

V E R N E R E I C H L E R

**DISPONIBILIDADE DO POTÁSSIO DO VERDETE DE ABAETÉ, CALCINADO
COM E SEM CALCÁRIO MAGNESIANO, PARA A CULTURA DO MILHO
(*Zea mays* L.). EM SOLOS DE TEXTURA MÉDIA E ARGILOSA**

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

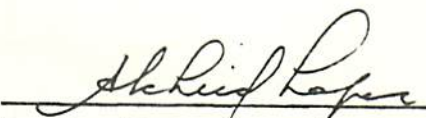
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

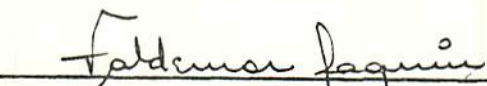
LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 3

DISPONIBILIDADE DO POTÁSSIO DO VERDETE DE ABAETÉ, CALCINADO
COM E SEM CALCÁRIO MAGNESIANO, PARA A CULTURA DO MILHO (*Zea
mays* L.), EM SOLOS DE TEXTURA MÉDIA E ARGILOSA

APROVADA:


Prof. ALFREDO SCHEID LOPES
Orientador


Prof. VALDEMAR FAQUIN


Prof. PAULO CÉSAR LIMA

Aos meus pais, Ernest e Elizabeth,
pelo apoio e incentivo,
à minha esposa Maria Neusa e aos meus filhos
Henrique, Karla e Frederico, pela compreensão,
dedicação e estímulo, com amor e carinho,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA e a Escola Superior de Agricultura de Lavras - MG, pela oportunidade proporcionada para realização do curso de Pós-graduação e do presente trabalho.

Ao professor Alfredo Scheid Lopes, pela orientação, incentivo, apoio e amizade.

Aos professores Valdemar Faquin e Paulo Cesar Lima, pela amizade, auxílio e sugestões para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores Hércio Andrade e Juventino Júlio de Souza, pela amizade, ensinamentos e classificação dos solos.

A Metais de Minas Gerais S/A - METAMIG, pelo fornecimento do Verdete de Abaeté e análises dessa rocha.

Aos colegas de turma Eurípedes M. Arantes, Francisco C. Mainardes da Silva, Maria Ines N. Alvarenga, Sonia S. Alfaia e Walter V. de Moraes, pela amizade e apoio.

Aos professores e funcionários do Departamento de Ciências do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela amizade e colaborações prestadas.

A minha esposa pela compreensão e incentivo durante a realização do curso e deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o bom desenvolvimento da presente pesquisa.

BIOGRAFIA DO AUTOR

VERNER EICHLER, filho de Ernest Eichler e Elizabeth Eichler, nasceu em São Paulo, SP, em 18 de fevereiro de 1950.

Concluiu os cursos de primeiro e segundo graus no Colégio Estadual de Goiânia - LICEU e o curso de Agronomia na Escola de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás em 1978, graduando-se Engenheiro Agrônomo.

Em agosto de 1978, foi contratado pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA, no cargo de Pesquisador, lotado na Estação Experimental "Olavo Sérvulo de Lima" em Jataí-GO.

Em 1981, iniciou o curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG.

Atualmente, continua lotado na Estação Experimental "Olavo Sérvulo de Lima" - Jataí, GO.

ÍNDICE

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Solos utilizados - coleta e preparo	20
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	21
3.3 Preparo e composição química das misturas de Verde te de Abaeté e Calcário Magnésiano	21
3.4 Experimento em casa de vegetação	23
3.5 Análise de K-disponível e K-difícilmente disponí- vel	25
3.6 Análises químicas e mineralógicas dos solos	26
3.7 Análise de tecidos	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Teor de potássio disponível nos solos	29
4.2 Produção de matéria seca da parte aérea do milho .	39
4.3 Acumulação de potássio pela parte aérea do milho .	55
4.4 Considerações finais	73

5	CONCLUSÕES	80
6	RESUMO	81
7	SUMMARY	84
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	APÊNDICE	98

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Teores totais de K_2O , CaO e MgO das misturas de Ver <u>dete</u> de Abaetê (VA) + Calcário Magnesiano (CM), sub <u>metidos</u> as temperaturas de calcinação indicada, bem como do calcário magnesiano utilizado	22
2	Resultados das análises químicas dos solos, antes e após a calagem (média de três repetições).....	28
3	Disponibilidade de potássio em solo LVm, antes de <u>ca</u> da cultivo e após o terceiro cultivo, em função das temperaturas de calcinação e proporção do Ver <u>dete</u> de Abaetê (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl	30
4	Disponibilidade de potássio em solo LEa, antes de <u>ca</u> da cultivo e após o terceiro cultivo, em função das temperaturas de calcinação e proporção do Ver <u>dete</u> de Abaetê (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl	31

5	Efeito da calagem nos teores de potássio disponível, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em solos LVm e LEa	35
6	Produção média de matéria seca da parte aérea do milho em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl, nos três cultivos em solo LVm	40
7	Produção média de matéria seca da parte aérea do milho em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl, nos três cultivos em solo LEa	41
8	Produção média de matéria seca da parte aérea do milho, em função das proporções de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) e níveis de calagem nos três cultivos em solo LVm	46
9	Produção média de matéria seca da parte aérea do milho, em função das proporções de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) e níveis de calagem nos três cultivos em solo LEa	47

Quadro

Página

10	Acumulação média de potássio na parte aérea do milho, em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl, em cada cultivo e soma dos cultivos, em solo LVm	56
11	Acumulação média de potássio na parte aérea do milho, em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl, em cada cultivo e soma dos cultivos, em solo LEa	57
12	Acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, em função da calagem	69
13	Valores de pH em água, após aplicação dos tratamentos com Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) nos solos e incubação por sete dias (média de três repetições)	75
14	Valores de cálcio e magnésio trocáveis, após a aplicação dos tratamentos com Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) nos solos e incubação por sete dias (média de três repetições)	76

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Potássio extraído com o ácido nítrico (HNO_3) 1N fervente e extrator de Mehlich, antes do primeiro cultivo em solo LVm (média de solo com e sem calagem)	36
2	Potássio extraído com o ácido nítrico (HNO_3) 1N fervente e extrator de Mehlich, antes do primeiro cultivo em solo LEa (média de solo com e sem calagem)	37
3	Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no primeiro cultivo do solo LVm, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem	48
4	Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no segundo cultivo do solo LVm, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem	49

Figura

Página

5	Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no terceiro cultivo do solo LVm, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem	50
6	Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no primeiro cultivo do solo LEa, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem	51
7	Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no segundo cultivo do solo LEa, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem	52
8	Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no terceiro cultivo do solo LEa, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem	53
9	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao primeiro cultivo em solo LVm	60

Figura

Página

10	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao segundo cultivo em solo LVm	61
11	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao terceiro cultivo em solo LVm	62
12	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes a soma dos cultivos em solo LVm	63
13	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao primeiro cultivo em solo LEa	64
14	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao segundo cultivo em solo LEa	65

Figura

Página

15	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao terceiro cultivo em solo LEa	66
16	Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes a soma dos cultivos em solo LEa	67
17	Extração percentual do potássio adicionado, em função dos tratamentos aplicados, em solo LVm	71
18	Extração percentual do potássio adicionado, em função dos tratamentos aplicados, em solo LEa	72
19	Eficiência relativa ao KCl, dos tratamentos aplicados, no teor de K-disponível, matéria seca e acumulação de potássio nos três cultivos (média de solos e níveis de calagem)	74

1 INTRODUÇÃO

Dentre os nutrientes exigidos pelas plantas, o potássio somente é superado, em termos quantitativos, pelo nitrogênio. Grande parte dos solos brasileiros são deficientes no suprimento de quantidades adequadas de potássio para as necessidades vegetais, principalmente os solos sob vegetação de "cerrado", que ocupam vasta extensão territorial.

Assim, para obtenção de altos rendimentos por unidade de área em agricultura intensiva e tecnificada, torna-se necessário a utilização de fertilizantes minerais, não somente para corrigir as deficiências de nutrientes minerais, mas também para aumentar e manter a fertilidade dos solos. No Brasil, o cloreto de potássio corresponde a mais de 95% do consumo de fertilizantes potássicos usados, figurando como o segundo maior importador mundial neste fertilizante, superado apenas pelos Estados Unidos, TÁVORA (67).

Estima-se que em 1984, o Brasil deverá produzir cerca de 500 mil toneladas de cloreto de potássio (300 mil toneladas de K_2O), através do Projeto Potássio de Taquari-Vassouras, no muni-

cípio de Rosário do Catete em Sergipe, segundo TÁVORA (67), contra um consumo nacional, conforme previsão apresentada por ROCHA (62), na faixa de 1.648 mil a 2.058 mil toneladas de K_2O . A produção brasileira para 1984 é estimada em 14,6 a 18,2% de suas necessidades. Assim sendo, torna-se necessário a busca de fontes alternativas de fertilizantes potássicos, para suprir a demanda nacional, talvez em nível regional, o que reduziria a distância de transporte, implicando em menores custos no produto final.

Imensas reservas de minerais primários com relativamente altos teores de potássio são encontrados em quase todas as regiões geográficas do Brasil, existindo vários trabalhos procurando integrar de forma racional e econômica o potássio contido nestes minerais, no contexto agrícola nacional de consumo de fertilizantes.

Alguns pesquisadores (7, 39, 40, 51, 53, 54), trabalhando com minerais potássicos finamente moídos, chegaram a conclusão que estes minerais não liberam o potássio em quantidades suficientes para suprir as necessidades vegetais a curto prazo, enquanto que outros trabalhos evidenciam que diversas rochas com minerais potássicos, submetidos a tratamentos térmicos em presença ou ausência de calcário, ou quando submetidos a tratamentos com ácidos, apresentam uma maior disponibilidade deste nutriente, para o aproveitamento radicular de plantas (19, 24, 30, 37).

Entretanto, são insuficientes as informações sobre as me

todologias que visam aumentar a solubilização do potássio contido em vários minerais, os quais poderiam servir de fontes alternativas desse nutriente, utilizáveis a médio e longo prazo.

Dentre as prováveis fontes alternativas de potássio, existem na região de Cedro do Abaeté (MG), jazidas de rochas denominadas de Verdete de Abaeté, com percentagem relativamente alta de potássio (11,4% de K_2O total). Cubagens realizadas pela METAMIG (48), revelaram um total de 57.400.000 toneladas de Verdete, que com esse teor de potássio, representam 6.543.600 toneladas de K_2O , ou seja, uma quantidade 5,2 vezes maior que a importada em 1982 pelo Brasil, PROGNÓSTICO 82/83 (58). Tais valores, bem como a localização das jazidas, próximas de grandes programas de desenvolvimento agropecuários do Triângulo Mineiro, justificam pesquisas que visem a solubilização do potássio e aproveitamento agrônômico dessa rocha.

Levando-se em consideração os pontos comentados, levantou-se a seguinte hipótese: O Verdete de Abaeté, a exemplo de outros minerais primários, submetido a tratamento térmico, deverá aumentar a solubilidade e aproveitamento do potássio pelas plantas.

A presente pesquisa, teve como objetivos, avaliar sob condições de casa de vegetação e cultivos sucessivos da cultura do milho, na presença ou ausência de calagem, os seguintes pontos:

- A possibilidade do aproveitamento agrônômico do Verdete de A-

baetê simplesmente moído, em substituição ao cloreto de potássio;

- avaliar os efeitos de proporções de Verdete de Abaetê + Calcário Magnesiano, submetidos a tratamentos térmicos, na solubilização do potássio e produção de matéria seca da parte aérea do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O potássio pode ocorrer no solo sob diversas formas, sendo que as principais são: a) integrante de minerais primários; b) intimamente ligado a rede cristalina de certos tipos de argilas, como as do grupo montmorilonítico e ilítico; c) na matéria orgânica do solo; d) adsorvido a superfície das partículas coloidais do solo ou forma trocável e, e) como íon na solução do solo, segundo CATANI (12). Estas formas estão em equilíbrio dinâmico no solo, sendo que a alteração em qualquer dessas, promoverá um novo equilíbrio.

O potássio integrante de minerais primários, como micas e feldspatos potássicos, representam em torno de 90 a 98% do potássio total dos solos, segundo MIELNICZUK (50) e, somente serão disponíveis quando estes minerais forem decompostos. A taxa de decomposição de minerais contendo potássio determina a quantidade de potássio disponível a qualquer cultura, segundo RITCHEY (61). A caracterização da disponibilidade deste potássio estrutural para as plantas pode ser obtida por cultivos sucessivos do solo, que avaliem o potássio não trocável extraído pelas plantas em de

terminado tempo de cultivo e por métodos químicos de dissolução parcial do potássio estrutural. Estes métodos químicos, segundo MIELNICZUK (49), apresentam boas correlações com o potássio absorvido pelas plantas.

O método químico mais usado para determinação da disponibilidade do potássio estrutural ou "K dificilmente disponível", é o método proposto por Wood & De Turk, citados por BARBER et alii (4), que consiste em ferver a amostra de solo por 10 minutos em HNO_3 1N. Segundo os autores, este método remove potássio em quantidades equivalentes as removidas por 8 a 15 cultivos sucessivos no solo. Tal método, segundo CRISÓSTOMO & CASTRO (16), fornece indicação relativamente segura do poder de suprimento de potássio do solo e pode ser empregado sempre que se fizerem necessários informações a curto prazo. Experimentos de cultivos exaustivos, segundo BARBER et alii (4), conduzidos por um grande número de pesquisadores tem mostrado que os solos podem liberar de 0 a 1.500 kg K/ha, sendo que a maioria dos solos liberam menos de 400 kg/ha.

De uma forma simples, segundo RAIJ (59), o seguinte esquema mostra o comportamento do potássio, até a absorção das raízes:

$\text{K - não trocável} \rightleftharpoons \text{K - trocável} \rightleftharpoons \text{K - solução} \rightarrow \text{K - planta}$

É provável que o equilíbrio potássio - não trocável e potássio - trocável, segundo o mesmo autor, não seja muito importan

te, principalmente em solos mais intemperizados, embora esta afirmação seja em parte fundamentada em uma falta de trabalhos de pesquisas conclusivas sobre o assunto. Outrossim, OLIVEIRA et alii (55), observaram em Oxissolos e Ultissolos do Rio Grande do Sul, que as extrações de potássio em sete cultivos sucessivos de *Lolium perenne*, foram superiores a aquelas extraídas por HNO_3 1N fervente. Da mesma forma, CRISÓSTOMO & CASTRO (16), observaram que, das vinte unidades de solo estudadas, de um modo geral, estes solos forneceram mais potássio do que o existente na forma trocável antes do cultivo, indicando um deslocamento do equilíbrio do potássio, com aumento das formas prontamente disponíveis.

Entretanto, sob condições de cultivo intensivo, segundo CONYERS & McLEAM (14), a absorção de potássio em diferentes solos tem sido altamente correlacionado com o nível inicial do potássio trocável do solo, mesmo quando o potássio não trocável representou uma apreciável porção do potássio total absorvido pelas plantas.

Os Latossolos que ocupam a maior parte do território brasileiro, EMBRAPA (20), apresentam ausência de minerais primários de fácil intemperização, ou estes existem em pequenas quantidades, segundo LEPSH (38). Consequentemente, a reserva de potássio lentamente disponível e trocável nestes solos, é baixa, como verificado por LOPES (41). Este autor, trabalhando com solos sob vegetação de "cerrado" e, considerando 0,15 meq. K/100 cc como nível crítico desse elemento, encontrou que 84% das 518 amostras a

nalizadas continham teor de potássio abaixo desse nível. Da mesma forma, SOUZA et alii (65), verificaram a baixa capacidade tampão de potássio (PTK) em um Latossolo Vermelho Escuro no Distrito Federal. Segundo os autores, este solo tenderá a exaurir-se após os primeiros cultivos se não for feita adubação potássica.

Culturas introduzidas em solos com alta disponibilidade de potássio, normalmente não apresentam respostas a adubação potássica. Porém, sob condições de cultivos intensivos e sem aplicações de adubos, poderá haver uma redução do nível desse elemento no solo, induzindo menores produções. Para tais condições, como também para solos de baixa fertilidade natural, a prática de adubação potássica é necessária para que se obtenha incrementos na produção agrícola.

Todo potássio consumido atualmente no Brasil, provém de importações, ROCHA (62), sendo que o cloreto de potássio é o fertilizante potássico mais utilizado na agricultura brasileira, segundo TÁVORA (67).

Os principais minérios de potássio no Brasil são representados pela silvita (KCl) e por sua associação com o magnésio na carnalita, ambos condicionados exclusivamente a rochas sedimentares, segundo MALAVOLTA & USHERWOOD (46).

Das zonas classificadas por CARVALHO (11), como de alta, média e baixa possibilidade de existência de sais de potássio, somente a de alta possibilidade, que corresponde a bacia sedimen-

tar da área litorânea do Estado de Sergipe, onde os sais de potássio se apresentam sob a forma de silvinita e carnalita e, na bacia do médio Rio Amazonas, sob a forma de silvinita, apresentam interesse econômico, segundo TÁVORA (67). Nas demais zonas, o potássio acha-se a grandes profundidades, em finas lâminas e em disseminações de silvinita, ou então sob a forma de carnalita, mineral este com baixo teor de potássio e com problemas de mineração.

O potássio contido nesses minérios se encontra sob a forma de sais solúveis, como interessa a indústria de fertilizantes. Além desses sais potássicos, estão sendo pesquisadas novas fontes de potássio em minerais primários de baixa solubilidade, do qual o Brasil dispõe de imensas reservas, segundo ABREU (1), distribuídas em quase todas as regiões geográficas do país.

O potássio contido nesses minerais se encontra em combinações com outros elementos, principalmente com alumínio e sílica, sob a forma de silicatos de alumínio e potássio, em minerais tais como ortoclásio, muscovita e biotita, segundo TÁVORA (67), sendo que os dois últimos são muito resistentes ao intemperismo, mas o ortoclásio, sob certas condições, decompõe-se e o potássio contido entra em solução.

Tem sido sugerido, segundo RITCHEY (61), que a decomposição do mineral potássico pode se tornar apreciável somente sob concentrações da solução do solo (nível crítico) tão baixas que as tornam inadequadas para sustentar uma agricultura normal. En

tretanto, este processo de decomposição assume considerável importância na sua contribuição cumulativa durante anos seguidos para o conjunto do potássio disponível dos solos, BRADY (9).

A liberação do potássio contido nesses minerais ocorre através da intemperização, sendo que os minerais potássicos seguem a seguinte ordem de intemperização no solo, segundo MIELNICKUK (50)

FELDSPATOS > ILITA > MUSCOVITA $\approx$ BIOTITA

Por outro lado, sob condições de cultivo com aveia, em casa de vegetação, Plumer citado por RICH (60), verificou que a disponibilidade relativa de potássio em minerais finamente moídos foi na seguinte ordem:

BIOTITA > MUSCOVITA > ORTOCLASIO > MICROCLINA

Com relação a liberação de potássio da biotita, MORTLAND et alii (52), verificaram que as raízes de trigo oxidam o ferro nos octaedros da biotita, compensando a carga negativa tetraédrica e, permitindo rápida expansão das entrecamadas, com consequente liberação de potássio e, desta forma alterando-se prontamente para vermiculita.

Segundo Keller citado por HUANG et alii (31), as raízes de plantas em desenvolvimento são circundadas por uma atmosfera iônica, que consiste principalmente de íons H_3O^+ que, para HUANG et alii (31), são provavelmente a causa da maior liberação de potássio da estrutura dos minerais durante o intemperismo.

Tais resultados mostram que as raízes destas plantas podem atuar como extratores eficientes do potássio contido em determinados minerais primários do solo ou a ele adicionado, sendo que, segundo RICH (60) e FANNING & KERAMIDAS (23), pela liberação de potássio, as micas são as fontes naturais deste elemento mais importantes para as plantas, seguidos dos feldspatos potássicos, segundo MALAVOLTA et alii (44). No caso das micas, o plano de clivagem entre as camadas é o local de onde o potássio pode ser removido por troca de cátions, segundo RICH (60), sendo que a ocorrência de ligações covalentes no ortoclásio e a inaccessibilidade ao potássio no interior do cristal impedem sua liberação. Por outro lado, nas condições de meio-ambiente, a concentração de potássio e dos íons que podem trocar o potássio das entre camadas, na solução em torno da mica são muito importantes, existindo um nível crítico de potássio na solução, acima do qual nenhum potássio será liberado, segundo FANNING & KERAMIDAS (23).

Vários são os trabalhos procurando integrar de forma racional e econômica, o potássio de ocorrência em determinados minerais, no contexto agrícola nacional de consumo de fertilizantes. Alguns pesquisadores trabalhando com minerais potássicos finamente moídos, chegaram a conclusão que estes minerais não liberam o potássio em quantidades suficientes para suprir as necessidades vegetais. BOOK et alii (7), trabalhando com a leucita, sulfato e cloreto de potássio em sete ensaios de adubação da batatinha (*Solanum tuberosum* L.), chegaram a conclusão que a leucita não se presta como adubo potássico para a batatinha, pelo menos

no que toca ao seu efeito imediato. NEVES et alii (54), comparando a leucita com cloreto de potássio no algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), cultivado em Terra Roxa-misturada, durante anos consecutivos, verificaram que enquanto o efeito do cloreto de potássio foi marcante, o efeito da leucita foi quase nulo.

MIELNICZUK & KLAMT (51), comparando doses crescentes de cloreto de potássio com uma dose equivalente a 125 ppm de potássio de rochas (pegmatito quartzo feldspático, riolito pórfito, hauynita fonólito, hornblenda sienito gnáissico, granito, pegmatito-granítico, carnalita e sienito nefelínico) em dois cultivos sucessivos de milho (*Zea mays* L.), um de aveia (*Avena sativa*) e um de azevem (*Lolium multiflorum*), verificaram que a carnalita a apresentou eficiência semelhante ao KCl na produção de matéria se ca e suprimento de potássio para as plantas; das demais rochas, apenas o sienito nefelínico supriu potássio, apresentando uma eficiência relativa ao KCl em torno de 15%. Por outro lado, LIMA et alii (39), conseguiram aumentos razoáveis na produção da cana-de-açúcar, com a utilização de micaxisto, feldspato potássico, cloritaxisto e muscovita, finalmente moídos, sendo o cloritaxisto o mais promissor como fonte de potássio.

Estes trabalhos mostram que a liberação de potássio é de pendente do mineral utilizado. Isto se deve a força pela qual o potássio é retido ou fixado no mineral e a estabilidade do mineral, que no caso das micas, segundo LOPES (42), é decorrente do número de coordenação do íon K com os átomos de oxigênios localiz

zados na superfície externa das camadas (1 octaedro e 2 tetraedros), sendo que a redução no número de coordenação faz com que as ligações K - O fiquem mais estáveis.

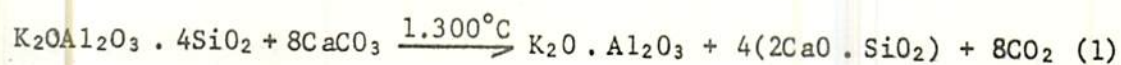
Para que ocorra uma liberação mais rápida de potássio em minerais mais resistentes ao intemperismo, é necessário a introdução de uma fonte externa de energia que promova alterações em suas propriedades físico-químicas originais. Segundo FRAYHA (27), a Itália antes da guerra de 1939/45, empregava eficientemente a fusão de rochas leucíticas com ácidos minerais, na preparação de compostos potássicos. DUTRA (19), trabalhando em casa de vegetação com milho, usando leucita acidificada com HCl, biotita acidificada com H_2SO_4 , carnalita "in natura" e cloreto de potássio, verificou que a carnalita e biotita acidificada, em alguns tratamentos, liberaram potássio para as plantas equivalentes ao cloreto de potássio, enquanto que a leucita acidificada propiciou as menores produções.

Uma outra fonte externa de energia é o tratamento hidrotérmico que elimina o excesso de sílica e promove alterações na estrutura cristalina na Kaliofilita e outros silicatos de potássio de Poços de Caldas (MG), utilizados por NEPTUNE et alii (53). Segundo estes autores, não houve diferenças na produção de arroz com relação a esses minerais submetidos ao tratamento hidrotérmico, quando comparados ao efeito do KCl.

Dentre os processos utilizados para solubilização do potássio, DeTurk, citado por DUTRA (19), foi um dos primeiros a al

terar as condições normais da estrutura do mineral, utilizando o ortoclasio, microclina, leucita, alunita aquecida e lepidolita, todas finamente trituradas, em trigo sarraceno, verificando que as produções foram aumentadas entre 21 e 34,8% para todas as fontes, a excessão da lepidolita que causou diminuição da produção.

FRAYHA (27), relata que dentro dos processos de preparação de compostos solúveis, encontra-se os que empregam ataque alcalino (calcário ou cal), onde ao silicato é adicionado CaCO_3 e aquecido a uma temperatura de 1.300°C , para que ocorra a reação de desagregação do silicato, com formação de aluminato de potássio, solúvel em água, como mostrado na equação (1), segundo Mangini, citado pelo mesmo autor:



A utilização da calcinação como meio para liberar o potássio em minerais primários também foi empregado por HOROWITZ et alii (30). Segundo esses pesquisadores, a fusão da biotita, fosforita e carbonato de cálcio em proporções variáveis propiciou a obtenção de adubos potássicos de solubilidade controlada. Entretanto, o efeito da calcinação, na solubilização de potássio, não foi verificado na maioria das rochas estudadas por KLAMT et alii (37), mostrando que a liberação de potássio pela calcinação depende do tipo de rocha utilizada. Esses autores, verificaram também, em estudos de cinética de liberação de potássio, que a liberação desse nutriente para a solução é dependente do mineral

e do teor de K_2O da rocha e, aumenta com a redução do pH e com a diminuição do tamanho da fração.

Estudando o efeito do tratamento térmico no sienito nefelínico, adicionado de calcário dolomítico, na disponibilidade de potássio ao milho em casa de vegetação, FAQUIN (24), verificou que a eficiência relativa da temperatura de fusão ($1.450^{\circ}C$) e $1.100^{\circ}C$ na proporção de 50% de sienito nefelínico em mistura com 50% de calcário dolomítico, na acumulação total de potássio na parte aérea do milho foi de 40 e 47,5% respectivamente, em relação ao cloreto de potássio quando aplicado no nível de 150 ppm e, que o tratamento térmico e adição de calcário dolomítico aumentou a liberação de potássio do sienito nefelínico.

O Verdete de Abaeté, um silicato potássico encontrado na região de Cedro de Abaeté (MG), foi estudado por LOPES et alii (40). Eles compararam o efeito deste silicato moído com o cloreto de potássio, em casa de vegetação, usando o milho como planta teste e concluíram que, o Verdete de Abaeté moído não se presta como adubo potássico para o milho, no que toca ao seu efeito imediato.

O Verdete de Abaeté, segundo análises realizadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, é uma rocha recristalizada, de textura clástica orientada e classificada como Ardósia. Possui em sua composição mineralógica, como fração dominante (>95%), a mica ilita-sericita, sendo no entanto, classificada pela Companhia Vale do Rio Doce como Xisto Ardósia-

no, possuindo 65% de sericita e 25% de glauconita em sua composição mineralógica.

Os teores dos elementos componentes do Verdete de Abaeté, segundo análises realizadas pela GEOSOL (Belo Horizonte), em amostras de três locais diferentes da mesma jazida, são $\text{SiO}_2 = 59,03\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16,00\%$; $\text{K}_2\text{O} = 11,42\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 6,32\%$; $\text{MgO} = 2,80\%$; $\text{FeO} = 0,88\%$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,12\%$; $\text{MnO} = 0,04\%$; $\text{CaO} < 0,10\%$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,14\%$ e $\text{TiO}_2 = 0,83\%$.

Em 1937, Grim, Bray e Bradley, citados por BRADLEY & GRIM (8), propuseram o termo ilita, não como um nome para um mineral específico, mas como termo geral para os minerais de argilas constituintes de sedimentos argilosos pertencentes ao grupo das micas e, segundo BRADY (9), são frequentemente associados com argilas montmoriloníticas. Como a montmorilonita, segundo BRADY (9) e COSTA (15), a ilita possui um reticulado 2 : 1, entretanto, suas partículas são muito maiores do que as da montmorilonita e sua fonte de carga é mais propriamente a camada tetraédrica do que a octaédrica, devido a substituições isomórficas em cerca de 16% das posições do tetraedro de silício que são ocupadas por átomos de alumínio, o que resulta em grande saldo de cargas negativas, atraindo fortemente átomos de potássio entre as unidades estruturais.

LOPES (42), assinala que algumas das posições que normalmente seriam ocupadas por K nas micas biotita e muscovita, na ilita são ocupadas por H_3O^+ , sendo considerada a mica de mais fá-

cil dissolução no solo.

A sericita, pertencente ao grupo das ilitas, segundo DEER et alii (17), é quimicamente quase idêntica a muscovita, mas difere desta por ser extremamente fina e ser frequentemente referida a agregados de camadas mistas.

Segundo BRADLEY & GRIM (8), citando Grim e Bradley, a ilita perde as hidroxilas da estrutura entre 200 e 600°C aproximadamente, mantendo seu caráter micáceo essencial, mas assumindo a forma de uma nova modificação anidra. A destruição final da ilita se dá completamente acima da temperatura de 850°C. Acima de 850°C e imediatamente após a destruição da modificação anidra, a parece a nova fase, o espinélio. O efeito de difração do espinélio desaparece e mulita sobrevem após 1.200°C, aproximadamente. A mulita persiste até a temperatura de fusão, frequentemente entre 1.300 e 1.400°C.

Tendo em vista que, com o aumento da temperatura de calcinação, a ilita passa por transformações sucessivas até a formação de mulita, o qual persiste até a fusão, é razoável supor que ocorra alguma liberação de potássio em alguma dessas transformações, tornando-o disponível para absorção radicular.

A glauconita, segundo BURST (10), é uma mica dioctaedral, rica em ferro, e aparentemente de origem marinha e associações orgânicas, enquanto que Cloud, citado por PETTIJOHN (56), afirma que ela se forma unicamente em águas marinhas de salinidade nor-

mal, requerendo condições levemente redutoras; sua formação é facilitada pela presença de matéria orgânica e se forma unicamente em setores de lenta sedimentação e, segundo Takahashi citado pelo mesmo autor, ela é formada em condições marinhas por um processo de hidratação da sílica e da absorção subsequente de bases e perdas de alumínio.

Apesar da glauconita ser considerada comumente em geologia como de origem sedimentar e indicadora de sedimentação marinha, na região de Cedro de Abaeté (MG), ela não pode ser considerada senão como um produto de alteração, segundo METAMIG (48), uma vez que ela não foi encontrada nas rochas, que por alteração produziram estes verdetes, confirmando a afirmativa de SPOCK (66), de que a glauconita pode ser formada ou por precipitação ou como produto de alteração.

Segundo BENTOR & KASTNER (5), maghemita é formada quando a glauconita é aquecida em temperaturas acima de 1.000°C . Normalmente este mineral inverte para hematita em temperaturas entre 200 e 700°C , segundo Deer et alii, citados pelos mesmos autores.

A glauconita é uma variação da ilita, que se caracteriza pela sua maior substituição isomórfica do alumínio pelo ferro nos octaedros, segundo FASSBENDER (25), sendo esperado que, segundo RICH (60), a liberação de potássio na glauconita seja mais rápida que na ilita.

Algumas experiências realizadas com a glauconita como fono

te de potássio para plantas, mostraram que este mineral é uma fonte ineficaz de potássio, quando usada unicamente sob a forma finamente moída. Assim é que KILMER & WEEB (35), relatam que os minerais fornecedores de potássio de ocorrência natural, finamente moídos, tais como feldspatos, mica, granito e glauconita são geralmente fontes insatisfatórias desse elemento. Por outro lado PETTIJOHN (56), relata que a glauconita é potencialmente uma fonte importante de potássio e, BETEJTIN (6), sugere que a glauconita, com um tratamento térmico adequado, poderá ser usada como fertilizante para as plantas.

Verifica-se portanto, que o Brasil possui jazidas de minerais potássicos solúveis e que, parte dos mesmos, serão colocados no mercado consumidor em futuro próximo, sendo que as quantidades de K_2O a serem produzidas, não serão suficientes para suprir a demanda Nacional. Algumas pesquisas realizadas com rochas e minerais potássicos, mostraram que alguns desses materiais, com tratamentos adequados, podem servir como fonte de potássio para a agricultura. O Verdete de Abaeté, pelo seu teor relativamente alto em K_2O e sua localização próxima de grandes programas agropecuários, desde que técnica e economicamente viáveis, pode se tornar em importante fonte de potássio para a região.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no período de agosto de 1982 a dezembro do mesmo ano.

3.1 Solos utilizados - coleta e preparo

Os solos utilizados correspondem a ordem dos Oxisolos pela Soil Taxonomy e, classificados no Esquema Brasileiro de Classificação de Solo, como sendo Latossolo Vermelho Amarelo Câmbico*, distrófico, textura média (LVm), fase "cerrado" e, Latossolo Vermelho Escuro**, distrófico, textura argilosa (LEa), fase "cerrado", localizados nos municípios de Itumirim (MG) e Lavras (MG), respectivamente. Tais solos se encontram sob vegetação natural.

De cada solo, foram coletadas porções de terra na camada

* Classificado pelo Prof. Hércio Andrade - DCS/ESAL.

** Classificado pelo Prof. Juventino Júlio de Souza - DCS/ESAL.

de 0 - 20 cm de profundidade, para composição dos vasos. Após terem sido secas ao ar, foram passadas em peneira com abertura de 5 mm e destas, foram retiradas amostras para caracterização física e resultados do ataque com ácido sulfúrico, como mostrados no apêndice (Quadro 1).

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições em esquema fatorial ($3 \times 3 \times 2 + 4$), sendo 3 proporções de Verdete de Abaeté em mistura com Calcário Magnesiano (100% VA + 0% CM, 75% VA + 25% CM e 50% VA + 50% CM), 3 temperaturas de calcinação (PSC, 800°C e 1.100°C) e 2 níveis de calagem (com e sem), acrescidas de 4 tratamentos adicionais, sendo 2 tratamentos sem fertilizante potássico (testemunha com e sem calagem) e 2 tratamentos com cloreto de potássio (com e sem calagem), perfazendo 22 tratamentos e 66 parcelas para cada solo utilizado.

3.3 Preparo e composição química das misturas de Verdete de Abaeté e Calcário Magnesiano

O Verdete de Abaeté (VA), após moído e passado em peneira nº 200 da série Tyler (0,074 mm), foi misturado com Calcário Magnesiano (CM), nas proporções de 100% VA + 0% CM, 75% VA + 25% CM e 50% VA + 50% CM. Após a homogeneização, foram calcinados nas temperaturas de 800°C e 1.100°C, com um patamar de 30 minutos.

Essas amostras, após esfriadas, bem como amostras do material nas mesmas proporções, porém sem calcinação (PSC), foram moídas manualmente em almofariz e passadas em peneira nº 200 da série Tyler.

Os teores totais de K_2O , CaO e MgO dos materiais obtidos, bem como do calcário magnesiano utilizado, são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Teores totais de K_2O , CaO e MgO das misturas de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), submetidos as temperaturas de calcinação indicada^{a/}, bem como do calcário magnesiano utilizado^{b/}

Proporções VA + CM	Temperatura de calcinação	K_2O	CaO	MgO
----- % -----	----- °C -----	----- % -----		
100 + 0	PSC ^{c/}	10,3	0,10	3,40
75 + 25	PSC	7,8	11,40	4,00
50 + 50	PSC	5,3	22,30	7,10
100 + 0	800	10,3	1,20	2,00
75 + 25	800	8,4	11,80	6,20
50 + 50	800	5,9	23,90	7,00
100 + 0	1.100	10,7	0,11	3,30
75 + 25	1.100	8,9	12,40	4,60
50 + 50	1.100	6,7	27,70	6,60
Calcário Magnesiano	-	-	44,28	11,08

a/ Análises realizadas pela GEOSOL (Belo Horizonte - MG).

b/ Análise realizada no Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

c/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

3.4 Experimento em casa de vegetação

Foram utilizados vasos contendo 3,2 kg de material do solo equivalente a T.F.S.E. Nos tratamentos com calagem, esta foi calculada com base nos teores de alumínio e cálcio mais magnésio trocáveis, segundo recomendações da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (13), utilizando como corretivo o mesmo calcário magnesiano usado no preparo das misturas do Verde te de Abaeté + Calcário Magnesiano, corrigindo a quantidade para $PRNT = 100\%$. (PRNT do calcário = 78,35%). Após a mistura do calcário nos vasos, estes permaneceram em incubação por 30 dias em umidade correspondente a 70% do espaço poroso, como descrito por FREIRE et alii (28).

Os tratamentos dos materiais de rocha calcinados ou não e do cloreto de potássio, foram aplicados a terra em forma de pó, sendo as quantidades aplicadas, calculadas com base no teor total de K_2O contido nos materiais (Quadro 1) e no KCl , sendo adicionado 150 ppm de K_2O por vaso.

A adubação básica foi realizada de acordo com as quantidades recomendadas por TVA, descrito por ALLEN et alii (2), para 5 plantas em vasos de 3 kg de terra, conforme descritos a seguir:

N - 1,00 g/vaso	Mn - 11,00 mg/vaso
P - 0,20 g/vaso	Zn - 12,00 mg/vaso
S - 0,16 g/vaso	Cu - 4,00 mg/vaso
Fe - 14,00 mg/vaso	B - 1,40 mg/vaso

Desses nutrientes, o fósforo e enxofre, em formas sólidas, foram misturados com solo, enquanto que os micronutrientes em forma líquida, foram aspergidas sobre o solo esparramado.

O nitrogênio foi parcelado em 5 aplicações de 0,2 g N/vaso, após a germinação do milho, na água de irrigação.

A irrigação foi controlada diariamente, pesando-se os vasos e usando água desmineralizada, de forma a preencher 70% do espaço poroso total, segundo FREIRE et alii (28).

Foram realizados três cultivos sucessivos, utilizando como planta indicadora o milho (*Zea mays* L.), híbrido Agrocere Ag-162, semeando-se 10 sementes por vaso, desbastando-se para 7 plantas por vaso, uma semana após a germinação.

No decorrer do primeiro cultivo, foi necessário complementar a adubação fosfatada, com adição de 0,2 g P e 0,1 g P para cada vaso, respectivamente para LEa e LVm, devido a deficiência generalizada desse nutriente, manifestado em sintoma visual.

A adubação básica para o segundo cultivo, foi modificada de TVA, corrigindo-se os valores da adubação de 5 para 7 plantas por vaso. Para o fósforo, a correção foi baseada em 0,3 g P/vaso. No decorrer deste cultivo, aplicou-se o correspondente a meia dose de zinco para corrigir deficiências deste elemento, manifestado em sintoma visual.

No terceiro cultivo, não foi feita adubação básica, adu-

bando somente com nitrogênio, juntamente com a água de irrigação.

As plantas do primeiro cultivo foram coletadas com 50 dias, contados após a germinação. No segundo e terceiro cultivos, elas foram coletadas com 30 dias após a germinação, devido a problemas fitossanitários. Após o segundo cultivo, os vasos foram cobertos com lona plástica e tratados com brometo de metila. No terceiro cultivo, foram observados novamente os mesmos problemas fitossanitários.

Após a colheita das plantas de cada cultivo, a terra, secadas ao ar, foram desterradas e passadas em peneira com 2 mm de abertura para retirada do sistema radicular.

A parte aérea das plantas, cortada rente a terra, foi lavada com água desmineralizada, colocada em sacos de papel e levada a estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de 65 - 70°C até peso constante e, após pesada, foi moída para ser analisada.

3.5 Análise de K-disponível e K-difícilmente disponível

Após cada cultivo, foram coletadas amostras de solo de cada vaso, e nestas foram determinados os teores de K-disponível, com o extrator duplo-ácido de Mehlich ($\text{HCl } 0,05 \text{ N} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,025 \text{ N}$), conforme descrito por EMBRAPA (21).

Seguindo os mesmos procedimentos para calagem, incubação

e irrigação no primeiro cultivo, foram preparadas novas amostras, que após terem sido adubadas e com aplicações dos tratamentos potássicos, elas foram postas em incubação na casa de vegetação por sete dias, sendo então secadas ao ar. Nestas amostras, foram determinados o K-disponível com o extrator de Mehlich e K-difícilmente disponível, pelo método do HNO_3 1 N, descrito por PRATT (57).

3.6 Análises químicas e mineralógicas dos solos

Os solos LVm e LEa, antes e após a calagem, foram analisados, segundo técnicas descritas por VETTORI (68) para pH em água, fósforo solúvel, alumínio, cálcio e magnésio trocáveis. A matéria orgânica, foi determinada conforme recomendação de ALLISON (3). A mineralogia da fração argila dos horizontes A_1 (camada utilizada), foram determinados por difrotometria do raio-X, segundo JAKSON (33).

3.7 Análise de tecidos

As determinações dos teores de potássio no tecido da parte aérea do milho foram realizadas no laboratório de Análise Foliar do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras. O extrato foi obtido com metanol ácido, conforme descrito por HUNTER (32). O potássio foi determinado por fotômetro de chamas, segundo SARRUGE & HAAG (64).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas dos solos, antes e a pós a calagem, são mostrados no Quadro 2. Constata-se que os teores de potássio são baixos, em ambos solos, e que a calagem elevou os teores de cálcio a níveis apropriados, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (13). A calagem, aumentou substancialmente a CTC efetiva dos solos e reduziu a percentagem de saturação de alumínio a níveis não limitantes ao desenvolvimento vegetal.

Os difratogramas de raios-X, da fração argila do horizonte A₁, evidenciaram preponderância no solo LVm, de caulinita, seguida de gibsitita, mica e goethita e, no solo LEa, de caulinita seguida de gibsitita, goethita e hematita.

Serão discutidos a seguir, os efeitos dos tratamentos aplicados no teor de potássio disponível nos solos, produção de matéria seca e acumulação de potássio pela parte aérea do milho.

QUADRO 2 - Resultados das análises químicas ^{a/} dos solos, antes e após a calagem (média de três repetições)

Solo	Calagem	pH em H ₂ O	P	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	CTC efetiva	Saturação de alumínio	Matéria orgânica
			ppm	-----	meq./100	cc	-----	-----	%	-----
LVm	Antes	5,2	1	0,5	0,2	0,1	0,07	0,87	57,5	1,25
LVm	Após	6,2	1	0,1	1,7	0,4	0,07	2,27	4,4	1,18
LEa	Antes	4,8	1	0,7	0,2	0,1	0,07	1,07	65,4	2,86
LEa	Após	5,5	2	0,1	1,9	0,3	0,08	2,38	4,2	2,78

^{a/} Análises realizadas no laboratório de Fertilidade do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

4.1 Teor de potássio disponível nos solos

As temperaturas de calcinação dos tratamentos com Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), influenciaram nos teores de potássio disponível em ambos solos (Quadros 2 e 3 - Apêndice). Observa-se nos Quadros 3 e 4, que os teores de potássio disponível antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em ambos solos, somente foram aumentados quando as proporções VA + CM foram calcinadas na temperatura de 1.100°C . Isto se deve as prováveis transformações da ilita e glauconita contidas no Verdete de Abaeté, promovidas por esta temperatura elevada. Segundo Grim e Bradley, citados por BRADLEY & GRIM (8), há formação do espinélio a partir da ilita a temperaturas superiores a 850°C e formação de maghemita a partir da glauconita em temperaturas acima de 1.000°C , segundo BENTON & KASTNER (5). As prováveis transformações ocorridas nos minerais do Verdete de Abaeté, liberaram potássio da estrutura desses minerais, para a forma solúvel detectada pelo extrator de Mehlich.

Os teores de potássio disponível, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em ambos solos (Quadros 3 e 4), foram semelhantes, nos tratamentos em que, as proporções VA + CM foram calcinadas nas demais temperaturas (PSC. e 800°C). Esses resultados mostram que a temperatura de 800°C não foi suficiente para provocar uma modificação nas estruturas dos minerais do Verdete de Abaeté, que propiciasse liberação de potássio, seja por solubilização desse nutriente ou por troca com cálcio e/ou magnésio.

QUADRO 3 - Disponibilidade de potássio em solo LVM, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em função das temperaturas de calcinação e proporção do Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl

Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação (°C)											
	1º cultivo			2º cultivo			3º cultivo			Após 3º cultivo		
	PSC ^{a/}	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800	1.100
----- meq. K/100 cc -----												
100 + 0	0,09 a	0,09 a	0,07 c	0,04 a	0,04 a	0,03 c	0,03 a	0,04 a	0,03 c	0,02 a	0,02 a	0,02 b
75 + 25	0,08 a	0,09 a	0,10 b	0,04 a	0,04 a	0,05 b	0,03 a	0,04 a	0,05 b	0,02 a	0,02 a	0,03 b
50 + 50	0,08 a	0,09 a	0,29 a	0,03 a	0,04 a	0,16 a	0,03 a	0,04 a	0,11 a	0,02 a	0,03 a	0,08 a
Média	0,08 B	0,09 B	0,15 A	0,03 B	0,04 B	0,08 A	0,03 B	0,04 B	0,06 A	0,02 B	0,02 B	0,05 A
Testemunha	0,08			0,03			0,03			0,02		
KCl	0,35			0,06			0,04			0,02		

a/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na mesma coluna e maiúscula, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 4 - Disponibilidade de potássio em solo LEa, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em função das temperaturas de calcinação e proporção do Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl

Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação (°C)											
	1º cultivo			2º cultivo			3º cultivo			Após 3º cultivo		
	PSC ^{a/}	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800	1.100
----- meq. K/100 cc -----												
100 + 0	0,10 a	0,11 a	0,09 c	0,03 a	0,03 a	0,03 b	0,04 a	0,04 a	0,04 b	0,03 a	0,03 a	0,03 b
75 + 25	0,10 a	0,11 a	0,12 b	0,04 a	0,04 a	0,04 b	0,04 a	0,04 a	0,05 b	0,03 a	0,03 a	0,04 b
50 + 50	0,10 a	0,11 a	0,29 a	0,03 a	0,04 a	0,11 a	0,04 a	0,05 a	0,10 a	0,03 a	0,03 a	0,08 a
Média	0,10 B	0,11 B	0,17 A	0,03 B	0,04 B	0,06 A	0,04 B	0,04 B	0,06 A	0,03 B	0,03 B	0,05 A
Testemunha	0,09			0,02			0,03			0,03		
KCl	0,38			0,04			0,04			0,03		

a/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na mesma coluna e maiúscula, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nos tratamentos sem calcinação (PSC.), os minerais do Verdete de Abaeté, sendo do tipo 2 : 1, relativamente inexpandíveis, retêm o potássio em forma dificilmente trocável por outros cátions, segundo COSTA (15). Esses tratamentos, foram semelhantes a testemunha sem potássio, o que demonstra que praticamente, não houve liberações de potássio destes tratamentos, detectáveis pelo extrator utilizado.

Somente a temperatura de 1.100°C influenciou positivamente, no teor de potássio disponível nos solos, em cada cultivo, nas diversas proporções VA + CM (Quadros 8 e 9 - Apêndice).

No solo LVm (Quadro 3), verificou-se maior teor de potássio disponível, antes de cada cultivo, com o aumento das proporções de Calcário Magnesiano na mistura calcinada a 1.100°C . Além disso, somente a proporção 50% VA + 50% CM, calcinada a 1.100°C , aumentou a disponibilidade de potássio, após o terceiro cultivo, destacando seu maior efeito residual. Tal comportamento, provavelmente, pode ser atribuído ao efeito "fundente" do carbonato de cálcio e magnésio do Calcário Magnesiano, em reduzir a temperatura de fusão da mistura, segundo KIRSCH (36) e SAFFIOTI (63), ocasionando maior alteração estrutural nos minerais originais e, formação subsequente de outros compostos, com liberação de potássio. Observa-se ainda, que o teor de potássio disponível na temperatura de 1.100°C de calcinação, na proporção de 50% VA + 50% CM, foi inferior ao tratamento com cloreto de potássio, antes do primeiro cultivo. Nos demais cultivos, o teor de potássio neste trata

mento foi sempre superior ao do tratamento com cloreto de potássio, demonstrando o seu maior efeito residual.

No solo LEa, conforme apresentado no Quadro 4, com o aumento das proporções de Calcário Magnesiano em mistura com o Verdete de Abaeté, na temperatura de calcinação de 1.100°C , houve aumento no teor de potássio disponível antes do primeiro cultivo. Nos demais cultivos, somente a proporção 50% VA + 50% CM, aumentou o teor desse elemento no solo.

Comparando os teores de potássio disponível nos solos (Quadros 3 e 4), com aqueles teores apresentados pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (13), observa-se que os teores de potássio disponível antes do primeiro cultivo, em todos os tratamentos, estavam acima do nível considerado baixo ($< 0,077$ meq. K/100 cc). Os tratamentos com cloreto de potássio e proporção 50% VA + 50% CM, calcinado na temperatura de 1.100°C , estavam na faixa considerada de alta disponibilidade de potássio, ou seja, em níveis adequados para nutrição de plantas. Nos demais cultivos, com a extração de potássio pelo milho, houve redução no teor de potássio disponível, sendo que somente o tratamento, na proporção 50% VA + 50% CM, calcinado a 1.100°C , se situou na faixa de média disponibilidade, estando os demais tratamentos na faixa de baixa disponibilidade, esperando-se, portanto, baixas produções de matéria seca.

A calagem influenciou na disponibilidade de potássio, prin

principalmente, no solo LVm (Quadro 2 e 3 - Apêndice), sendo que esta prática reduziu o teor de potássio disponível (Quadro 5). Esta menor disponibilidade de potássio na presença da calagem, provavelmente pode ser atribuída a um menor poder tampão deste solo, fazendo com que os valores de pH atingidos neste solo, com e sem calagem, influenciasse na solubilização de potássio dos tratamentos. FEIGENBAUM & SHAINBERG (26), encontraram maiores taxas de liberação de potássio da Ilita de Fithiam, em valores mais baixos de pH e, HUANG et alii (31), observaram que a liberação de potássio das micas em relação aos feldspatos, foi mais dependente do pH. Entretanto, apesar de significativa, as diferenças nos teores de potássio disponível são pequenas, provavelmente não justificando, em termos de manejo do solo, a dispensa da calagem, visto que este solo possui uma saturação de alumínio (57,5%) limitante ao desenvolvimento vegetal.

As comparações entre os tratamentos térmicos das proporções VA + CM, com as testemunhas, mostram diferenças entre os tratamentos com e sem Verdete de Abaeté, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, para os dois tipos de solos (Quadro 14 - Apêndice), exceto antes do segundo cultivo para o solo LVm, onde tais diferenças não foram observadas. Antes do primeiro cultivo, houve um maior teor de potássio disponível nas testemunhas, devido a maior solubilidade do potássio contido no cloreto de potássio; antes dos demais cultivos e após o terceiro cultivo, o teor de potássio disponível nos tratamentos com Verdete de Abaeté, foram superiores as testemunhas. Isto mostra um maior efeito resi

dual do Verdete de Abaetê, em comparação com o cloreto de potássio, sendo que este último, por sua maior solubilidade e o potássio ser um dos cátions preferencialmente absorvido pelas raízes, segundo HIATT & LEGGETT (29) e LOUË (43), foi extraído em maior quantidade pelas plantas no primeiro cultivo.

QUADRO 5 - Efeito da calagem nos teores de potássio disponível, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em solos LVm e LEa

Solo	Cultivo	Calagem	
		Com	Sem
		----- meq. K/100 cc -----	
LVm	1º	0,10 b	0,12
	2º	0,04 b	0,05 a
	3º	0,04 b	0,05 a
	Após o 3º	0,03 a	0,03 a
LEa	1º	0,13 a	0,13 a
	2º	0,04 a	0,04 a
	3º	0,05 a	0,05 a
	Após o 3º	0,03 b	0,04 a

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observam-se nas Figuras 1 e 2, os teores de potássio extraídos com HNO_3 1 N fervente e Mehlich. O potássio extraído com

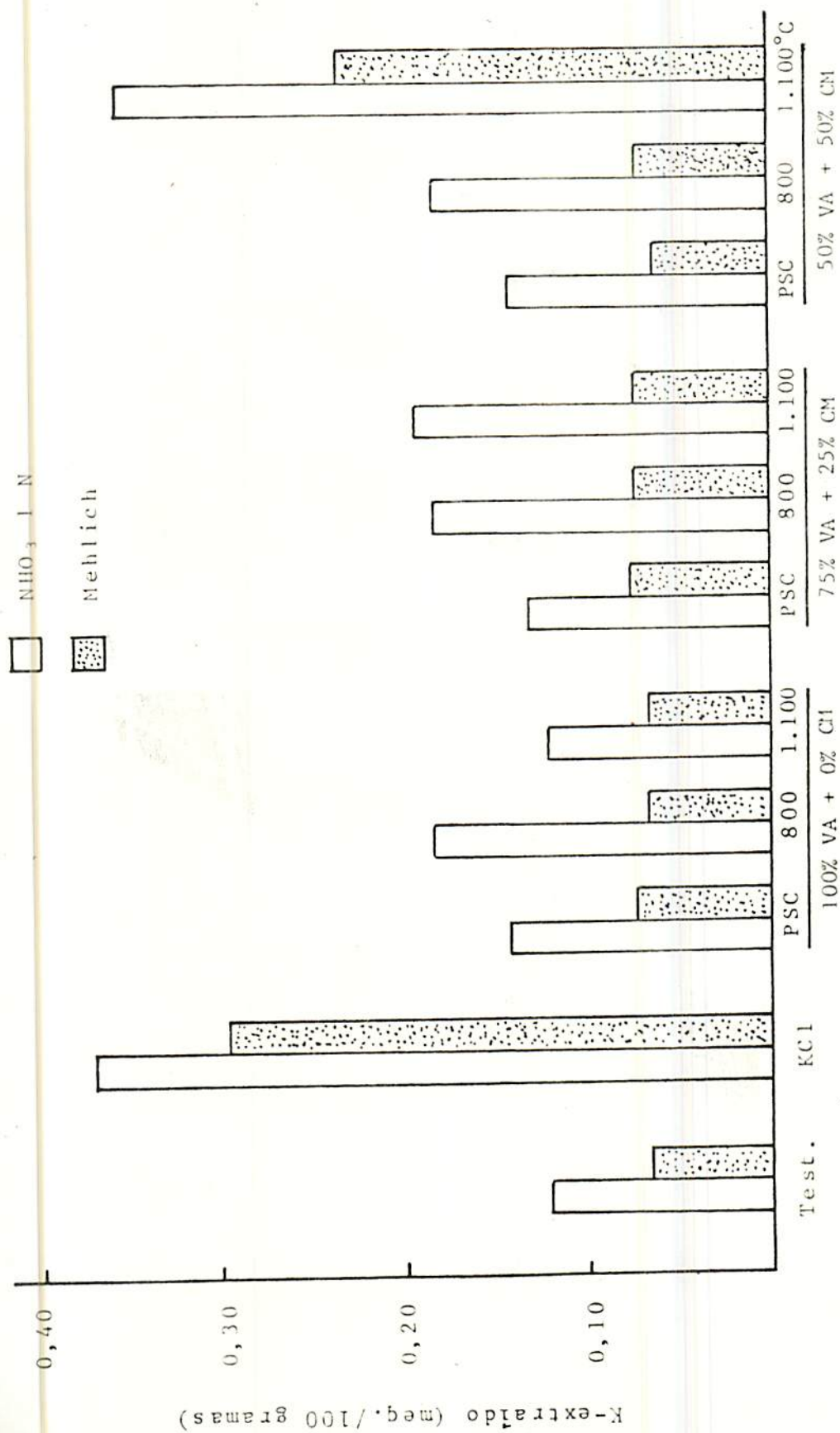


FIGURA 1 - Potássio extraído com o ácido nítrico (HNO_3) 1 N fervente e extrator de Mehlich, antes do primeiro cultivo em solo Lvm (média de solo com e sem calagem)

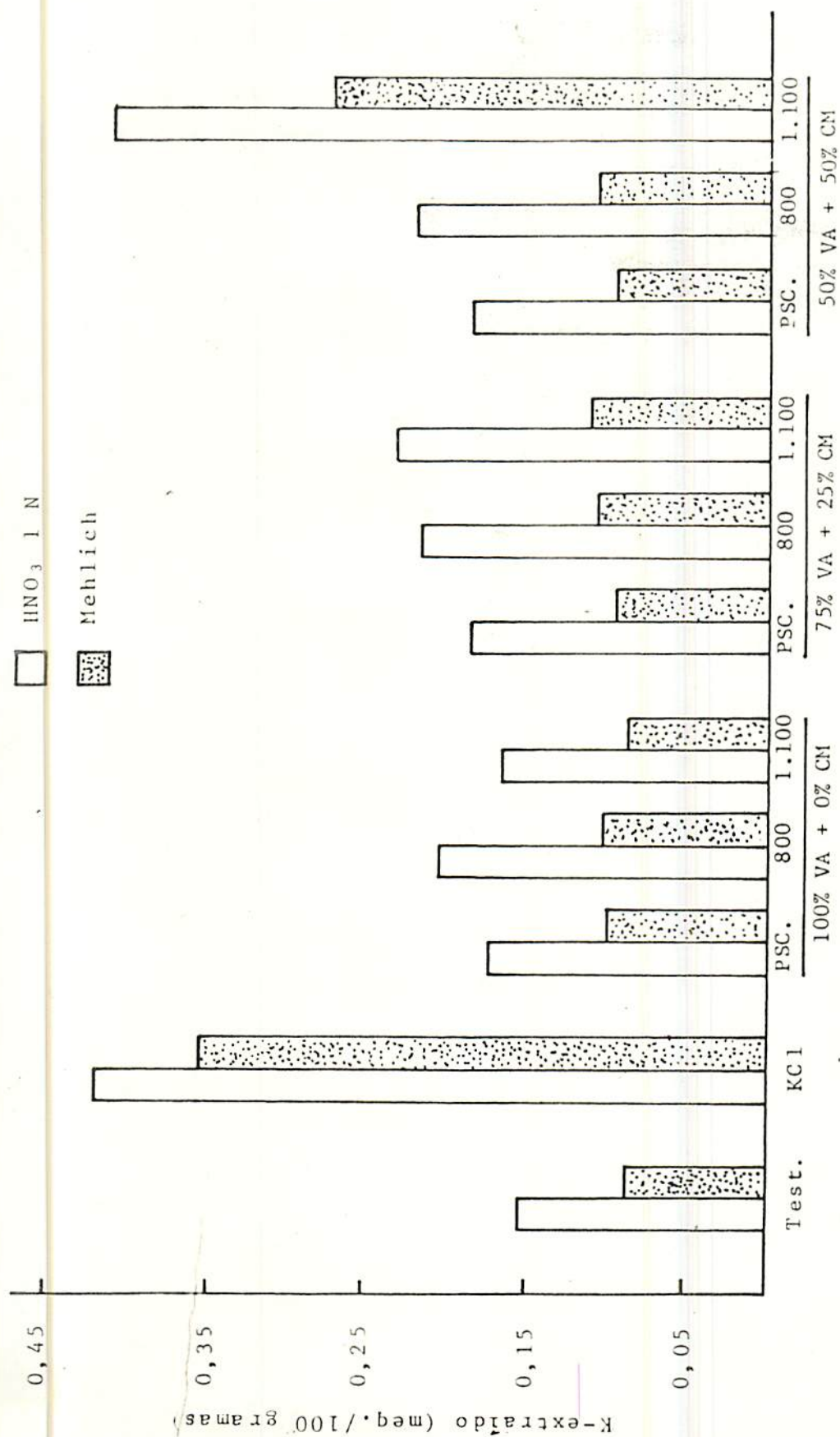


FIGURA 2 -- Potássio extraído com ácido nítrico (HNO₃) 1 N fervente e extrator de Mehlich, antes do primeiro cultivo em solo LEa (média de solo com e sem calagem)

o Mehlich, a excessão dos tratamentos com cloreto de potássio e proporção 50% VA + 50% CM calcinado a 1.100°C , praticamente foi semelhante nos demais tratamentos.

Nos tratamentos sem calcinação (PSC.), em ambos solos, o potássio extraído com HNO_3 , pouco diferiu da testemunha. Tal fato se deve provavelmente a forte energia de retenção do potássio, nos minerais do Verdete de Abaeté, mesmo na presença deste ácido forte em fervura com a amostra. Observa-se também, que as proporções VA + CM, calcinadas a 800°C , em relação as proporções não calcinadas (PSC.), liberaram mais potássio, detectado pelo HNO_3 . Entretanto, tais resultados não influenciaram no teor de potássio disponível (Mehlich), demonstrando que, apesar de ter ocorrido algumas transformações nos minerais do Verdete de Abaeté, estas não foram suficientes para solubilizar o potássio para esta forma.

Houve uma tendência de redução no teor de potássio extraído pelo ácido nítrico (Figuras 1 e 2), quando as proporções 100% VA + 0% CM, foram calcinadas a 1.100°C , que, segundo KLAMT et alii (37), pode estar relacionado a fusão e reprecipitação de minerais, particularmente silicatos, aumentando a estabilidade dos mesmos. Entretanto, com o aumento das quantidades de Calcário Magnesiano em mistura com o Verdete de Abaeté, nesta temperatura, foram verificadas maiores quantidades de potássio extraído com este ácido (HNO_3), provavelmente devido a ação "fundente" do CaCO_3 e MgCO_3 do calcário, KIRSCH (36) e SAFFIOTI (63). Somen

te ocorreram liberações significativas de potássio na forma disponível (Mehlich), nesta temperatura (1.100°C), quando o Verdete de Abaeté foi misturado em igual proporção com Calcário Magnesia no.

O potássio disponível se correlacionou alta e positivamente com o extraído pelo ácido nítrico em ambos os solos, com coeficientes de correlação de 0,95 e 0,97, respectivamente para LVM e LEa (Quadro 23 - Apêndice), concordando com os resultados obtidos por JENKS (34), em solos da Virgínia (EUA) e com OLIVEIRA et alii (55), em solos do Rio Grande do Sul. Os últimos autores, encontraram também que o potássio trocável, tendia a ser a metade do extraído pelo ácido nítrico, que segundo os autores, sugere um equilíbrio entre as formas trocáveis e não trocáveis.

4.2 Produção de matéria seca da parte aérea do milho

As temperaturas de calcinação dos tratamentos com Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), a excessão do primeiro e terceiro cultivos do solo LEa, influenciaram na produção de matéria seca (Quadros 4 e 5 - Apêndice).

As produções médias de matéria seca obtidas nas proporções VA + CM, para cada temperatura de calcinação, nos cultivos sucessivos em ambos os solos, são mostradas nos Quadros 6 e 7. Praticamente não houve aumento na produção de matéria seca com o aumento das temperaturas de calcinação das proporções VA + CM.

QUADRO 6 - Produção média de matéria seca da parte aérea do milho em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl, nos três cultivos em solo LVm

Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação (°C)								
	1º cultivo			2º cultivo			3º cultivo		
	PSC ^{a/}	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800	1.100
----- g M.S. / vaso -----									
100 + 0	14,00 a	15,24 b	12,71 c	5,91 b	6,34 b	5,14 c	3,46 b	4,07 a	3,54 b
75 + 25	15,86 a	19,45 a	16,50 b	6,64 ab	7,25 a	6,73 b	3,88 ab	4,20 a	4,07 b
50 + 50	17,03 a	18,18 ab	22,00 a	7,03 a	7,43 a	12,49 a	4,43 a	4,44 a	5,62 a
Média	15,63 B	17,62 A	17,07 AB	6,53 B	7,01 B	8,12 A	3,93 B	4,24 AB	4,41 A
Testemunha		13,04			5,38			3,42	
KCl		21,99			8,93			4,01	

a/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na mesma coluna e maiúscula, na mesma linha, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 7 - Produção média de matéria seca da parte aérea do milho em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl, nos três cultivos em solo LEa

Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação (°C)								
	1º cultivo			2º cultivo			3º cultivo		
	PSC ^{a/}	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800	1.100
----- g M.S./vaso -----									
100 + 0	15,20 b	15,38 b	13,43 b	5,20 b	5,30 b	4,14 c	3,94 a	4,05 b	3,12 b
75 + 25	18,60 a	18,68 a	15,36 b	6,30 a	6,68 a	5,83 b	4,28 a	4,72 a	3,56 b
50 + 50	18,80 a	19,23 a	24,64 a	6,89 a	7,27 a	10,34 a	4,53 a	4,80 a	6,16 a
Média	17,53 A	17,76 A	17,81 A	6,13 B	6,42 AB	6,77 A	4,25 A	4,52 A	4,28 A
Testemunha		14,05			3,99			3,69	
KCl		20,15			7,06			3,80	

a/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na mesma coluna e maiúscula, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Entretanto, maiores teores de potássio disponível foram observados com a calcinação na temperatura de 1.100°C (Quadros 3 e 4), sugerindo que houve influências de outros fatores, provavelmente interações do potássio com cálcio e com magnésio na produção de matéria seca. Segundo DIEST (18), a concentração de potássio na solução do solo, determinará se o cálcio vai estimular ou inibir a absorção do potássio, refletindo, conseqüentemente, na produção de matéria seca.

A produção de matéria seca, com algumas excessões, foi dependente das proporções VA + CM, nas temperaturas em que estas foram calcinadas (Quadros 10 e 11 - Apêndice).

Com relação a matéria seca no primeiro cultivo do solo LVm (Quadro 6), observa-se que, com o aumento da temperatura de calcinação, maiores produções de matéria seca foram obtidas com o aumento das proporções de Calcário Magnesiano em mistura com o Verdete de Abaeté. Não houve efeito na produção de matéria seca, com o aumento das proporções de Calcário Magnesiano em mistura com o Verdete de Abaeté, não calcinados (PSC.), o que era esperado, por não ter havido diferença na liberação de potássio nestes tratamentos, como discutido no item 4.1. LOPES et alii (40), verificaram que a utilização do Verdete de Abaeté, simplesmente moído, não causou aumento na produção de matéria seca em relação ao tratamento com cloreto de potássio, em solo com calagem.

A maior produção de matéria seca obtida no primeiro cultivo do solo LVm, foi proporcionada pelo tratamento com o Verde-

te de Abaeté na proporção 50% VA + 50% CM e calcinado na temperatura de 1.100°C . Esta produção não diferiu da obtida no tratamento com cloreto de potássio e, produziu 68,7% a mais que o tratamento testemunha (sem adubação potássica). Resultados semelhantes foram obtidos por FAQUIN (24), que verificou que o efeito da temperatura de calcinação teve uma tendência definida, apenas quando o Sienito Nefelínico foi misturado em igual proporção com Calcário Dolomítico. Segundo o mesmo autor, no primeiro cultivo, a temperatura de 1.100°C proporcionou as maiores produções de matéria seca e acumulação de potássio.

Com a sucessão dos cultivos (Quadro 6), no solo LVm, houve tendência de aumento na produção de matéria seca, com o aumento das proporções de Calcário Magnesiano em mistura com o Verdete de Abaeté não calcinado. Tal fato se deve, provavelmente, aos maiores teores de cálcio e magnésio destes tratamentos. Observa-se também, que as produções de matéria seca dos tratamentos na proporção 50% VA + 50% CM, calcinado na temperatura de 1.000°C , com a sucessão dos cultivos, foram superiores aos tratamentos com cloreto de potássio, produzindo, aproximadamente, 40% a mais de matéria seca que o tratamento com cloreto de potássio no segundo e terceiro cultivos. Isto se deve, ao maior esgotamento do potássio do cloreto de potássio, que é fonte solúvel deste elemento, enquanto que o Verdete de Abaeté, neste tratamento é de menor solubilidade, com maior efeito residual.

Resultados com tendências aproximadas aos obtidos no so-

lo LVm, foram observados no solo LEa (Quadro 7). No primeiro cultivo, houve em geral, maior produção de matéria seca nos tratamentos em que o Calcário Magnesiano participou em mistura com o Verdete de Abaeté (75% VA + 25% CM e 50% VA + 50% CM), para cada temperatura. Na temperatura de 1.100°C, apesar da tendência de aumento de produção de matéria seca com o aumento das proporções de Calcário Magnesiano, este somente foi significativo na mistura em que o calcário participou em igual proporção com a rocha potássica que, provavelmente, se deve a maior solubilização de potássio deste tratamento, bem como do maior fornecimento de cálcio e magnésio desta proporção (50% VA + 50% CM). Este tratamento produziu, no primeiro cultivo, 22,3% e 75,4% a mais de matéria seca que os tratamentos com e sem cloreto de potássio, respectivamente.

No segundo cultivo, as maiores produções de matéria seca no solo LEa (Quadro 7), também foram obtidas nos tratamentos em que o Calcário Magnesiano participou na mistura com o Verdete de Abaeté. Na temperatura de 1.100°C, o aumento das proporções aumentou significativamente a produção de matéria seca. Este efeito pode ser atribuído, como no ítem 4.1, ao provável efeito fundente do CaCO_3 e MgCO_3 do calcário, que proporcionou maior liberação de potássio, devido as prováveis modificações estruturais nos minerais do Verdete de Abaeté.

Não houve influência das proporções VA + CM no terceiro cultivo, quando estas proporções não foram calcinadas, havendo,

entretanto, efeitos significativos nas demais temperaturas de cal cinação. A maior produção de matéria seca verificada, corresponde a temperatura de calcinação de 1.100°C das misturas em igual proporção VA + CM produzindo 62,1% e 66,9% de matéria seca a mais que os tratamentos com e sem cloreto de potássio, respectivamente.

A produção de matéria seca, foi influenciada pela cala gem, nos tratamentos 100% VA + 0% CM e 75% VA + 25% CM, em ambos os solos a excessão do terceiro cultivo do solo LVm, onde a cala gem influenciou em todas as proporções VA + CM e no terceiro cultivo do solo LEa, onde tal influência somente foi verificada na proporção 100% VA + 0% CM (Quadros 10 e 11 - Apêndice).

Maiores produções de matéria seca, foram obtidas com a prática da calagem, em ambos os solos (Quadros 8 e 9), a excessão dos tratamentos com a proporção 50% VA + 50% CM, devido ao maior fornecimento de cálcio e magnésio, bem como da correção dos efeitos desfavoráveis da acidez dos solos. Nos tratamentos sem calagem, cálcio e magnésio, que são essenciais as plantas, segundo EPSTEIN (22), se encontravam em níveis limitantes ao desenvolvimento vegetal (Quadro 2), havendo, portanto, menor produção de matéria seca, com as proporções 100% VA + 0% CM e 75% VA + 25% CM. FAQUIM (24), verificou que no nível 150 ppm de potássio, as produções de matéria seca no primeiro cultivo, nos tratamentos em que ao Sienito Nefelínico era misturado igual quantidade de Calcário Dolomítico e calcinados nas temperaturas de 1.000, 1.100 e

1.200°C, embora não sendo estatisticamente diferentes aos tratamentos com cloreto de potássio, produziram maiores quantidades de matéria seca. Estas diferenças, segundo o autor, poderiam estar relacionadas ao fornecimento de cálcio e magnésio dos tratamentos com esta rocha potássica misturada com calcário.

QUADRO 8 - Produção média de matéria seca da parte aérea do milho em função das proporções de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) e níveis de calagem nos três cultivos em solo LVm

Proporções VA + CM (%)	Calagem					
	1º cultivo		2º cultivo		3º cultivo	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
----- g M.S./vaso -----						
100 + 0	17,98 a	9,98 b	7,07 a	4,53 b	3,98 a	3,41 b
75 + 25	18,77 a	15,76 b	7,34 a	6,41 b	4,39 a	3,71 b
50 + 50	18,68 a	19,46 a	8,96 a	9,00 a	5,02 a	4,64 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados de matéria seca da parte aérea do milho, produzidos por tratamentos nos cultivos sucessivos com e sem calagem prévia, são apresentados graficamente nas Figuras 3 a 5 e 6 a 8, respectivamente para os solos LVm e LEa. Os dados referentes a essas figuras se encontram no Apêndice (Quadros 19 e 20).

QUADRO 9 - Produção média de matéria seca da parte aérea do milho em função das proporções de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) e níveis de calagem nos três cultivos em solo LEa

Proporções VA + CM (%)	Calagem					
	1º cultivo		2º cultivo		3º cultivo	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
	----- g M.S./vaso -----					
100 + 0	18,64 a	10,69 b	6,38 a	3,38 b	4,61 a	2,79 b
75 + 25	19,75 a	15,35 b	7,24 a	5,30 b	4,42 a	3,95 a
50 + 50	21,34 a	20,44 a	8,10 a	8,23 a	5,01 a	5,31 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação a produção de matéria seca do primeiro cultivo, em ambos os solos (Figuras 3 e 6), nota-se que as maiores produções foram obtidas nos tratamentos com cloreto de potássio e proporção 50% VA + 50% CM, calcinado a 1.100°C. Embora, em termos médios dos tratamentos com cloreto de potássio em presença e ausência de calagem, não tenha havido diferenças dos tratamentos com Verdete de Abaeté na proporção 50% VA + 50% CM, calcinado a 1.100°C, a produção de matéria seca nos tratamentos com cloreto de potássio, foram afetadas pela calagem. Esta prática influenciou também nas testemunhas (sem fertilizante potássico) e nos

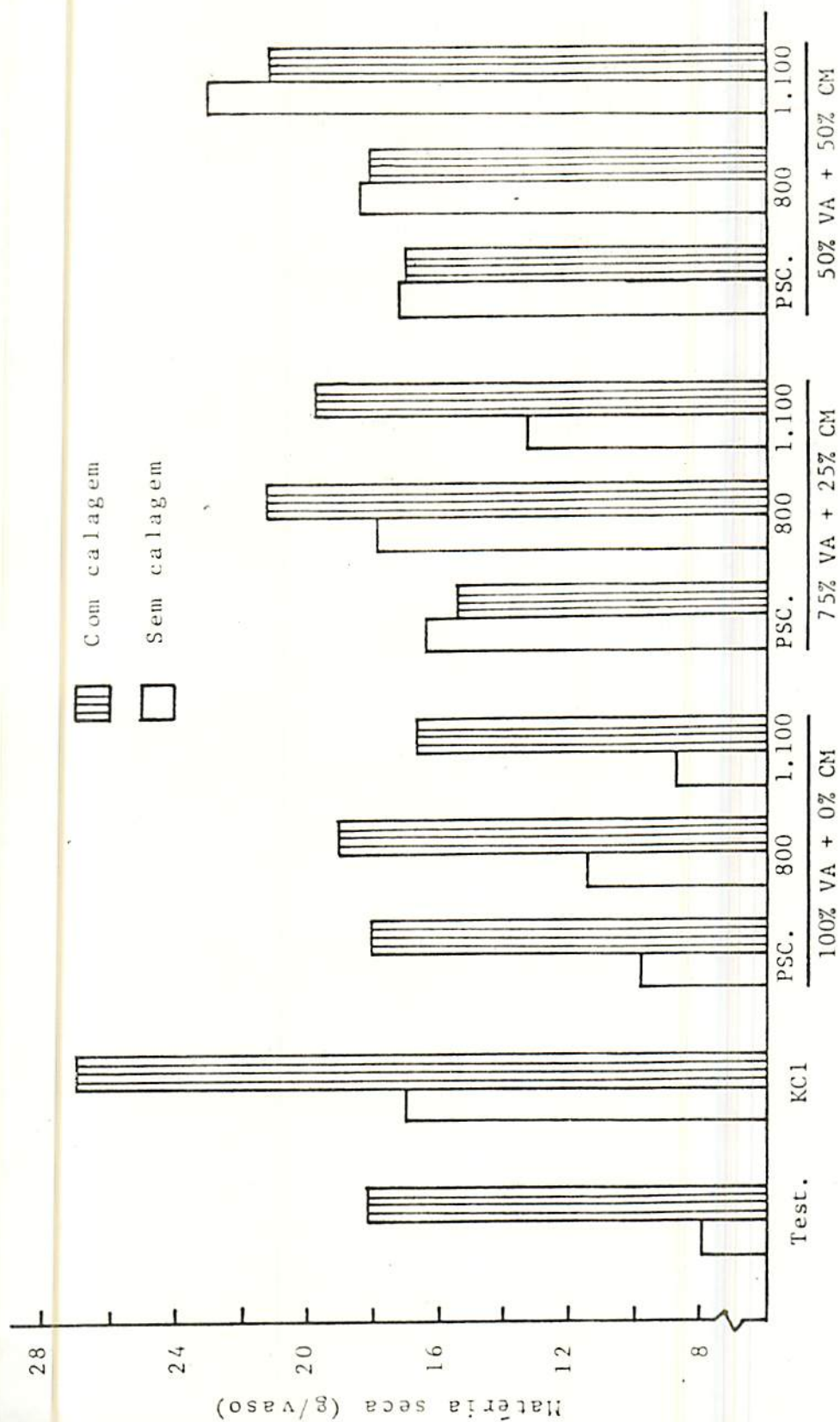


FIGURA 3 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no primeiro cultivo do solo LVm, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem

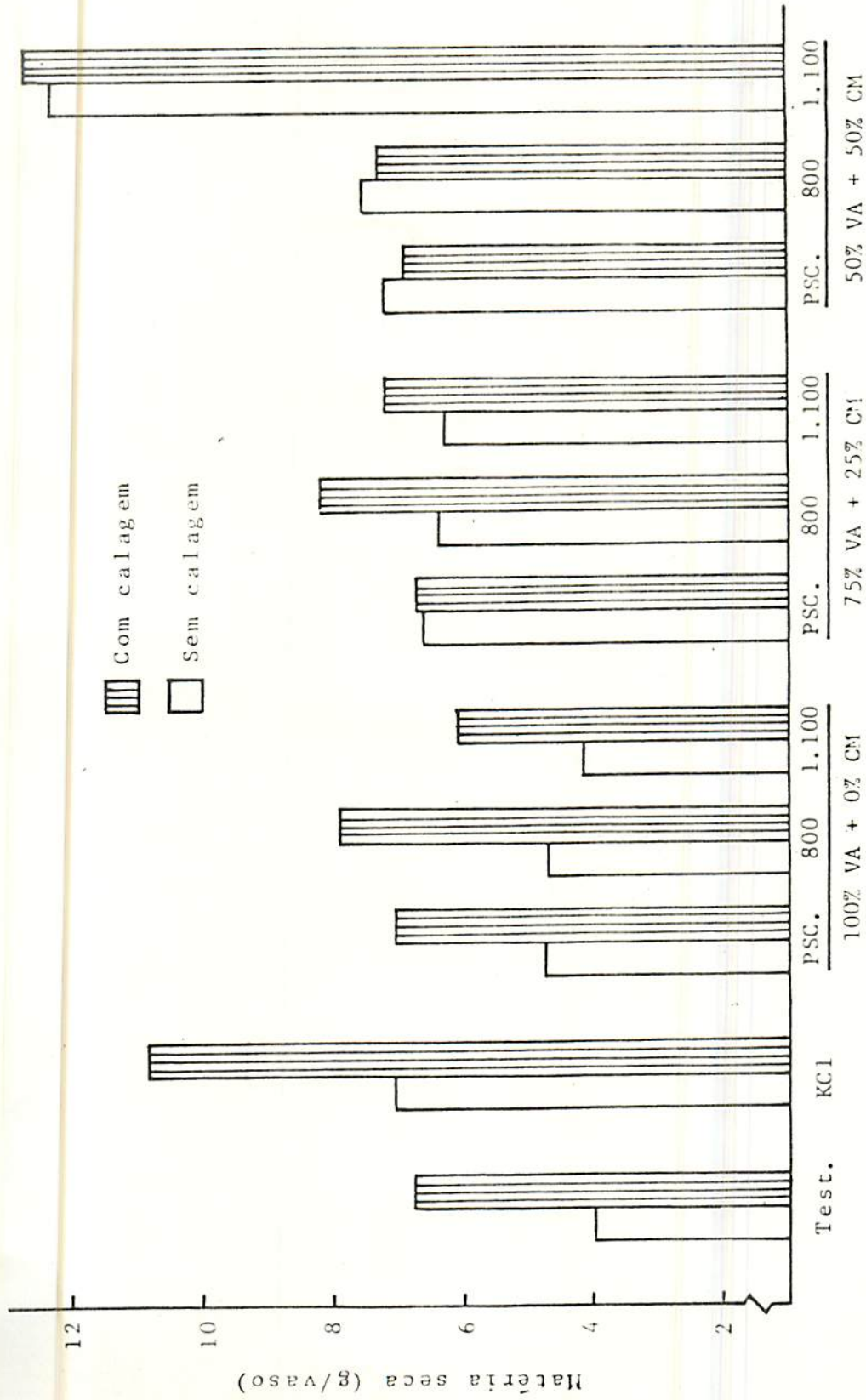


FIGURA 4 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no segundo cultivo do solo LVm, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem

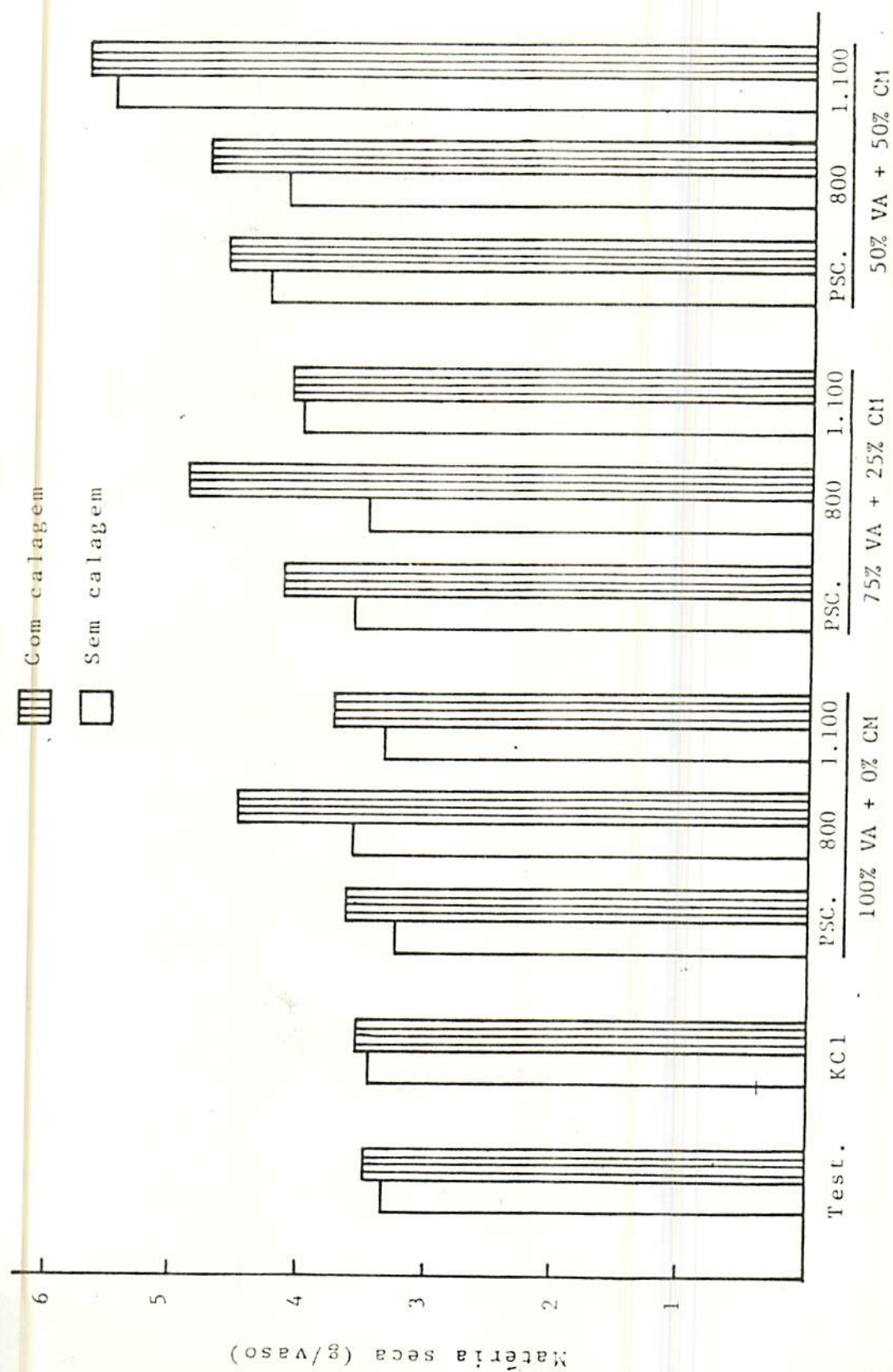


FIGURA 5 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no terceiro cultivo do solo LVm, em função das proporções VA + CH, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem

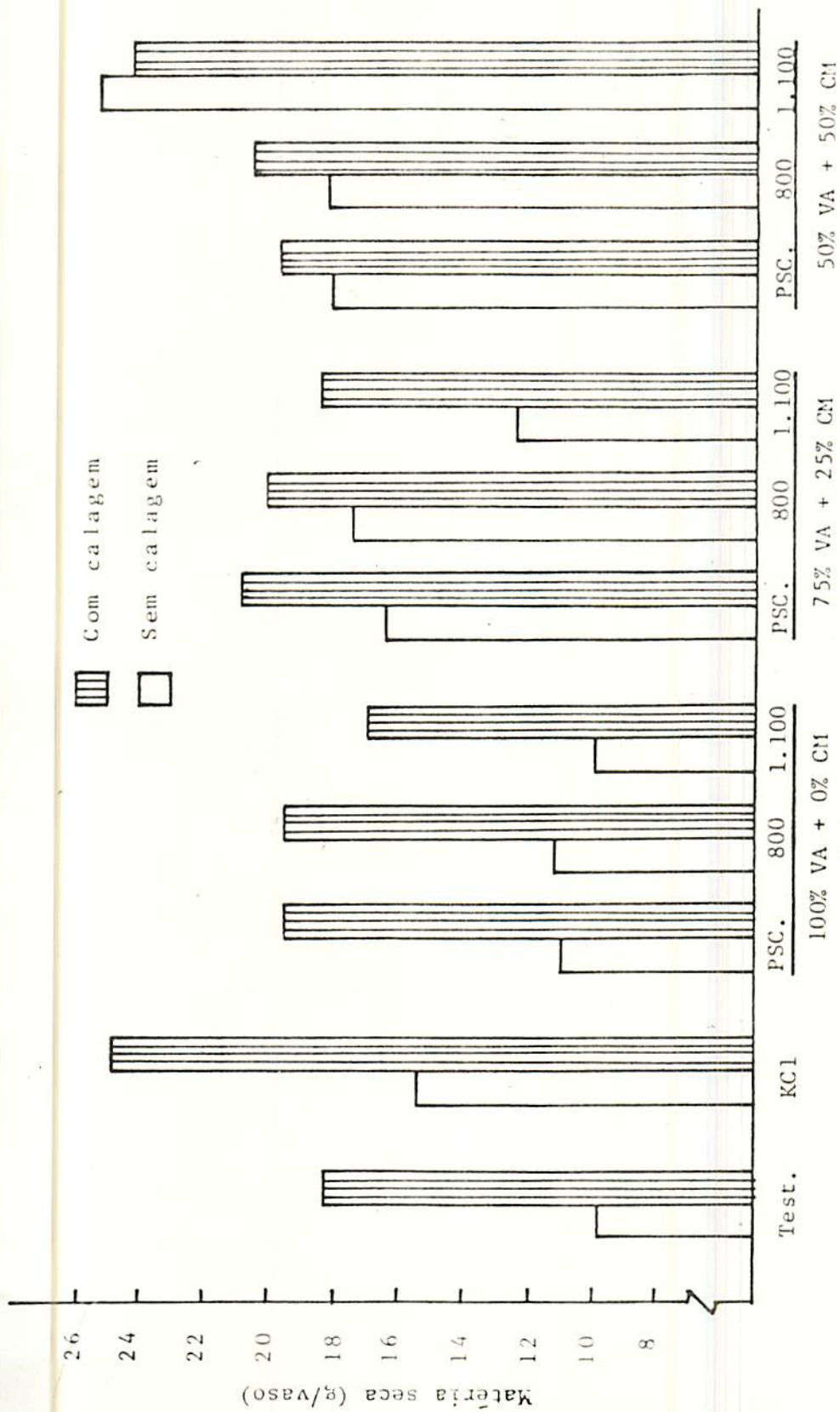


FIGURA 6 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no primeiro cultivo do solo LEa, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem

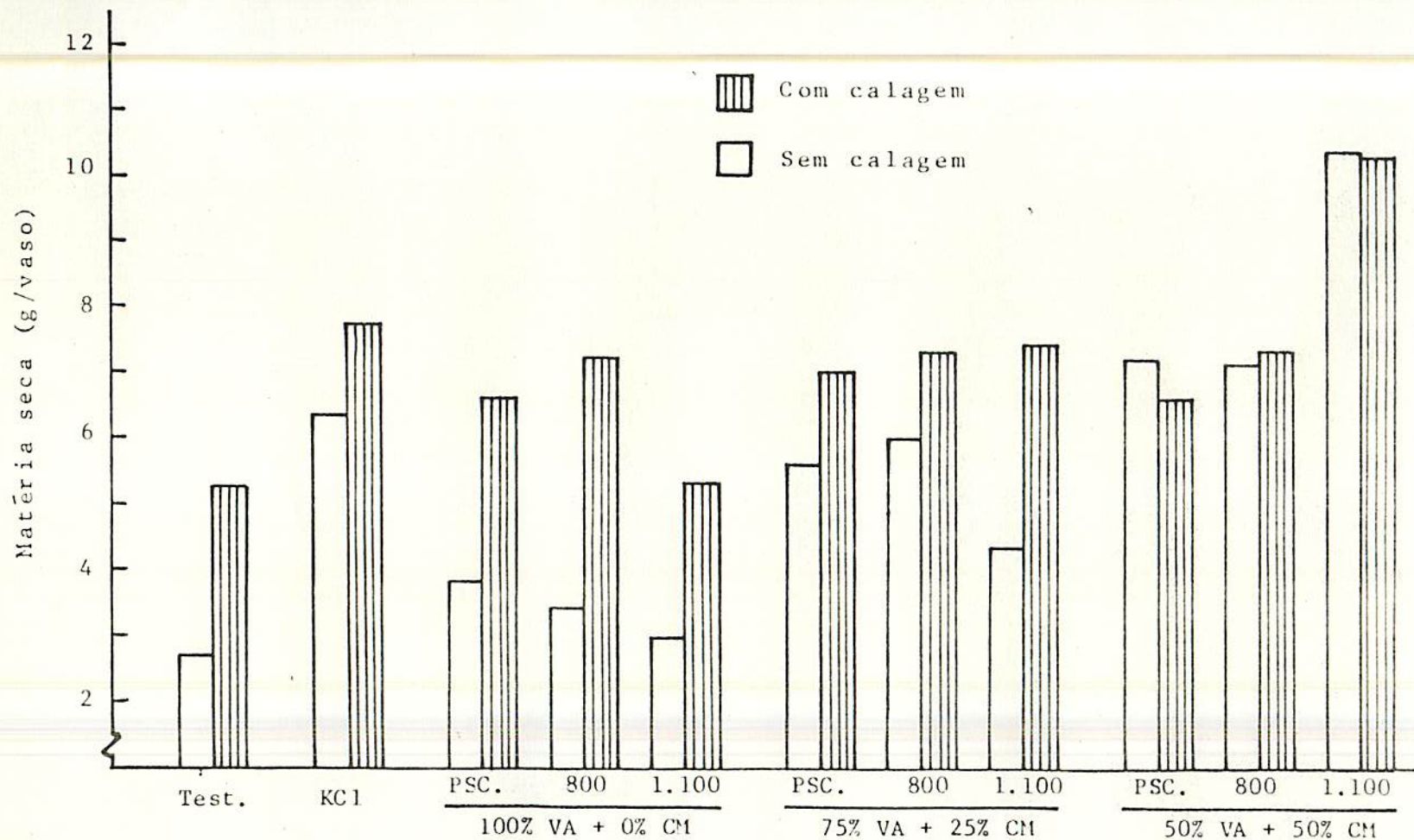


FIGURA 7 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no segundo cultivo do solo LEa, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem

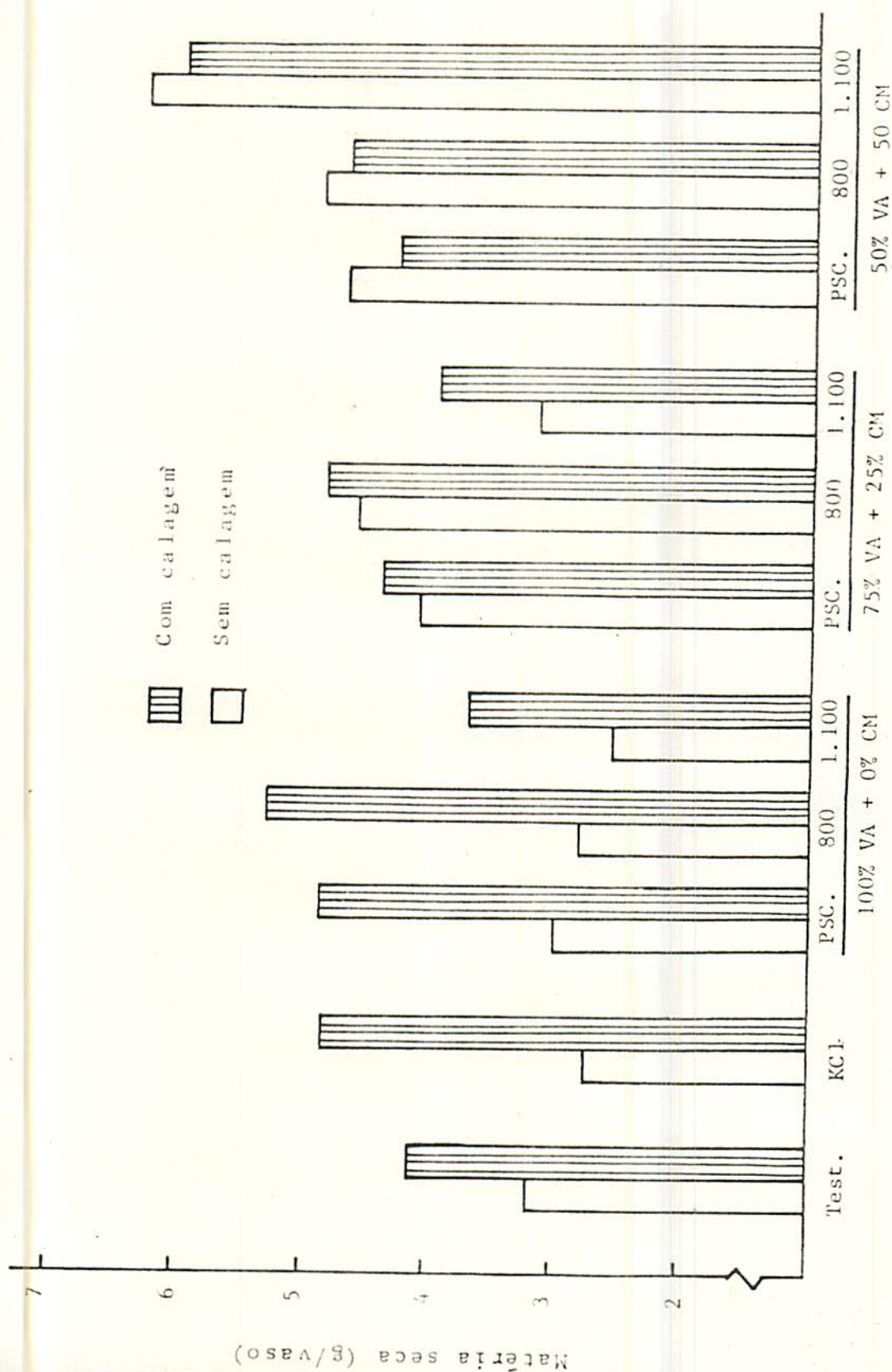


FIGURA 8 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, no terceiro cultivo do solo LEa, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem

tratamentos onde o calcário não participou em mistura com o Verdete de Abaeté. Houve redução nas diferenças, com o aumento das proporções de Calcário Magnesiano em mistura com esta rocha potássica.

No segundo cultivo, também para ambos os solos (Figuras 4 e 7), as menores produções de matéria seca, foram devidas aos problemas fitossanitários e prováveis desequilíbrios catiônicos pela redução dos teores de potássio disponível nos solos. Observa-se que as proporções 50% VA + 50% CM, calcinadas na temperatura de 1.100°C , produziram maiores quantidades de matéria seca, em relação aos demais tratamentos. O tratamento com cloreto de potássio, nos tratamentos com calagem, foi superior aos tratamentos com a rocha potássica, exceto ao tratamento com a proporção 50% VA + 50% CM, calcinado a 1.100°C , o que mostra o baixo efeito residual do cloreto de potássio.

Houve uma tendência das produções de matéria seca, no solo LVM (Figura 5), se igualarem no terceiro cultivo. O tratamento na proporção 50% VA + 50% CM, calcinado a 1.100°C , em valores absolutos foi superior aos demais, provavelmente devido ao seu maior efeito residual na liberação de potássio. As diferenças entre os tratamentos com e sem calagem, foram relativamente menores neste cultivo para este solo.

No solo LEa (Figura 8), as diferenças relativas aos tratamentos com e sem a calagem prévia, continuaram manifestando-se neste cultivo, provavelmente devido ao maior poder tampão deste

solo, com maiores produções de matéria seca nos tratamentos com calagem prévia, principalmente naqueles em que o Verdete não foi misturado com Calcário Magnesiano. As maiores produções neste solo, também foram obtidas com a calcinação da rocha potássica em mistura com igual quantidade de Calcário Magnesiano, na maior temperatura (1.100°C).

4.3 Acumulação de potássio pela parte aérea do milho

As temperaturas de calcinação dos tratamentos com Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), influenciaram na acumulação de potássio pela parte aérea do milho (Quadro 6 e 7 - Apêndice).

Observa-se nos Quadro 10 e 11, uma maior acumulação de potássio nos tratamentos que foram calcinados a 800°C e 1.100°C . A soma do potássio acumulado por cultivo, dos tratamentos calcinados na temperatura de 1.100°C , foi superior as demais temperaturas de calcinação. Isto se deve a maior liberação de potássio neste tratamento (Ítem 4.1), com maior absorção no primeiro cultivo. Nos demais cultivos, devido a menor liberação de potássio, esta temperatura de calcinação, não diferiu da acumulação deste nutriente pelas plantas, nos tratamentos calcinados a 800°C , sendo inclusive inferior a esta, no terceiro cultivo do solo LEa. Tal fato, pode estar, provavelmente associado as relações do potássio com cálcio e/ou magnésio mais favoráveis a absorção de potássio pelas plantas nos tratamentos calcinados a 800°C , neste so

QUADRO 10 - Acumulação média de potássio na parte aérea do milho, em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), testemunha e KCl, em cada cultivo e soma dos cultivos, em solo LVm

Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação (°C)							
	1º cultivo		2º cultivo		3º cultivo		Soma dos cultivos	
	PSC ^{a/}	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800
----- mg K/vaso -----								
100 + 0	31,53 a	32,33 a	26,48 b	20,16 a	22,00 a	15,37 b	14,75 a	16,45 a
							15,36 a	66,44 a
								70,79 a
								57,21 c
75 + 25	30,82 a	31,99 a	31,72 b	16,25 a	23,64 a	18,60 b	13,56 a	15,78 a
							15,87 a	60,69 a
								71,42 a
								66,18 b
50 + 50	32,76 a	35,45 a	88,82 a	17,96 a	20,67 a	32,71 a	13,45 a	15,21 a
							16,32 a	64,16 a
								71,33 a
								137,85 a
Média	31,72 B	33,26 B	49,00 A	18,12 B	22,10 A	22,23 A	13,92 B	15,82 A
							15,85 A	63,76 C
								71,18 B
								87,08 A
Testemunha	29,10			17,55			14,54	
KCl	201,87			30,47			15,74	
								61,19
								248,07

a/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na mesma coluna e maiúscula, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 11 - Acumulação média de potássio na parte aérea do milho, em função da temperatura de calcinação e proporção Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnésiano (CM), testemunha e KCl, em cada cultivo e soma dos cultivos, em solo LEa

Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação (°C)							
	19 cultivo		29 cultivo		39 cultivo		Soma dos cultivos	
	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	1.100	PSC
PSC ^{a/}	800	1.100	PSC	800	1.100	PSC	800	1.100
----- mg K/vaso -----								
100 + 0	37,94 a	37,26 a	33,89 b	12,45 b	12,72 b	8,75 c	16,11 a	17,58 a
							15,15 b	66,48 a
								67,56 a
								57,79 b
75 + 25	31,41 a	34,97 a	35,34 b	15,72 a	14,87 b	15,83 b	17,43 a	21,03 a
							14,74 b	64,55 a
								70,87 a
								65,91 b
50 + 50	36,83 a	37,20 a	108,48 a	16,21 a	18,06 a	25,31 a	16,86 a	21,33 a
							21,12 a	69,90 a
								76,59 a
								154,91 a
Média	35,39 B	36,48 B	59,24 A	14,79 B	15,22 A	16,63 A	16,80 B	19,98 A
							17,01 B	66,98 B
								71,67 B
								92,87 A
Testemunha	34,10			9,52.			16,89	60,52
KCl	253,96			19,13			17,27	290,36

a/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnésiano sem calcinação.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na mesma coluna e maiúscula, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

10.

A acumulação de potássio na matéria seca, foi dependente das proporções VA + CM, nas temperaturas em que estas proporções foram calcinadas, principalmente na temperatura de 1.100°C (Quadros 12 e 13 - Apêndice).

A acumulação média de potássio em função das temperaturas de calcinação e proporções VA + CM, é mostrada nos Quadros 10 e 11. Na temperatura de 1.100°C , a maior acumulação de potássio por cultivo e soma de cultivos, a exceção do terceiro cultivo do solo LVm, foi observado nos tratamentos em que o Verdete de Abate foi misturado em igual proporção com o Calcário Magnesiano. O mesmo foi observado com o teor de potássio disponível (Ítem 4.1) e produção de matéria seca (Ítem 4.2). Outrossim, verifica-se que este tratamento influenciou na acumulação de potássio, em valor absoluto, no primeiro e segundo cultivos, em comparação com os demais tratamentos. No terceiro cultivo, com os prováveis de equilíbrios catiônicos ocorridos, houve uma tendência das acumulações de potássio nos demais tratamentos, se igualarem a este.

Observa-se ainda nos Quadros 10 e 11 e Apêndice (Quadro 15), que a acumulação de potássio dos tratamentos com cloreto de potássio foram 127,28% e 134,11%, respectivamente para LVm e LEa, superiores aos tratamentos em que a proporção 50% VA + 50% CM foram calcinados a 1.100°C , no primeiro cultivo. Entretanto, como mostrado no ítem anterior (Quadros 6 e 7), a produção de matéria seca destes tratamentos não diferiram significativamente entre si.

Isto demonstra, que esta maior acumulação de potássio, do tratamento com cloreto de potássio, não teve reflexos na produção de matéria seca, sugerindo um "consumo de luxo". FAQUIN (24), encontrou que a acumulação de potássio pelo milho, nos tratamentos com cloreto de potássio, no primeiro cultivo, foi muito superior aos tratamentos com Sienito Nefelínico, devido a sua alta solubilidade, deixando o potássio em forma prontamente disponível após a sua aplicação, ocorrendo o consumo de luxo.

Os dados da acumulação de potássio na matéria seca, por tratamento com e sem calagem prévia, nos cultivos sucessivos, são apresentados graficamente nas Figuras 9 a 12 para o solo LVm e 13 a 16 para o solo LEa. Os dados originais referentes a essas figuras, se encontram no Apêndice (Quadros 21 e 22).

No primeiro cultivo (Figuras 9 e 13), observa-se que, dos diversos tratamentos com Verdete de Abaeté em ambos solos, somente aquele em que ao Verdete foi misturado igual proporção de Cálcio Magnésiano e calcinado a 1.100°C , se destacou dos demais, sendo superado apenas pelo tratamento com cloreto de potássio. Tais acumulações devem-se a maior solubilidade do cloreto de potássio e a solubilização de potássio do Verdete, nesta temperatura e proporção. Nos demais tratamentos, as acumulações de potássio, pouco diferiram das testemunhas sem fertilizante potássico. As diferenças na acumulação de potássio, nos tratamentos com cloreto de potássio (com e sem calagem), em ambos os solos, provavelmente se deve a inibição competitiva de cálcio e magnésio com

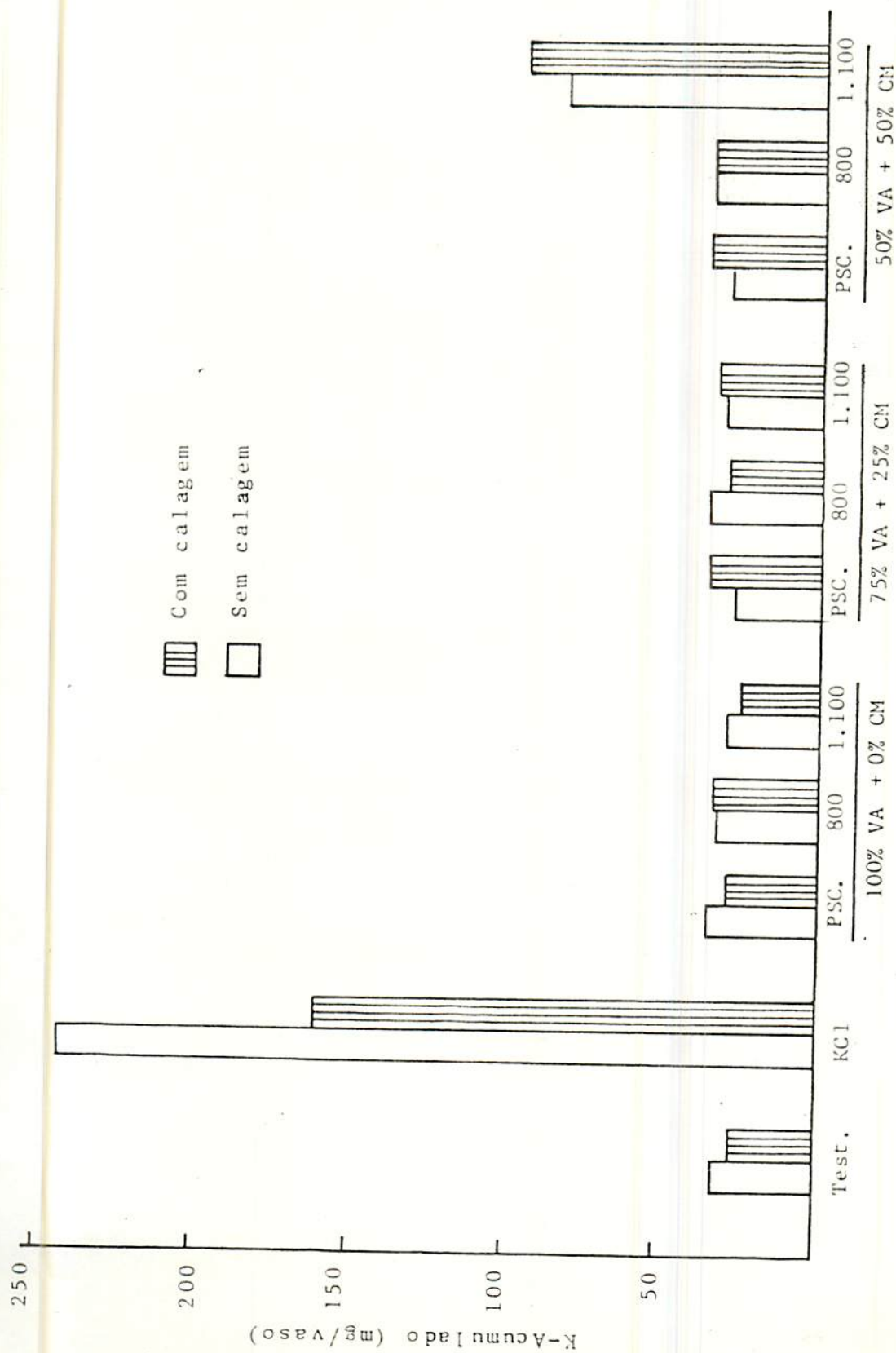


FIGURA 9 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao primeiro cultivo em solo LVm

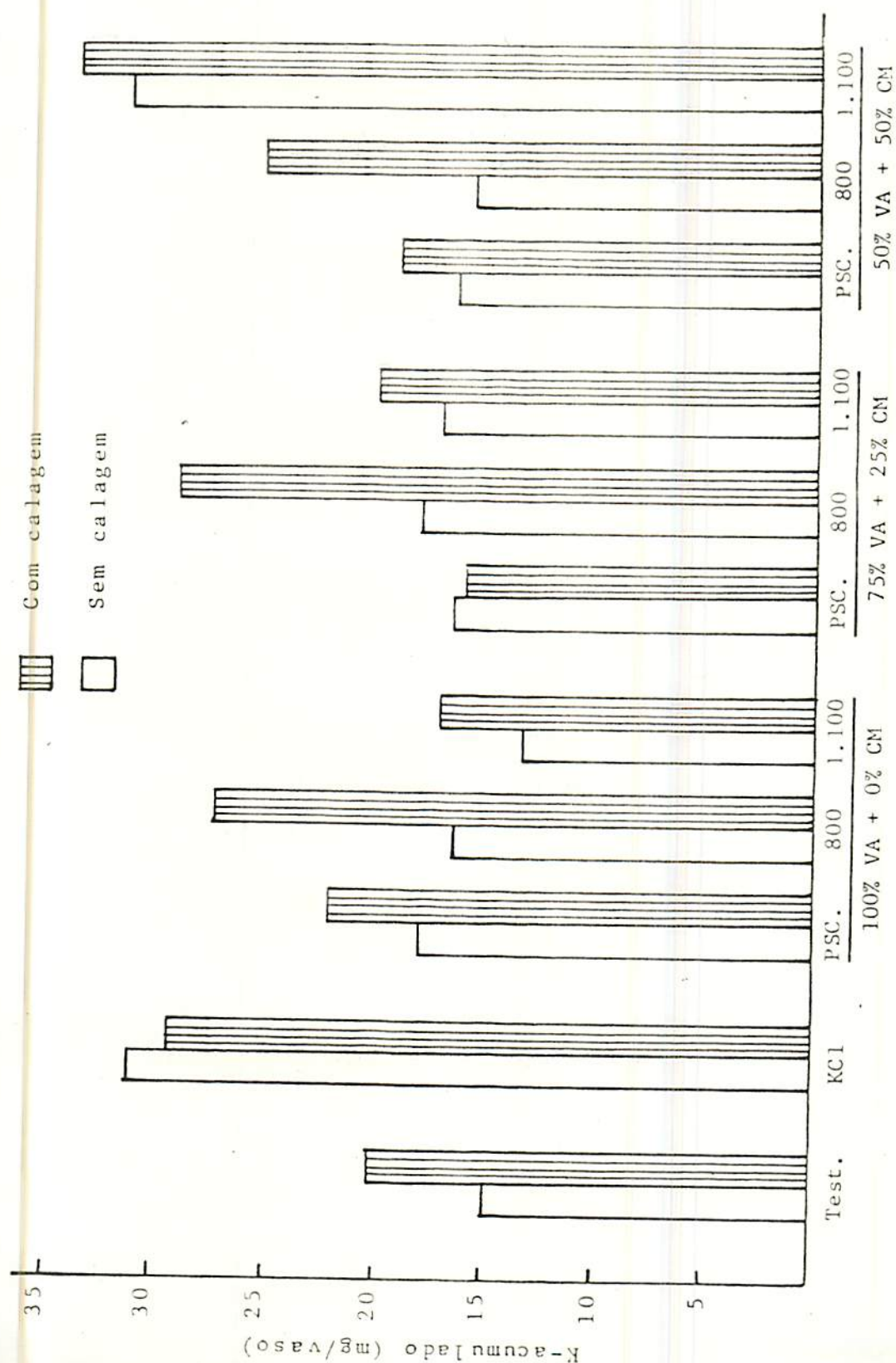


FIGURA 10 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao segundo cultivo em solo LVm

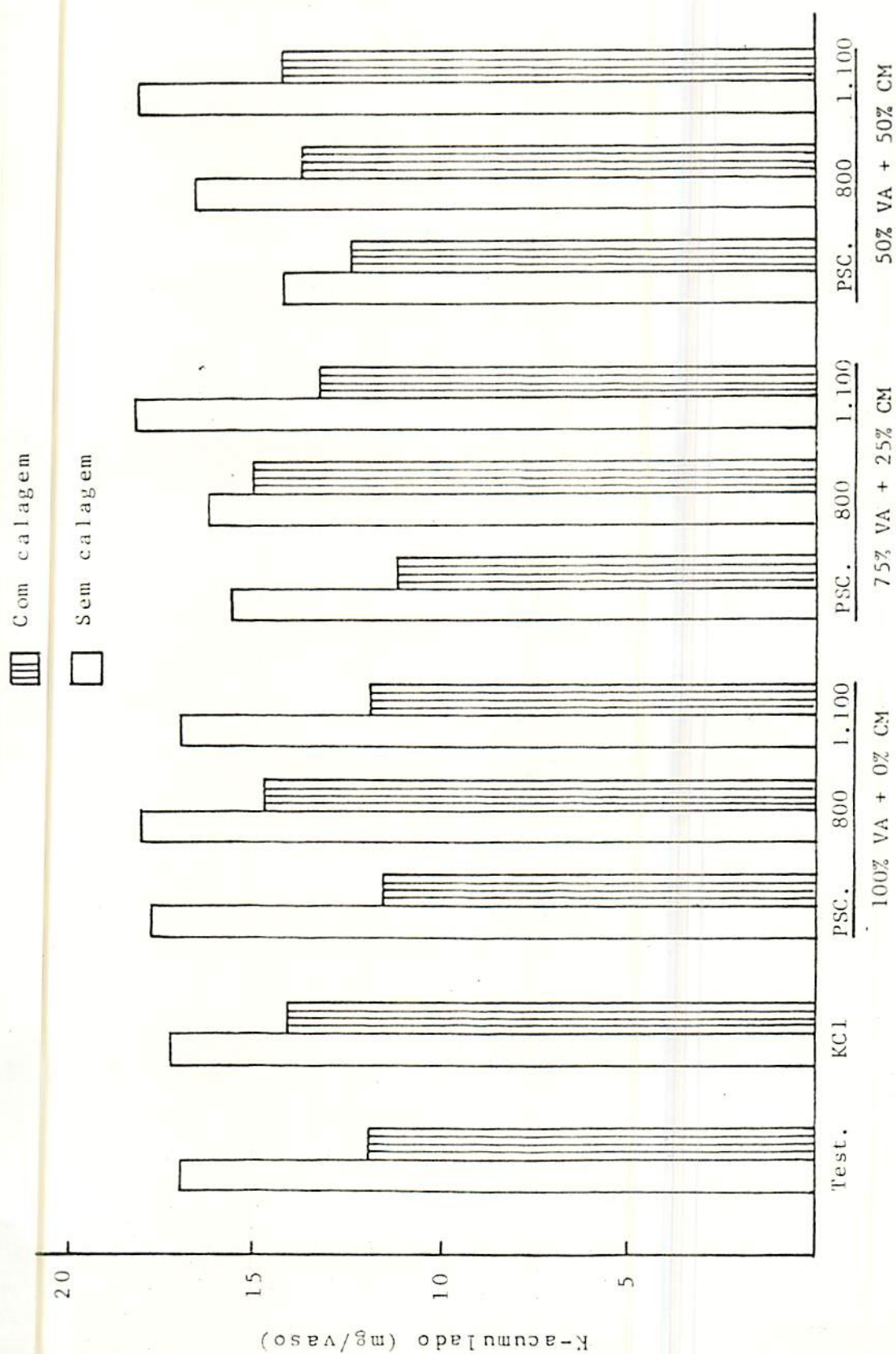


FIGURA 11 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao terceiro cultivo em solo LVm

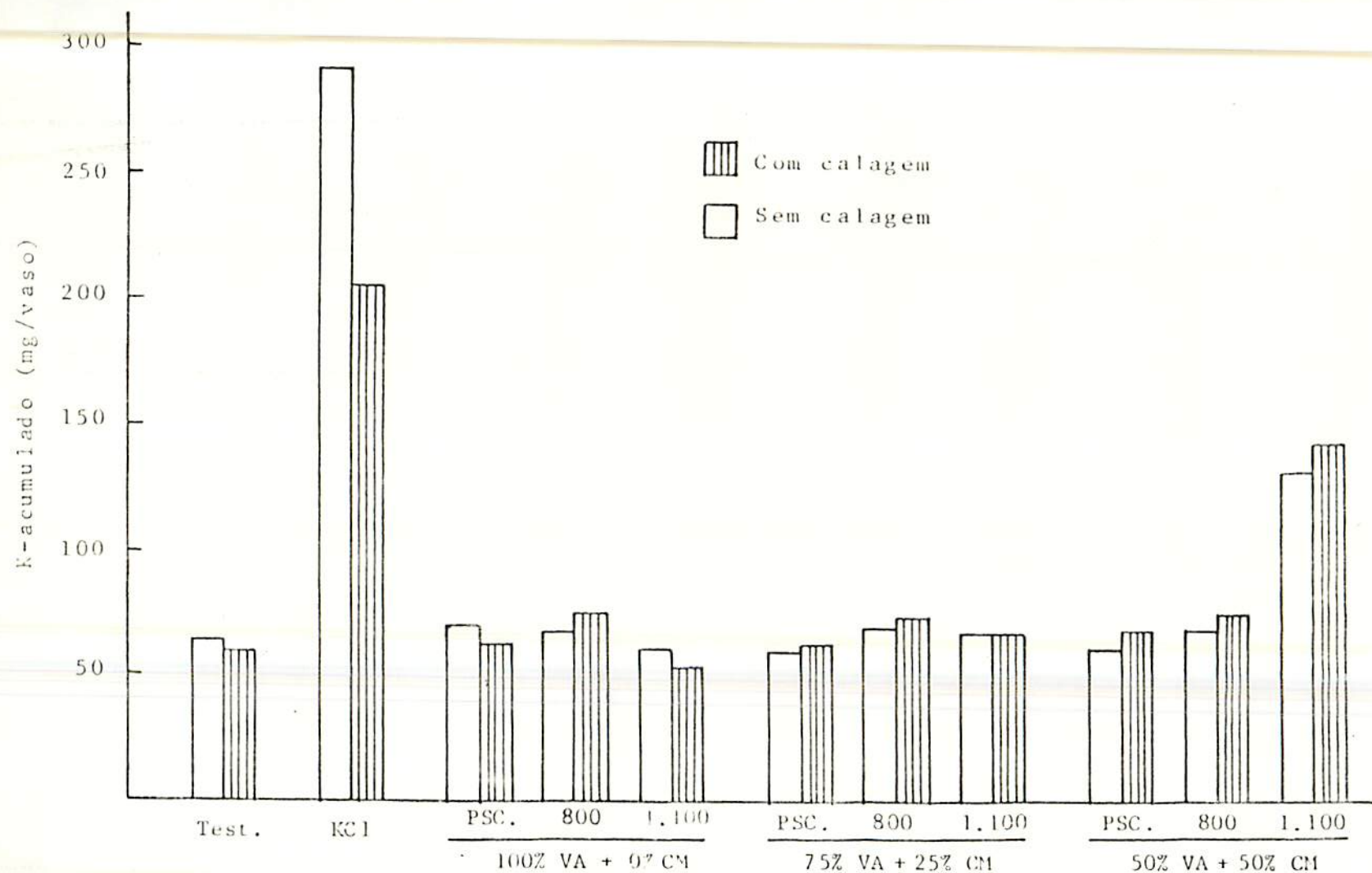


FIGURA 12 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes a soma dos cultivos em solo LVm

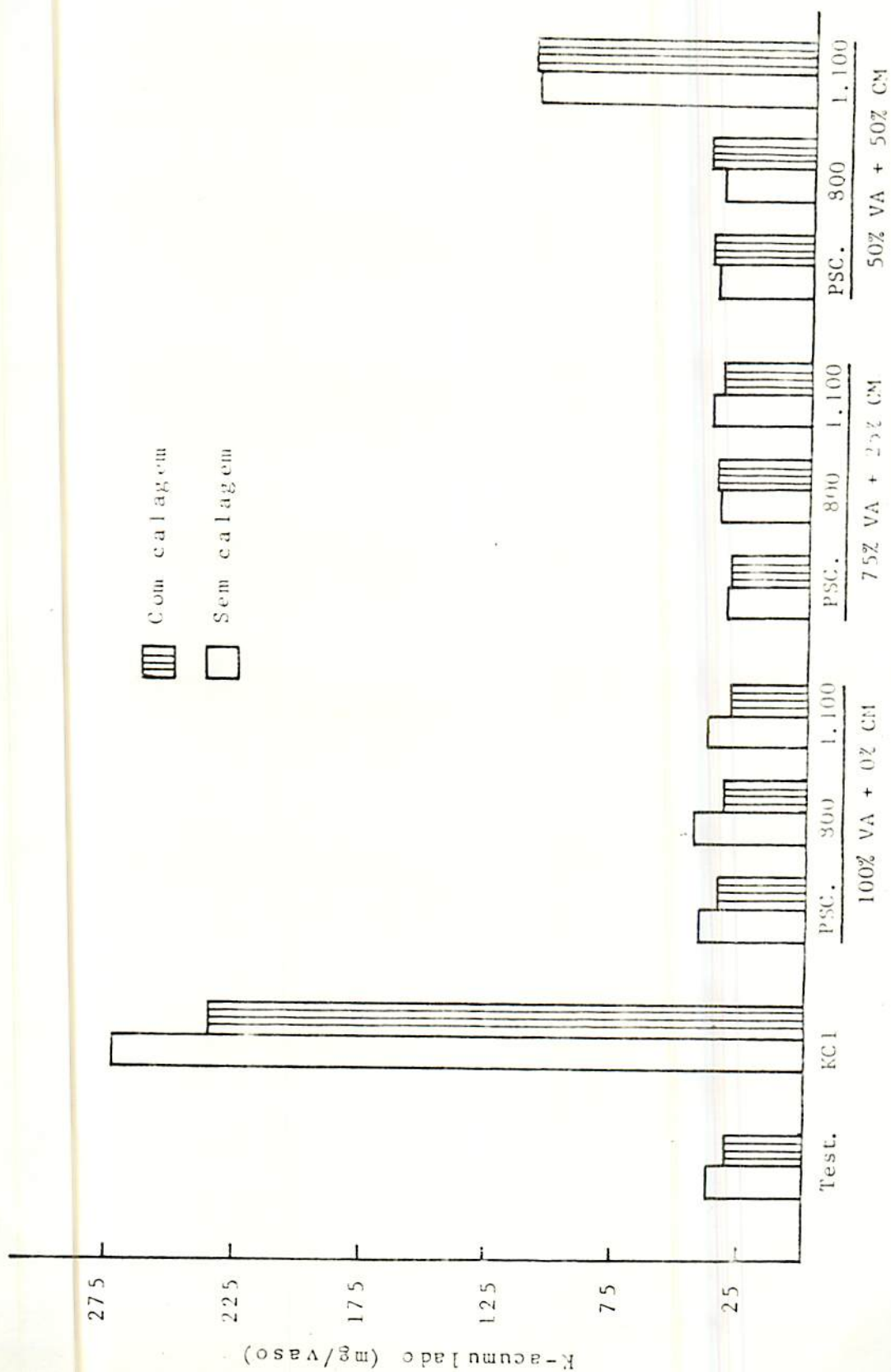


FIGURA 13 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao primeiro cultivo em solo l.Ea

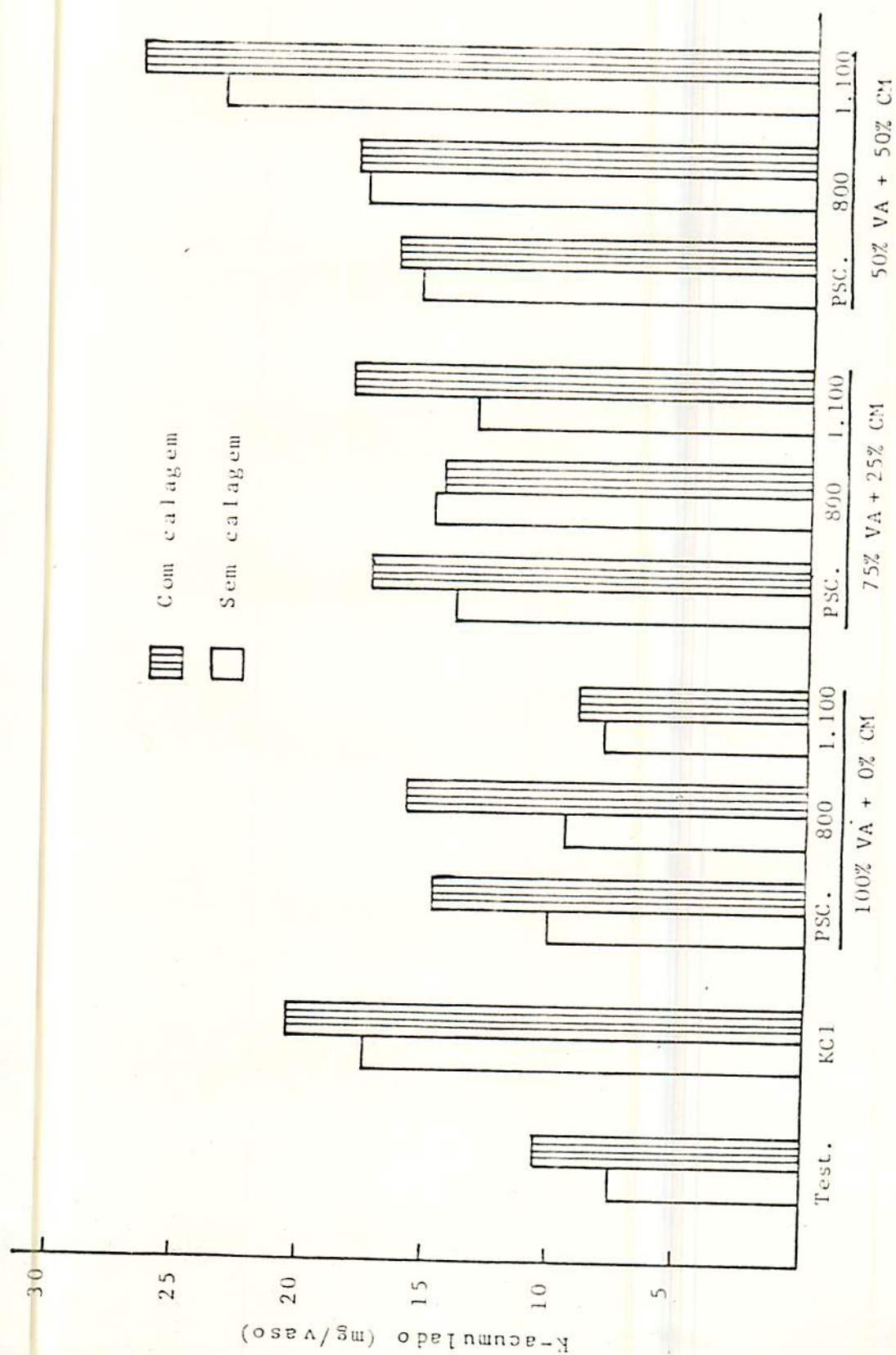


FIGURA 14 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao segundo cultivo em solo LEa

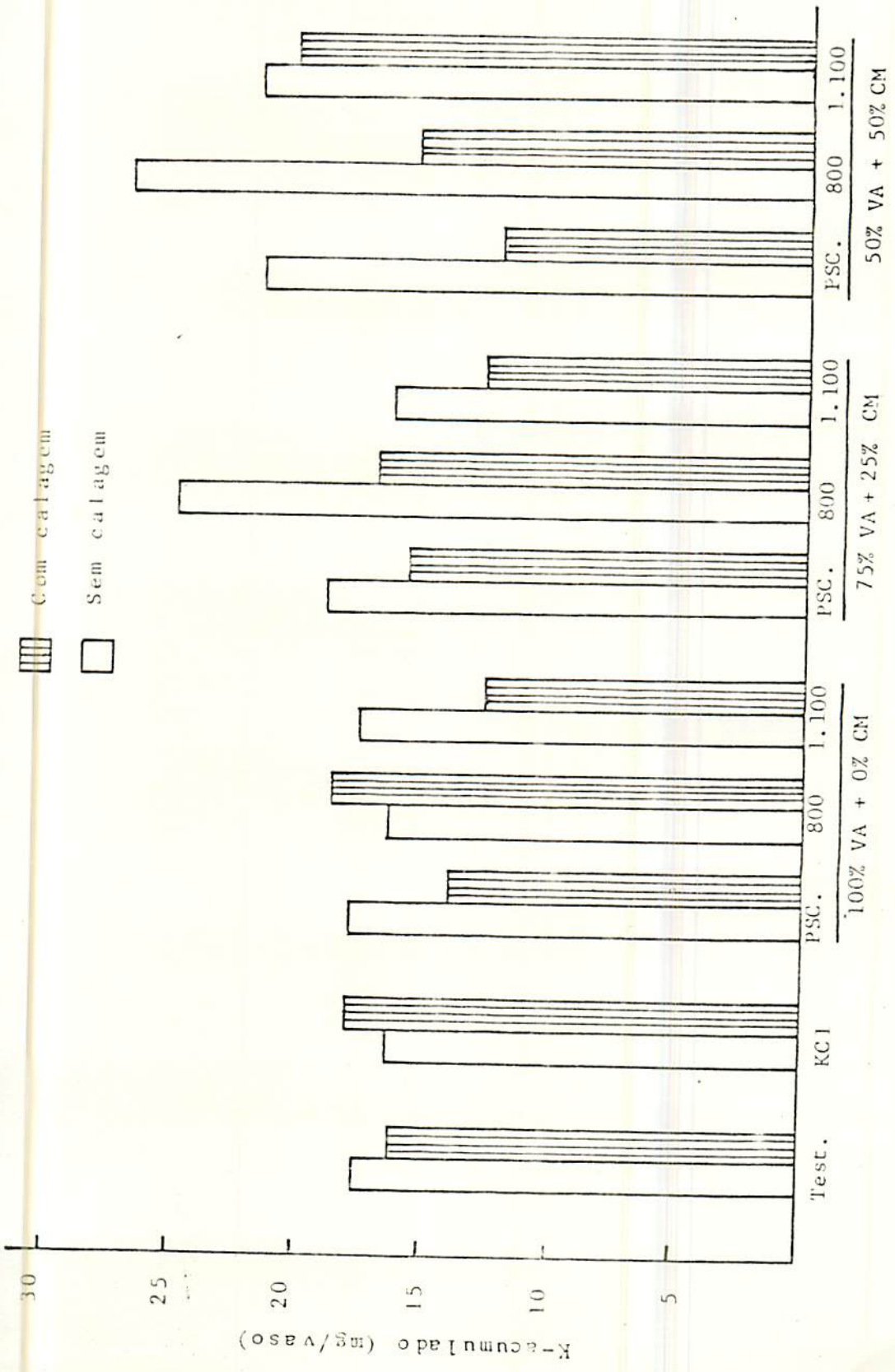


FIGURA 15 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes ao terceiro cultivo em solo LEa

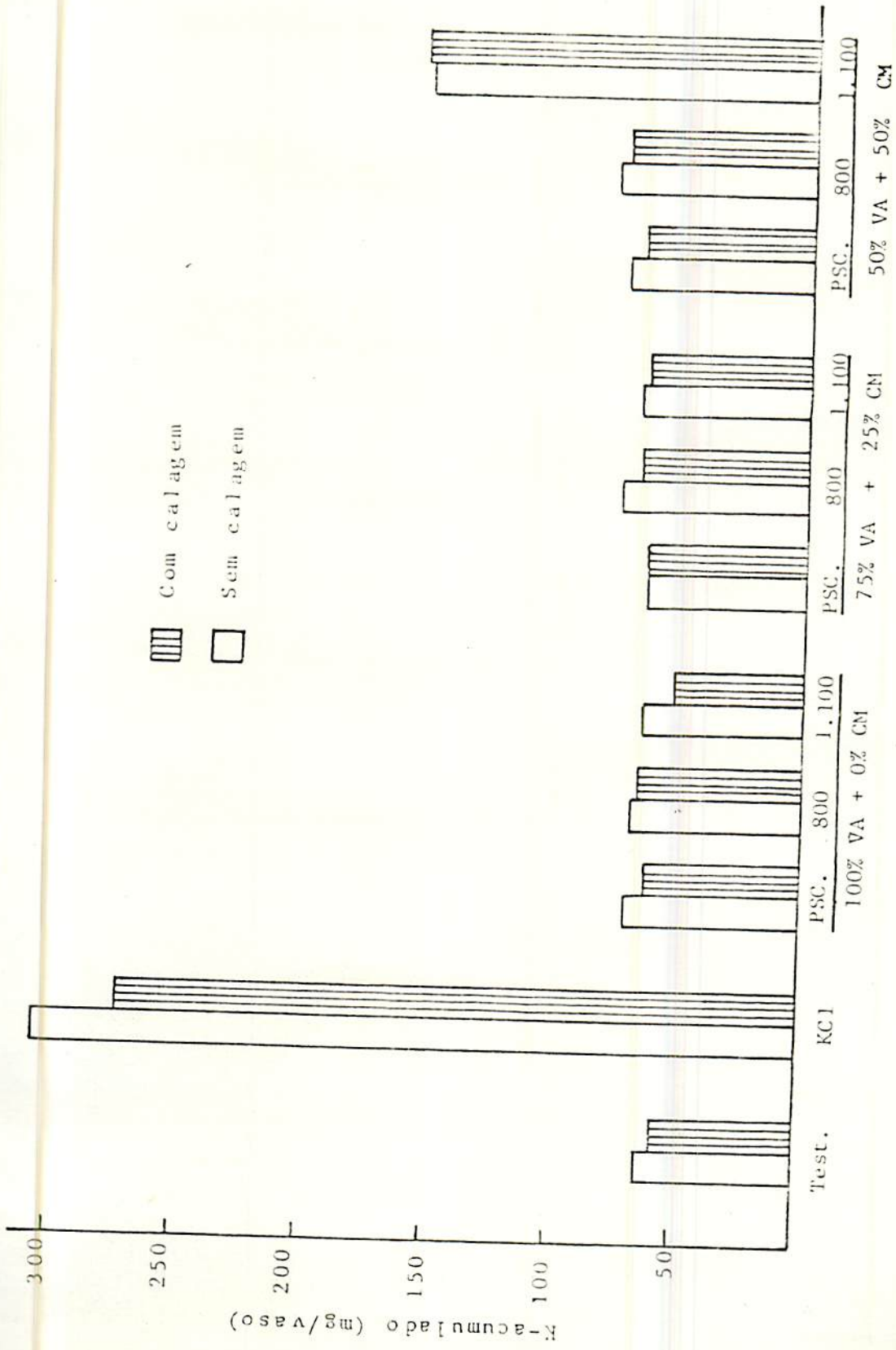


FIGURA 16 - Acumulação de K na parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM, temperatura de calcinação, KCl, testemunha e níveis de calagem, referentes a soma dos cultivos em solo LEa

o potássio, reduzindo a absorção desse cátion monovalente nos solos onde se fez a calagem. Segundo DIEST (18), é esperado que a simples adição dos cátions alcalinos terrosos (Ca e Mg), afetem a disponibilidade de potássio para as plantas, sendo que o excesso de cálcio e em menor escala o magnésio (45), determinam menor absorção do potássio, provavelmente, por inibição competitiva.

Na sucessão dos cultivos (Figuras 10, 11, 14 e 15), houve tendências de diferenciações dos tratamentos entre si, na acumulação de potássio. Esta diferenciação, provavelmente, pode estar associada a reações de dissoluções ocorridas no decorrer dos cultivos, com solubilização de potássio. MIELNICZUK & KLAMT (51), citam que a maior liberação de potássio deveria ocorrer durante os últimos cultivos, quando o potássio na solução do solo atinge valores baixos que, segundo RITCHEY (61), as tornam inadequadas para sustentar uma agricultura normal, o que pode ser verificado pela redução na acumulação do potássio no decorrer dos cultivos e na soma do potássio acumulado nos cultivos (Figuras 12 e 16). Nestas figuras, observa-se que apesar das diferenciações dos tratamentos térmicos das proporções VA + CM, estes pouco contribuíram no total acumulado, sobressaindo-se apenas o tratamento de calcinação em maior temperatura (1.100°C) da proporção 50% VA + 50% CM.

No terceiro cultivo (Figuras 11 e 15), houve uma inversão dos efeitos da calagem. Esta prática, com algumas excessões no solo LEa, reduziu significativamente a acumulação de potássio,

como pode ser visto no Quadro 12. Neste cultivo, com o maior esgotamento do potássio disponível, nos tratamentos com calagem, a absorção deste cátion foi reduzida por prováveis inibições competitivas com cálcio e magnésio, segundo DIEST (18) e MALAVOLTA (45), embora os solos com calagem tenham produzido mais matéria seca (Quadros 8 e 9). MIELNICZUK & KLAMT (51), citam que a quantidade total absorvida é função da matéria seca produzida e a concentração do potássio no tecido, sendo que muitas vezes pode o - correr "mascaramento", quando a concentração ou a quantidade de matéria seca é afetada por outros elementos.

QUADRO 12 - Acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, em função da calagem

Cultivo	Calagem			
	LVm		LEa	
	Com	Sem	Com	Sem
----- mg K/vaso -----				
1º	38,78 a	37,21 a	42,34 a	45,07 a
2º	23,39 a	18,24 b	16,93 a	14,16 b
3º	13,21 b	17,18 a	15,52 b	20,33 a
Soma dos cultivos	75,38 a	76,23 a	74,79 a	79,56 a

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Do total do potássio adicionado (150 ppm de K_2O), que corresponde a 323,92 mg K/vaso e 390,67 mg K/vaso, respectivamente para os solos LVm e LEa, observa-se que destes (Figuras 17 e 18), as plantas nos três cultivos conseguiram extrair, em média, 76,6 e 74,3% do potássio aplicado na forma de cloreto de potássio, respectivamente para LVm e LEa. A extração total do potássio aplicado na forma de cloreto de potássio, não foi verificada na matéria seca da parte aérea do milho. Provavelmente, tais resultados estejam associados ao potássio contido no sistema radicular, de cada cultivo, que não foram analisadas, como também, ao equilíbrio dinâmico do potássio, em suas várias formas no solo, segundo CATANI (12) e RAIJ (59).

Dos tratamentos térmicos com Verdete de Abaeté, somente a proporção 50% VA + 50% CM calcinado a $1.100^{\circ}C$ se destacou das demais, com uma extração média, neste tratamento, de 42,5 e 39,6% do potássio, respectivamente para LVm e LEa. Os demais tratamentos com Verdete de Abaeté pouco diferiram da testemunha sem fertilizante potássico, em ambos os solos, indicando baixa liberação de potássio destes tratamentos. Observa-se ainda, que praticamente 50% do potássio extraído foi devido ao primeiro cultivo, a excessão do tratamento com cloreto de potássio e calcinação a $1.100^{\circ}C$ da proporção 50% VA + 50% CM. Nestes, em média para os dois solos, o primeiro cultivo extraiu 84,3 e 67,3%, respectivamente para cloreto de potássio e proporção 50% VA + 50% CM calcinado a $1.100^{\circ}C$, do total do potássio extraído.

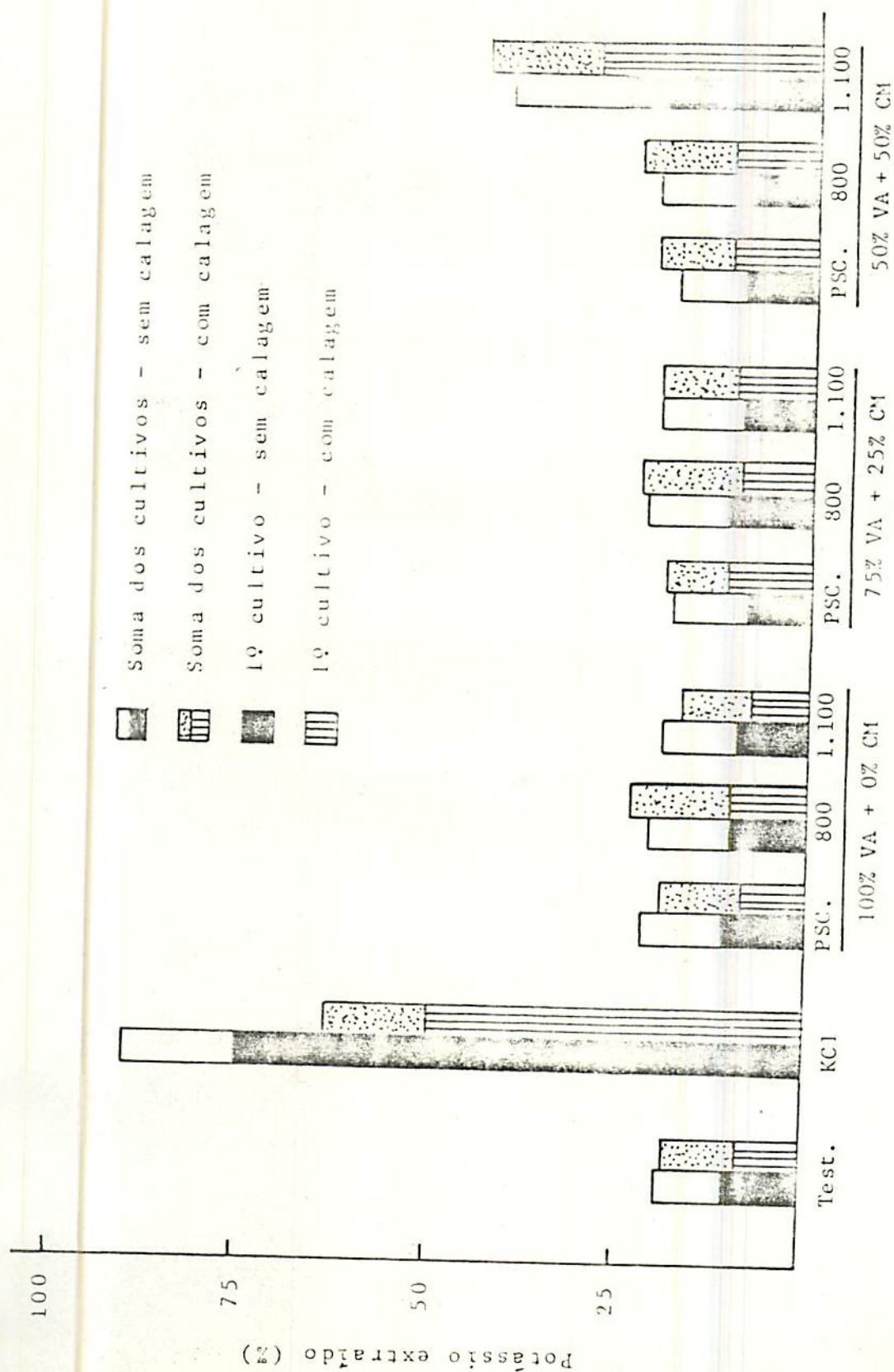


FIGURA 17 - Extração percentual do potássio adicionado, em função dos tratamentos aplicados, em solo LVm

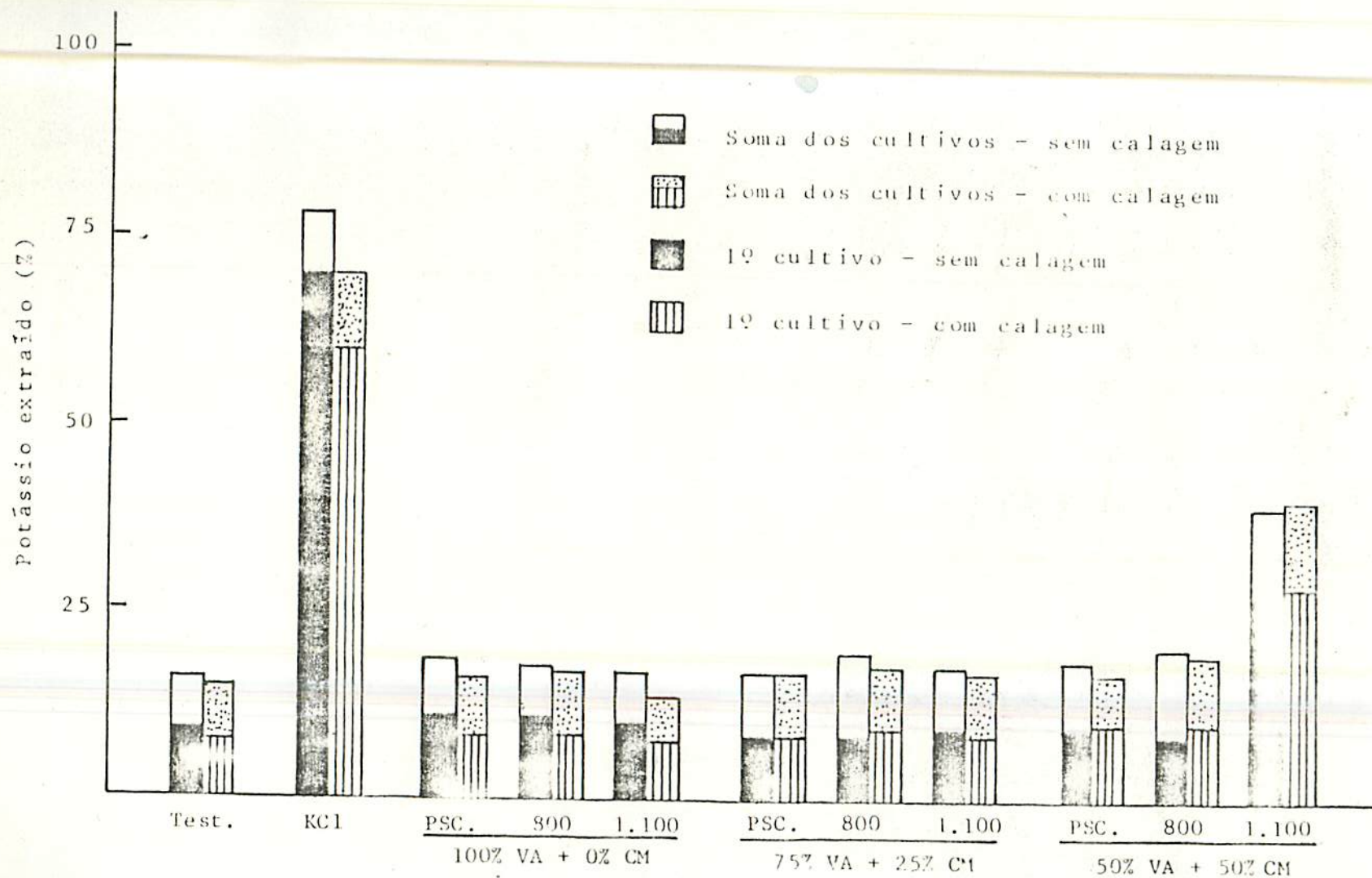


FIGURA 18 - Extração percentual do potássio adicionado, em função dos tratamentos aplicados, em solo LEa

4.4 Considerações finais

De um modo geral, as tendências verificadas nos cultivos, entre o teor de potássio disponível nos solos, produção de matéria seca e acumulação de potássio, são mostrados na Figura 19 e no Apêndice (Quadro 24). Nota-se que em relação ao cloreto de potássio, a proporção 50% VA + 50% CM calcinado a 1.100°C , apesar do menor teor de potássio disponível no solo, este produziu relativamente mais matéria seca e com menor acumulação de potássio. Os demais tratamentos (proporções VA + CM e temperaturas de calcinação, exceto a proporção 50% VA + 50% CM calcinada na temperatura de 1.100°C), em relação ao teor de potássio disponível no solo e acumulado na matéria seca, pouco diferiram da testemunha, mostrando a pouca eficiência destes tratamentos. Observa-se ainda que, nos tratamentos com cloreto de potássio, na sucessão dos cultivos, houve uma grande redução no potássio acumulado e disponível no solo, enquanto que no tratamento com a proporção 50% VA + 50% CM, calcinado a 1.100°C , as variações destes parâmetros foram mais graduais, mostrando o maior efeito residual deste tratamento.

O efeito corretivo da acidez do solo, dos tratamentos com Verdete de Abaeté em proporção com Calcário Magnesiano, são apresentados no Quadro 13. Observa-se que, com o aumento das proporções em que o Calcário Magnesiano participa em mistura com o Verdete de Abaeté, há aumento no pH do solo. Isto se deve ao efeito corretivo do CaCO_3 e MgCO_3 , em maiores quantidades nas pro-

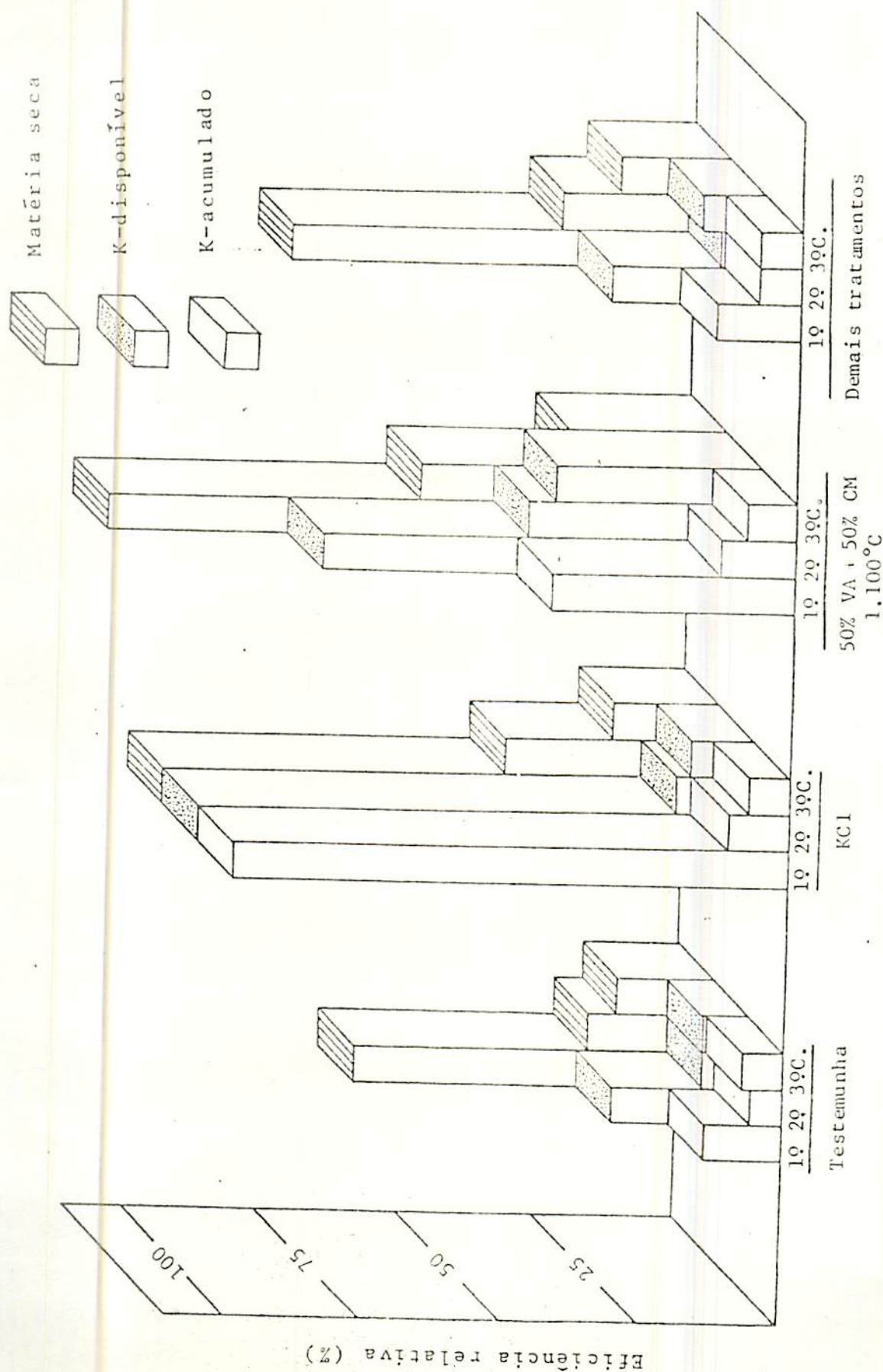


FIGURA 19 - Eficiência relativa ao KCl, dos tratamentos aplicados, no teor de K-dispo-
nível, matéria seca e acumulação de potássio nos três cultivos (média de
solos e níveis de calagem)

porções mais elevadas.

QUADRO 13 - Valores de pH em água, após aplicação dos tratamentos com Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) nos solos e incubação por 7 dias (média de 3 repetições)

Solo	Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação (°C)					
		PSC ^{a/}		800		1.100	
		C/Cb [/]	S/C _c [/]	C/C	S/C	C/C	S/C
LVm	100 + 0	6,1	5,1	6,4	5,3	6,5	5,3
	75 + 25	6,5	5,8	6,7	5,6	6,5	5,3
	50 + 50	6,8	6,4	7,0	6,3	6,7	6,1
LEa	100 + 0	5,3	4,7	5,3	4,7	5,3	4,8
	75 + 25	5,6	5,1	5,6	4,9	5,3	4,7
	50 + 50	6,0	5,4	5,9	5,3	5,8	5,2

a/ Proporção VA + CM sem calcinação.

b/ Solo com calagem.

c/ Solo sem calagem.

Observa-se também que, com o aumento da temperatura de calcinação, houve uma tendência de redução desse efeito corretivo da acidez, o que também foi verificado por FAQUIN (24). Tal efeito, provavelmente pode ser decorrente das modificações e combinações do CaCO_3 e MgCO_3 , no processo de calcinação, SAFFIOTI (63).

Com relação ao cálcio e magnésio trocáveis, houve aumento nos teores destes nutrientes, com o aumento das proporções VA + CM, como é mostrado no Quadro 14.

QUADRO 14 - Valores de cálcio e magnésio trocáveis, após a aplicação dos tratamentos com Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM) nos solos e incubação por 7 dias (média de 3 repetições)

Proporção VA + CM (%)	Temperatura de calcinação	LVm				LEa			
		Cálcio		Magnésio		Cálcio		Magnésio	
		C/Ca/	S/C ^{b/}	C/C	S/C	C/C	S/C	C/C	S/C
	----- °C -----	----- meq./100 cc -----							
100 + 0	PSC ^{c/}	2,7	0,8	0,9	0,6	3,0	0,7	1,0	0,6
75 + 25	PSC	3,1	1,8	0,8	0,8	3,7	1,5	1,1	0,8
50 + 50	PSC	3,6	2,5	0,8	0,9	4,4	2,4	1,2	1,1
100 + 0	800	2,8	0,7	0,8	0,6	3,0	0,7	1,1	0,7
75 + 25	800	3,3	1,5	0,8	0,7	3,5	1,3	1,2	0,8
50 + 50	800	3,9	2,3	0,9	1,0	4,4	2,4	1,5	1,1
100 + 0	1.100	3,0	0,7	0,8	0,6	3,0	0,6	1,1	0,7
75 + 25	1.100	2,8	0,8	0,8	0,6	3,0	0,8	1,3	0,6
50 + 50	1.100	3,4	2,1	1,0	0,9	4,2	2,4	1,5	1,2

a/ Solo com calagem.

b/ Solo sem calagem.

c/ Proporção VA + CM sem calcinação.

Nos tratamentos sem calagem, a proporção 50% VA + 50% CM, elevou o nível de cálcio e magnésio trocáveis a valores considerados adequados para a maioria das culturas, pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (13), demonstrando que essa proporção, na quantidade em que ela foi aplicada, pode ser utilizada como fonte de cálcio e magnésio para as plantas, além de corretivo da acidez do solo.

Desta forma, surge a possibilidade da utilização agrônômica do Verdete de Abaeté em mistura com 50% de Calcário Magnesiano, calcinado a 1.100°C , não somente como fonte de potássio, como também de cálcio e magnésio e, efeito corretivo de acidez dos solos. Com a utilização dessa fonte potássica, provavelmente, a quantidade de calcário, na prática da calagem, poderia ser reduzida, ficando na dependência do teor de alumínio trocável e da capacidade tampão dos solos, principalmente dos solos orgânicos.

Sugere-se que, o Verdete de Abaeté na proporção de 50 VA + 50% CM, calcinado a 1.100°C , devido ao seu efeito residual, seja testado em experimentos de campo, em culturas de ciclo médio a longo, destacando-se forrageiras e culturas perenes. As exigências iniciais destas culturas são pequenas, necessitando, consequentemente, de um maior efeito residual do fertilizante, de forma a suprir as suas necessidades, principalmente em solos com baixa CTC, no decorrer de seu desenvolvimento. Em algumas culturas de ciclo curto, tais como cereais (arroz, milho, sorgo e trigo), segundo MALAVOLTA & CROCOMO (47), as quantidades de potássio na

palha ou nos restos culturais, são em geral, maiores ou muito maiores que as colhidas nos grãos. Em tais culturas, o consumo de luxo, pela devolução ao solo, do potássio acumulado nestes te
cidos, não teria grande efeito na fertilidade do solo. Além dis
so, a remoção dos restos culturais ou práticas tais como fenação e silagem, poderiam promover rápido esgotamento do potássio no so
lo, principalmente se houver consumo de luxo. Neste caso, pes -
quisas com o Verdete de Abaeté, na proporção e temperatura indi -
cada, em combinações com fontes solúveis, poderiam indicar alter -
nativas de uso com este mineral potássico.

Entretanto, apesar da viabilidade do uso agronômico do Verdete de Abaeté em mistura com 50% de Calcário Magnesiano e calcinado a 1.100°C ter sido comprovada neste trabalho, alguns possíveis problemas de ordem econômica e tecnológica precisam ser le
vantados. A baixa percentagem de K₂O total (6,7%) neste tratamento (Quadro 1), limitará, ao nível de conhecimento atual, a aplicação deste produto quando da necessidade de aplicação de cal
cário a lanço. Para uma aplicação de 300 kg de K₂O/ha, há nece
ssidade de se usar 4.478 kg do produto final. Para adubações pos
teriores de manutenção do nível adequado de potássio, a aplica -
ção concomitante de cálcio e magnésio poderia induzir a desequi
líbrios catiônicos.

Outro fator que precisa ser levado em consideração é o ba
lanço energético para atingir os 1.100°C e aumentar a solubilida -
de de potássio da rocha. Conquanto esta temperatura é necessá -

ria para solubilizar o potássio contido no Verdete de Abaeté, as vantagens do consumo desta energia extra para calcinação de calcários não são tão marcantes em termos agronômicos.

Estes fatos sugerem uma necessidade urgente no sentido de desenvolver pesquisas para: a) avaliar métodos para concentração do potássio desta rocha e posterior calcinação com calcário, conseguindo um fertilizante com maior concentração de potássio so lúvel por unidade de peso do produto; b) avaliar a possibilidade de se produzir um termofosfato/cálcico magnesiano/potássico, por fusão do Verdete de Abaeté, Fosfato Natural e Calcário Magnesiano, que em uma única operação poderia fazer a calagem, a fosfata gem e a aplicação de potássio corretivo; c) testar a nível de ca sa de vegetação e experimentos de campo a eficiência agronômica destes produtos.

Estas e outras alternativas de pesquisas nos parecem altamente recomendáveis, tanto em termos agronômicos como em termos econômicos, quando se considera um consumo médio de potássio na faixa de 1.786 mil a 2.331 mil toneladas de K_2O em 1985, ROCHA (62).

5 CONCLUSÕES

Nas condições de realização dessa pesquisa, os resultados obtidos, permitiram as seguintes conclusões:

- a) O Verdete de Abaeté simplesmente moído ou calcinado, não se presta como fonte de potássio para a cultura do milho.
- b) A mistura de Verdete de Abaeté e Calcário Magnesiano, em partes iguais, calcinada a 1.100°C , é uma fonte alternativa de K para a cultura do milho.
- c) Esta fonte alternativa, proporcionou maiores teores de K-solúvel, com produção de matéria seca, equivalente ao cloreto de potássio no primeiro cultivo.
- d) A mistura de Verdete de Abaeté e Calcário Magnesiano, em partes iguais, calcinada a 1.100°C , apresentou maior efeito residual de K em relação ao cloreto de potássio.
- e) A proporção 50% VA + 50% CM, atua como fonte de cálcio e magnésio e corretivo da acidez do solo.

6 RESUMO

Todo o potássio consumido atualmente no Brasil, provém de importações. A produção brasileira deste insumo básico para a agricultura, estimada para 1984, se situa na faixa de 14,6 a 18,2% de suas necessidades. Este fato sugere uma prioridade na busca de fontes alternativas nacionais de possíveis fertilizantes potássicos.

O Verdete de Abaeté, possui um teor relativamente elevado de potássio (aproximadamente 11,4% de K_2O) e, suas jazidas situam-se próximas de grandes programas de desenvolvimentos agropecuários do Triângulo Mineiro, que justificam pesquisas que visem a solubilização do potássio e aproveitamento agrônômico dessa rocha.

Avaliou-se, em casa de vegetação, o Verdete de Abaeté, simplesmente moído e proporções de Verdete de Abaeté + Calcário Magnésiano, submetidos a tratamentos térmicos, como fonte de potássio para a cultura do milho, em três cultivos sucessivos.

Foram utilizados dois solos, sendo um de textura média

(LVm) e o outro de textura argilosa (LEa). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial ($3 \times 3 \times 2 + 4$), sendo três proporções de Verdete de Abaeté (100% VA + 0% CM, 75% VA + 25% CM e 50% VA + 50% CM), três tratamentos térmicos (sem calcinação, 800°C e 1.100°C) e dois níveis de calagem (com e sem calagem), acrescidas de quatro tratamentos adicionais, sendo dois tratamentos sem fertilizante potássico (testemunha com e sem calagem) e dois tratamentos com cloreto de potássio (com e sem calagem). O potássio foi aplicado na dose de 150 ppm de K_2O , calculado em base no teor total deste nutriente na rocha potássica. Foram avaliados os teores de K-disponível nos solos, produção de matéria seca, acumulação de K na parte aérea do milho e efeitos corretivos desses tratamentos nos solos.

O Verdete de Abaeté, simplesmente moído e sem calcinação, não proporcionou aumentos no teor de potássio disponível nos solos, produção de matéria seca e acumulação de K na parte aérea. Entretanto, a proporção 50% VA + 50% CM, calcinada a 1.100°C, apesar de liberar menos K na forma disponível, em relação ao KCl, produziu matéria seca em quantidades equivalentes a este adubo e, com menor acumulação de K na parte aérea do milho.

Os demais tratamentos (proporções VA + CM e temperaturas de calcinação, exceto a proporção 50% VA + 50% CM, calcinada a 1.100°C), em relação ao teor de K-disponível nos solos e acumulado na matéria seca, pouco diferiram da testemunha, mostrando a

pouca eficiência destes tratamentos.

Evidenciou-se que a mistura Verdete de Abaeté e Calcário Magnesiano em partes iguais, calcinada a 1.100°C , é uma fonte alternativa de potássio para a cultura do milho e, com maior efeito residual de K em relação ao cloreto de potássio.

Esta fonte alternativa proporcionou aumentos consideráveis nos teores de K-solúvel do solo, com produção de matéria seca equivalente ao KCl no primeiro cultivo.

A proporção 50% VA + 50% CM atua como fonte de cálcio e magnésio e corretivo da acidez do solo.

7 SUMMARY

The total potassium fertilizers used in Brazilian agriculture is imported from other countries. Brazilian production of potassium fertilizer in 1984, is estimated to be about 14,6 to 18,2% of our needs. This point emphasize a priority in searching alternatives sources of potassium fertilizers to attend national needs.

The rocks called "Verdete de Abaeté", present relatively high levels of potassium (approximately 11,4% total K_2O), and their main occurrences are located near great agricultural projects of the Triangle at Minas Gerais State in Brazil, justifying studies to evaluate solubilization of the potassium of these rocks and the possibility of agronomic use of these materials.

Under greenhouse conditions it was evaluated the "Verdete de Abaeté" simply ground and proportions of "Verdete de Abaeté" + magnesian limestone, submitted to thermic treatments, as a source of potassium for corn growth, in three successive crops.

The soils used in this study were Oxisols being one loamy and other clayey texture. The experimental design was completely randomized, with three replications under factorial scheme ($3 \times 3 \times 2 + 4$), being 3 proportions of Verdete of Abaeté/Magnesian Limestone (100% VA + 0% ML, 75% VA + 25% ML and 50% VA + 50% ML), three thermic treatments (without burn, 800°C and 1.100°C) and two levels of liming (presence and absence), plus four additional treatments (check without potassium, with and without lime and potassium chloride, with and without lime). The rate of potassium used was 150 ppm of K_2O , calculated according to the level of total K_2O in the "Verdete de Abaeté". The following variables were determined to evaluate the effect of treatments: soil available K, corn tops dry matter yield, K accumulation in corn tops dry matter and liming effect on soils.

The "Verdete de Abaeté", simply ground with and without burning did not present any effect on soil available K, corn tops dry matter yield and K accumulation on dry matter. However, the proportion 50% VA + 50% ML, burned at 1.100°C, even though present less soil available K as compared with KCl treatment, presented a corn tops dry matter yield equivalent to this fertilizer, with smaller K accumulation on corn tops dry matter.

The remaining proportions VA + ML at all burning temperatures, presented soil available K and tops dry matter yield similar to check plot without K, indicating low efficiency.

It was evident from this study that the mixture 50% "Ver_{de} de Abaetê" + 50% magnesian limestone, burned at 1.100°C, is an alternative source of potassium for corn crop, presenting, in addition, higher residual effect than potassium chloride.

This alternative source led to considerable increases in soil available potassium levels, and presented corn dry matter yields equivalent to KCl in the first crop.

The proportion 50% VA + 50% ML is also an effective source of calcium and magnesium, besides its liming effect.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, S.F. Recursos minerais do Brasil. 2. ed., São Paulo, Edgard Blücher, 1973, v. 1, 505 p.
2. ALLEN, S.E.; Terman, G.L. & CLEMENTS, L.B. Greenhouse techniques for soil - plant - fertilizer research. Alabama, National Fertilizer Development Center, Muscle Shoals, 1976. 57 p. (Bulletin Y, 104).
3. ALLISON, L.E. Organic carbon. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. v. 2, p. 1367-78.
4. BARBER, S.A.; MUNSON, R.D. & DANCY, W.B. Production, marketing and use of potassium fertilizers. In: OLSON, R.A. et alii. Fertilizer technology & use. 2. ed. Madison, Wisconsin, Soil Science of America, 1971. p. 303-34.
5. BENTON, Y.K. & KASTNER, M. Notes on the mineralogy and origin of glauconite. Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, Oklahoma, 35(1):155-66, mar. 1965.

6. BETEJTIN, A. Curso de mineralogia. Moscou, Editorial Paz, 1964. 731 p.
7. BOOCK, O.J.; CATANI, R.S. & FREIRE, E.S. Adubação da batatinha; experiências com leucita, sulfato e cloreto de potássio. Bragantia, Campinas, 19(51):811-28, 1960.
8. BRADLEY, W.F. & GRIM, R.E. Mica clay minerals. In: BROWN, G. The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. London, Mineralogical Society (Clay Minerals Group), 1963. p. 208-41.
9. BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1979. 647 p.
10. BURST, J.F. Mineral heterogeneity in glauconite pellets. The American Mineralogist, Lancaster, 43:481-97, 1958.
11. CARVALHO, Y.B. Recursos minerais brasileiros na área de fertilizantes. O Solo, Piracicaba, 70(1):55-77, 1978.
12. CATANI, R.A. Estudos do potássio nos solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 1955. 39 p. (Extratos da tese de concurso para provimento efetivo da 10ª cadeira de química analítica).
13. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 3a. aproximação, Belo Horizonte, EPAMIG, 1976. 80 p.

14. CONYERS, E.S. & McLEAM, E.O. Plant uptake and chemical extractions for evaluating potassium release characteristics of soils. Soil Science Society of American Proceedings, 33:226-30, 1969.
15. COSTA, J.B. Caracterização e constituição do solo. 2. ed., Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 527 p.
16. CRISOSTOMO, L.A. & CASTRO, A.F. Poder de suprimento de potássio de solos da zona fisiográfica de Baturité, Ceará, Brasil. Turrialba, Costa Rica, 20(4):425-33, 1970.
17. DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. Rock forming minerals. London, Longmans, 1966. 5 v.
18. DIEST, A. van. Factors affecting the availability of potassium in soils. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE; potassium research, review and trends, 11., Bern, 1978. Proceedings... Bern, International Potash Institute, 1979. p. 75-97.
19. DUTRA, L.G. Minerais potássicos, acidificados ou não, utilizados como fontes de nutrientes para o milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1980. 83 p. (Tese de Doutorado). monil
eicantopias

20. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisas Pedológicas. Mapa esquemático dos solos das regiões norte, meio-norte e centro-oeste do Brasil. Rio de Janeiro, 1975. 553 p. (Boletim técnico, 17).
21. _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Métodos de análises de solos e calcários. Rio de Janeiro, 1979. 32 p. (Boletim técnico, 55).
22. EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 341 p.
23. FANNING, D.S. & KERAMIDAS, V.Z. Micas. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B. Minerals in soil environments. Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America, 1979. p. 185-258.
24. FAQUIN, V. Efeito do tratamento térmico do sienito nefelínico adicionado de calcário dolomítico, na disponibilidade de potássio ao milho (Zea mays L.), em casa de vegetação. Piracicaba, ESALQ, 1982. 115 p. (Tese de Mestrado). *manuscrito*
25. PASSBENDER, H.W. Química de Suelos. Turrialba, IICA, 1975. 398 p.
26. FEIGENBAUM, S. & SHAINBERG, I. Dissolution of illite; a possible mechanism of potassium release. Soil Science Society American Proceedings, Madison, 39:985-90, 1975.

27. PRAYHA, R. Rochas potássicas. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 15(87):85-6, 1950.
28. FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. & AQUINO, L.H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solo da região de Lavras (MG). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 4(1):5 - 8, 1980.
29. HIATT, A.J. & LEGGETT, J.E. Ionic interactions and antagonisms in plants. In: CARSON, E.W. The plant root and its environment. Charlottesville, University Press of Virginia, 1974. p. 101-34.
30. HOROWITZ, A.; PINTO, F.G.; DUARTE, P.J. & CARNEIRO, M.O.M. Produção de adubos de solubilidade controlada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2(2):144-7, 1978.
31. HUANG, P.M.; CROSSON, L.S. & RENNIE, D.A. Chemical Dynamics of potassium release from potassium minerals common in soils. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 9., Adelaide, 1968. Proceedings... Adelaide, International Society of Soil Science, 1968. p. 705-12.
32. HUNTER, A.H. Laboratory analysis of vegetal tissues samples. Raleigh, International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program, N.C.S.U., 1975. 5 p. (Mimeografado).

33. JAKSON, M.L. Soil chemical analysis; advanced course. Madison, Wisconsin, University of Wisconsin, 1965. 991 p. (Mimeografado).
34. JENCKS, E.M. Relationship between exchangeable and boiling nitric acid - extractable potassium in seventy-five West Virginia soil series. Agronomy Journal, Madison, 60:636-9, 1968.
35. KILMER, V.J. & WEBB, J. Agronomic effectiveness of different fertilizers. In: NELSON, L.B. et alii. Changing pattern in fertilizer use. Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America, 1968. p. 58-9.
36. KIRSCH, H. Mineralogia aplicada. São Paulo, Polígono, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. 291 p.
37. KLAMT, E.; MIELNICZUK, J. & POMPO, L.C.A. Estudo da cinética de liberação de potássio das rochas e minerais; anexo ao relatório final do contrato FUNDATEC/FINEP IF/507. Porto Alegre, UFRGS, 1978. 27 p.
38. LEPSH, I.F. Solos; formação e conservação. São Paulo, Melhoramentos, 1980. 158 p.
39. LIMA, M.C.A.; LEITE, J.P. & LYRA, M.A. Emprego de rochas trituradas como fertilizante potássico na lavoura canavieira. Recife, Instituto de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco, Acordo IPA/UFRPe, 1969. 37 p.

40. LOPES, A.S.; FREIRE, J.C.; AQUINO, L.H. & FELIPE, M.P. Contribuição ao estudo da rocha potássica - Verdete de Abaeté (Glaucionita) para fins agrícola. Agros, Lavras, 2(2): 32-42, 1972.

41. _____. A survey of the fertility status of soils under "cerrado" vegetation in Brasil. Raleigh, North Carolina State University, 1975. 138 p. (Thesis M.S.).

42. _____. Mineralogia do potássio em solos do Brasil. In: Potássio na agricultura brasileira. Londrina, 1982. Anais do Simpósio. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 51-65.

43. LOUË, A. A nutrição catiônica do milho e diagnose foliar. Fertilite, Paris, (20):33-57, 1963.

44. MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. La nutricion mineral de algunas cosechas tropicales. Berna, Instituto Internacional de La Potassa, 1964. 163 p.

45. ¹² _____. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba, Agronômica Ceres, 1980. 249 p.

46. ²¹² _____ & USHERWOOD, N.R. Adubos e adubação potássica. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1980. 56 p. (Boletim técnico, 3).

- 2
47. MALAVOLTA, E. & CROCOMO, O.J. Funções do potássio nas plantas. In: Potássio na agricultura brasileira. Londrina, 1982. Anais do Simpósio. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 95-162.
48. METAIS DE MINAS GERAIS S/A. Relatório de pesquisa da jazida de fosforita e glauconita da localidade de Serra do Capaceté - município de Cedro de Abaeté - MG. Alvará nº 884-D.O.U. de 13/8/1968, 1970. 13 p. (Não publicado).
49. MIELNICZUK, J. Formas de potássio em solos do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1(2-3):55-61, 1977.
50. _____. O potássio no solo. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1978. 79 p. (Boletim técnico, 2).
51. _____ & KLAMT, E. Avaliação da eficiência agronômica dos minerais potássicos; anexo ao relatório final de contrato FUNDATEC/FINEP IF/507. Porto Alegre, UFRGS, 1978. 17 p.
52. MORTLAND, M.M.; LAWTON, K. & UEHARA, G. Alteration of biotite to vermiculite by plant growth. Soil Science, Baltimore, 82(6):477-81, 1956.

53. NEPTUNE, A.L.; MURAOKA, T.; FUJIMORI, K. & VIDAL, A.A. Disponibilidade de potássio a partir de vários materiais potássicos, utilizando o arroz como planta indicadora. Anais da ESALQ, Piracicaba, 37(2):979-89, 1980.
54. NEVES, O.S.; CAVALERI, P.A.; ABRAMIDES, E. & FREIRE, E.S. Adubação do algodoeiro. X. Ensaio com diversos adubos potássicos. Bragantia, Campinas, 19(12):183-200, 1960.
55. OLIVEIRA, V.; LUDWICK, A.E. & BEATTY, M.T. Potassium removed from some southern Brazilian soils by exhaustive cropping and chemical extraction methods. Soil Science Society American Proceedings, Madison, 35:763-7, 1971.
56. PETTIJOHN, F.J. Rocas sedimentarias. Buenos Aires, Ed. Universitaria de Buenos Aires, 1963. 731 p.
57. PRATT, P.F. Potassium. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. v. 2, p. 1022-30.
58. PROGNÓSTICO 82/83. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, 1982. v. 11, 255 p.
59. RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p. *2 edições*

60. RICH, C.J. Mineralogy of soil potassium. In: KILMER, V.J. *et alii*. The role of potassium in agriculture. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1968. p. 79-108.
61. RITCHEY, K.D. O potássio nos oxissolos e ultissolos dos trópicos úmidos. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. 69 p. (Boletim técnico, 7).
62. ROCHA, M. A indústria brasileira de fertilizantes, programa atual e perspectivas. Curso de atualização em fertilidade do solo. Lavras, ESAL/ANDA, 1981. 25 p.
63. SAFFIOTI, W. Fundamentos de química. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1968. v. 1, 689 p.
64. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56 p.
65. SOUZA, D.M.G.; RITCHEY, K.D.; LOBATO, E. & GOEDERT, W.J. Potássio em solo de cerrado. II - Balanço no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3(1):33-6, 1979.
66. SPOCK, L.E. Guide to the study of rocks. 2. ed. New York, Harper, 1962. 298 p.

67. TÁVORA, J.E.M. Reservas minerais de potássio e suas explorações. In: Potássio na agricultura brasileira, Londrina, 1982. Anais do simpósio. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 37-50.
68. VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade, 1969. 24 p. (Boletim técnico, 7).

APÉNDICE

QUARO 1 - Resultados das análises físicas ^{a/} e ataque com ácido sulfúrico ^{b/} dos solos utilizados, na camada de 0 - 20 cm de profundidade

Características	LVm	LEa
FÍSICAS		
Densidade do solo (g/cm ³)	1,46	1,11
Densidade de partícula (g/cm ³)	2,67	2,75
Argila (%)	22,30	68,20
Limo (%)	6,30	5,30
Areia grossa (%)	2,20	6,70
Areia fina (%)	69,20	19,80
Argila dispersa em água (%)	12,00	12,83
Água retida a 15 atm (%)	8,46	21,06
Água retida a 1/10 atm (%)	16,40	27,45
ATAQUE SULFÚRICO (D = 1,47)		
SiO ₂ (%)	9,80	16,10
Al ₂ O ₃ (%)	12,20	26,50
Fe ₂ O ₃ (%)	2,35	13,30
TiO ₂ (%)	0,22	1,18
P ₂ O ₅ (%)	0,01	0,09
Relação SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Ki)	1,37	1,04
Relação Kr	1,21	0,43
Relação Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	8,14	3,12
H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (meq./100 g)	3,60	8,45

^{a/} Análises realizadas no laboratório de Física do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

^{b/} Segundo método descrito por VETTORI (68).

QUADRO 2 - Resumo das análises de variância no teor de potássio disponível, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo do solo LVm

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Após 3º cultivo
		- x 10 ⁻³ -	----- x 10 ⁻⁴ -----		
Proporções (PR)	2	24,6800**	76,3519**	33,5741**	26,7222**
Temperatura (TE)	2	27,8558**	99,5741**	44,1296**	32,7222**
Interação PR x TE	4	27,4737**	100,7408**	29,7963**	17,9445**
Calagem (CA)	1	3,8507**	4,1667*	1,5000*	0,0185
Interação PR x CA	2	0,0604	0,0555	0,0555	0,1296
Interação TE x CA	2	0,3472	0,3889	0,3889	0,9074**
Interação PR x TE x CA	4	0,0498	0,4444	0,1111	0,8519**
Fatorial vs adicional	1	114,5978**	3,5563	16,4983**	4,7348**
Trat. adicionais	3	77,1062**	14,3056**	1,2222**	0,3055
Resíduo	44	0,1393	0,8939	0,2727	0,1364
C.V. (%)		9,20	19,26	12,35	13,10

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 3 - Resumo das análises de variância no teor de potássio disponível, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo do solo LEa

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Após 3º cultivo
		- x 10 ⁻³ -	----- x 10 ⁻⁴ -----		
Proporções (PR)	2	23,0391**	47,0556**	27,2407**	11,4630**
Temperatura (TE)	2	22,9287**	37,7222**	33,7963**	25,3519**
Interação PR x TE	4	23,1747**	42,7778**	23,9074**	14,4074**
Calagem (CA)	1	0,3578	0,4629	1,1852	4,1667**
Interação PR x CA	2	0,2141	2,9074**	0,3519	0,3889
Interação TE x CA	2	0,3427	0,0185	0,0185	1,1667*
Interação PR x TE x CA	4	0,2198	2,4630**	0,1852	0,5555
Fatorial vs adicional	1	118,1411**	14,0075**	15,5689**	3,7785**
Trat. adicionais	3	81,7876**	1,8611*	0,6667	1,6389**
Resíduo	44	0,1293	0,4394	0,3636	0,3333
C.V. (%)		7,68	16,32	12,84	16,86

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 4 - Resumo das análises de variância da produção de matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos em solo LVm

Causas de variação	GL	Quadrado médio		
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo
Proporções (PR)	2	119,8229**	47,2210**	6,1134**
Temperatura (TE)	2	19,0160*	11,9427**	1,0762**
Interação PR x TE	4	26,5810**	23,2436**	1,2567**
Calagem (CA)	1	157,0476**	17,6016**	4,0017**
Interação PR x CA	2	87,2854**	7,6431**	0,1090
Interação TE x CA	2	4,3067	0,8717	0,6587*
Interação PR x TE x CA	4	9,1899	0,5126	0,0800
Fatorial vs adicional	1	5,4941	0,0371	2,2490**
Trat. adicionais	3	180,9856**	23,7735**	9,3868**
Resíduo	44	4,6876	0,4025	0,1529
C.V. (%)		12,80	8,80	9,53

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 5 - Resumo das análises de variância da produção de matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos em solo LEa

Causas de variação	GL	Quadrado médio		
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo
Proporções (PR)	2	174,5093**	48,9258**	9,9572**
Temperatura (TE)	2	0,3891	1,8600**	0,4091
Interação PR x TE	4	45,8231**	11,5938**	3,9093**
Calagem (CA)	1	263,3437**	34,7202**	5,9136**
Interação PR x CA	2	56,0215**	11,3950**	5,1872**
Interação TE x CA	2	1,0465	0,4864	0,0836
Interação PR x TE x CA	4	4,5454	1,0507**	0,3650
Fatorial vs adicional	1	3,5234	8,2368**	3,5804**
Trat. adicionais	3	118,2884**	13,7002**	2,6411**
Resíduo	44	2,5763	0,2533	0,2794
C.V. (%)		9,12	8,02	12,46

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 6 - Resumo das análises de variância da acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos e soma dos cultivos em solo LVm

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Soma dos cultivos
		-- x 10 ² --			-- x 10 ² --
Proporções (PR)	2	27,8833**	118,7197**	1,4548	39,5804**
Temperatura (TE)	2	16,4666**	98,0507**	22,0215*	25,5460**
Interação PR x TE	4	22,0695**	213,9846**	2,6839	39,0686**
Calagem (CA)	1	0,3310	358,1053**	212,3357**	1,0212
Interação PR x CA	2	1,1308*	3,8265	8,2137	1,4162*
Interação TE x CA	2	0,3671	97,0779**	8,9221	0,4212
Interação PR x TE x CA	4	0,5930	3,4569	2,1130	0,5186
Fatorial vs adicional	1	589,5356**	100,1074**	0,3125	638,2291**
Trat. adicionais	3	332,0324**	183,0884**	18,9421**	387,0380**
Resíduo	44	0,2301	10,6915	4,3414	0,3272
C.V. (%)		9,21	15,28	13,72	6,45

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 7 - Resumo das análises de variância da acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos e soma dos cultivos em solo LEa

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Soma dos cultivos
		-- x 10 ² --			-- x 10 ² --
Proporções (PR)	2	39,9079**	329,5523**	55,3519**	73,7078**
Temperatura (TE)	2	32,6295**	16,6988*	56,9649**	34,2579**
Interação PR x TE	4	35,0379**	76,6450**	24,9643*	51,0928**
Calagem (CA)	1	1,0078	103,5564**	312,3855**	3,0716
Interação PR x CA	2	1,9868	7,7200	29,7785*	0,3714
Interação TE x CA	2	0,0994	1,6223	8,3585	0,0048
Interação PR x TE x CA	4	0,1244	11,4669*	33,4668**	0,4019
Fatorial vs adicional	1	988,3347**	14,6435	7,0508	948,0306**
Trat. adicionais	3	490,8927**	104,6073**	2,3922	534,0407**
Resíduo	44	1,0820	3,7804	7,4657	1,1070
C.V. (%)		16,79	12,69	15,37	11,07

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 8 - Desdobramento das interações de primeira ordem significativas obtidas nas análises de variância do teor de potássio disponível antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em solo LVm

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Após 3º cultivo
		----- x 10 ⁻⁴ -----			
PR dentro de PSC ^{a/}	2	1,4271	1,0556	0,0555	0,2222
PR dentro de 800°C	2	0,0957	0,3889	0,0555	0,3889
PR dentro de 1.100°C	2	794,7504**	276,3890**	93,0556**	62,0000**
Resíduo	44	1,3930	0,8939	0,2727	0,1364

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 9 - Desdobramento das interações de primeira ordem significativas obtidas nas análises de variância do teor de potássio disponível antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo, em solo LEa

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Após 3º cultivo
		----- x 10 ⁻⁴ -----			
PR dentro de PSC ^{a/}	2	0,1617	0,1667	0,1667	0,1667
PR dentro de 800°C	2	0,0950	0,7222	0,2222	0,0555
PR dentro de 1.100°C	2	693,6266**	131,7221**	74,6666**	40,0556**
Resíduo	44	1,2930	0,4394	0,3636	0,3333

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 10 - Desdobramento das interações de primeira ordem significativas obtidas nas análises de variância da produção de matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos no solo LVm

Causas de variação	GL	Quadrado médio		
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo
PR dentro de PSC ^{a/}	2	14,0678	1,9132*	1,4097**
PR dentro de 800°C	2	27,9933**	2,0510*	0,2179
PR dentro de 1.100°C	2	130,9237**	89,7441**	6,9993**
CA dentro de 100% VA + 0% CM	1	288,0799**	29,0068**	1,4450**
CA dentro de 75% VA + 25% CM	1	40,8010**	3,8735**	2,1286**
CA dentro de 50% VA + 50% CM	1	2,7378	0,0077	0,6460*
Resíduo	44	4,6876	0,4025	0,1529

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de "F".

QUADRO 11 - Desdobramento das interações de primeira ordem significativas obtidas nas análises de variância da produção de matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos no solo LEa

Causas de variação	GL	Quadrado médio		
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo
PR dentro de PSC ^{a/}	2	24,6299**	4,4032**	0,5306
PR dentro de 800°C	2	26,0427**	6,1190**	1,0123*
PR dentro de 1.100°C	2	215,4829**	61,5911**	16,2328**
CA dentro de 100% VA + 0% CM	1	284,4110**	40,3801**	14,8876**
CA dentro de 75% VA + 25% CM	1	87,3831**	17,0528**	0,9893
CA dentro de 50% VA + 50% CM	1	3,5909	0,0773	0,4110
Resíduo	44	2,5763	0,2533	0,2794

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de "F".

QUADRO 12 - Desdobramento das interações de primeira ordem significativas obtidas nas análises de variância da acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos e soma dos cultivos, em solo LVm

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Soma cultivos
PR dentro de PSC ^{a/}	2	5,4690	23,0588	3,1229	50,3057
PR dentro de 800°C	2	21,8123	13,3202	2,3104	0,6914
PR dentro de 1.100°C	2	7.174,9380**	510,3087**	1,3890	11.720,7600**
Resíduo	44	23,0078	10,6915	4,3414	32,7245

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 13 - Desdobramento das interações de primeira ordem significativas obtidas nas análises de variância da acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, nos três cultivos e soma dos cultivos, em solo LEa

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Soma cultivos
PR dentro de PSC ^{a/}	2	73,3938	25,1180**	2,6565	44,0449
PR dentro de 800°C	2	10,2341	43,3279**	26,0654*	125,2471
PR dentro de 1.100°C	2	10.914,7100**	414,3959**	76,5588**	17.420,0300**
Resíduo	44	108,2042	3,7804	7,4657	110,6992

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnésiano sem calcinação.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "F".

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

QUADRO 14 - Comparação entre os tratamentos térmicos das proporções VA + CM (fatorial) com as testemunhas (adicionais), no teor de potássio disponível, em solos LVm e LEa, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo

Solo	Cultivo	Tratamento	
		Fatorial	Adicional
		----- meq. K/100 cc -----	
LVm	1º	0,11 b	0,29 a
	2º	0,05 a	0,04 a
	3º	0,04 a	0,03 b
	Após o 3º	0,03 a	0,02 b
LEa	1º	0,13 b	0,24 a
	2º	0,04 a	0,03 b
	3º	0,05 a	0,04 b
	Após o 3º	0,04 a	0,03 b

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 15 - Comparação entre os tratamentos térmicos das proporções VA + CM (fatorial) com as testemunhas (adicionais), na acumulação de potássio pela parte aérea do milho, em solos LVm e LEa, em cada cultivo e na soma dos cultivos

Solo	Cultivo	Tratamentos	
		Fatorial	Adicional
		----- mg K/vaso -----	
LVm	1º	37,99 b	115,49 a
	2º	20,82 b	24,01 a
	3º	15,19 a	15,14 a
	Soma	74,01 b	154,63 a
LEa	1º	43,70 b	144,03 a
	2º	15,55 a	14,32 a
	3º	17,93 a	17,08 a
	Soma	77,18 b	175,44 a

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 16 - Comparação entre os tratamentos térmicos das proporções VA + CM (fatorial) com as testemunhas (adicionais), na produção de matéria seca da parte aérea do milho

Solo	Cultivo	Tratamento	
		Fatorial	Adicional
----- g M.S./vaso -----			
LVm	1º	16,77 a	17,52 a
	2º	7,22 a	7,16 a
	3º	4,19 a	3,71 b
LEa	1º	17,70 a	17,10 a
	2º	6,44 a	5,52 b
	3º	4,35 a	3,75 b

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 17 - Teor de potássio disponível, no solo LVm, em função das proporções de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), temperatura de calcinação, KCl, testemunha sem fertilizante potássico e níveis de calagem, antes de cada cultivo e após o 3º cultivo

Tratamentos			Cultivos			
Fonte de K	Calagem	Temperatura	1º	2º	3º	Após 3º
		----- °C -----	----- meq. K/100 cc -----			
100% VA + 0% CM	Com	PSC ^{a/}	0,08	0,03	0,03	0,02
75% VA + 25% CM	Com	PSC	0,07	0,03	0,03	0,02
50% VA + 50% CM	Com	PSC	0,07	0,02	0,03	0,02
100% VA + 0% CM	Com	800	0,08	0,04	0,04	0,02
75% VA + 25% CM	Com	800	0,08	0,04	0,04	0,02
50% VA + 50% CM	Com	800	0,08	0,03	0,04	0,02
100% VA + 0% CM	Com	1.100	0,07	0,03	0,03	0,02
75% VA + 25% CM	Com	1.100	0,10	0,04	0,05	0,03
50% VA + 50% CM	Com	1.100	0,29	0,16	0,11	0,09
100% VA + 0% CM	Sem	PSC	0,10	0,04	0,03	0,02
75% VA + 25% CM	Sem	PSC	0,09	0,04	0,04	0,02
50% VA + 50% CM	Sem	PSC	0,09	0,04	0,04	0,03
100% VA + 0% CM	Sem	800	0,10	0,04	0,04	0,02
75% VA + 25% CM	Sem	800	0,10	0,04	0,04	0,02
50% VA + 50% CM	Sem	800	0,10	0,04	0,04	0,03
100% VA + 0% CM	Sem	1.100	0,08	0,03	0,03	0,02
75% VA + 25% CM	Sem	1.100	0,10	0,05	0,05	0,03
50% VA + 50% CM	Sem	1.100	0,28	0,15	0,11	0,07
Testemunha	Com	-	0,07	0,03	0,02	0,02
Testemunha	Sem	-	0,09	0,03	0,03	0,02
KCl	Com	-	0,35	0,04	0,04	0,02
KCl	Sem	-	0,36	0,08	0,04	0,03

a/ Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

QUADRO 18 - Teor de potássio disponível, no solo LEa, em função das proporções de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), temperatura de calcinação, KCl, testemunha sem fertilizante potássico e níveis de calagem, antes de cada cultivo e após o terceiro cultivo

Tratamentos			Cultivos			
Fonte de K	Calagem	Temperatura	1º	2º	3º	Após 3º
		----- °C -----	----- meq. K/100 cc -----			
100% VA + 0% CM	Com	PSC ^{a/}	0,10	0,03	0,04	0,02
75% VA + 25% CM	Com	PSC	0,10	0,03	0,04	0,02
50% VA + 50% CM	Com	PSC	0,10	0,03	0,04	0,02
100% VA + 0% CM	Com	800	0,11	0,03	0,04	0,03
75% VA + 25% CM	Com	800	0,11	0,04	0,04	0,03
50% VA + 50% CM	Com	800	0,11	0,03	0,04	0,02
100% VA + 0% CM	Com	1.100	0,10	0,03	0,04	0,03
75% VA + 25% CM	Com	1.100	0,12	0,04	0,05	0,04
50% VA + 50% CM	Com	1.100	0,31	0,10	0,11	0,08
100% VA + 0% CM	Sem	PSC	0,10	0,03	0,04	0,03
75% VA + 25% CM	Sem	PSC	0,10	0,04	0,04	0,03
50% VA + 50% CM	Sem	PSC	0,10	0,03	0,04	0,03
100% VA + 0% CM	Sem	800	0,11	0,03	0,04	0,03
75% VA + 25% CM	Sem	800	0,11	0,04	0,04	0,04
50% VA + 50% CM	Sem	800	0,11	0,04	0,05	0,04
100% VA + 0% CM	Sem	1.100	0,09	0,02	0,04	0,03
75% VA + 25% CM	Sem	1.100	0,12	0,03	0,06	0,04
50% VA + 50% CM	Sem	1.100	0,27	0,12	0,10	0,07
Testemunha	Com	-	0,10	0,03	0,03	0,02
Testemunha	Sem	-	0,09	0,02	0,04	0,04
KCl	Com	-	0,39	0,04	0,04	0,03
KCl	Sem	-	0,37	0,04	0,04	0,03

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

QUADRO 19 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM ^{a/}, temperatura de calcinação, KCl, testemunha sem fertilizante potássico e níveis de calagem, nos três cultivos em solo LVm

Tratamentos			Cultivos		
Fonte de K	Calagem	Temperatura	1º	2º	3º
		---- °C ----	--- g M.S./vaso ---		
100% VA + 0% CM	Com	PSC ^{b/}	18,07	7,09	3,66
75% VA + 25% CM	Com	PSC	15,37	6,69	4,17
50% VA + 50% CM	Com	PSC	16,93	6,88	4,60
100% VA + 0% CM	Com	800	19,17	7,97	4,52
75% VA + 25% CM	Com	800	21,18	8,13	4,88
50% VA + 50% CM	Com	800	18,03	7,32	4,76
100% VA + 0% CM	Com	1.100	16,70	6,14	3,74
75% VA + 25% CM	Com	1.100	19,77	7,20	4,12
50% VA + 50% CM	Com	1.100	21,07	12,69	5,71
100% VA + 0% CM	Sem	PSC	9,92	4,74	3,27
75% VA + 25% CM	Sem	PSC	16,34	6,60	3,60
50% VA + 50% CM	Sem	PSC	17,14	7,17	4,27
100% VA + 0% CM	Sem	800	11,31	4,71	3,62
75% VA + 25% CM	Sem	800	17,72	6,37	3,51
50% VA + 50% CM	Sem	800	18,32	7,55	4,13
100% VA + 0% CM	Sem	1.100	8,71	4,13	3,34
75% VA + 25% CM	Sem	1.100	13,22	6,26	4,01
50% VA + 50% CM	Sem	1.100	22,92	12,29	5,53
Testemunha	Com	-	18,07	6,79	3,49
Testemunha	Sem	-	8,02	3,97	3,35
KCl	Com	-	27,01	10,83	4,55
KCl	Sem	-	16,97	7,04	3,47

^{a/} Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano.

^{b/} Proporção VA + CM sem calcinação.

QUADRO 20 - Produção de matéria seca da parte aérea do milho, em função das proporções VA + CM ^{a/}, temperatura de calcinação, KCl, testemunha sem fertilizante potássico e níveis de calagem, nos três cultivos em solo LEa

Tratamentos			Cultivos		
Fonte de K	Calagem	Temperatura	1º	2º	3º
		---- °C ----	--- g M.S./vaso ---		
100% VA + 0% CM	Com	PSC ^{a/}	19,49	6,62	4,88
75% VA + 25% CM	Com	PSC	20,88	7,01	4,46
50% VA + 50% CM	Com	PSC	19,59	6,60	4,33
100% VA + 0% CM	Com	800	19,52	7,21	5,28
75% VA + 25% CM	Com	800	20,02	7,34	4,84
50% VA + 50% CM	Com	800	20,36	7,37	4,68
100% VA + 0% CM	Com	1.100	16,92	5,31	3,68
75% VA + 25% CM	Com	1.100	18,36	7,38	3,97
50% VA + 50% CM	Com	1.100	24,06	10,33	6,03
100% VA + 0% CM	Sem	PSC	10,91	3,79	3,00
75% VA + 25% CM	Sem	PSC	16,33	5,59	4,11
50% VA + 50% CM	Sem	PSC	18,02	7,18	4,73
100% VA + 0% CM	Sem	800	11,23	3,39	2,83
75% VA + 25% CM	Sem	800	17,34	6,02	4,60
50% VA + 50% CM	Sem	800	18,09	7,16	4,92
100% VA + 0% CM	Sem	1.100	9,94	2,97	2,55
75% VA + 25% CM	Sem	1.100	12,37	4,28	3,15
50% VA + 50% CM	Sem	1.100	25,22	10,35	6,29
Testemunha	Com	-	18,30	5,26	4,16
Testemunha	Sem	-	9,80	2,71	3,22
KCl	Com	-	24,89	7,76	4,85
KCl	Sem	-	15,42	6,37	2,76

^{a/} Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano.

^{b/} Proporção VA + CM sem calcinação.

QUADRO 21 - Acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, em função das proporções de Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), temperatura de calcinação, KCl, testemunha sem fertilizante potássico e níveis de calagem, nos três cultivos e soma dos cultivos, em solo LVm

Tratamentos			Cultivos			
Fonte de K	Calagem	Temperatura	1º	2º	3º	Soma
----- °C -----			----- mg K/vaso -----			
100% VA + 0% CM	Com	PSC ^{a/}	28,47	22,25	11,60	62,31
75% VA + 25% CM	Com	PSC	35,05	15,93	11,37	62,35
50% VA + 50% CM	Com	PSC	36,46	19,20	12,54	68,20
100% VA + 0% CM	Com	800	32,70	27,35	14,80	74,85
75% VA + 25% CM	Com	800	29,15	29,20	15,14	73,49
50% VA + 50% CM	Com	800	35,34	25,49	13,80	74,63
100% VA + 0% CM	Com	1.100	23,91	17,25	11,97	53,12
75% VA + 25% CM	Com	1.100	32,93	20,08	13,30	66,31
50% VA + 50% CM	Com	1.100	95,00	33,80	14,38	143,19
100% VA + 0% CM	Sem	PSC	34,59	18,08	17,90	70,56
75% VA + 25% CM	Sem	PSC	26,71	16,58	15,75	59,03
50% VA + 50% CM	Sem	PSC	29,05	16,72	14,35	60,12
100% VA + 0% CM	Sem	800	31,97	16,66	18,10	66,74
75% VA + 25% CM	Sem	800	34,84	18,08	16,43	69,35
50% VA + 50% CM	Sem	800	35,57	15,85	16,62	68,04
100% VA + 0% CM	Sem	1.100	29,04	13,50	18,75	61,29
75% VA + 25% CM	Sem	1.100	30,50	17,11	18,44	66,05
50% VA + 50% CM	Sem	1.100	82,64	31,62	18,26	132,52
Testemunha	Com	-	26,46	20,26	12,07	58,78
Testemunha	Sem	-	31,75	14,85	17,01	63,60
KCl	Com	-	160,99	29,58	14,11	204,68
KCl	Sem	-	242,74	31,36	17,37	291,47

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

QUADRO 22 - Acumulação de potássio na matéria seca da parte aérea do milho, em função das proporções Verdete de Abaeté (VA) + Calcário Magnesiano (CM), temperatura de calcinação, KCl, testemunha sem fertilizante potássico e níveis de calagem, nos três cultivos e soma dos cultivos, em solo LEa

Tratamentos			Cultivos			
Fonte de K	Calagem	Temperatura	1º	2º	3º	Soma
----- °C -----			----- mg K/vaso -----			
100% VA + 0% CM	Com	PSC ^{a/}	33,66	14,76	14,13	62,55
75% VA + 25% CM	Com	PSC	31,23	17,49	15,84	64,56
50% VA + 50% CM	Com	PSC	37,84	16,74	12,16	66,75
100% VA + 0% CM	Com	800	31,14	15,90	18,67	65,70
75% VA + 25% CM	Com	800	35,39	14,68	17,13	67,20
50% VA + 50% CM	Com	800	40,64	18,19	15,61	74,44
100% VA + 0% CM	Com	1.100	29,36	9,42	12,71	51,49
75% VA + 25% CM	Com	1.100	33,06	18,31	12,96	64,33
50% VA + 50% CM	Com	1.100	108,71	26,89	20,49	156,09
100% VA + 0% CM	Sem	PSC	42,22	10,14	18,08	70,41
75% VA + 25% CM	Sem	PSC	31,58	13,94	19,02	64,54
50% VA + 50% CM	Sem	PSC	35,82	16,69	21,56	73,06
100% VA + 0% CM	Sem	800	43,39	9,55	16,49	69,42
75% VA + 25% CM	Sem	800	34,55	15,06	24,93	74,54
50% VA + 50% CM	Sem	800	33,77	17,93	27,04	78,74
100% VA + 0% CM	Sem	1.100	38,42	8,08	17,60	64,10
75% VA + 25% CM	Sem	1.100	37,62	13,35	16,52	67,49
50% VA + 50% CM	Sem	1.100	108,25	23,74	21,76	153,74
Testemunha	Com	-	30,56	11,59	16,19	58,35
Testemunha	Sem	-	37,64	7,45	17,60	63,54
KCl	Com	-	234,91	20,50	18,06	273,48
KCl	Com	-	273,01	17,75	16,47	307,24

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

QUADRO 23 - Potássio extraído com o HNO_3 1N fervente e extrator de Mehlich, antes do primeiro cultivo em solos LVm e LEa (média de solo com e sem calagem)

Fontes de K	Temperatura calcinação	LVm		LEa	
		HNO_3 1N	Mehlich	HNO_3	Mehlich
	---- °C ----	----- meq. K/100 g -----			
Testemunha	-	0,123	0,065	0,153	0,087
KCl	-	0,373	0,295	0,419	0,352
100% VA + 0% CM	PSC ^{a/}	0,143	0,073	0,174	0,097
100% VA + 0% CM	800	0,184	0,065	0,205	0,103
100% VA + 0% CM	1.100	0,123	0,065	0,164	0,088
75% VA + 25% CM	PSC	0,133	0,076	0,184	0,095
75% VA + 25% CM	800	0,184	0,075	0,215	0,104
75% VA + 25% CM	1.100	0,194	0,074	0,230	0,110
50% VA + 50% CM	PSC	0,143	0,063	0,184	0,094
50% VA + 50% CM	800	0,184	0,072	0,220	0,106
50% VA + 50% CM	1.100	0,358	0,237	0,409	0,270
$r_{b/}$		0,95**		0,97**	

^{a/} Proporção Verdete de Abaeté + Calcário Magnesiano sem calcinação.

^{b/} Coeficiente de correlação.

QUADRO 24 - Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (s) de K-acumulado, K-disponível e matéria seca, por cultivo (média de solos e níveis de calagem)

Cultivo	Características analisadas	Testemunha		KCl		50% VA + 50% CM 1.100°C		Demais tratamentos ^{a/}	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1º	K-acumulado ^{b/}	31,60	4,62	227,91	47,54	98,65	12,42	33,62	4,33
	K-disponível ^{c/}	0,09	0,01	0,37	0,02	0,29	0,02	0,10	0,01
	Matéria seca ^{d/}	13,55	5,40	21,07	5,73	23,31	1,77	16,48	3,57
2º	K-acumulado	13,54	5,41	24,80	6,69	29,01	4,55	16,83	4,65
	K-disponível	0,03	0,00	0,05	0,02	0,13	0,03	0,03	0,00
	Matéria seca	4,68	1,75	8,00	1,97	11,41	1,25	6,25	1,38
3º	K-acumulado	15,72	2,50	16,50	1,72	18,72	3,24	16,29	3,60
	K-disponível	0,03	0,01	0,04	0,00	0,11	0,00	0,04	0,01
	Matéria seca	3,55	0,42	3,91	0,97	5,89	0,34	4,07	0,69

^{a/} Engloba os tratamentos nas proporções de Verdete de Abaeté e Calcário Magnesiano calcinados nas diversas temperaturas, exceto a 50% VA + 50% CM calcinado a 1.100°C.

^{b/} mg K/vaso

^{c/} meq. K/100 cc

^{d/} g M.S./vaso