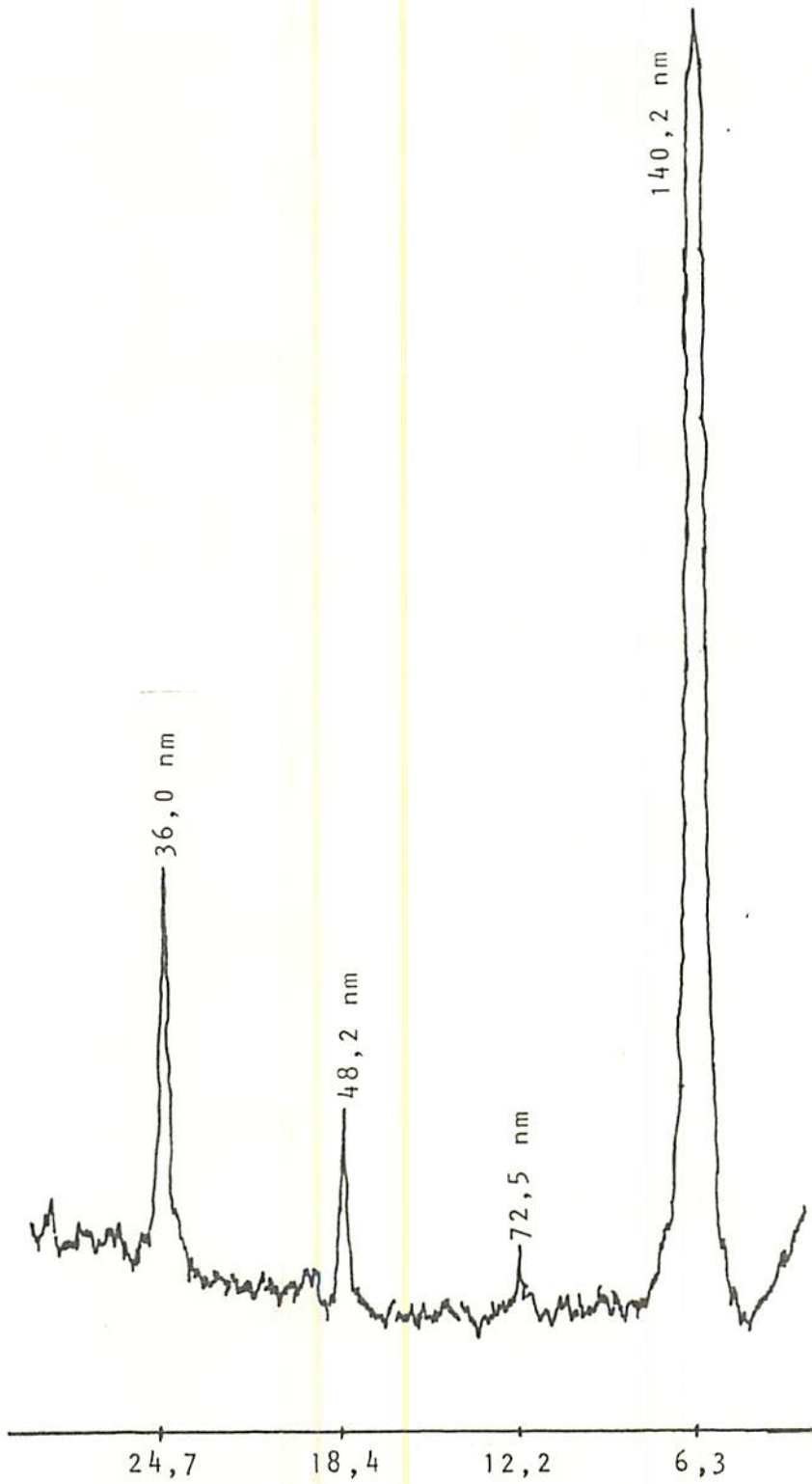


FIGURA 2 - Difratoograma de Raio-X da vermiculita utilizada no experimento

QUADRO 2 - Doses e métodos de aplicação de vermiculita e potássio em relação a outras práticas de manejo.

Tratamentos	Calagem (2,5 T/ha)	Vermiculita + Fosfatagem		Adubação Potássica
		(m ³ /ha)	(150 kg P ₂ O ₅ /ha)	(kg K ₂ O/ha)
		Aos 30 dias		Aos 60 dias
1	"	0	"	0
2	"	3	"	0
3	"	6	"	0
4	"	9	"	0
5	"	0	"	90
6	"	3	"	90
7	"	6	"	90
8	"	9	"	90
9	"	0	"	180
10	"	3	"	180
11	"	6	"	180
12	"	9	"	180

QUADRO 2 - Continuação...

Tratamentos	Vermiculita (m ³ /ha)	Calagem + Fosfatagem		Adução Potássica (kg K ₂ O/ha) Aos 60 dias
		(2,5 T/ha) Aos 30 dias	(150 kg P ₂ O ₅ /ha)	
13	0	"	"	0
14	3	"	"	0
15	6	"	"	0
16	9	"	"	0
17	0	"	"	90
18	3	"	"	90
19	6	"	"	90
20	9	"	"	90
21	0	"	"	180
22	3	"	"	180
23	6	"	"	180
24	9	"	"	180

3.2. Métodos

3.2.1. Análises do Material do Solo

As análises químicas e físicas do material do solo, cujos resultados são apresentados no Quadro 1, foram efetuados de acordo com as metodologias sugeridas por VETTORI (57), a não ser quanto especificadas em contrário.

- pH em H_2O e pH em KCl - relação 1:2,5 de água ou KCl 1N;
- K e P disponíveis - extração com HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N, relação 1:10. Leitura de K por fotometria de chama e P por colorimetria;
- Ca, Mg e Al trocáveis - extração com KCl 1 N, relação 1:10. Ca e Mg foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica, tomando-se 2 ml do extrato do solo, adicionando-se 8 ml de água destilada e 15 ml de óxido de lântano a 1%. Al foi determinado por titulometria com NaOH 0,025 N;
- Acidez total (Al + H) - extração com acetato de cálcio 1 N, tamponado a pH 7,0 relação 1:25;
- C orgânico - combustão via úmida, com bicromato de potássio 0,4 N, relação 1:40;
- Densidade do solo - metodologia proposta por BLAKE (07);
- Densidade de partículas - método do picnômetro proposto por BLAKE (07);

- Análise textural - método da pipeta segundo DAY (19).

Com base nos resultados das análises químicas anteriormente citadas foram ainda calculados os seguintes parâmetros:

- Delta pH = pH KCl 1 N - pH H₂O;

- CTC efetiva (meq/100 g) = Ca + Mg + K + Al;

- Saturação de Al (%) = $\frac{100 \times \text{Al (meq/100 g)}}{\text{CTC efetiva (meq/100 g)}}$

- Saturação de bases (%) = $\frac{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K (meq/100 g)} \times 100}{\text{CTC efetiva (meq/100 g)}}$

3.2.2. Instalação e Condução do Experimento

3.2.2.1. Preparo e Enchimento das Colunas

Foram utilizadas colunas de PVC branco, com 10 cm de diâmetro e 100 cm de altura, revestidas internamente com "Under-Seal" (massa anti-ruído fabricada pela 3M), sendo as colunas septadas de 20 em 20 centímetros, fazendo-se a união dos septos com fita isolante plástica.

O septo basal (80 - 100 cm) foi preparado colocando-se duas folhas de papel de filtro de filtragem rápida e uma tela de nylon na extremidade inferior, fixadas com o auxílio de um anel extra de tubo PVC e arame (Figura 3).

Procedeu-se o enchimento do septo basal (80 - 100 cm) u

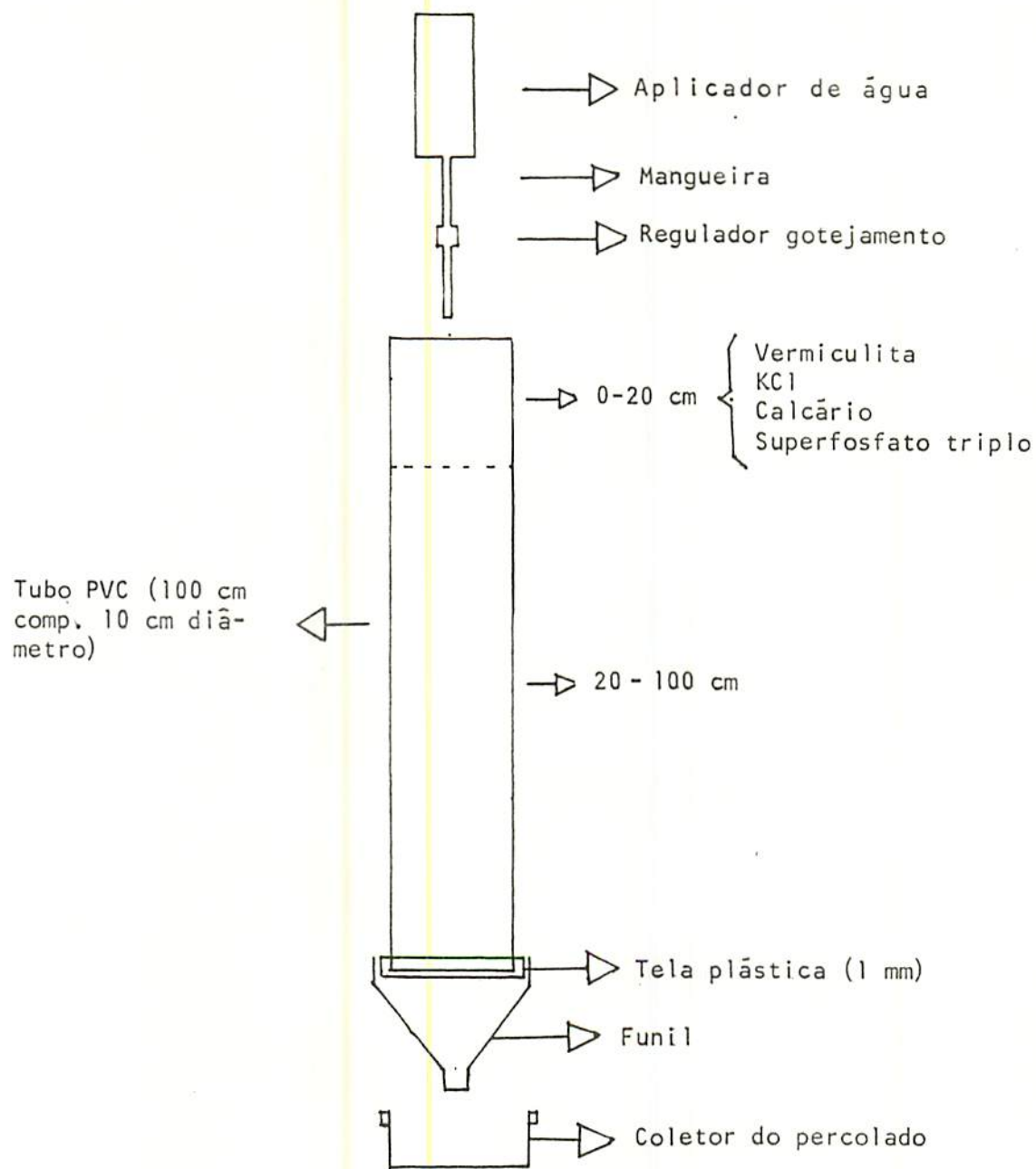


FIGURA 3 - Detalhe de uma parcela, mostrando o tubo de PVC, o aplicador de água e o coletor do percolado.

utilizando-se material do solo coletado desta camada. A quantidade de material do solo a ser utilizada foi pré-determinada através de pesagem, após compactação artificial com pancadas de um martelo de borracha na parte externa deste septo até atingir peso constante.

O processo de enchimento das colunas prosseguiu por conexão dos septos de 60 - 80, 40 - 60 e 20 - 40 cm, através de fita isolante plástica e compactação do material do solo à semelhança do processo seguido para a camada de 80 - 100 cm.

3.2.2.2. Aplicação dos Tratamentos

O peso do material do solo correspondente à camada de 0 - 20 cm foi colocado em vasos plásticos recebendo os tratamentos de acordo com o especificado no Quadro 2 (calagem nos tratamentos 1 a 12 e vermiculita nos tratamentos 13 a 24), procedendo-se a mistura e homogeneização.

Após aplicação destes tratamentos, o material do solo foi incubado por um período de 30 dias. Decorrido este período, o mesmo foi retirado dos vasos deixado secar, procedendo-se os tratamentos pertinentes a este tempo (vermiculita + P_2O_5 nos tratamentos 1 a 12 e calcário + P_2O_5 nos tratamentos 13 a 24). O material do solo foi recolocado nos vasos plásticos para novo período de incubação de 30 dias.

Decorrido este período, o material do solo foi novamente retirado dos vasos, procedendo-se a coleta de sub-amostras de

cada tratamento para análises, seguindo-se a aplicação de K_2O nas doses especificadas no Quadro 2. Imediatamente após homogeneização do KCl com o material do solo, procedeu-se o enchimento do septo superior da coluna (camada 0 - 20 cm).

Desta forma, o tempo total de incubação foi de 60 dias, durante os quais procurou-se manter um teor de umidade equivalente a 70% do volume de poros ocupado pela água (FREIRE et alii (30)).

3.2.2.3. Irrigação, Coleta e Análises do Percolado

Imediatamente após o enchimento do septo correspondente à camada de 0 - 20 cm iniciou-se o processo de irrigação de 1.200 mm de água, utilizando-se aplicadores por gotejamento (Figura 3), este total foi dividido por 12 aplicações de 100 mm a cada 3 dias.

O líquido percolado após as irrigações foi coletado, medido o volume e analisado para cálcio, magnésio e potássio, conforme metodologias anteriormente citadas.

3.2.2.4. Caracterização Química do Material do Solo Após Irrigação

Após cessar o processo de irrigação e percolação as colunas foram septadas de 20 em 20 cm, sendo retirado o material do solo e posto para secar ao ar. Após secagem e destorroamento o material do solo foi peneirado em malha de 2 mm, e submetido à aná-

lises de pH em H_2O , pH em KCl 1N, alumínio, cálcio, magnésio trocáveis, potássio disponível, além de cálculos do delta pH, "CTC efetiva", saturação de alumínio e saturação de bases. A metodologia para realização destas análises foi a mesma anteriormente citada (item 3.2.1.).

3.2.3. Esquema Experimental

Para maior facilidade das análises estatísticas os tratamentos foram divididos em dois grupos: o primeiro corresponde aos que receberam vermiculita 30 dias após a calagem (tratamentos 1 a 12) e, o segundo é composto dos tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem (tratamentos 13 a 24). Todas as análises estatísticas foram conduzidas de acordo com GOMES (33).

3.2.3.1. Material do solo após incubação e antes de ser submetido a lixiviação (camada 0-20cm)

A coleta para análise deste material foi feita antes de se aplicar as doses de potássio. Assim para o primeiro grupo de tratamentos, os tratamentos 1, 5 e 9 são iguais, o mesmo acontecendo com 2, 6 e 10; 3, 7 e 11 e 4, 8 e 12. O mesmo ocorre no segundo grupo, onde são iguais os tratamentos 13, 17 e 21; 14, 18 e 22; 15, 19 e 23 e 16, 20 e 24. Desta forma tem-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 doses de vermiculita e 9 repetições. Na comparação, entre médias utilizou-se o teste Tukey ao ní-

vel de 5% de probabilidade. O resumo da análise de variância é apresentado a seguir:

Causas de Variação	Graus de Liberdade
Vermiculita (V)	3
Erro	32
Total	35

3.2.3.2. Percolado

Para cada grupo de tratamentos utilizou-se um esquema fatorial, com 4 doses de vermiculita, 3 doses de potássio e 3 repetições com um tratamento adicional (testemunha absoluta). Na comparação entre médias utilizou-se o teste Tukey aos níveis de 5% e 1% de probabilidade. O resumo da análise de variância é apresentado a seguir:

Causas de Variação	Graus de Liberdade
Vermiculita (V)	3
Potássio (K)	2
V x K	6
Fatorial versus adicional	1
Erro	26
Total	38

3.2.3.3. Material do solo após lixiviação

Para cada grupo de tratamentos utilizou-se um esquema fatorial, com parcelas subdivididas com 4 doses de vermiculita, 3 doses de potássio e 3 repetições, sendo que as profundidades A (0 - 20), B (20 - 40), C (40 - 60), D (60 - 80) e E (80 - 100) foram subdivididas dentro das parcelas. Na comparação entre médias utilizou-se o teste Tukey aos níveis de 5% e 1% de probabilidade. O esquema da análise de variância é apresentado a seguir:

Causas de Variação	Graus de Liberdade
Vermiculita (V)	3
Potássio (K)	2
V x K	6
Erro a	24
Profundidade (P)	4
P x V	12
P x K	8
P x V x K	24
Erro b	96
Total	179

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Material do Solo Após Incubação e Antes de ser Submetido à Lixiviação (camada 0 - 20 cm)

4.1.1. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Após e 30 Dias Antes da Calagem

Os valores encontrados para as análises de pH em H_2O , pH em KCl, alumínio, cálcio, potássio e magnésio trocáveis, assim como para os valores calculados de ΔpH , CTC efetiva, saturação de alumínio e saturação de bases estão apresentados nos Quadros 1, 2, 3 e 4 do Apêndice. Sendo que os resultados de análise de variância dos dados para as citadas variáveis são vistos nos Quadros 15 e 16. Observa-se que não houve efeito dos tratamentos para qualquer parâmetro testado.

Nos Quadros 3 e 4, tem-se as médias das variáveis analisadas e calculadas em função das doses de vermiculita para o gru-

QUADRO 3 - Efeito de doses de vermiculita em parâmetros químicos do material do solo, após incubação e antes de ser submetido à lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após a calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Vermiculita (m ³ /ha)	Parâmetros Químicos										
	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	"CTC ef."	Sat.Al	Sat.Bases	%
0	5,8	5,3	-0,5	0,1	0,078	2,610	0,977	3,665	2,7	97,3	
3	5,8	5,4	-0,4	0,1	0,075	2,550	0,973	3,598	2,7	97,3	
6	5,8	5,4	-0,4	0,1	0,078	2,535	0,953	3,566	2,9	97,1	
9	5,8	5,4	-0,4	0,1	0,083	2,594	1,047	3,724	2,6	97,4	
Coef.Var (%)	3,1	2,1	40,3	0,0	8,6	11,5	8,9	11,5	16,1	0,5	

QUADRO 4 - Efeitos de doses de vermiculita em parâmetros químicos do material do solo após incubação e antes de ser submetido à lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Vermiculita (m ³ /ha)	Parâmetros Químicos									
	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	"CTC ef."	Sat.Al	Sat.Bases
	meq/100 g									
	%									
0	5,8	5,3	-0,5	0,1	0,073	3,345	0,877	4,295	2,4	97,6
3	5,9	5,4	-0,5	0,1	0,076	2,967	0,843	3,886	2,5	97,5
6	5,8	5,4	-0,4	0,1	0,074	2,943	0,853	3,870	2,6	97,4
9	5,8	5,4	-0,4	0,1	0,073	3,163	0,904	4,140	2,5	97,5
Coef.Var.(%)	2,3	2,1	24,6	0,0	8,5	24,4	9,4	18,7	19,8	0,5

po de tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após e 30 dias antes da calagem, respectivamente

Pode-se observar que não houve efeito de doses de vermiculita nas variáveis analisadas e calculadas, em ambos os grupos de tratamentos. Tal fato deve-se ao pouco tempo de contato entre a mesma e o material do solo. Porém, observa-se um pequeno acréscimo no magnésio trocável (Quadros 3 e 4) com as doses de vermiculita. Isto deve-se segundo LUIS (38) à capacidade da mesma em liberar o citado cátion para o complexo sortivo, uma vez que o teor do elemento no argilo mineral pode chegar até 24,2%.

4.2. Percolado

4.2.1. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Após e 30 Dias Antes da Calagem

Os valores médios de potássio, cálcio e magnésio no percolado estão nos Quadros 5, 6, 7, 8, 9 e 10 do Apêndice. Sendo que os resumos das análises de variância para os citados parâmetros encontram-se nos Quadros 17 e 18 do Apêndice.

Não foi observado efeito da vermiculita sobre os teores de potássio, cálcio e magnésio no percolado. E tal resultado pode ser atribuído às doses relativamente pequenas do material aplicado e ao pouco tempo de contato entre as mesmas e o solo.

Para ambos os grupos de tratamentos (vermiculita 30 dias após e 30 dias antes da calagem) foram observados efeitos

das doses de potássio aplicado sobre os teores de potássio, cálcio e magnésio no percolado, Figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Tal resultado, é atribuído ao fato de que o potássio apesar de não ser preferencialmente adsorvido em relação ao cálcio e ao magnésio, por ser aplicado em doses altas deslocou os citados cátions nos sítios de troca favorecendo a lixiviação dos mesmos. Esta constatação é confirmada por BITTENCOURT & SAKAI (06) para os quais uma aplicação maciça de potássio ao solo contribui para uma maior lixiviação do mesmo, assim como de cálcio e magnésio.

Os Quadros 5 e 6 mostram as quantidades do potássio, cálcio e magnésio no percolado em função das quantidades aplicadas e dos teores no solo natural, para ambos os grupos de tratamentos.

Não verificou-se diferença (em valor absoluto) na lixiviação de potássio ao aplicar vermiculita 30 dias após ou 30 dias antes da calagem (Quadros 5 e 6 e Figuras 4 e 7). Porém, observou-se uma lixiviação relativamente alta, seja do potássio nativo do solo ou de ambos, nativo mais adicionado. Assim, tomando o potássio nativo do solo mais o adicionado como base (100%), calcula-se a partir dos dados dos Quadros 5 e 6 as perdas percentuais médias de 18,8%, 15,6% e 13,2% para as dosagens de 0, 90 e 180kg de K_2O /ha, respectivamente. Esta magnitude de perdas justifica-se pela baixa CTC do solo em questão, aliado ao efeito favorável do cloreto como ion acompanhante, no processo de lixiviação, como discutido por RITCHEY et alii (49).

Com relação ao cálcio, constatou-se (em valores absolutos) menores perdas por lixiviação ao aplicar-se vermiculita 30



dias antes da calagem relativamente a 30 dias após a calagem (Quadros 5 e 6 e Figuras 5 e 8), o que se justifica pelo maior período de contato entre a vermiculita e o material do solo. Nota-se que as lixiviações deste nutriente foram de baixa magnitude, não ultrapassando o nível de 3%, relativamente ao cálcio total aplicado. Embora observe-se aumentos na lixiviação do cálcio quando aumentou a dosagem aplicada de K_2O , a baixa lixiviação deste nutriente parece justificar-se pela instabilidade do ion carbonato no solo (proveniente da calagem), aliado à preferência de retenção de cálcio pelo solo e/ou vermiculita.

Já o magnésio apresentou comportamento muito semelhante ao cálcio no processo de lixiviação, sendo, no entanto, a magnitude de lixiviação do nutriente intermediária entre o potássio e o cálcio, justificando-se pelas mesmas hipóteses aplicadas a estes nutrientes (Quadros 5 e 6 e Figuras 6 e 9).

4.3. Material do Solo Após Incubação e Submetido à Lixiviação (camadas 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80 e 80 - 100cm)

4.3.1. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Após Calagem

Os valores médios para as variáveis analisadas: pH em H_2O , pH em KCl, alumínio, potássio, cálcio e magnésio trocáveis e características calculadas: ΔpH , CTC efetiva, saturação de alumínio e saturação de bases encontram-se respectivamente nos Quadros

QUADRO 5 - Quantidades de potássio, cálcio e magnésio "nativos" no solo, aplicados, totais no solo, lixiviados e remanescentes nas colunas após simulação de chuva, em função das doses de potássio aplicado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

	Doses de K ₂ O (kg/ha)							
	0	90	180	0				
	Potássio	Cálcio	Magnésio					
"Nativo" no solo (meq/coluna)	4,98	4,98	4,98	7,77	7,77	2,13	2,13	2,13
Aplicado (meq/coluna)	0,00	1,77	3,54	32,37	32,37	32,37	14,80	14,80
Total no solo (meq/coluna)	4,98	6,75	8,52	40,14	40,14	40,14	16,93	16,93
Lixiviado (meq/10 coletas)	0,97	1,04	1,13	0,79	1,22	1,54	0,92	1,45
Remanescente na coluna (meq/coluna)	4,01	5,71	7,39	39,35	38,92	48,60	16,01	15,48

QUADRO 6 - Quantidades de potássio, cálcio e magnésio "nativos" no solo, aplicados, totais no solo, lixiviados e remanescentes nas colunas após simulação de chuva, em função das doses de potássio aplicado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

	Potássio			Cálcio			Magnésio		
	Doses de K ₂ O (kg/ha)								
	0	90	180	0	90	180	0	90	180
"Nativo" no solo (meq/coluna)	4,98	4,98	4,98	7,77	7,77	7,77	2,13	2,13	2,13
Aplicado (meq/coluna)	0,00	1,77	3,54	32,37	32,37	32,37	14,80	14,80	14,80
Total no solo (meq/coluna)	4,98	6,75	8,52	40,14	40,14	40,14	16,93	16,93	16,93
Lixiviado (meq/10 coletas)	0,90	1,05	1,12	0,62	0,93	1,17	0,63	0,96	1,40
Remanescente na coluna (meq/coluna)	4,08	5,90	7,40	49,52	39,21	38,97	16,30	15,97	15,53

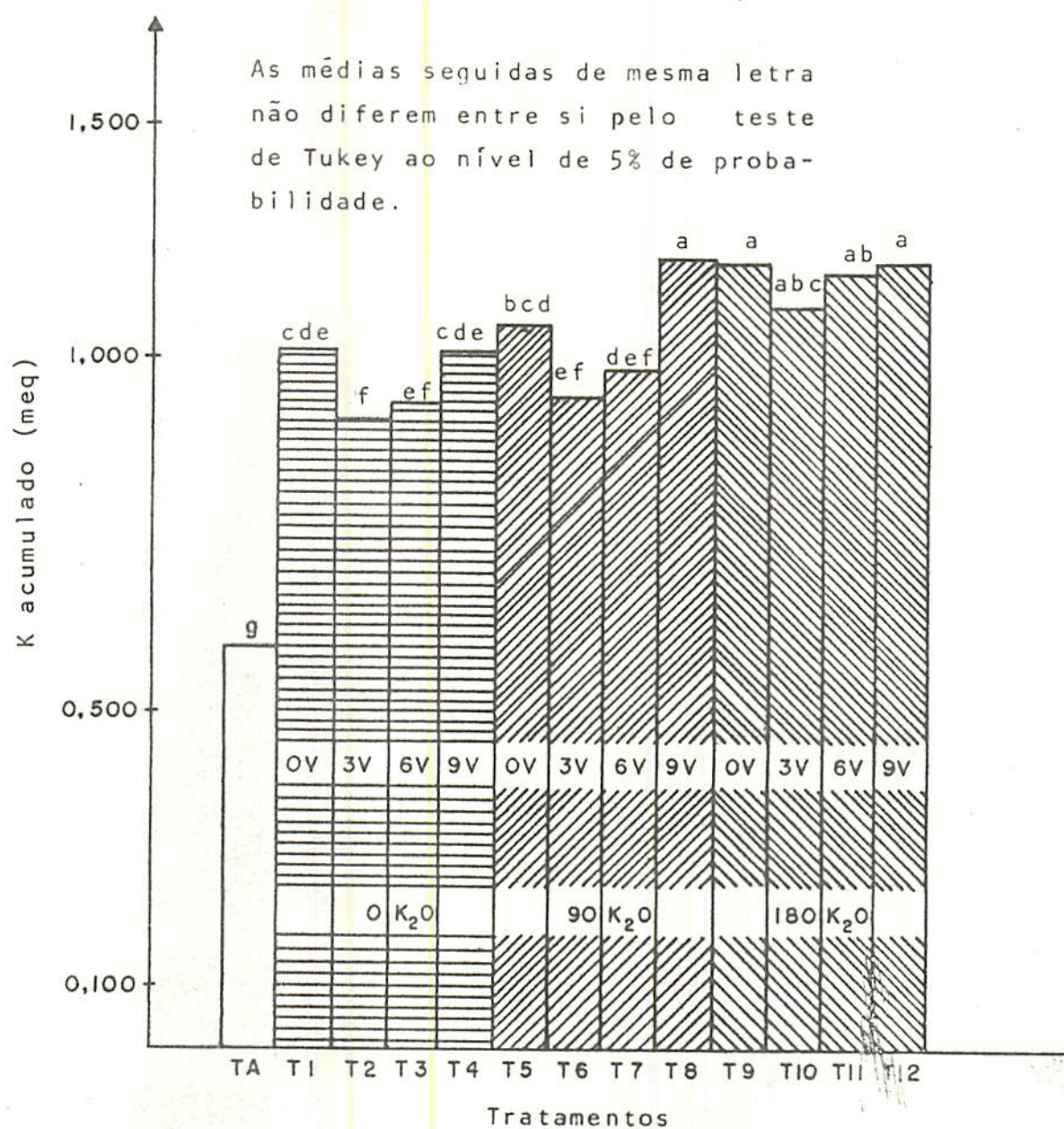


FIGURA 4 - Potássio acumulado (meq) em 10 coletas do percolado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984.

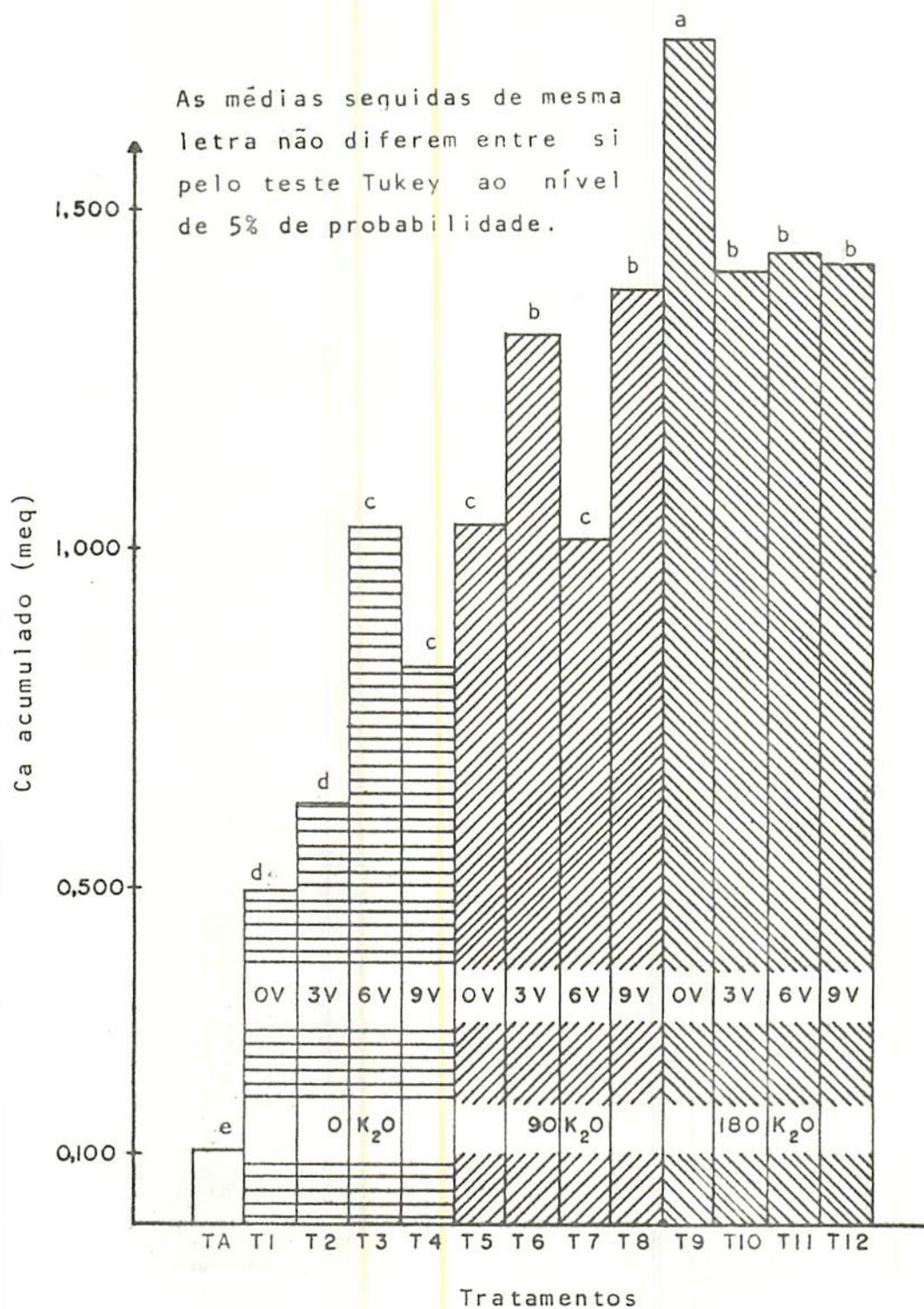


FIGURA 5 - Cálcio, meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984.

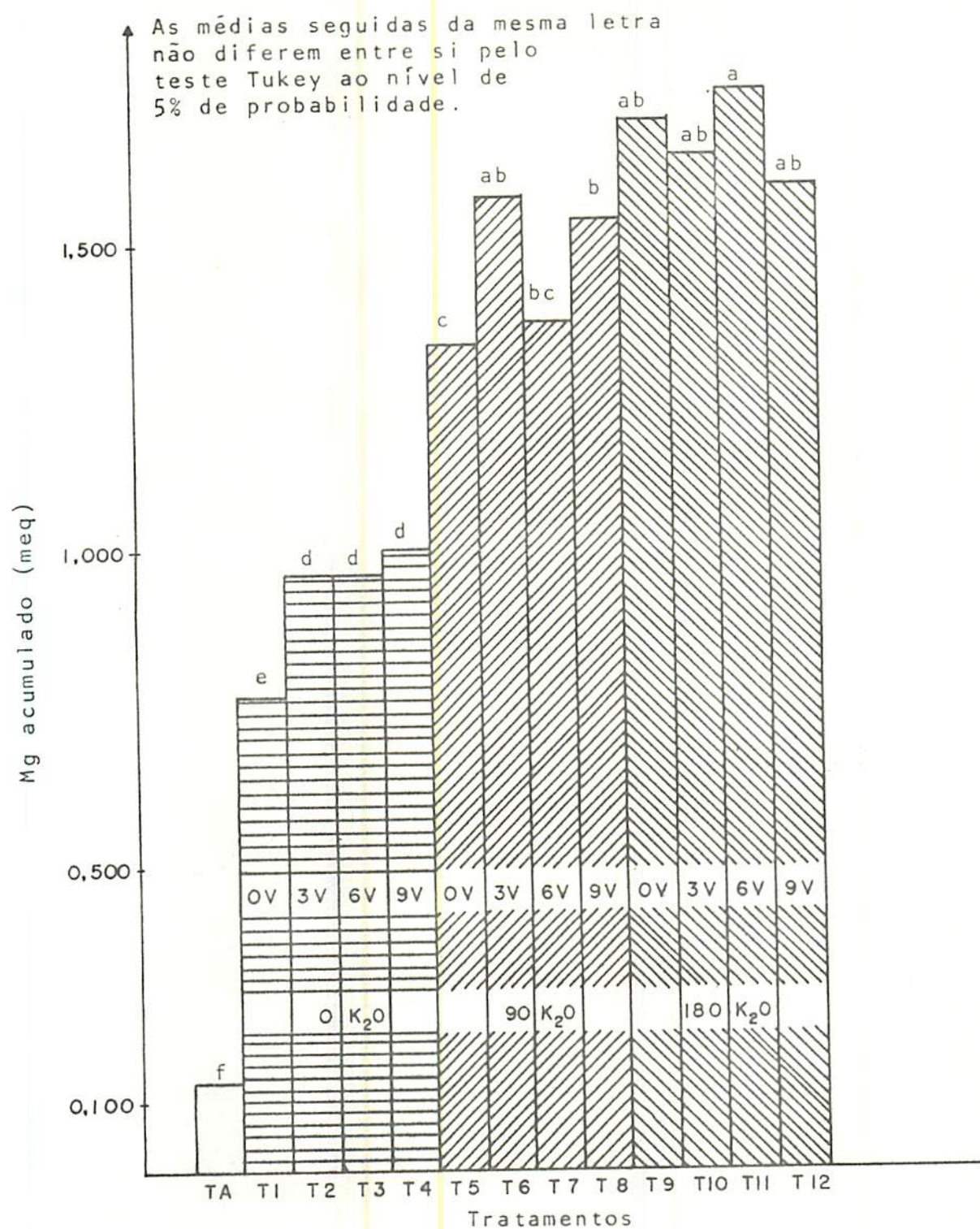


FIGURA 6 - Magnésio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984.

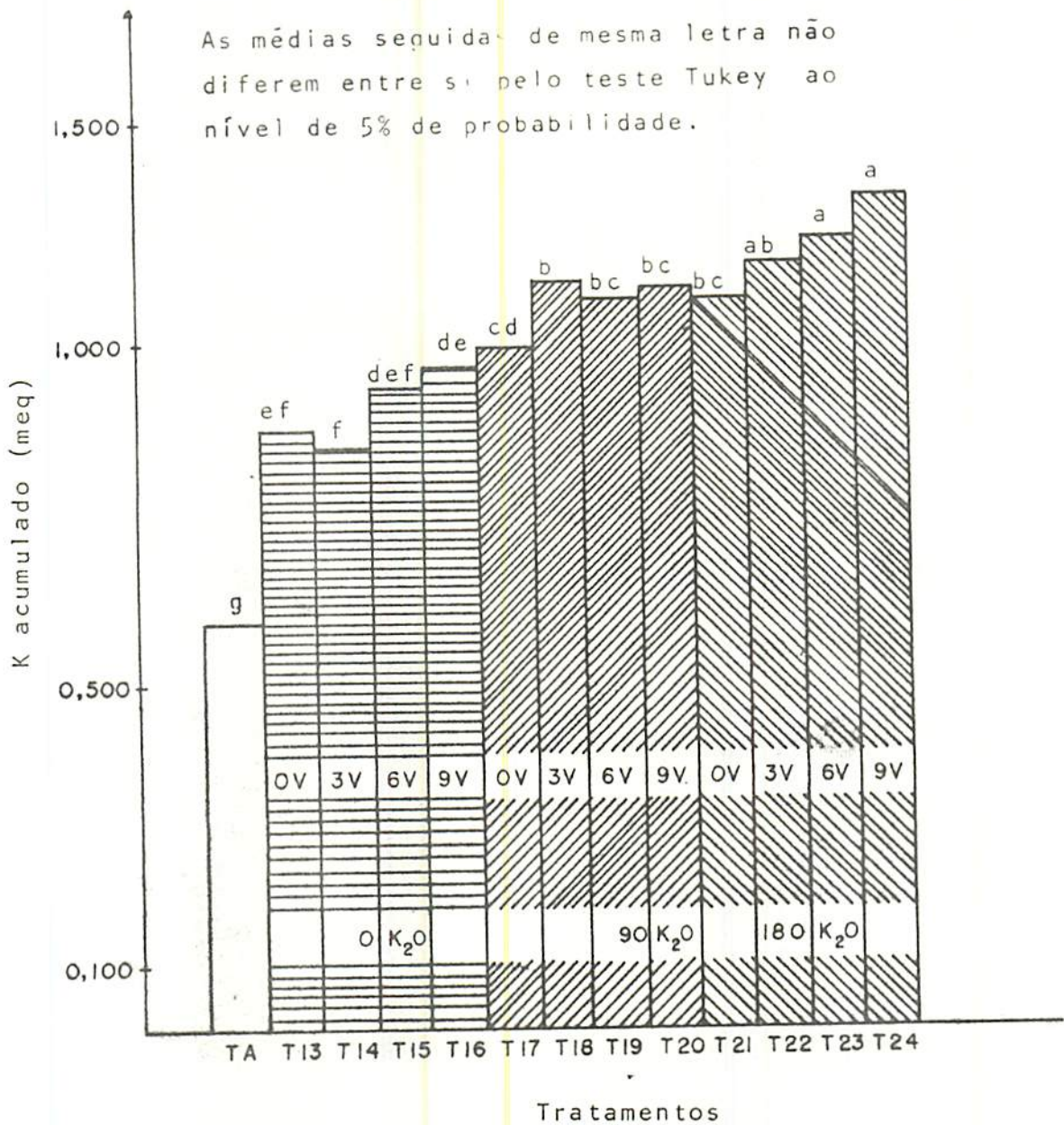


FIGURA 7 - Potássio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984.

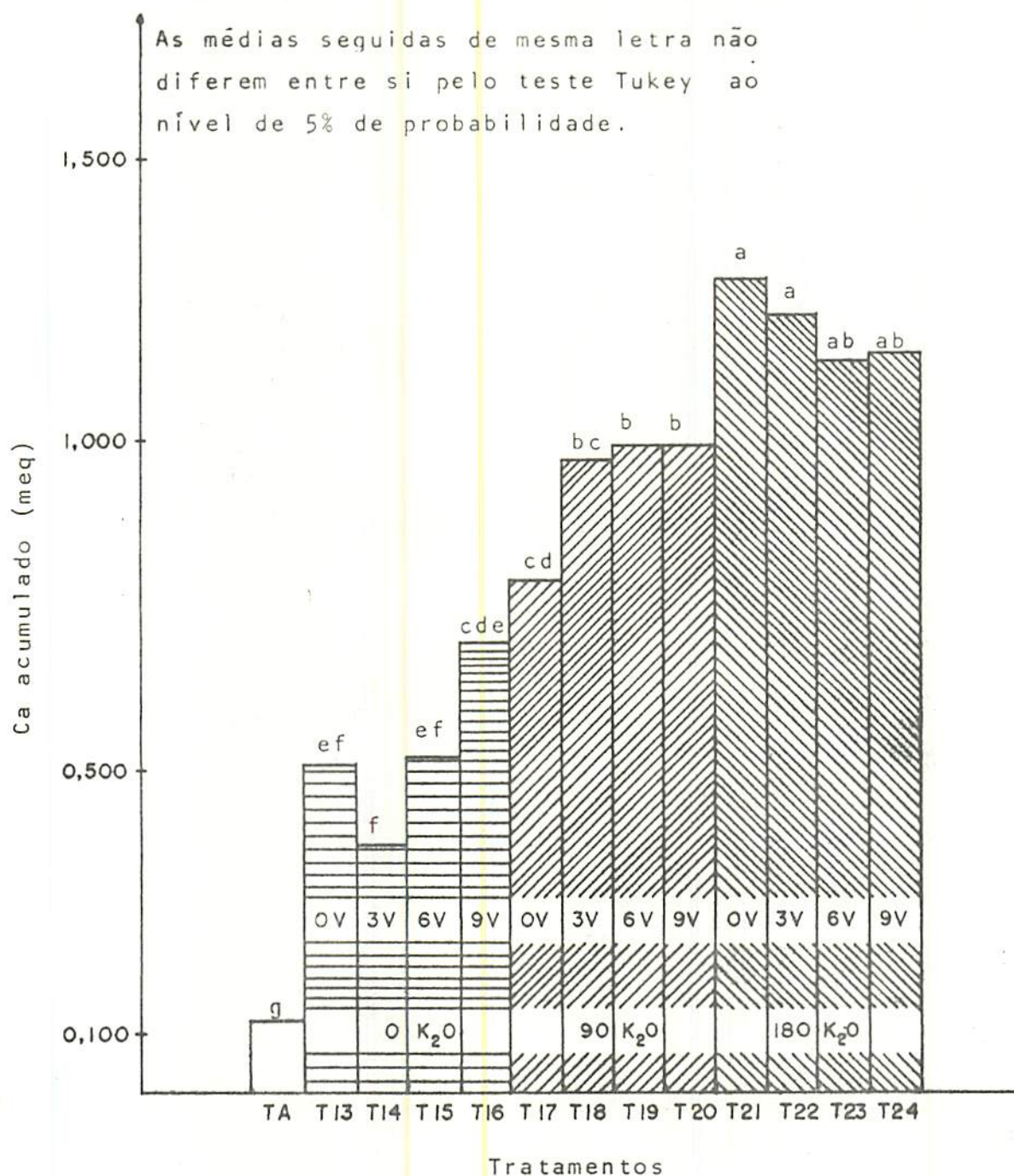


FIGURA 8 - Cálcio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984.

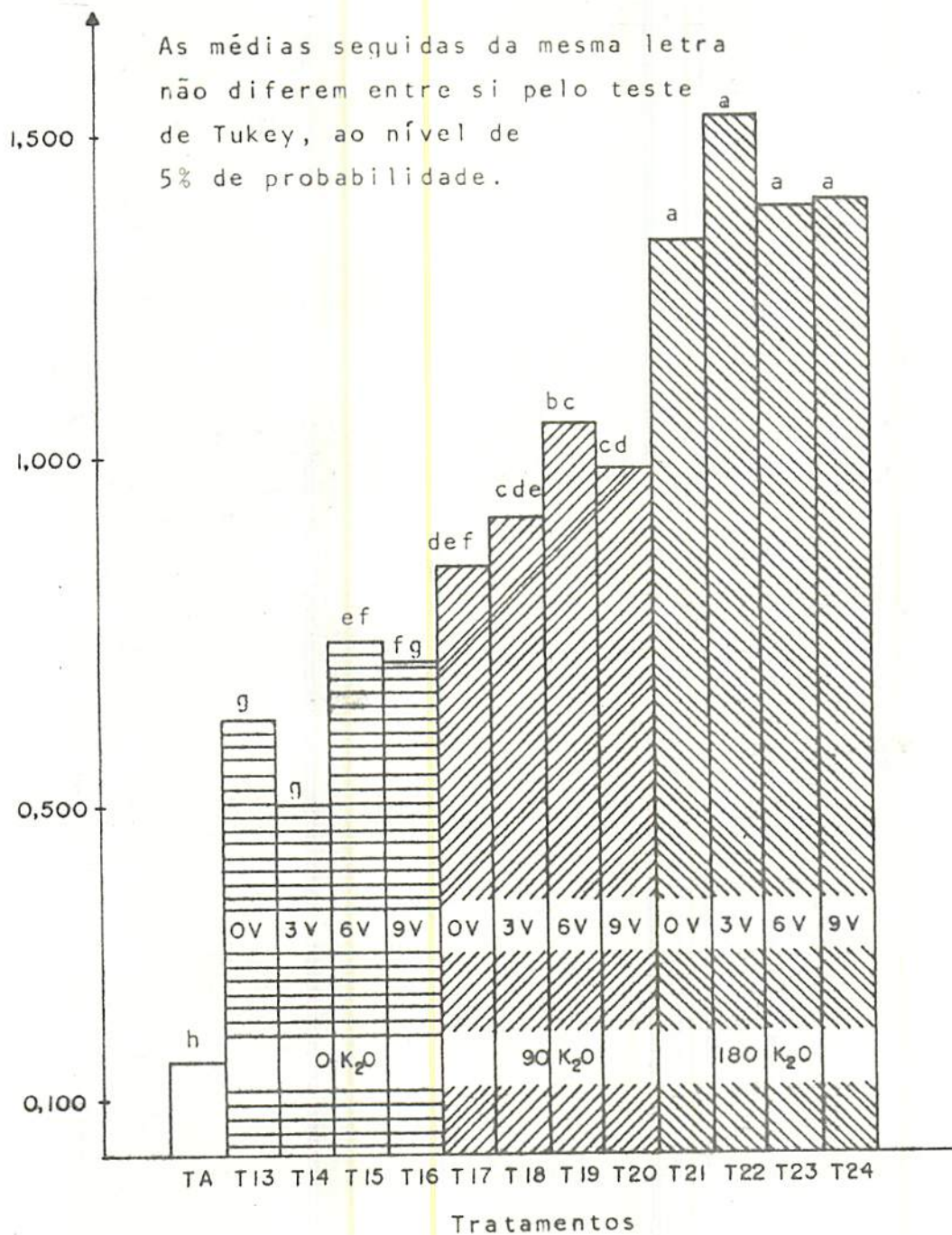


FIGURA 9 - Magnésio, em meq, acumulado em 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem, e testemunha absoluta. Lavras - MG, ESAL, 1984.

11 e 12, e os resumos das análises de variância encontram-se nos Quadros 19, 20 e 21, do Apêndice.

A aplicação de até $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vermiculita (Quadro 7) proporcionou aumentos nos teores de cálcio trocável quando a dose de potássio era de $0 \text{ kg de K}_2\text{O}/\text{ha}$, não observando-se, no entanto, o mesmo efeito quando aplicou-se 90 e $180 \text{ kg de K}_2\text{O}/\text{ha}$. Isto evidencia que apesar do cálcio ser preferencialmente adsorvido, VERDADE (56) e PLEYSIER & JUO (46), o potássio por se encontrar em teores mais elevados, ocupou a maioria dos sítios de troca não permitindo ao cálcio ser adsorvido com a mesma intensidade que nos tratamentos que receberam $0 \text{ kg de K}_2\text{O}/\text{ha}$.

Além do cálcio, também a CTC efetiva aumentou com as doses de vermiculita nos tratamentos com $0 \text{ kg de K}_2\text{O}/\text{ha}$, mostrando, desta forma, que a adição de tal material pode contribuir para a melhoria dos "Latosolos", através da diminuição da lixiviação de cátions.

Ainda no Quadro 7, observa-se um aumento na saturação de alumínio na dose $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vermiculita e $0 \text{ kg}/\text{ha}$ de K_2O , o que pode ser atribuído à liberação do elemento pela mesma, uma vez que a retenção do alumínio pelo argilo-mineral é reversível, DOUGLAS (22). Porém, quando se aplicou $90 \text{ kg de K}_2\text{O}/\text{ha}$, observou-se uma diminuição na saturação de alumínio e aumento da saturação de bases.

O aumento nas doses de potássio aplicado (Quadro 8) fez com que aumentasse o potássio trocável, o que era de se esperar,

QUADRO 7 - Características químicas (médias de três repetições) para os tratamentos em que a interação vermiculita x potássio foi significativa - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

		Características										
Doses de Vermiculita (m ³ /ha)	Ca (meq/100 g)	"CTC Efetiva" (meq/100 g)			Sat. Alumínio (%)			Sat. Bases (%)				
		0	90	180	0	90	180	0	90	180		
		Doses de Potássio (kg K ₂ O/ha)										
0	0,35 b	0,28	0,48	0,72 b	0,62	0,94	17,8 bc	39,7a	23,9	82,2a	60,3 b	76,1
3	0,48ab	0,37	0,43	0,88 b	0,75	0,87	22,8 b	29,4 b	28,1	77,2 b	80,6a	72,9
6	0,52ab	0,30	0,40	0,92ab	0,66	0,86	24,9 b	33,9 b	30,3	75,1 b	66,1a	69,7
9	0,85a	0,36	0,44	1,30a	0,69	0,95	37,3a	30,7 b	32,7	62,7 bc	69,3a	67,3

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

uma vez que o fator que mais contribui para aumentar o potássio trocável na solução do solo é a aplicação de doses pesadas do mesmo, afirmações estas concordantes com BUCKMAN & BRADY (12).

QUADRO 8 - Características químicas (médias de três repetições) em função das doses de K_2O , na forma de cloreto de potássio - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Doses de Potássio (kg K_2O /ha)	Características					
	pH H_2O	pH KCl	Δ pH	Al ³⁺	K ⁺	Mg ²⁺
				meq/100 g		
0	5,3	4,9	-0,4a	0,28	0,03 c	0,19
90	5,1	4,9	-0,2 b	0,18	0,05 b	0,26
180	5,1	4,9	-0,2 b	0,19	0,08a	0,18

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As características químicas do material do solo nas diversas profundidades de coluna, para esta série de tratamentos encontram-se nos Quadros 9 e 10. Comparando-se estes resultados com os dados do solo original (Quadro 1), o que chama mais a atenção é uma considerável lixiviação de cálcio e magnésio até as camadas

de 60 - 80 cm. Este fato refletiu em uma redução marcante na porcentagem de saturação de alumínio até a citada camada. As implicações práticas destes efeitos, no sentido de uma maior profundidade de desenvolvimento de raízes e minimização dos efeitos dos veranicos é amplamente conhecida na literatura (GONZALES-ERICO et alii (34), GOEDERT et alii (31)).

QUADRO 9 - Características químicas (médias de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Profundidade (cm)	Características					
	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al ³⁺	K ⁺	Mg ²⁺
0 - 20	5,3a	5,0	-0,3a	0,18	0,06	0,57a
20 - 40	5,1ab	4,9	-0,2ab	0,19	0,06	0,15 b
40 - 60	5,1ab	5,0	-0,1 b	0,19	0,06	0,13 b
60 - 80	5,0 b	4,8	-0,2ab	0,22	0,05	0,09 b
80 - 100	5,2ab	4,9	-0,3a	0,19	0,05	0,12 b

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 10 - Características químicas (médias de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Profundidade (cm)	Características			
	Ca ²⁺	"CTC efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
	meq/100 g		%	
0 - 20	1,30a	1,88a	6,0 b	94,0a
20 - 40	0,34 b	0,88 b	37,4a	62,6 b
40 - 60	0,23 b	0,66 bc	39,3a	60,7 b
60 - 80	0,15 b	0,39 c	35,9a	64,1 b
80 - 100	0,16 b	0,44 c	27,6a	72,4 b

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Comparando as médias da testemunha absoluta com as médias dos tratamentos, observa-se que a aplicação de vermiculita e calagem promoveu aumentos no pH em H₂O, pH em KCl, potássio, cálcio e magnésio trocáveis, bem como redução nos níveis de alumínio trocável e saturação de alumínio.

QUADRO 11 - Comparação entre as características químicas (médias de três repetições) e as mesmas características da testemunha absoluta - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Características	Tratamentos	Testemunha Absoluta
pH H ₂ O	5,2	4,9
pH KCl	4,9	4,6
ΔpH	-0,3	-0,3
Al ³⁺ (meq/100 g)	0,19	0,40
K ⁺ (meq/100 g)	0,060	0,041
Ca ²⁺ (meq/100 g)	0,440	0,170
Mg ²⁺ (meq/100 g)	0,210	0,100
"CTC efetiva" (meq/100 g)	0,850	0,690
Saturação Al (%)	29,3	52,0
Saturação bases (%)	70,7	48,0

4.3.2. Tratamentos que Receberam Vermiculita 30 Dias Antes da Calagem

Os valores médios para as características analisadas: pH em H₂O, pH em KCl, alumínio, potássio, cálcio e magnésio trocã-

veis e características calculadas: ΔpH , CTC efetiva, saturação de alumínio e saturação de bases encontram-se nos Quadros 13 e 14 do Apêndice. Sendo que o resumo das análises de variância das mesmas características encontram-se nos Quadros 22, 23 e 24, do Apêndice.

A vermiculita quando aplicada na dose $9 \text{ m}^3/\text{ha}$, promoveu ligeiro aumento na saturação de bases, e, conseqüentemente, ligeira diminuição na saturação de alumínio (Quadro 12). Tal fato se justifica, provavelmente, pela capacidade deste mineral em reter Al^{3+} ou seus polímeros, através de pontes de H^+ entre as camadas expandidas, LUIS (38) e DOUGLAS (22). Outra observação que merece destaque é que, apesar da capacidade de troca de cátions da vermiculita estar entre 150 - 250 meq/100 g de argila, DOUGLAS (22) e ALEXIADES & JACKSON (01), não se observou efeitos de doses deste material na CTC efetiva do solo, Quadro 12. Estes dados enfatizam que, apesar dos ligeiros efeitos benéficos da adição de vermiculita nestes solos, estes benefícios são de reduzido significado agronômico, em termos da dinâmica de troca de cátions.

A aplicação de 180 kg de $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$ (Quadro 13) também contribuiu ligeiramente para a diminuição na saturação de alumínio e aumento na saturação de bases e no potássio trocável.

Tal fato pode ter uma explicação pela substituição do alumínio no complexo de troca pelo potássio aplicado em altas doses.

QUADRO 12 - Características químicas (médias de três repetições) em função das doses de vermiculita - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Doses de Vermiculita (m ³ /ha)	Características							
	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al ³⁺	K ⁺	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
				meq/100g			%	
0	5,2	4,9	-0,3	0,18	0,06	0,94	24,3ab	75,7ab
3	5,3	4,9	-0,4	0,18	0,05	1,13	23,4ab	76,6ab
6	5,2	5,0	-0,2	0,18	0,05	1,01	25,4a	74,6 b
9	5,3	4,9	-0,4	0,20	0,05	1,00	21,1 b	78,9a

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 13 - Características químicas (média de três repetições) em função das doses de K_2O na forma de cloreto de potássio - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Doses de Potássio (kg K_2O /ha)	Características								
	pH H_2O	pH KCl	ΔpH	Al ³⁺	K ⁺	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases	
	----- meq/100g -----							----- % -----	
0	5,2	5,0	-0,2	0,18	0,04	0,99	26,2a	73,8 c	
90	5,3	5,0	-0,3	0,16	0,05	0,98	22,6 b	77,4 b	
180	5,3	4,9	-0,4	0,22	0,07	1,10	21,9 c	78,1a	

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na dose de 90 kg/ha de K_2O a aplicação de 3 m³/ha ou mais de vermiculita (Quadro 14) promoveu aumento na adsorção de cálcio e conseqüentemente menores perdas por lixiviação, observação esta explicada pela alta capacidade de troca de cátion deste argilo-mineral, ALEXIADES & JACKSON (01) e DOUGLAS (22), em interação positiva com a dose de K_2O aplicada. Porém, quando se aplicou 180 kg de K_2O /ha necessitou-se de uma dose de 9 m³/ha de vermiculita para que ocorresse menor lixiviação do cálcio. Tais resultados evidenciam que apesar do cálcio ser preferencialmente adsorvido, o potássio, por se encontrar em altas concentrações, promoveu maior substituição com o cálcio, possibilitando maior lixiviação deste último em doses de até 6 m³/ha de vermiculita.

Observou-se também que na dose de 180 kg/ha a aplicação de 9 m³/ha de vermiculita proporcionou diminuição na lixiviação do magnésio, fenômeno este que pode ser atribuído às mesmas causas citadas para o cálcio, ou pode ainda ser consequência do fornecimento do magnésio pela própria vermiculita, uma vez que este elemento encontra-se em grandes proporções no argilo-mineral, LUIS (38).

As características químicas do material do solo nas diversas profundidades de coluna, para esta série de tratamentos encontra-se nos Quadros 15 e 16. A semelhança do anteriormente apresentado para os tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após a calagem (Quadros 9 e 10) a lixiviação de cálcio e magnésio e a redução da porcentagem de saturação de alumínio até as camadas 60 - 80 cm foram as observações mais contrastantes com as características do solo original (Quadro 1).

QUADRO 14 - Características químicas (média de três repetições) para os tratamentos em que a interação vermiculita x potássio foi significativa - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Doses de Vermiculita (m ³ /ha)	Características					
	Ca ²⁺ (meq/100 g)			Mg ²⁺ (meq/100 g)		
	Doses de Potássio (kg K ₂ O/ha)					
	0	90	180	0	90	180
0	0,55	0,47 b	0,49 b	0,22	0,21	0,18 b
3	0,54	0,57a	0,50 b	0,22	0,21	0,18 b
6	0,50	0,56a	0,56ab	0,22	0,19	0,19ab
9	0,51	0,57a	0,60a	0,23	0,21	0,22a

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 15 - Características químicas (média de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Profundidade (cm)	Características								
	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al ³⁺	K ⁺	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases	
	meq/100g					%			
0 - 20	5,4a	4,9	-0,5a	0,20	0,06	2,01a	6,0 c	94,0a	
20 - 40	5,4a	5,0	-0,4ab	0,16	0,06	1,05 b	26,7 b	73,3 b	
40 - 60	5,3ab	5,1	-0,2 b	0,15	0,07	0,95 b	37,1a	63,9 c	
60 - 80	5,0 b	4,8	-0,3ab	0,23	0,05	0,54 c	26,6 b	73,4 b	
80 - 100	5,2ab	4,9	-0,3ab	0,18	0,05	0,57 c	21,4 b	78,6 b	

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 16 - Características químicas (médias de três repetições) em função da profundidade - material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Profundidade (cm)	Características	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺
	meq/100g	
0 - 20	1,38a	0,42a
20 - 40	0,50 b	0,20 b
40 - 60	0,30 c	0,15 bc
60 - 80	0,23 cd	0,13 c
80 - 100	0,26 cd	0,14 c

- As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Uma comparação entre as médias dos tratamentos e as médias da testemunha absoluta (Quadro 17) mostra que os tratamentos promoveram aumentos no pH em H₂O, pH em KCl, potássio, cálcio e magnésio trocáveis, CTC efetiva e saturação de bases e, diminuição no alumínio trocável e saturação de alumínio. Tais resultados devem ser atribuídos ao efeito da calagem e da vermiculita.

QUADRO 17 - Comparação das características químicas (médias de três repetições) dos tratamentos e as mesmas características da testemunha absoluta - material do solo, após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Características	Tratamentos	Testemunha Absoluta
pH H ₂ O	5,3	4,9
pH KCl	4,9	4,6
ΔpH	-0,4	-0,3
Al ³⁺ (meq/100 g)	0,19	0,40
K ⁺ (meq/100 g)	0,060	0,041
Ca ²⁺ (meq/100 g)	0,53	0,17
Mg ²⁺ (meq/100 g)	0,21	0,10
"CTC efetiva" (meq/100 g)	1,02	0,69
Saturação Al (%)	23,6	52,0
Saturação bases (%)	76,4	48,0

5. CONCLUSÕES

- a) Os benefícios da vermiculita são de reduzido significado agrônômico, em termos de dinâmica de troca de cations, no tocante à natureza do material utilizado nas condições experimentais.
- b) Há perspectivas de maiores benefícios da vermiculita na dinâmica de troca de cations, para doses e tempo de incubação maiores, em antecedência às fertilizações.

6. RESUMO

Dentre as propriedades marcantes da maioria dos Latossolos, destaca-se a grande facilidade dos mesmos em apresentar altas taxas de lixiviação de cátions básicos. Este fenômeno se dá, principalmente, devido ao alto grau de permeabilidade destes solos, assim como de uma baixa capacidade natural de troca de cátions.

Com base nestes fatos, levantou-se a hipótese de que a aplicação de vermiculita - que possui uma alta capacidade de troca de cátions - poderia diminuir as perdas por lixiviação dos citados nutrientes. Os objetivos deste trabalho foram avaliar doses de vermiculita na lixiviação de potássio, cálcio e magnésio, em relação à época de aplicação de calcário.

O experimento foi conduzido sob condições de cada de vegetação utilizando-se material de um Latossolo Vermelho-Amarelo câmbico distrófico textura média (LVm), com estrutura deformada, em colunas de PVC de 100 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro.

Foram avaliadas 4 doses de vermiculita (0, 3, 6 e 9 m³/ha), 3 doses de KCl (0, 90 e 180 kg K₂O/ha), sendo as doses de vermiculita incubadas com o material de solo da camada de 0 - 20 cm, 30 dias antes e 30 dias após a aplicação da calagem na mesma camada, mantendo-se 70% do volume total de poros ocupados pela água.

Após o período de incubação, iniciou-se o trabalho de percolação, aplicando-se por gotejo lento na parte superior da coluna, um total de 1.200 mm de água, divididos em 12 aplicações de 100 mm, a cada 3 dias. O líquido percolado foi coletado para avaliações do volume e análises de Ca, Mg e K. Após a última aplicação de água e cessado o processo de percolação, as colunas foram septadas de 20 em 20 cm, o material do solo posto a secar, destorroadado e peneirado em malha de 2 mm, e submetido às seguintes determinações químicas: pH em H₂O, pH em KCl 1N, K, Ca, Mg e Al trocáveis. Calculou-se ainda os parâmetros ΔpH, CTC efetiva, saturação de Al e saturação de bases.

As análises do material do solo após incubação e antes de ser submetido à lixiviação (camada 0 - 20 cm) não mostraram efeito significativo em quaisquer dos parâmetros químicos avaliados, em decorrência tanto de doses de vermiculita, como da época de sua aplicação em relação à calagem.

Com relação ao líquido percolado, também não se observou efeito das doses de vermiculita nos teores de Ca, Mg e K, sendo entretanto marcantes, os aumentos na lixiviação destes nutrientes pela aplicação de calcário e doses crescentes de K₂O.

Já o material de solo submetido à lixiviação (camada 0-20 cm) mostrou alterações químicas em função das dosagens de vermiculita, associada ou não, às dosagens de KCl.

A aplicação de vermiculita 30 dias após a calagem, em dose equivalente a $9 \text{ m}^3/\text{ha}$, aumentou a retenção de Ca e CTC efetiva do solo, mas diminuiu a saturação de bases. Porém, quando aplicada associada à dose de KCl equivalente a $90 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$, houve aumento na saturação de bases do solo.

A dose de $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vermiculita, aplicada 30 dias antes da calagem, promoveu ligeiro aumento na saturação de bases, mas sem acréscimo na CTC efetiva do solo. Doses de vermiculita equivalentes a $3 \text{ m}^3/\text{ha}$ ou mais, associadas a KCl em dose equivalente a $90 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$, promoveram aumentos na adsorção de Ca. Entretanto, com a aplicação de KCl em dose equivalente a $180 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$, foi necessária a aplicação de $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vermiculita para que aumentasse a adsorção de Ca e/ou de Mg pelo material do solo.

Observou-se também que a aplicação de KCl, após a calagem, proporcionou considerável lixiviação de Ca e Mg até as camadas de 60 - 80 cm, reduzindo a saturação de alumínio nas mesmas.

Concluiu-se com esse experimento, que os benefícios da vermiculita são de reduzido significado agrônômico em termos da dinâmica de troca de cátions. Porém, outros trabalhos envolvendo maiores dosagens desse material, métodos de incorporação, em condições de incubação por períodos mais prolongados, são sugeridos para melhores esclarecimentos de seus possíveis efeitos benéficos na química dos solos.

7. SUMMARY

High leaching rates of basic cations is one relevant property of the great majority of the Latosols. This phenomenon occurs, primarily, due to the high permeability of these soils, as well as the low natural cation exchange capacity.

Based upon these facts, a hypothesis was raised in which the use of vermiculite that possesses a high cation exchange capacity could reduce leaching losses of basic cations in such soils. The objectives of this study were to evaluate rates of vermiculite in the leaching of potassium, calcium and magnesium, in relation to time of lime distribution.

The study was conducted under greenhouse conditions, utilizing soil material of a Distrophic cambic medium texture Red-Yellow Latosol (LVm). The soil material collected by layers of 20 cm, was used to fill 100 mm in diameter and 1.000 mm height PVC columns. Four rates of vermiculite (0, 3, 6 and 9 m³/ha) and three rates of KCl (0, 90 and 180 kg K₂O/ha) were evaluated. Ra-

tes of vermiculite were incubated with soil material corresponding to 0 - 20 cm layer, 30 days before and 30 days after lime mixture to the same layer, maintaining 70% of the total volume of pores space occupied by water during this period.

After the incubation period, the three rates of KCl were distributed to the top of the soil columns, and initiated percolation of 1.200 mm of water, divided into 12 portions of 100mm, at every 3 days interval, using a drip irrigation system. The solution that passed through the column was collected for measurement of volume and Ca, Mg and K analysis. After the last irrigation, and after percolation stopped, the columns were separated in 20 cm segments, the soil material was dried and, after preparation, the following parameters were evaluated: pH in H_2O , pH in 1N KCl and exchangeable cations (K, Ca, Mg and Al). The ΔpH , effective CEC, Al saturation and basis saturation were calculated.

Chemical analyses of soil material after incubation and before leaching (0 - 20 cm layer) did not show any effect of rates of vermiculite and/or time of application in relation to lime distribution. In relation to the liquid percolated, it was not observed, also, effect of rates of vermiculite on the levels of Ca, Mg and K; however, lime and rates of K_2O increased leaching of the nutrients.

Soil material after percolation (0 - 20 cm layer) showed chemical modifications as a function of rates of vermiculite, associated or not to rates of K_2O .

Distribution of vermiculite ($9 \text{ m}^3/\text{ha}$), 30 days after liming, increased Ca retention and effective CEC, but diminished the base saturation. However, when associated to $90 \text{ kg/ha K}_2\text{O}$, there was an increase in soil base saturation.

The rate of $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ of vermiculite, applied 30 days before liming, promoted small increase in base saturation, but no effect was observed of effective CEC. Rates of vermiculite ($3 \text{ m}^3/\text{ha}$ or more), associated to rates of $90 \text{ kg/ha K}_2\text{O}$, increased Ca adsorption. However, with rate of $180 \text{ kg/ha K}_2\text{O}$ it was necessary a rate of $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ of vermiculite to increase Ca and/or Mg adsorption by the soil material.

It was also observed that application of rates of K_2O as KCl after liming, increased leaching of Ca and Mg down to the 60-80 cm layer, therefore diminishing Al saturation in the same layer.

It was concluded in this experiment that, the beneficial effects of vermiculite are of reduced agronomical significance in terms of cation exchange dynamics. However, other studies involving higher rates of this material, methods of application, longer incubation periods and their interactions, are suggested to better knowledge of their possible beneficial effects on the chemistry of the soils.

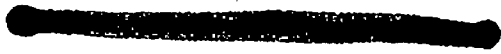
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALEXIADES, C.A. & JACKSON, M. Quantitative determination of vermiculite in soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 29(5):522-7, 1967.
02. AMEDEE, G. & PEECH, H. Liming of highly weathered soils of the humid tropics. Soil Science, Baltimore, 121(4):259-66, 1976.
03. ANJOS, J.T. & ROWELL, D.L. Perdas de cálcio em solos: efeito de doses de óxido de cálcio, temperatura e períodos de secagem em colunas de solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7(1):75-81, jan./abr. 1983.
04. AZEVEDO, L.G. & CASER, R.L. Regionalização do cerrado em função de seus geossistemas. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO: USO E MANEJO, 5, Brasília, 1979.
05. BENNEMA, J. & CAMARGO, E.O.A. Características químicas e físicas de latossolos sob vegetação de cerrado. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola.

Recuperação do Cerrado. Rio de Janeiro, 1964. p. 137-43.
(Estudos Brasileiros, 21)

06. BITTENCOURT, V.C. & SAKAI, M. Lixiviação de K nativo de solos tropicais. Piracicaba, CENA, 1975. 21 p. (CENA Boletim Científico, 27).
07. BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. pt 1, Cap. 30, p. 374-90.
08. BOLTON, J. Changes in soil pH and exchangeable calcium in two liming experiments on contrasting soil over 12 years. Journal Agricultural Science, Gamb., 89(1):81-6, 1977.
09. BRADY, N.C. Natureza e propriedade dos solos. 6.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1983. 647p.
10. BRASIL. Levantamento de reconhecimento dos solos sob influência do reservatório de Furnas. Rio de Janeiro, 1962. 462 p. (Boletim técnico, 13).
11. BRAUNER, J.L. & GARCEZ, J.R.B. Lixiviação de potássio, cálcio e magnésio em solos do Rio Grande do Sul, submetidos a calagem, avaliada em condições de laboratório. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 6(2):89-93, mai./ago. 1982.

12. BUCKMAN, H.O. & BRADY, C.N. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro, USAID, 1967. 594p.
13. BUOL, S.W.; HOLE, F.D. & McCracken, R.J. Soil Genesis and classification. 2.ed. Iowa, The Iowa State Univ., 1980. 404p.
14. CARMO, D.N. Característica genese e uso de Latossolo sobre cerrado no município de Rio Paranaíba (MG), Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1977. 84p. (Tese de Mestrado).
15. COOK, M.G. & RICH, C.I. Negative change of dioctahedral mica as related to weathering. Clays Clays minerals. 11:47-65, 1963.
16. COUTINHO, C.J. & CARVALHO, C.M. O uso da vermiculita na produção de mudas florestais. São Paulo, EUCATEX, s.d. 10 p.
17. CURI, N. Lithosequence and topsequence of oxisols from Goiás and Minas Gerais state, Brazil. West Lafayette, Purdue University. 1983. 158p. (Tese de Doutorado).
18. DAUGHTRY, J.A. & COX, F.R. Effect of calcium source, rate, and time of application on soil calcium level and yield of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Science, s.n.t. 72 p.



19. DAY, P.R. Particle fractionation and particle-size analyses. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. pt 1, Cap. 43, p.545-66
20. DEFELIPO, B.V. & BRAGA, J.M. Influência da calagem e fontes de potássio em Latossolos em Minas Gerais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7(2):119-22, maio/ago. 1983.
21. DOSS, B.D.; DUMAS, W.T. & LUND, Z.F. Depth of lime incorporation for correction of subsoil acidity. Agronomy Journal, 71(4):541-4, July/Aug. 1979.
22. DOUGLAS, L.A. Vermiculites. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. Minerals in soils environments. Madison, Soil Science Society of America, 1977. p.259-92.
23. EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review, New York, 38(2):201-341, 1972.
24. ESPINOZA, W. & REIS, A.E.G. dos. Lixiviação de Ca, K e Mg em um latossolo vermelho-escuro (LE) de cerrados. I. Magnitude e variabilidade do fenômeno na época chuvosa. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 17(2):299-317, fev. 1982.

25. EMBRAPA. Relatório técnico anual do C.P.A.C., 1977-1978. Brasília, 1979. 195p.
26. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos do Distrito Agroindustrial de Jaíba, Minas Gerais. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1976, 242p. (Boletim Técnico, 54).
27. E.U.A. Department of Agriculture. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for marking and interpreting soil surveys. Washington. 1975. 754p. (Agriculture Handbook, 436).
28. FASSBENDER, H.W. Química de suelos; com ênfasis em suelos de America Latina. Costa Rica, Matilde, 1978. 398p.
29. FERRI, M.G. Histórico dos trabalhos botânicos sobre o cerrado. In: _____. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1, São Paulo, 1962, USP/Edgard Blucher, 1963. p.15-50.
30. FREIRE, J.P.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. & AQUINO, L.H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação à níveis de água em solos da região de Lavras (MG). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 4(1):5-8, jan./abr.1980.
31. GOEDERT, W.J.; COREY, R.B. and SYERS, J.K. The effects on potassium equilibria in soils of Rio Grande do Sul. Brazil. Soil Science, Baltimore, 120:107-11, 1975.

32. GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. & WAGNER, E. Potencial agrícola da região dos cerrados brasileiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(1) 1-17, jan. 1980.
33. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 6.ed., Piracicaba, Nobel, 1976. 430p.
34. GONZALES-ERICO, E. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn in oxisols of Central Brazil, North Carolina State University, Raleigh, 1976. (Tese de PhD).
35. KITTRICK, J.A. Forces involved in ion fixation by vermiculite. Soil Science Society of America Proceedings. 30:801-3, 1966.
36. LOPES, A.S. Available water, phosphorus fixation and zinc levels in Brazilian cerrado soils in relation to their physical, chemical and mineralogical properties. North Carolina State University, 1977. (Tese de PhD).
37. LOPES, A.S. Solos sob "cerrados"; características propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa, 1983. 162p.
38. LUIS, A.C. de S. Insumo chave dos oxissolos e vermiculita. São Paulo, Fundação Salim Farah Maluf, 1982.
39. MAGALHÃES, G.M. Fitogeografia do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, Departamento de Pesquisa e Experimentação Agropecuária, Ministério da Agricultura, 1963. (Boletim, 15).

40. MALAVOLTA, E. Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras, Piracicaba, 1982. 91p. (Boletim técnico, 4).
41. MELLO, F.A.S. de; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETO, A. & KIEHL, J.C. Fertilidade do solo, Piracicaba, Nobel 1983. 400p.
42. MIELNICZUK, J. O potássio no solo, Piracicaba, Franciscana, 1982. 79p. (Boletim Técnico, 2).
43. MINAMI, K. Vermiculita na horticultura. São Paulo, s.d., s.n.t. 20p.
44. MONIZ, A.C. Composição química e estrutura dos minerais de argila. In: _____. Elementos de Pedologia. São Paulo, Polígono, 1972. p.29-44.
45. PAGE, A.L.W.D.; GANJE, T.J. & GARBER. Potassium and ammonium fixation in vermiculite soils. Soil Science Society of America Proceedings. 31:337-41. 1967.
46. PLEYSIER, J.L. & JUO, A.S.R. Leaching of fertilizer ions in ultisol from the high rainfall tropics: leaching through undisturbed soil colum. n.s. Soil Science of American Journal, Estados Unidos, 45:754-60, 1981.
47. RESENDE, M. & REZENDE, S.B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 9(105):3-25, 1983.

48. RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E. & SOUZA, D.M.G. Lixiviação de cálcio e magnésio. s.n.t. n.p. (trabalho mimeografado apresentado na XV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo).
49. _____; SILVA, J.E.; LOBATO, E. & CORREIA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah oxisol. Agronomy Journal, 72(1):40-4, Jan./Fev. 1980.
50. SALATI, E.; REICHARDT, K. & URQUIAGA, S.C. Efeito da adição de vermiculita na retenção e armazenamento de água por latossolos. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 4(3):125-31, set./dez. 1980.
51. SANCHEZ, P.; LOPES, A.S. & BUOL, J.W. Cerrado Research center: preliminary project proposal, Raleigh, N.C., North Carolina State University, 1974. (mimeografado).
52. SANTOS, P.S. Tecnologia de argilas. São Paulo, Blucher, 1975. 2 v.
53. STONE, L.F. Produtividade e utilização do nitrogênio pelo arroz (*Oryza sativa* L.): efeitos da deficiência hídrica, cultivares e vermiculita, Piracicaba, 1983. (Tese doutorado).
54. TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers. New York, MacMillan, 1975. 694p.
55. VAN RAIJ, B. Avaliação da fertilidade do solo. Instituto da Potassa, 1981. 142p.

56. VERDADE, F. da C. Análise química total. In: MONIZ, A.C. E-
lementos de pedologia. São Paulo, Polígono, 1972. p.209-
21.
57. VETTORI, L. Métodos de análises do solo. s.l. Equipe de pedo-
logia e fertilidade do Ministério da Agricultura. 1979.
24p. (Boletim técnico).
58. WOLF, J.M. Probabilidades de ocorrência de períodos secos na
estação chuvosa para Brasília. Pesquisa Agropecuária Bra-
sileira, Brasília, 12(1):141-50, 1977.
59. YORK JUNIOR, E.T.; BRADFIELD, R. & PEECH, M. Calcium-potas-
sium interations in soil and plants. I. Lime induced po-
tassium fixation in mardin silt loams. Soil Science, Balti-
more, 76(5):379-87. 1953.

APENDICE

QUADRO 1 - Características químicas do LVm, analisadas em função das doses de vermiculita. Material do solo após incubação e antes de ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*		pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	meq/100 g					
1	1	5,7	5,2	0,1	0,079	2,613	0,956
1	2	6,0	5,6	0,1	0,084	2,688	1,016
1	3	5,7	5,3	0,1	0,084	2,788	1,034
1	4	5,7	5,3	0,1	0,069	2,500	0,923
1	5	6,0	5,6	0,1	0,084	2,438	0,954
1	6	5,7	5,3	0,1	0,072	2,763	0,999
1	7	5,8	5,3	0,1	0,064	2,525	0,976
1	8	6,0	5,5	0,1	0,079	2,500	0,970
1	9	5,7	5,4	0,1	0,087	2,675	0,968
2	1	5,8	5,4	0,1	0,079	2,450	0,958
2	2	5,8	5,5	0,1	0,087	2,325	0,937
2	3	5,7	5,4	0,1	0,077	2,813	1,022
2	4	5,8	5,5	0,1	0,079	2,463	0,945
2	5	5,9	5,5	0,1	0,079	2,675	1,049
2	6	5,8	5,5	0,1	0,072	2,675	0,960
2	7	5,9	5,4	0,1	0,064	2,438	0,931
2	8	6,0	5,4	0,1	0,072	2,525	1,007
2	9	5,8	5,4	0,1	0,069	2,588	0,948
3	1	5,9	5,4	0,1	0,069	2,513	1,042
3	2	6,0	5,5	0,1	0,077	2,375	0,954
3	3	5,4	5,4	0,1	0,079	2,250	0,816
3	4	6,0	5,5	0,1	0,069	2,700	1,098
3	5	6,0	5,5	0,1	0,077	1,413	0,575

.../.

.../.

Tratamentos*		pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	meq/100 g					
3	6	5,5	5,4	0,1	0,087	2,763	1,055
3	7	6,0	5,5	0,1	0,087	2,713	1,028
3	8	5,5	5,1	0,1	0,077	3,325	0,981
3	9	5,6	5,4	0,1	0,079	2,738	1,028
4	1	5,9	5,5	0,1	0,079	2,625	1,019
4	2	5,6	5,3	0,1	0,084	2,525	0,016
4	3	5,6	5,6	0,1	0,092	3,000	1,084
4	4	6,1	5,5	0,1	0,079	2,475	0,989
4	5	5,6	5,4	0,1	0,092	2,400	1,059
4	6	5,7	5,5	0,1	0,084	2,788	1,075
4	7	6,0	5,5	0,1	0,079	2,538	1,104
4	8	5,7	5,3	0,1	0,087	2,325	1,022
4	9	5,7	5,5	0,1	0,077	2,675	1,053

* A letra A refere às doses de vermiculita (1, 2, 3 e 4 representando respectivamente 0, 3, 6 e 9 m³/ha de vermiculita) e a letra B refere-se as repetições.

QUADRO 2 - Características químicas do LVm, calculadas em função das doses de vermiculita. Material do solo após incubação e antes de ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*		Δ pH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B		- meq/100g -	_____ % _____	
1	1	-0,5	3,748	2,7	97,3
1	2	-0,4	3,888	2,6	97,4
1	3	-0,4	4,006	2,5	97,5
1	4	-0,4	3,592	2,8	97,2
1	5	-0,4	3,576	2,8	97,2
1	6	-0,4	2,935	3,4	96,6
1	7	-0,5	3,665	2,7	97,3
1	8	-0,5	3,649	2,7	97,3
1	9	-0,3	3,830	2,6	97,4
2	1	-0,4	3,587	2,8	97,2
2	2	-0,3	3,449	2,9	97,1
2	3	-0,3	4,012	2,5	97,5
2	4	-0,3	3,587	2,8	97,2
2	5	-0,4	3,903	2,6	97,4
2	6	-0,3	3,807	2,6	97,4
2	7	-0,5	3,533	2,8	97,2
2	8	-0,6	3,704	2,7	97,3
2	9	-0,4	3,705	2,7	97,3
3	1	-0,5	2,682	3,7	96,3
3	2	-0,5	3,506	2,9	97,1
3	3	0,0	3,245	3,1	96,9

.../.

Tratamentos*		ΔpH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B		- meq/100g -	_____ % _____	_____
3	4	-0,5	3,967	2,5	97,5
3	5	-0,5	2,165	4,6	95,4
3	6	-0,1	4,005	2,5	97,5
3	7	-0,5	3,928	2,5	97,5
3	8	-0,4	4,483	1,8	98,2
3	9	-0,2	3,945	2,5	97,5
4	1	-0,4	3,823	2,6	97,4
4	2	-0,3	3,725	2,7	97,3
4	3	0,0	4,276	2,3	97,7
4	4	-0,6	3,643	2,7	97,3
4	5	-0,2	3,651	2,7	97,3
4	6	-0,2	4,047	2,5	97,5
4	7	-0,5	3,021	2,6	97,4
4	8	-0,4	3,534	2,8	97,2
4	9	-0,2	3,905	2,6	97,4

* A letra A refere-se às doses de vermiculita (1, 2, 3 e 4 representando respectivamente 0, 3, 6 e 9 m³/ha de vermiculita) e a letra B refere-se as repetições.

QUADRO 3 - Características químicas do LVm, analisadas em função das doses de vermiculita. Material do solo após incubação e antes de ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*		pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	meq/100 g					
1	1	5,8	5,4	0,1	0,087	2,488	0,855
1	2	5,5	4,9	0,1	0,072	5,250	1,084
1	3	6,0	5,4	0,1	0,069	3,438	0,810
1	4	5,8	5,4	0,1	0,079	2,528	0,902
1	5	5,6	5,1	0,1	0,064	3,988	0,943
1	6	6,0	5,4	0,1	0,069	3,288	0,820
1	7	5,9	5,4	0,1	0,072	2,238	0,787
1	8	5,7	5,2	0,1	0,077	3,575	0,857
1	9	6,0	5,4	0,1	0,072	3,300	0,832
2	1	5,9	5,4	0,1	0,087	2,788	0,997
2	2	5,8	5,2	0,1	0,072	3,288	0,830
2	3	6,0	5,4	0,1	0,069	3,275	0,830
2	4	5,9	5,4	0,1	0,077	2,325	0,861
2	5	5,8	5,3	0,1	0,069	3,288	0,826
2	6	6,0	5,5	0,1	0,077	3,200	0,821
2	7	5,9	5,5	0,1	0,084	2,050	0,773
2	8	5,9	5,3	0,1	0,072	3,288	0,859

.../.

.../.

Tratamentos*		pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	meq/100 g					
2	9	6,0	5,4	0,1	0,077	3,200	0,826
3	1	5,8	5,4	0,1	0,077	2,163	0,845
3	2	5,8	5,4	0,1	0,069	2,788	0,680
3	3	6,0	5,4	0,1	0,069	3,338	0,888
3	4	5,8	5,4	0,1	0,084	2,288	0,954
3	5	5,9	5,4	0,1	0,077	3,338	0,861
3	6	6,0	5,4	0,1	0,069	3,625	0,910
3	7	5,9	5,4	0,1	0,079	1,775	0,713
3	8	5,9	5,3	0,1	0,064	3,550	0,908
3	9	5,5	5,4	0,1	0,072	3,625	0,921
4	1	5,8	5,5	0,1	0,084	1,975	0,803
4	2	5,9	5,4	0,1	0,072	3,525	0,929
4	3	5,6	5,5	0,1	0,079	3,313	0,848
4	4	5,9	5,5	0,1	0,077	2,188	0,898
4	5	5,9	5,3	0,1	0,069	3,525	0,954
4	6	5,9	5,5	0,1	0,072	3,938	0,902
4	7	5,9	5,4	0,1	0,077	2,075	0,855
4	8	5,9	5,4	0,1	0,072	4,250	1,034
4	9	5,8	5,4	0,1	0,064	3,675	0,910

* A letra A refere-se as doses de vermiculita (1, 2, 3 e 4 representando respectivamente 0, 3, 6 e 9 m³/ha de vermiculita) e a letra B refere-se às repetições.

QUADRO 4 - Características químicas do LVm, calculadas em função das doses de vermiculita. Material do solo após incubação e antes de ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984

Tratamentos*		ΔpH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B		- meq/100g -	_____ % _____	
1	1	-0,5	3,530	2,8	97,2
1	2	-0,6	6,506	1,5	98,5
1	3	-0,6	4,417	2,3	97,7
1	4	-0,4	3,619	2,8	97,2
1	5	-0,5	5,095	2,0	98,0
1	6	-0,6	4,277	2,3	97,7
1	7	-0,5	3,197	3,1	96,9
1	8	-0,5	4,609	2,2	97,8
1	9	-0,6	4,304	2,3	97,7
2	1	-0,5	3,972	2,5	97,5
2	2	-0,6	4,290	2,3	97,7
2	3	-0,6	4,274	2,3	97,7
2	4	-0,5	3,363	3,0	97,0
2	5	-0,5	4,283	2,3	97,7
2	6	-0,5	4,198	2,4	97,6
2	7	-0,4	3,007	3,3	96,7
2	8	-0,6	4,319	2,3	97,7
2	9	-0,6	4,203	2,4	97,6
3	1	-0,4	3,185	3,1	96,9
3	2	-0,4	3,637	2,7	97,3
3	3	-0,6	4,395	2,3	97,7

.../.

.../.

Tratamentos*		ΔpH	CTC Efetiva - meq/100g -	Saturação Al %	Saturação Bases
A	B				
3	4	-0,4	3,426	2,9	97,1
3	5	-0,5	4,376	2,3	97,7
3	6	-0,6	4,704	2,1	97,9
3	7	-0,5	2,667	3,7	96,3
3	8	-0,6	4,662	2,2	97,8
3	9	-0,1	4,718	2,1	97,9
4	1	-0,3	2,962	3,4	96,6
4	2	-0,5	4,626	2,2	97,8
4	3	-0,1	4,340	2,3	97,7
4	4	-0,4	3,263	3,1	96,9
4	5	-0,6	4,648	2,2	97,8
4	6	-0,4	5,012	2,0	98,0
4	7	-0,5	3,107	3,2	96,8
4	8	-0,5	5,456	1,8	98,2
4	9	-0,4	3,839	2,6	97,4

* A letra A refere-se às doses de vermiculita (1, 2, 3 e 4 representando respectivamente 0, 3, 6 e 9 m³/ha de vermiculita) e a letra B refere-se as repetições.

QUADRO 5 - Valores médios de potássio (em meq) no percolado para as 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*		Coleta																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
A	B C																			
1	1 0	0,006	0,019	0,020	0,024	0,210	0,186	0,173	0,125	0,107	0,095									
2	1 0	0,006	0,016	0,020	0,086	0,197	0,160	0,152	0,108	0,095	0,085									
3	1 0	0,011	0,020	0,054	0,096	0,192	0,138	0,149	0,101	0,092	0,086									
4	1 0	0,007	0,026	0,067	0,099	0,211	0,153	0,159	0,113	0,094	0,087									
1	2 0	0,009	0,022	0,074	0,109	0,208	0,157	0,168	0,118	0,103	0,091									
2	2 0	0,007	0,017	0,065	0,102	0,148	0,154	0,162	0,109	0,100	0,094									
3	2 0	0,007	0,020	0,098	0,108	0,206	0,143	0,142	0,102	0,087	0,082									
4	2 0	0,014	0,046	0,138	0,131	0,214	0,157	0,156	0,108	0,100	0,093									
1	3 0	0,007	0,021	0,152	0,107	0,200	0,167	0,170	0,122	0,107	0,098									
2	3 0	0,008	0,021	0,112	0,111	0,188	0,173	0,166	0,111	0,101	0,095									
3	3 0	0,005	0,042	0,141	0,108	0,200	0,154	0,159	0,115	0,107	0,104									
4	3 0	0,008	0,026	0,093	0,131	0,230	0,178	0,170	0,116	0,101	0,097									

* O tratamento A refere-se as doses de vermiculita, o B refere-se às doses de potássio e o C a repetição.

QUADRO 6 - Valores médios de cálcio (em meq) no percolado, para as 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após a calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*			Coleta									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0,005	0,010	0,004	0,034	0,044	0,100	0,088	0,068	0,075	0,079
2	1	0	0,000	0,006	0,006	0,066	0,100	0,130	0,104	0,073	0,081	0,072
3	1	0	0,005	0,005	0,013	0,184	0,144	0,166	0,141	0,094	0,101	0,086
4	1	0	0,002	0,001	0,031	0,140	0,123	0,155	0,130	0,093	0,089	0,081
1	2	0	0,006	0,003	0,036	0,145	0,143	0,199	0,188	0,118	0,117	0,106
2	2	0	0,010	0,001	0,071	0,217	0,162	0,244	0,261	0,126	0,124	0,124
3	2	0	0,001	0,001	0,038	0,149	0,143	0,200	0,176	0,119	0,112	0,104
4	2	0	0,011	0,017	0,079	0,238	0,212	0,240	0,215	0,138	0,144	0,133
1	3	0	0,004	0,001	0,199	0,370	0,261	0,281	0,267	0,131	0,144	0,125
2	3	0	0,016	0,002	0,089	0,244	0,203	0,277	0,231	0,128	0,130	0,125
3	3	0	0,001	0,018	0,126	0,347	0,262	0,293	0,268	0,133	0,141	0,139
4	3	0	0,001	0,001	0,011	0,227	0,235	0,278	0,254	0,143	0,158	0,144

* O tratamento A refere-se as doses de vermiculita, o B refere-se as doses de potássio e o C a repetição.

QUADRO 7 - Valores médios de magnésio (em meq) no percolado, para as 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*			Coleta									
A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0,012	0,017	0,014	0,058	0,086	0,152	0,159	0,101	0,087	0,078
2	1	0	0,006	0,011	0,017	0,124	0,174	0,209	0,162	0,098	0,084	0,072
3	1	0	0,014	0,013	0,078	0,178	0,172	0,168	0,149	0,099	0,083	0,076
4	1	0	0,005	0,009	0,055	0,163	0,167	0,171	0,161	0,097	0,088	0,079
1	2	0	0,010	0,012	0,063	0,190	0,194	0,300	0,228	0,130	0,111	0,098
2	2	0	0,016	0,009	0,158	0,279	0,192	0,337	0,248	0,124	0,109	0,096
3	2	0	0,005	0,009	0,086	0,209	0,208	0,310	0,228	0,124	0,098	0,087
4	2	0	0,009	0,017	0,062	0,237	0,233	0,337	0,247	0,144	0,135	0,111
1	3	0	0,006	0,010	0,247	0,305	0,229	0,341	0,221	0,120	0,121	0,095
2	3	0	0,006	0,011	0,157	0,286	0,216	0,348	0,257	0,140	0,116	0,101
3	3	0	0,005	0,049	0,183	0,299	0,234	0,337	0,275	0,138	0,116	0,104
4	3	0	0,004	0,012	0,019	0,236	0,252	0,362	0,311	0,156	0,136	0,113

* O tratamento A refere-se as doses de vermiculita, o B refere-se as doses de potássio e o C a repetição.

QUADRO 8 - Valores médios de potássio (em meq) no percolado, para as 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*		Coleta																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
A	B C																			
1	1 0	0,021	0,041	0,035	0,062	0,172	0,151	0,162	0,111	0,103	0,102									
2	1 0	0,006	0,017	0,008	0,030	0,157	0,158	0,188	0,140	0,125	0,125									
3	1 0	0,005	0,017	0,013	0,046	0,154	0,159	0,186	0,123	0,112	0,113									
4	1 0	0,010	0,028	0,032	0,059	0,169	0,149	0,166	0,116	0,110	0,112									
1	2 0	0,014	0,036	0,037	0,078	0,176	0,153	0,165	0,118	0,103	0,106									
2	2 0	0,014	0,043	0,055	0,085	0,172	0,166	0,189	0,125	0,112	0,107									
3	2 0	0,008	0,020	0,082	0,105	0,196	0,158	0,169	0,114	0,103	0,102									
4	2 0	0,008	0,022	0,070	0,112	0,218	0,163	0,164	0,113	0,102	0,099									
1	3 0	0,010	0,023	0,078	0,111	0,201	0,153	0,156	0,115	0,104	0,109									
2	3 0	0,009	0,023	0,072	0,110	0,217	0,164	0,163	0,114	0,104	0,108									
3	3 0	0,009	0,030	0,122	0,102	0,203	0,159	0,165	0,119	0,115	0,112									
4	3 0	0,009	0,024	0,068	0,110	0,246	0,180	0,186	0,132	0,120	0,119									

* O tratamento A refere-se as doses de vermiculita, o B as doses de potássio e o C a re-petição.

QUADRO 9 - Valores médios de cálcio (em meq) no percolado, para as 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*			Coleta									
A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0,007	0,003	0,007	0,031	0,051	0,093	0,177	0,048	0,084	0,008
2	1	0	0,002	0,003	0,001	0,006	0,022	0,056	0,127	0,034	0,072	0,062
3	1	0	0,003	0,005	0,004	0,026	0,038	0,080	0,156	0,043	0,088	0,069
4	1	0	0,006	0,004	0,023	0,064	0,071	0,119	0,185	0,050	0,093	0,078
1	2	0	0,010	0,002	0,010	0,064	0,097	0,134	0,189	0,076	0,100	0,101
2	2	0	0,011	0,005	0,014	0,103	0,111	0,162	0,237	0,074	0,112	0,104
3	2	0	0,001	0,001	0,012	0,114	0,142	0,201	0,202	0,091	0,124	0,097
4	2	0	0,002	0,001	0,009	0,085	0,152	0,197	0,230	0,099	0,120	0,093
1	3	0	0,009	0,002	0,036	0,148	0,159	0,224	0,292	0,110	0,134	0,131
2	3	0	0,006	0,002	0,029	0,160	0,176	0,219	0,224	0,110	0,140	0,120
3	3	0	0,006	0,002	0,013	0,162	0,172	0,204	0,215	0,099	0,131	0,114
4	3	0	0,004	0,005	0,045	0,129	0,159	0,179	0,238	0,101	0,143	0,120

* O tratamento A refere-se às doses de vermiculita, o B as doses de potássio e o C a re-petição.

QUADRO 10 - Valores médios de magnésio (em meq) no percolado, para as 10 coletas. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*			Coleta																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
A	B	C																		
1	1	0	0,010	0,012	0,030	0,058	0,078	0,098	0,113	0,080	0,087	0,070								
2	1	0	0,006	0,010	0,007	0,019	0,045	0,075	0,111	0,083	0,084	0,074								
3	1	0	0,006	0,013	0,012	0,068	0,083	0,112	0,152	0,098	0,120	0,084								
4	1	0	0,008	0,011	0,064	0,088	0,085	0,107	0,130	0,080	0,077	0,067								
1	2	0	0,015	0,080	0,019	0,086	0,121	0,157	0,158	0,106	0,097	0,088								
2	2	0	0,011	0,012	0,024	0,119	0,129	0,152	0,163	0,102	0,115	0,096								
3	2	0	0,006	0,007	0,031	0,198	0,190	0,192	0,190	0,112	0,120	0,086								
4	2	0	0,007	0,008	0,025	0,160	0,216	0,305	0,225	0,126	0,113	0,088								
1	3	0	0,009	0,011	0,076	0,204	0,215	0,275	0,214	0,117	0,108	0,095								
2	3	0	0,007	0,007	0,168	0,231	0,225	0,290	0,216	0,129	0,129	0,105								
3	3	0	0,009	0,011	0,098	0,244	0,203	0,264	0,202	0,122	0,120	0,102								
4	3	0	0,006	0,012	0,081	0,175	0,219	0,274	0,243	0,131	0,132	0,104								

* O tratamento A refere-se às doses de vermiculita, o B as doses de potássio e o C a re-
petição.

QUADRO 11 - Características químicas do LVm, analisadas em função de doses de vermiculita, doses de potássio e profundidade. Material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*				pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	C	D	meq/100 g					
1	1	1	0	5,6	4,9	0,17	0,04	1,51	0,45
2	1	1	0	5,3	5,0	0,20	0,04	1,36	0,42
3	1	1	0	5,5	5,1	0,20	0,04	1,33	0,43
4	1	1	0	5,4	5,0	0,17	0,04	1,34	0,42
1	2	1	0	5,3	5,0	0,13	0,06	1,33	0,41
2	2	1	0	5,2	4,9	0,20	0,06	1,37	0,41
3	2	1	0	5,2	4,9	0,13	0,06	1,40	0,42
4	2	1	0	5,3	5,1	0,13	0,07	1,38	0,42
1	3	1	0	5,2	5,0	0,20	0,09	1,30	0,38
2	3	1	0	5,3	5,0	0,17	0,11	1,33	0,41
3	3	1	0	5,2	4,8	0,23	0,09	1,43	0,40
4	3	1	0	5,1	4,9	0,27	0,10	1,44	0,45
1	1	2	0	5,4	4,9	0,23	0,03	0,56	0,23
2	1	2	0	5,3	4,9	0,27	0,04	0,59	0,24
3	1	2	0	5,3	5,0	0,20	0,04	0,53	0,24
4	1	2	0	5,1	4,7	0,20	0,04	0,51	0,23
1	2	2	0	5,1	4,9	0,20	0,05	0,49	0,21
2	2	2	0	5,2	5,0	0,17	0,05	0,62	0,21
3	2	2	0	4,9	4,9	0,20	0,05	0,50	0,18
4	2	2	0	5,1	5,0	0,10	0,06	0,48	0,18
1	3	2	0	5,2	5,0	0,17	0,08	0,40	0,15
2	3	2	0	5,2	5,1	0,17	0,09	0,41	0,16
3	3	2	0	5,1	4,9	0,27	0,09	0,46	0,18

.../.

.../.

Tratamentos*				pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	C	D	meq/100 g					
4	3	2	0	5,0	4,9	0,13	0,08	0,48	0,19
1	1	3	0	5,4	5,0	0,20	0,04	0,27	0,14
2	1	3	0	5,1	5,0	0,20	0,04	0,27	0,15
3	1	3	0	5,4	5,1	0,20	0,04	0,26	0,14
4	1	3	0	5,1	5,0	0,20	0,04	0,33	0,18
1	2	3	0	5,1	5,0	0,23	0,06	0,19	0,13
2	2	3	0	5,1	5,0	0,20	0,06	0,33	0,19
3	2	3	0	5,1	4,9	0,23	0,05	0,33	0,14
4	2	3	0	5,1	5,2	0,17	0,07	0,32	0,14
1	3	3	0	5,1	5,2	0,17	0,08	0,28	0,14
2	3	3	0	5,0	5,1	0,13	0,09	0,28	0,12
3	3	3	0	5,1	5,0	0,17	0,08	0,34	0,14
4	3	3	0	5,0	5,0	0,13	0,08	0,37	0,14
1	1	4	0	5,2	4,7	0,23	0,03	0,20	0,12
2	1	4	0	5,2	4,8	0,23	0,03	0,21	0,12
3	1	4	0	5,2	4,9	0,27	0,03	0,18	0,15
4	1	4	0	5,1	4,7	0,23	0,03	0,17	0,16
1	2	4	0	5,1	4,8	0,20	0,05	0,16	0,16
2	2	4	0	5,0	4,8	0,23	0,05	0,26	0,18
3	2	4	0	4,9	4,7	0,27	0,05	0,25	0,10
4	2	4	0	5,0	4,9	0,17	0,05	0,25	0,15
1	3	4	0	5,0	4,9	0,17	0,08	0,22	0,10
2	3	4	0	4,9	4,8	0,17	0,08	0,22	0,10
3	3	4	0	5,0	4,8	0,27	0,08	0,28	0,11
4	3	4	0	4,8	4,8	0,20	0,08	0,34	0,14
1	1	5	0	5,4	4,9	0,13	0,03	0,24	0,14
2	1	5	0	5,3	5,0	0,20	0,03	0,27	0,14
3	1	5	0	5,4	5,0	0,23	0,03	0,21	0,14

.../.

.../.

Tratamentos*				pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	C	D	meq/100 g					
4	1	5	0	5,2	4,9	0,23	0,03	0,21	0,15
1	2	5	0	5,2	4,9	0,13	0,04	0,18	0,15
2	2	5	0	5,1	4,9	0,20	0,04	0,29	0,13
3	2	5	0	5,1	4,9	0,23	0,04	0,28	0,13
4	2	5	0	5,2	5,1	0,13	0,05	0,28	0,15
1	3	5	0	5,1	5,0	0,17	0,07	0,25	0,12
2	3	5	0	5,1	4,9	0,20	0,06	0,29	0,14
3	3	5	0	4,9	4,9	0,17	0,06	0,27	0,14
4	3	5	0	5,0	4,9	0,20	0,07	0,37	0,15

* O tratamento A refere-se à doses de vermiculita, o B as doses de potássio, o C a profundidade e o D a repetição.

QUADRO 12 - Características químicas do LVM, calculadas em função de doses de vermiculita, doses de potássio e profundidade. Material do solo após ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*				ΔpH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B	C	D		- meq/100g -	%	
1	1	1	0	-0,7	2,15	6,2	93,8
2	1	1	0	-0,3	2,01	8,2	91,8
3	1	1	0	-0,4	1,94	6,7	93,3
4	1	1	0	-0,4	1,96	6,8	93,2
1	2	1	0	-0,3	1,93	5,2	94,8
2	2	1	0	-0,3	1,96	5,1	94,9
3	2	1	0	-0,3	2,01	5,0	95,0
4	2	1	0	-0,2	2,00	5,0	95,0
1	3	1	0	-0,2	1,92	5,2	94,8
2	3	1	0	-0,3	1,99	5,0	95,0
3	3	1	0	-0,4	2,13	7,7	92,3
4	3	1	0	-0,2	2,16	6,1	93,9
1	1	2	0	-0,5	1,01	19,2	80,8
2	1	2	0	-0,4	1,15	26,1	73,9
3	1	2	0	-0,3	1,12	29,5	70,5
4	1	2	0	-0,4	1,03	2,59	74,1
1	2	2	0	-0,2	0,95	21,0	79,0
2	2	2	0	-0,2	1,20	25,0	75,0
3	2	2	0	0,0	1,04	27,7	72,3
4	2	2	0	-0,1	0,92	21,7	78,3
1	3	2	0	-0,2	0,92	29,2	70,8

.../.

.../.

Tratamentos*				ΔpH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B	C	D		- meq/100g -	%	
2	3	2	0	-0,1	0,97	30,6	69,4
3	3	2	0	-0,2	1,10	33,2	66,8
4	3	2	0	-0,1	1,15	31,9	68,1
1	1	3	0	-0,4	0,73	41,2	58,8
2	1	3	0	-0,1	0,74	40,8	59,2
3	1	3	0	-0,3	0,72	41,4	58,6
4	1	3	0	-0,1	0,88	38,6	61,4
1	2	3	0	-0,1	0,73	50,9	49,1
2	2	3	0	-0,1	0,86	32,4	67,6
3	2	3	0	-0,2	0,84	38,7	61,3
4	2	3	0	+0,1	0,71	28,3	72,7
1	3	3	0	+0,1	0,78	38,4	61,6
2	3	3	0	+0,1	0,71	32,5	67,5
3	3	3	0	-0,1	0,88	37,7	62,3
4	3	3	0	0,0	0,78	25,8	74,2
1	1	4	0	-0,5	0,51	31,4	68,6
2	1	4	0	-0,4	0,56	36,3	63,7
3	1	4	0	-0,3	0,56	36,0	64,0
4	1	4	0	-0,4	0,53	30,8	69,2
1	2	4	0	-0,3	0,45	22,5	77,5
2	2	4	0	-0,2	0,58	28,5	71,5
3	2	4	0	-0,2	0,55	29,6	70,4
4	2	4	0	-0,1	0,54	18,8	81,2
1	3	4	0	-0,1	0,47	21,5	78,5
2	3	4	0	-0,1	0,47	21,2	78,8
3	3	4	0	-0,2	0,57	22,8	77,2
4	3	4	0	0,0	0,66	19,9	80,1

.../.

.../.

Tratamentos*				ΔpH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B	C	D		— meq/100g—	———— % ————	
1	1	5	0	-0,5	0,59	28,1	71,9
2	1	5	0	-0,3	0,59	22,1	77,9
3	1	5	0	-0,4	0,52	24,8	75,2
4	1	5	0	-0,3	0,53	24,7	75,3
1	2	5	0	-0,3	0,50	25,9	74,1
2	2	5	0	-0,2	0,59	22,0	78,0
3	2	5	0	-0,2	0,61	21,8	78,2
4	2	5	0	-0,1	0,57	17,7	82,3
1	3	5	0	-0,1	0,52	19,4	80,6
2	3	5	0	-0,1	0,57	17,4	82,6
3	3	5	0	0,0	0,56	17,9	82,1
4	3	5	0	-0,1	0,67	15,5	84,5

* O Tratamento A refere-se à doses de vermiculita, o B as doses de potássio, o C a profundidade e o D a repetição.

QUADRO 13 - Características químicas do LVm, analisadas em função de doses de vermiculita, doses de potássio e profundidade. Material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da colagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*				pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	C	D	meq/100 g					
1	1	1	0	5,1	5,0	0,23	0,06	1,94	0,48
2	1	1	0	5,3	4,9	0,20	0,04	1,41	0,42
3	1	1	0	5,5	5,0	0,17	0,04	1,36	0,42
4	1	1	0	5,3	5,0	0,23	0,04	1,29	0,42
1	2	1	0	5,5	5,0	0,17	0,06	1,07	0,32
2	2	1	0	5,5	5,0	0,17	0,06	1,21	0,38
3	2	1	0	5,5	5,0	0,13	0,06	1,12	0,36
4	2	1	0	5,4	4,9	0,23	0,06	1,21	0,41
1	3	1	0	5,4	4,8	0,20	0,08	1,29	0,40
2	3	1	0	5,5	4,9	0,17	0,08	1,28	0,41
3	3	1	0	5,4	4,9	0,27	0,08	1,07	0,35
4	3	1	0	5,4	4,9	0,23	0,08	1,30	0,43
1	1	2	0	5,1	5,0	0,13	0,07	0,66	0,20
2	1	2	0	5,4	5,0	0,13	0,04	0,42	0,19
3	1	2	0	5,3	5,1	0,13	0,04	0,40	0,17
4	1	2	0	5,4	5,0	0,17	0,04	0,25	0,14
1	2	2	0	5,4	5,0	0,10	0,06	0,22	0,11
2	2	2	0	5,4	5,1	0,13	0,06	0,29	0,14
3	2	2	0	5,4	5,0	0,17	0,06	0,19	0,12
4	2	2	0	5,4	5,0	0,13	0,06	0,26	0,14
1	3	2	0	5,5	4,9	0,17	0,08	0,40	0,17
2	3	2	0	5,4	4,9	0,20	0,08	0,32	0,14
3	3	2	0	5,3	4,9	0,20	0,07	0,37	0,16

.../.

.../.

Tratamientos*				pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	C	D	meq/100 g					
4	3	2	0	5,3	5,0	0,23	0,08	0,31	0,15
1	1	3	0	5,1	5,1	0,13	0,08	0,81	0,20
2	1	3	0	5,3	5,1	0,17	0,05	0,32	0,15
3	1	3	0	5,2	5,0	0,17	0,05	0,26	0,14
4	1	3	0	5,4	5,2	0,13	0,04	0,14	0,11
1	2	3	0	5,4	5,2	0,13	0,06	0,05	0,06
2	2	3	0	5,3	5,1	0,13	0,07	0,16	0,13
3	2	3	0	5,3	5,1	0,13	0,06	0,07	0,09
4	2	3	0	5,4	5,1	0,13	0,06	0,13	0,17
1	3	3	0	5,4	5,0	0,13	0,08	0,24	0,16
2	3	3	0	5,4	5,0	0,17	0,08	0,17	0,12
3	3	3	0	5,0	5,0	0,17	0,08	0,23	0,13
4	3	3	0	5,3	5,0	0,20	0,08	0,21	0,11
1	1	4	0	5,0	4,8	0,23	0,06	0,40	0,14
2	1	4	0	5,1	4,8	0,23	0,03	0,21	0,11
3	1	4	0	4,0	4,8	0,23	0,03	0,18	0,10
4	1	4	0	5,1	4,8	0,23	0,03	0,03	0,05
1	2	4	0	5,2	4,8	0,20	0,05	0,01	0,04
2	2	4	0	5,0	4,8	0,20	0,05	0,08	0,07
3	2	4	0	5,0	4,8	0,20	0,05	0,04	0,07
4	2	4	0	5,1	4,8	0,17	0,04	0,10	0,09
1	3	4	0	5,0	4,7	0,27	0,06	0,19	0,11
2	3	4	0	5,1	4,7	0,23	0,07	0,16	0,09
3	3	4	0	5,0	4,7	0,27	0,07	0,16	0,09
4	3	4	0	4,9	4,6	0,33	0,06	0,20	0,11
1	1	5	0	5,0	4,9	0,20	0,05	0,27	0,14
2	1	5	0	5,2	4,9	0,13	0,03	0,24	0,13
3	1	5	0	5,2	5,0	0,20	0,03	0,19	0,12

.../.

.../.

Tratamentos*				pH H ₂ O	pH KCl	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
A	B	C	D	meq/100 g					
4	1	5	0	5,6	5,0	0,10	0,05	0,04	0,08
1	2	5	0	5,2	5,0	0,20	0,04	0,07	0,08
2	2	5	0	5,3	4,9	0,17	0,04	0,12	0,12
3	2	5	0	5,2	4,9	0,17	0,04	0,09	0,10
4	2	5	0	5,2	4,9	0,17	0,04	0,09	0,11
1	3	5	0	5,2	4,8	0,20	0,06	0,25	0,13
2	3	5	0	5,2	4,9	0,20	0,06	0,19	0,12
3	3	5	0	5,2	4,9	0,17	0,05	0,20	0,12
4	3	5	0	5,2	4,8	0,30	0,05	0,20	0,13

* O tratamento A refere-se às doses de vermiculita, o B às doses de potássio, o C à profundidade e o D a repetição.

QUADRO 14 - Características químicas do LV_m, calculadas em função de doses de vermiculita, doses de potássio e profundidade. Material do solo após incubação e ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamentos*				Δ pH	CTC Efetiva ¹¹	Saturação Al	Saturação Bases
A	B	C	D		- meq/100g -	----- % -----	
1	1	1	0	-0,1	2,64	3,8	96,2
2	1	1	0	-0,4	2,00	5,0	95,0
3	1	1	0	-0,5	1,95	5,1	94,9
4	1	1	0	-0,3	1,88	5,3	94,7
1	2	1	0	-0,5	1,60	6,3	93,7
2	2	1	0	-0,5	1,79	5,6	94,4
3	2	1	0	-0,5	1,68	6,0	94,0
4	2	1	0	-0,5	1,49	8,3	91,7
1	3	1	0	-0,6	1,92	5,2	94,8
2	3	1	0	-0,6	1,91	5,2	94,8
3	3	1	0	-0,5	1,71	11,3	88,7
4	3	1	0	-0,5	1,95	5,2	94,8
1	1	2	0	-0,1	1,27	28,8	71,2
2	1	2	0	-0,4	0,93	31,7	68,3
3	1	2	0	-0,2	0,95	37,3	72,7
4	1	2	0	-0,4	0,69	38,2	71,8
1	2	2	0	-0,4	0,70	47,4	52,6
2	2	2	0	-0,3	0,79	38,0	62,0
3	2	2	0	-0,4	0,60	38,9	61,1
4	2	2	0	-0,4	0,70	39,0	61,0
1	3	2	0	-0,6	1,05	38,0	62,0

.../.

Tratamentos*				ΔpH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B	C	D		— meq/100g—	— % —	
2	3	2	0	-0,5	0,92	40,0	60,0
3	3	2	0	-0,4	0,85	27,5	72,5
4	3	2	0	-0,3	0,99	46,9	53,1
1	1	3	0	0,0	1,30	18,1	81,9
2	1	3	0	-0,2	0,76	35,0	65,0
3	1	3	0	-0,2	0,66	35,0	65,0
4	1	3	0	-0,2	0,51	46,7	53,3
1	2	3	0	-0,2	0,32	51,0	49,0
2	2	3	0	-0,2	0,53	38,9	61,1
3	2	3	0	-0,2	0,45	51,1	48,9
4	2	3	0	-0,3	0,55	39,0	61,0
1	3	3	0	-0,4	0,67	25,3	74,7
2	3	3	0	-0,4	0,63	42,2	57,8
3	3	3	0	0,0	0,73	40,4	59,6
4	3	3	0	-0,3	0,76	48,3	51,7
1	1	4	0	-0,2	0,71	20,2	79,8
2	1	4	0	-0,3	0,44	22,6	77,4
3	1	4	0	-0,2	0,40	25,0	75,0
4	1	4	0	-0,3	0,23	57,0	43,0
1	2	4	0	-0,2	0,17	58,4	41,6
2	2	4	0	-0,2	0,28	37,2	62,8
3	2	4	0	-0,2	0,24	42,1	57,9
4	2	4	0	-0,3	0,32	35,4	64,6
1	3	4	0	-0,3	0,51	32,3	67,8
2	3	4	0	-0,4	0,43	30,7	69,3
3	3	4	0	-0,3	0,44	36,7	63,3
4	3	4	0	-0,3	0,51	32,9	67,1

.../.

.../.

Tratamentos*				ΔpH	"CTC Efetiva"	Saturação Al	Saturação Bases
A	B	C	D		— meq/100g —	_____ % _____	
1	1	5	0	-0,1	0,55	18,1	81,9
2	1	5	0	-0,3	0,51	19,9	80,1
3	1	5	0	-0,2	0,46	22,0	78,0
4	1	5	0	-0,6	0,26	39,0	61,0
1	2	5	0	-0,2	0,29	35,4	64,6
2	2	5	0	-0,4	0,38	27,1	72,9
3	2	5	0	-0,3	0,34	31,1	68,9
4	2	5	0	-0,3	0,35	31,5	68,5
1	3	5	0	-0,4	0,53	19,0	81,0
2	3	5	0	-0,3	0,46	22,2	77,8
3	3	5	0	-0,3	0,56	35,7	64,3
4	3	5	0	-0,4	0,54	30,0	70,0

* O tratamento A refere-se às doses de vermiculita, o B refere-se às doses de potássio, o C a profundidade e o D à repetição.



QUADRO 16 - Resumo da análise de variância para pH em H₂O, pH em KCl, ΔpH, alumínio, potássio, cálcio e magnésio trocáveis, "CTC efetiva", saturação de alumínio e saturação de bases, em função de doses de vermiculita. Material do solo após incubação e antes de ser submetido a lixiviação. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

Tratamento	GL	QM e Significância									
		pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	"CTC ef"	Sat.Al	Sat.Bases
		----- meq/100g ----- * -----									
Vermiculita	3	0,0167NS	0,0259NS	0,0330NS	-	0,00001	0,3181NS	0,0066NS	0,4243NS	0,0892NS	0,0892NS
Erro	32	0,0181	0,0126	0,0141	-	0,00001	0,5759	0,0066	0,6078	0,2475	0,2475
Total	35										

NS: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 17 - Resumo da análise de variância para potássio, cálcio e magnésio acumulados em 10 coletas do percolado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias após a calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

C.V.	GL	QM e Significância		
		Potássio	Cálcio	Magnésio
Vermiculita (V)	3	0,0065NS	0,0318NS	0,0238NS
Potássio (K)	2	0,0267**	0,3543**	0,2828**
V x K	6	0,0042NS	0,0408NS	0,0239NS
Fat. versus Ad	1	0,1470**	0,4572**	0,6105**
Erro	26	0,0024	0,0174	0,0101
Total	36			

** Significativo ao nível de 1%.

NS Não significativo.

QUADRO 18 - Resumo da análise de variância para potássio, cálcio e magnésio acumulados em 10 coletas do percolado. Tratamentos que receberam vermiculita 30 dias antes da calagem. Lavras - MG, ESAL, 1984.

C.V.	GL	QM e Significância		
		Potássio	Cálcio	Magnésio
Vermiculita (V)	3	0,0046NS	0,0125NS	0,0196NS
Potássio (K)	2	0,0352**	0,2148**	0,2920**
V x K	6	0,0040NS	0,0181NS	0,0163NS
Fat. versus Ad	1	0,1215**	0,2438**	0,3244**
Erro	26	0,0028	0,0110	0,0128
Total	36			

** Significativo ao nível de 1%.

NS Não significativo.

QUADRO 19 - Resumo da análise de variância para as características pH em H₂O, pH em KCl, ΔpH, alumínio e potássio trocáveis - material do solo após incubação e lixiviação - tratamentos 1 a 12 + TA - Lavras - MG, ESAL, 1984

C.V.	G.L.	QM e significância				
		pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al troc.	K troc.
Vermiculita (V)	3	0,0547ns	0,0067ns	0,0567ns	0,0051ns	0,0009ns
Potássio (K)	2	0,0969ns	0,1857ns	0,3420ns	0,0447ns	0,0111*
V x K	6	0,1159ns	0,0175ns	0,1185ns	0,0053ns	0,0007ns
Erro a	24	0,3956	0,4620	0,2569	0,0221	0,0035
Profundidade (P)	4	0,7385**	0,5090*	0,3306**	0,0405*	0,0029**
P x V	12	0,0254ns	0,0020ns	0,0127ns	0,0018ns	0,0001ns
P x K	8	0,0240ns	0,0026ns	0,0263ns	0,0030ns	0,0002ns
P x V x K	24	0,0202ns	0,0037ns	0,0159ns	0,0030ns	0,0001ns
Erro b	96	0,0982	0,1688	0,0447	0,0138	0,0003
Total	179					
Coef. var. 1		11,96	13,77	20,17	20,28	20,31
Coef. var. 2		5,92	8,32	12,11	11,04	11,00

ns = Não significativo.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 20 - Resumo da análise de variância para as características cálcio e magnésio trocáveis, "CTC efetiva", saturação de alumínio e de bases - material do solo após incubação e lixiviação - tratamentos 1 a 12 + TA - Lavras - MG, ESAL, 1984

C.V.	G.L.	QM e significância				
		Ca troc.	Mg troc.	"CTC efetiva"	Sat. Al	Sat. bases
Vermiculita (V)	3	0,0184**	0,0029**	0,2725ns	149,2093*	154,5405*
Potássio (K)	2	0,0020ns	0,0112**	0,2665ns	322,3577**	344,4495**
V x K	6	0,0304**	0,0015*	0,1242ns	34,9436ns	42,0570ns
Erro a	24	0,0033	0,0005	0,2116	38,0112	40,5100
Profundidade (P)	4	8,4069**	0,5392*	12,8433**	4.646,5269**	4.544,7563**
P x V	12	0,0049**	0,0005ns	0,1915ns	80,8383**	77,3228**
P x K	8	0,0171**	0,0015**	0,2031ns	1.656,9139**	175,3485**
P x V x K	24	0,0030*	0,0009*	0,2093ns	17,8633ns	17,5499ns
Erro b	96	0,0019	0,0005	0,2043	29,5629	31,2072
Total	179					
Coef. var. 1 (%)		10,76	10,36	18,99	26,14	8,32
Coef. var. 2 (%)		8,15	10,64	17,09	23,05	7,30

ns = Não significativo.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 21 - Resumo da análise de variância para as características cálcio e magnésio trocáveis, cuja interação vermiculita x potássio foi significativa - material do solo após incubação e lixiviação - tratamentos 1 a 12 - Lavras - MG, ESAL, 1984

C.V.	G.L.	QM e significância	
		Ca troc.	Mg troc.
Verm. : K 0	3	0,0089ns	0,0008ns
Verm. : K 90	3	0,0312**	0,0011ns
Verm. : K 180	3	0,0391**	0,0040**
Erro	24	0,0033	0,0005

ns = Não significativo.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 22 - Resumo da análise de variância para as características pH em H₂O, pH em KCl, ΔpH, alumínio e potássio trocáveis - material do solo após incubação e lixiviação - tratamentos 13 a 24 - Lavras - MG, ESAL, 1984

C.V.	G.L.	QM e significância				
		pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Al. troc.	K troc.
Vermiculita (V)	3	0,1104ns	0,0078ns	0,1069ns	0,0145ns	0,0001ns
Potássio (K)	2	0,8251*	0,0074ns	0,8371**	0,0127ns	0,0338**
V x K	6	0,0619ns	0,1153ns	0,0688ns	0,0059ns	0,0001ns
Erro a	24	0,2171	0,3807	0,0975	0,0260	0,0033
Profundidade (P)	4	0,2962**	0,2808*	0,2445**	0,0080ns	0,0019*
P x V	12	0,0128ns	0,0057ns	0,0188ns	0,0040ns	0,0001ns
P x K	8	0,0120ns	0,0158ns	0,0262ns	0,0077ns	0,0002ns
P x V x K	24	0,0092ns	0,0059ns	0,0179ns	0,0025ns	0,0001ns
Erro b	96	0,0397	0,1106	0,0613	0,0090	0,0002
Total	179					
Coef. var. 1 (%)		9,03	12,51	15,08	20,15	15,63
Coef. var. 2 (%)		3,86	6,74	12,51	15,81	11,91

ns = Não significativo.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 23 - Resumo da análise de variância para as características cálcio e magnésio trocáveis, "CTC efetiva", saturação de alumínio e de bases - material do solo após incubação e lixiviação - tratamentos 13 a 24 - Lavras - MG, ESAL, 1984

C.V.	G.L.	QM e significância			
		Ca troc.	Mg troc.	"CTC efetiva"	Sat. Al Sat. bases
Vermiculita (V)	3	0,1871**	0,2144ns	0,2464**	436,7504** 669,7921*
Potássio (K)	2	0,6763**	0,0949ns	1,2825**	903,2628** 775,7642**
V x K	6	0,2179**	0,2292ns	0,3684**	555,5071** 895,3220**
Erro a	24	0,0126	0,2040	0,0423	86,4502 159,2086
Profundidade (P)	4	8,5315**	1,4556*	13,3120**	6.809,8682** 5.548,4922**
P x V	12	0,0135*	0,1986ns	0,0193ns	91,8984* 77,2369ns
P x K	8	0,0485**	0,1857ns	0,0754**	69,6713ns 123,9886ns
P x V x K	24	0,145**	0,1998ns	0,0261ns	126,3879** 106,7215ns
Erro b	96	0,0064	0,2018	0,0151	41,3386 80,0073
Total	179				
Coef. var. 1 (%)		25,71	18,79	24,27	31,76 18,00
Coef. var. 2 (%)		16,35	15,33	14,51	21,96 12,76

ns = Não significativo.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 24 - Resumo da análise de variância para as características cálcio trocável, "CTC efetiva", saturação de alumínio e saturação de bases, cuja interação vermiculita x potássio foi significativa - material do solo após incubação e lixiviação - tratamentos 13 a 24 - Lavras - MG, ESAL, 1984

C.V.	G.L.	QM e significância			
		Ca troc.	"CTC efetiva"	Sat. Al	Sat. bases
Verm. : K 0	3	0,5821**	0,8999**	1.023,7903**	1.796,2109**
Verm. : K 90	3	0,0269ns	0,0501ns	316,9433*	457,0800*
Verm. : K 180	3	0,0139ns	0,0333ns	207,0263ns	207,1387ns
Erro	24	0,0125	0,0423	86,4502	159,2086

ns = Não significativo.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.