

ARLINDO FERREIRA DE FARIA

DISPONIBILIDADE E CAPACIDADE DE SUPRIMENTO DE  
POTÁSSIO DE SOLOS COM DIFERENTES MINERALOGIAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F224d  
2008

Faria, Arlindo Ferreira de, 1979-

Disponibilidade e capacidade de suprimento de potássio de solos com diferentes mineralogias / Arlindo Ferreira de Faria. – Viçosa, MG, 2008.  
x, 105f.: il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Victor Hugo Alvarez Venegas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 89-93.

1. Solos - Teor de potássio. 2. Fertilidade do solo.  
3. Mineralogia do solo. 4. Extração (Química).  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.422

ARLINDO FERREIRA DE FARIA

DISPONIBILIDADE E CAPACIDADE DE SUPRIMENTO DE  
POTÁSSIO DE SOLOS COM DIFERENTES MINERALOGIAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de junho de 2008.

---

Prof. Júlio César Lima Neves  
(Co-Orientador)

---

Prof. Nairam Félix de Barros  
(Co-Orientador)

---

Prof. Maurício Paulo F. Fontes

---

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

---

Prof. Víctor Hugo Alvarez V.  
Orientador

Aos meus pais

Luiz Lopes de Faria

Maria Maura Ferreira de Faria

Aos meus parentes

Vicente Carlos Ferreira

José Ferreira Sobrinho (in memória)

Delmira Gomes de Andrade (in memória)

Antônio José Izidoro (in memória)

Maria Lopes de Faria (in memória)

***Ofereço***

Aos meus irmãos

Adilson Ferreira Faria

Ana Lucia Ferreira Faria

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

À Santíssima Trindade que durante toda a minha vida tem sido no Mínimo o Máximo.

À Maria, mãe de DEUS e nossa, pela proteção, intercessão e zelo com a minha pessoa durante todo esse período.

Aos meus pais, Luiz Lopes de Faria e Maria Maura Ferreira de Faria, que nunca deixaram de me apoiar e de me amar. Aos meus irmãos, Adilson Ferreira Faria e Ana Lúcia Ferreira Faria, por acreditarem em mim e por mim ajudarem em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Solos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Víctor Hugo Alvarez V., pela confiança em mim depositada, além da imensa paciência, sugestões, por tudo mesmo que pude conviver com esse homem honesto, trabalhador e fiel.

Aos Professores Júlio César Lima Neves e Nairam Félix de Barros, pelo grande auxílio e sugestões.

Aos Professores Haroldo Nogueira de Paiva e Maurício Paulo F. Fontes, pelas sugestões e confiança em meu trabalho.

Ao Professor Gilberto Fernandes Corrêa, que pessoalmente coletou os solos de Uberlândia.

À querida Suillan, pela imensa ajuda nesse trabalho e pela amizade e apoio.

Ao Jorge Orlando e Carlos Fonseca, que sempre se colocaram à minha disposição no laboratório de Fertilidade do Solo.

À secretaria Luciana, pela atenção dada a nós pós-graduandos do Departamento de Solos.

Aos amigos estagiários, Felipe Mosca, Ana Carolina, Jaqueline, Catarina, Odilei e Marcelo, Evair (Alemão) que abraçaram este trabalho como nunca e sempre me ajudaram, a vocês de coração meus sinceros agradecimentos.

Aos amigos de curso, Nilza, Fernando Cunha, Igor, Paulinha, Gigi, Walcrisley, Pacheco, Paloma, Roseli, Huguinho, Joaquim, André, Ignácio, Donizeti, Tiago, Caetano, Dalton, André, Ivanilda, Micheli, Thomas, Henrique, Vitor, Rodrigo Ribeiro, Marco Monte, Vinícius a todos vocês, agradeço pela amizade, trocas de idéias e ajuda.

Aos amigos de comunidade: Nando e Elaine, Anderson e Marília, Tecão e Keila, João e Rita, Gilmar e Eliane, Everardo e Cida, Joel e Graça, Marquinhos, Wesley, Geraldo Coelho, Cristina, Rosa, a vocês agradeço os momentos de oração e de divertimento.

## BIOGRAFIA

Arlindo Ferreira de Faria, filho de Luiz Lopes de Faria e Maria Maura Ferreira de Faria, nasceu em Viçosa- MG em 12 de julho de 1979.

Graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, em julho de 2005.

Em maio de 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, pela mesma Universidade, concluindo-o em junho de 2008.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Potássio no Solo.....	3
2.2 Potássio na Planta.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Caracterização das Amostras Superficiais.....	17
4.2 Respostas do Milho à Adubação Potássica .....	25
4.3 Teores de Potássio Recuperados pelos Cinco Extratores.....	27
4.4 Doses Recomendáveis e Níveis Críticos de Potássio.....	33
4.5 Teores de Potássio; Níveis Críticos Foliare e Conteúdo de Potássio nas Plantas de Milho.....	71
4.6 Contribuições das Frações de Potássio Disponível e não Disponível pelos Cinco Extratores, na Dose Zero de Potássio Aplicada nos Solos.....	78
4.7 Coeficientes de Correlação Linear Simples entre os Conteúdos de Potássio e os Teores de Potássio Pelos Cinco Extratores.....	85
5. CONCLUSÕES.....	88
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
7. ANEXOS.....	94

## RESUMO

FARIA, Arlindo Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2008.  
**Disponibilidade e capacidade de suprimento de potássio de solos com diferentes mineralogias.** Orientador: Víctor Hugo Alvarez V. Co-Orientadores: Júlio César Lima Neves e Nairam Félix de Barros.

O K acumulado nas plantas cultivadas de modo sucessivo pode ser maior do que a quantidade disponível existente no solo inicialmente, por que, em alguns casos, ocorre a participação de formas do K que inicialmente não estavam disponíveis à nutrição dessas plantas. Assim, este trabalho teve os seguintes objetivos: avaliar os extratores Mehlich-1, Mehlich-3,  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente e  $\text{HNO}_3$  2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente, como medidas de disponibilidade de K a curto e a longo prazo; correlacionar os teores de K obtidos por esses métodos, com os conteúdos de K na parte aérea das plantas de milho por cultivo e em forma acumulativa. O experimento, fatorial: 7 x 6, correspondeu a sete solos (dois Latossolos Vermelho-Amarelo, um Latossolo Vermelho, dois Cambissolos, dois Argissolos Vermelho-Amarelo) do Estado de Minas Gerais e seis doses de K adicionadas (0; 50; 100; 200; 300 e 500  $\text{mg dm}^{-3}$  de K) sendo a fonte KCl. O experimento foi realizado em blocos casualizados com quatro repetições. A calagem, nos solos que dela necessitou, e as doses de K foram aplicadas simultaneamente, ficando os solos incubados por um período de 35 d. Após esse período, coletaram-se subamostras para a determinação do K disponível por Mehlich-1, Mehlich-3,  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente e  $\text{HNO}_3$  2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente, antes de cada cultivo. No momento do plantio, a aplicação das doses de P e S foi de acordo com o P remanescente de cada solo; aplicou-se, também uma dose de 100  $\text{mg dm}^{-3}$  de N. Durante a condução de cada cultivo, aplicou-se, semanalmente uma dose de 50  $\text{mg dm}^{-3}$  de N e B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn nas seguintes doses: 0,20; 0,33; 0,39; 0,92; 0,04 e 1  $\text{mg dm}^{-3}$  respectivamente. Cultivaram-se quatro plantas de milho por vaso. Passados 45 d de cultivo, cortaram-se as plantas, que foram secas, moídas em moinho tipo Wiley e mineralizadas pela mistura nítrico-perclórica (3:1); esse procedimento realizou-se para cada cultivo. O teor de K total foi determinado nas amostras originais dos sete solos. No intervalo de cada cultivo,

amostras de solo foram submetidas aos extratores de K. As análises estatísticas consistiram de análises de variância, regressão e correlação. Verificou-se que ao longo dos cultivos os teores de K extraídos por todos os extratores foram diminuindo, comprometendo a produção de matéria seca por parte das plantas de milho que foram cultivadas. O  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  fervente e o  $\text{HNO}_3$   $2 \text{ mol L}^{-1}$  fervente, foram os extratores que apresentaram a maior capacidade de recuperação do K nos sete solos em todos os cultivos, por possuírem a maior força de extração de K. Os solos, PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub> apresentaram os maiores teores de K extraídos pelos cinco extratores ao longo dos cultivos. Os níveis críticos de K foram aumentando quando foram calculados de modo acumulado do primeiro até o sétimo cultivo, para se obter maiores produções de matéria seca. Os maiores níveis críticos de K foram obtidos pelos solos PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub>. Existiu contribuição de frações disponíveis e não disponíveis por todos os métodos de extração na nutrição das plantas de milho cultivadas em todos os sete solos. Observou-se que os conteúdos acumulados de K na parte aérea das plantas de milho nas seis doses de K, foram altamente correlacionados com os teores do nutriente no solo obtidos por meio das extrações com Mehlich-1, Mehlich-3 e  $\text{NH}_4\text{OAc}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7. Isso indica que esses extratores foram adequados para estimar a disponibilidade de K durante o crescimento das plantas para o primeiro cultivo e em forma acumulativa de milho nos sete cultivos realizados. Os teores de K extraídos pelo Mehlich-1, Mehlich-3 e  $\text{NH}_4\text{OAc}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7 foram altamente correlacionados entre si.

## ABSTRACT

FARIA, Arlindo Ferreira, M.Sc., Federal University of Viçosa, June 2008.  
**Availability and capacity of supply of potassium of soils with different mineralogies.** Adviser: Víctor Hugo Alvarez V. Co- advisers: Júlio César Lima Neves and Nairam Félix of Barros.

The K accumulated in the plants cultivated in a successive way in the soils can be larger than the amount available in the soil initially, because in some cases, there is the participation of ways of the K that initially were not available to the nutrition of those plants. Thus, this work had the following objectives: evaluate the extractors Mehlich-1, Mehlich-3,  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  boiling and e  $\text{HNO}_3$  2 mol  $\text{L}^{-1}$  boiling, as measures of availability of K in a short and long term; correlate the tenors of K obtained by those methods, with the contents of K in the aerial part of the corn plants from cultivation and in accumulative form. The experiment, factorial: 7 x 6, corresponded to seven soils (two Red-Yellow Latosols, one Red Latosol, two Cambisols, two Red-Yellow Argisols) of the State of Minas Gerais and six doses of added K (0; 50; 100; 200; 300 e 500 mg  $\text{dm}^{-3}$  of K) being the source KCl. The experiment was accomplished in randomized blocks with four repetitions. The liming, in the soils that needed it, and the doses of K were applied simultaneously, being the soils incubated by a period of 35 d. After that period, subsamples were collected for the determination of the K available by Mehlich-1, Mehlich-3,  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  boiling and  $\text{HNO}_3$  2 mol  $\text{L}^{-1}$  boiling, before each cultivation. In the moment of the planting, the application of the doses of P and S was in agreement with the remaining P of each soil; a dose of 100 mg  $\text{dm}^{-3}$  of N was also applied. During the transport of each cultivation, a weekly dose of 50 mg  $\text{dm}^{-3}$  of N e B, Cu, Fe, Mn, Mo and Zn was applied in the following doses: 0,20; 0,33; 0,39; 0,92; 0,04 and 1 mg  $\text{dm}^{-3}$  respectively. Four corn plants were cultivated per pot. When 45 d of cultivation were passed, the plants were cut, then were dry, grinded in Wiley mill type and mineralized by the nitric - perchloric mixture (3:1); this proceeding happened with each cultivation. The total tenor of K was determined in the original samples of the seven soils. In the interval of each cultivation, samples of soil were subjected to extractors of K. The statistical analyses consisted of analyses of variance, regression and correlation. It was verified that along the cultivations the tenors of K extracted from all of the extractors were

decreasing, committing the production of dry matter on the part of the corn plants that were cultivated. The  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  boiling and  $\text{HNO}_3$   $2 \text{ mol L}^{-1}$  boiling, were the extractors that presented the largest capacity of recuperation of K in the seven soils in all of the cultivations, for they possess the largest force of extraction of K. The soils,  $\text{PVAe}_1$  and  $\text{PVAe}_2$  presented the largest tenors of extracted K for the five extractors along the cultivations. The critical levels of K went increasing when they were calculated in an accumulated way of the first to the seventh cultivation, to obtain larger productions of dry matter. The largest critical levels of K were obtained by the soils  $\text{PVAe}_1$  and  $\text{PVAe}_2$ . There was contribution of available and non available fractions for all of the extraction methods in the nutrition of the corn plants cultivated in all the seven soils. It was observed that the accumulated contents of K in the aerial part of the corn plants in the six doses of K were highly correlated with the tenors of the nutrient in the soil obtained through the extractions with Mehlich-1, Mehlich-3 and  $\text{NH}_4\text{OAc}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7. That indicates that those extractors were appropriate to esteem the readiness of K during the growth of the plants for the first cultivation and in accumulative form of corn in the seven cultivations accomplished. The tenors of extracted K for Mehlich-1, Mehlich-3 e  $\text{NH}_4\text{OAc}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7 were highly correlated amongst themselves.

## 1. INTRODUÇÃO

O K é um nutriente de muita importância para o desenvolvimento das culturas, sendo depois do N o mais absorvido por muitas delas. O teor de nutrientes nos tecidos vegetais pode apresentar grande variabilidade em função da disponibilidade no solo e da eficiência de absorção e utilização. Os teores de K mais comumente encontrados nas plantas situam-se na faixa de 10 a 35 g kg<sup>-1</sup>.

De acordo com Melo et al. (2004), a reserva de K nos solos esta associada, principalmente, à presença de minerais primários, micas (biotita, muscovita), ortoclásio e microclínia (K estrutural) e de minerais secundários do tipo 2:1, com alta densidade de carga negativa (K trocável).

O intemperismo possui um papel relevante na liberação dos nutrientes para a solução do solo, por meio dos seus processos, ocorre ao longo do tempo a liberação do K estrutural para as plantas. Sendo assim, solos bem mais intemperizados, ou seja, com menor quantidade de minerais primários, terá menor disponibilidade de K em relação aos solos com menor intemperização. A fração argila em solos muito intemperizados, terá menor contribuição com o suprimento de K para as plantas, em relação à fração areia fina e silte.

Uma das condições para que os resultados da análise de solo e sua interpretação sejam válidos é que existam correlações entre os valores obtidos por um determinado método de extração e a resposta das culturas à adubação em condições de campo. Por essa razão é que são desenvolvidos estudos de correlação e calibração de métodos de análise de solo. Na fase de correlação, são avaliados diferentes extratores sendo selecionados os que melhor se aproximam do método padrão, que é a quantidade absorvida e acumulada pelas plantas de um dado nutriente. Na fase de calibração são, então, definidas as doses dos nutrientes a serem recomendadas e os níveis críticos correspondentes.

Extratores químicos dependendo de suas concentrações podem ser utilizados como medidas de disponibilidade de K. O K acumulado nas plantas cultivadas de modo sucessivo nos solos pode ser maior do que a quantidade obtida por extratores de formas disponíveis existente no solo inicialmente, por que em alguns casos ocorre a participação de formas do K que inicialmente não estavam disponíveis para a nutrição dessas plantas. Por isso, este trabalho teve os seguintes objetivos: avaliar os extratores Mehlich-1, Mehlich-3, NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente e HNO<sub>3</sub> 2 mol L<sup>-1</sup> fervente, como medidas de disponibilidade de K a curto e a longo prazo; correlacionar os teores de K obtidos com esses métodos, com os conteúdos de K na parte aérea das plantas de milho por cultivo e em forma acumulativa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Potássio no solo

O K constitui cerca de 2,4 % em peso da crosta terrestre sendo o sétimo elemento mais abundante. Ele está presente no solo em quatro formas, K estrutural, K não trocável, K trocável e K em solução (Goedert, 1973). Essas formas no solo se acham em equilíbrio dinâmico, e não há separação nítida entre elas. As formas de K estrutural constituem as reservas de várias décadas, já as de K não trocável constituem as reservas de vários anos e as trocáveis constituem as reservas em curto prazo, pelo menos para o ciclo de uma cultura de ciclo curto. O K estrutural é a forma onde se encontra a maior quantidade do K no solo, nela, ele faz parte da estrutura dos minerais primários e, ou, secundários. O K somente é liberado para a solução do solo quando esses minerais são intemperizados. Já o K não trocável é considerado o teor extraído do solo por uma solução de  $\text{HNO}_3$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente, subtraída daquela extraída pelo  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7 (trocável). Ela inclui, portanto, a parte do K estrutural que se dissolve mais facilmente em meio ácido em adição ao K fixado nas entrecamadas de minerais do tipo 2:1, como a illita e a vermiculita (Ernani et al., 2007).

O K trocável tem sido considerado um bom índice, em solos tropicais, para prever a capacidade de suprimento desse nutriente nos solos com reserva disponível a curto prazo (Halvin & Westfall, 1985). Essa forma de K do solo, responsável pela disponibilidade imediata para as plantas, não é capaz de manter a produtividade a médio ou a longo tempo, havendo rápida queda na produção de matéria seca logo após o primeiro cultivo (Braga, 1972, Defelipo, 1974). Essa fração é retida eletrostaticamente por cargas negativas dos colóides orgânicos e inorgânicos.

Já o K da solução do solo é prontamente disponível para as plantas e tem o seu suprimento governado pelo equilíbrio trocável  $\leftrightarrow$  solução do solo. Toda vez que a concentração de K em solução nas proximidades do sistema radicular é diminuída, o equilíbrio é deslocado do K trocável para a solução do solo. A adição de K ao solo aumenta a sua concentração em solução e dependendo dessa concentração e do tipo de mineral presente no solo, desloca-se íons Ca e Mg que estão presentes entre as camadas das argilas 2:1 as quais, ao se juntar, fixarão o K no seu interior (Mielniczuk, 1982). Muitas vezes, a lixiviação, a erosão e o dreno planta contribuem

para a rápida redução da concentração de K em solução, perdas estas, que nem sempre são repostas pelas adubações.

Dentre os minerais que contem K, merecem destaque os feldspatos potássicos e as micas (Lopes, 1982). Os feldspatos possuem a fórmula genérica  $KAlSi_3O_8$  e são constituídos por cadeias tridimensionais de tetraedros de  $SiO_4$  e  $AlO_4$  ligados em todas as direções pelos oxigênios do tetraedro. A carga negativa produzida pelo Al em coordenação é balanceada pela carga positiva do K nos interstícios. Consequentemente, para cada quatro tetraedros existe um átomo de K para a neutralização das cargas em coordenação 7 a 9 com os oxigênios dos tetraedros.

Já as micas dentre as quais se mencionam a muscovita, biotita e ilita, são minerais primários do grupo dos filossilicatos que se apresentam em forma de camadas. Cada camada é constituída por três lâminas, sendo duas delas formadas por tetraedros de Si (camadas externas) e uma de octaedros de Al (camada interna). A ligação entre os átomos de Si e Al é feita por oxigênios ou hidroxilas. A substituição isomórfica do Si pelo Al nos tetraedros de Si e do Al pelo Fe (II) ou Mg nos octaedros de Al, causa um excesso de cargas negativas que serão neutralizadas por átomos de K que se situam nas entrecamadas (Ernani et al., 2007)

A liberação do K contido nestes minerais ocorre por processo de intemperismo. Ele provoca a abertura das camadas dos argilo-minerais devido à baixa concentração de  $K^+$  na solução, com isso, o K contido nesses minerais pode participar da nutrição de plantas.

Em média, o teor de K nos minerais, mais especificamente no ortoclásio e na microclina, é de  $160 \text{ g kg}^{-1}$ , enquanto nas micas, biotita e muscovita, está em torno de 8 a  $100 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. A biotita, apesar de conter menor quantidade de K em sua constituição, decompõe-se facilmente, uma vez que, o H da oxidrila presente na estrutura está apontado para o K, fazendo com que haja uma repulsão estrutural do mesmo. Com isso, o K fica menos ligado na estrutura da biotita em comparação com a muscovita, fazendo com que o intemperismo atue em maior proporção naquela mica. Já na muscovita, como o H está apontado para os sítios vazios, o K fica mais fortemente ligado, não sendo então liberado com tanta facilidade para as plantas.

Geralmente a fração argila dos solos intemperizados, terá menor contribuição com o suprimento de K para as plantas, em relação à fração areia fina e

silte. Segundo Unamba-Oparah (1985) citado por Melo et al. (2004), a alta capacidade de suprimento de K de solos intemperizados da Nigéria foi fortemente relacionada com os teores de areia fina e silte. A baixa relação da fração argila com o suprimento de K foi atribuída ao elevado estágio de intemperismo dessa fração, sem grandes reservas de K e Mg. Provavelmente, as frações grosseiras do solo possuem uma maior importância no fornecimento de K para as plantas, com isso, pode-se evidenciar que em tais solos, as plantas respondem menos à adição de K.

De acordo com Silva et al. (2000), a disponibilidade de K para as plantas depende, além da quantidade de K trocável (fator quantidade, Q) e de K em solução (fator intensidade, I) da relação entre essas formas (capacidade tampão), que por sua vez determinam a capacidade dos solos em manter determinada concentração de K na solução após absorção pelas plantas ou por perdas ocorridas do solo.

Segundo Gasparini (1993), em solos altamente intemperizados, submetidos a cultivos sucessivos, o teor de K trocável sofre acentuada queda, atingindo valores mais ou menos constantes e que variam pouco de solo para solo.

Geralmente as formas não trocáveis de K não são detectadas pelos métodos de análise de rotina, razão porque as recomendações de adubação baseiam-se apenas nas formas trocáveis deste nutriente. Em determinadas situações, a quantidade extraída pelas plantas é superior à detectada por estes métodos de extração, indicando participação das formas não trocáveis de K na nutrição das plantas, tendo essa fração importante contribuição no K absorvido por elas (Melo, 1994).

Nesses casos, pode-se ter ausência de resposta na absorção e acúmulo de K e produtividade das plantas frente à aplicação de fertilizantes potássicos, com desperdício de adubo, aumento do custo de produção e maior contaminação ambiental (Melo et al., 2003).

Como o K não trocável pode ser uma fonte disponível para as plantas ao longo de seu ciclo de vida, verifica-se a necessidade de conhecer melhor a cinética de liberação desta forma de K para a solução do solo, que depende principalmente de fatores relacionados com a mineralogia do solo e a sua proporção em cada fração granulométrica (Bortoluzzi et al., 2005). Por exemplo quando um solo com baixo teor de K está alcançando boas produtividades, este fato pode estar acontecendo graças à fração de K não trocável, que é deslocado para a forma trocável, por meio de seus minerais constituintes, garantindo desse modo as necessidades da planta por esse nutriente.

Geralmente é verificado que o teor de K trocável encontrado em alguns solos é normalmente menor do que a quantidade removida pelas culturas após vários cultivos sucessivos, porém, tais solos são cultivados por vários anos sem receber fertilização potássica. Neste caso, supõe-se que parte do K absorvido pelas culturas vem do K não trocável. Isso acontece quando o K trocável não é suficiente para a nutrição das culturas, fazendo com que parte do K não trocável desloque para esta forma, devido a isto, tem-se a necessidade de se obter um extrator com determinadas características químicas que indique a quantidade de K não trocável, que com o tempo tornar-se-á disponível para as culturas.

De acordo com Gasparini (1994), a capacidade de suprimento de K dos solos pode ser visualizada por meio de duas relações  $K_{total}/K_{trocável}$  e  $K_{total}/K_{n\ trocável}$ . Segundo este autor, menores valores da primeira relação, representa menores capacidades de reposição dos solos para o K trocável, e para maiores valores, o solo apresentará maior capacidade de reposição quando submetidos a cultivos sucessivos.

Trabalhos envolvendo a comparação de métodos de análises de solo são conduzidos predominantemente em casas de vegetação, pois há maior controle de vários fatores. A técnica mais comum consiste em cultivar plantas em vasos com diferentes tipos de solos, com teores variados do nutriente em estudo. Todas as parcelas recebem adubação básica equilibrada, para que não haja deficiência nem toxidez. A seleção dos extratores é feita pelos coeficientes de correlação obtidos entre os teores do nutriente no solo e a sua quantidade acumulada na parte aérea da planta (Abreu et al., 2002).

Oliveira et al. (1971), estudando solos bastantes intemperizados do planalto do Rio Grande do Sul, verificaram que a extração do K por azevém, em sete cortes sucessivos, superou o teor de K trocável determinado por métodos químicos, demonstrando a importância do K não trocável, como forma disponível para as plantas. Já Gama (1967) citado por Gasparini 1993, em cultivos sucessivos, utilizando trigo e trevo, observou que 50 a 90 % do K absorvido por essas culturas foram provenientes do K não trocável. Para realizar análises dos nutrientes nos solos para fins de recomendação de adubação utilizam-se, geralmente, soluções diluídas, que tentam simular a ação das raízes das plantas, ou seja, devem extrair do solo apenas as formas químicas dos nutrientes que as raízes extrairiam, essas soluções são chamadas de extratores. A força extratora de uma solução pode variar conforme a

substância utilizada, sua concentração e a proporção solo/solução que se utiliza durante a extração (Tomé Jr, 1997).

De acordo com Meurer (2005), no Brasil, o K disponível (K trocável mais K solução) extraído pelas soluções de Mehlich-1 ou por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  a pH 7 é o método mais utilizado pelos laboratórios de análises de solos para avaliar a disponibilidade do K para as plantas.

Um bom extrator, conforme McLaughlin et al. (2000) citado por Abreu et al. 2002, deverá :

- Ser simples e de baixo custo;
- Ser calibrado sobre condições de campo em diferentes tipos de solos;
- Considerar o maior número de fatores do ambiente que reconhecidamente influenciam as concentrações dos nutrientes nas culturas;
- Ser preditivo, além de avaliar a disponibilidade atual dos nutrientes ele deverá prever a disponibilidade ao longo do desenvolvimento da cultura.

No estudo de correlação de extratores para as formas não trocáveis de K, é importante conseguir extratores que conseguem retirar as formas que as plantas conseguem acessar, podendo, desse modo prever a disponibilidade a médio e a longo prazo.

Para Hunter & Pratt (1957), a quantidade de K extraída por certo extrator, depende da forma que o K está no solo, das propriedades do extrator e da cinética de reação.

De acordo com Defelipo (1974), os primeiros trabalhos para determinar o K trocável do solo, foram realizados em 1887, usando solução saturada de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , mais tarde, em 1913 substituíram-no pelo  $\text{NH}_4\text{OAc}$ . Volk & Truog (1934), recomendaram o uso do  $\text{NH}_4\text{OAc}$  pH 6,8 na relação 1:15 solo/extrator com 5 min de agitação, sendo que este método retirava 96 % de todo o K na forma trocável existente no solo.

Breland et al. (1950), citados por Defelipo (1974), estudando solos do estado de Indiana (EUA), verificaram que as plantas reduziram o teor de K trocável do solo a um nível baixo constante, que dependia da velocidade de reposição da passagem de K não trocável para trocável. Essa velocidade de reposição eles chamaram de poder de suplementação de K dos solos.

O uso do HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> como extrator para o K não trocável, foi utilizado por Attoe & Truog (1943), esses autores deixaram o solo com a solução química em contato por 1 h a temperatura ambiente. Verificaram que o K extraído por aquele extrator foi correlacionado positiva e significativamente com o K absorvido pelas culturas em estudo.

Wilklander (1961), utilizou o HCl, porém na concentração de 1 mol L<sup>-1</sup> numa relação 1:30 solo/extrator com 10 min de fervura para indicar o poder de suprimento de K dos solos, encontrando correlação positiva e significativa com o K absorvido pelas plantas.

O método de extração de formas não trocáveis de K, utilizado frequentemente é o HNO<sub>3</sub> 1 mol L<sup>-1</sup> fervente, porém, usa-se também o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado (Conyer & McLean, 1969, citados por Kist 2005).

Rouse & Bertramson (1949) verificaram que o K extraído pelo extrator HNO<sub>3</sub> 1 mol L<sup>-1</sup> em 10 min de fervura com a relação 1:10 solo/extrator correlacionou significativamente com o poder de suprimento de K dos solos estudados.

Comparando os teores, obtidos com a extração com HNO<sub>3</sub> 1 mol L<sup>-1</sup> fervente com o K não trocável, absorvido pelas plantas em cultivos sucessivos, Richards & Beates (1988) citados por Melo, 1994, e Nachtigall & Vahl (1991) encontraram altos valores de coeficientes de correlação entre eles (r= 0,75 e 0,92; respectivamente). Contudo, apesar do alto poder de predição do método, o K não trocável, extraído pelo HNO<sub>3</sub> 1 mol L<sup>-1</sup>, foi muito maior que o não trocável absorvido pelas plantas, mostrado pelo coeficiente da equação de regressão ajustada entre estas duas variáveis. O K não trocável, absorvido pelas plantas, constituiu aproximadamente, 26 % do K não trocável extraído com o HNO<sub>3</sub> 1 mol L<sup>-1</sup>. De acordo com Morais (1999) a contribuição do K não trocável foi importante na quantidade de K absorvido por plantas de milho em dois cultivos, porém, os teores extraídos com o HNO<sub>3</sub> 1 mol L<sup>-1</sup> foram muitos superiores ao do K não trocável absorvido pelas plantas.

## 2.2 Potássio na planta

O K é em média, o segundo elemento mais abundante na matéria seca da maioria das plantas, por ele ser um elemento essencial a planta, desenvolve nelas importantes funções como (Malavolta,1982):

- Controle osmótico da célula → plantas deficientes em K apresentam menor turgor da célula, pequena expansão celular, maior potencial osmótico, abertura e fechamento de estômatos de forma irregular. Com isso, plantas bem nutridas com K são mais resistentes a secas e geadas;
- Fotossíntese → os cloroplastos contêm cerca da metade do K foliar, durante a deficiência de K diminui a absorção de CO<sub>2</sub>, aumenta a fotorrespiração e cresce a absorção de O<sub>2</sub>;
- Translocação → o K possui grande importância na translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos. Plantas deficientes translocam menos que as bem supridas do nutriente;
- Transpiração → o acúmulo de K nas células é importante não somente para ativação enzimática, mas também na economia hídrica da planta. Plantas com teores satisfatórios de K em seus tecidos retêm mais água em comparação com aquelas que possuem baixos teores deste nutriente.

O K está também envolvido nos mecanismos de defesa das plantas a pragas e doenças. Plantas com teores satisfatórios desse nutriente em seus tecidos apresentam redução na incidência, severidade e danos causados por insetos e fungos.

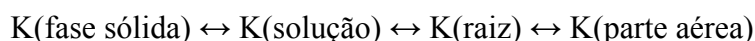
Quanto a sua redistribuição nos tecidos das plantas, o K possui uma elevada mobilidade, por isso, os sintomas de deficiência surgem nas folhas mais velhas. No estágio inicial da deficiência aparecem manchas cloróticas nos espaços entre nervuras e espalhadas irregularmente por toda a superfície foliar. Com a evolução dos sintomas, as manchas se unem formando faixas cloróticas ou avermelhadas nas margens das folhas velhas, com posterior necrose dos tecidos. No estágio mais avançado, a presença de clorose e necrose ocorrem até nas folhas mais jovens, enquanto que as folhas velhas enrolam e secam (Malavolta et al., 1997).

Devido a essa sua alta mobilidade na planta, o K é o principal cátion que atua na neutralização de cargas e como o mais importante e ativo componente

inorgânico osmótico (Meurer, 2005). A alta concentração do K no citoplasma e nos cloroplastos é responsável pela manutenção do pH das células e tecidos entre 7 e 8, em plantas deficientes em K, se o pH cai abaixo de 7, muitos processos poderão ser paralisados (Meurer 2005).

As plantas em geral têm acesso aos nutrientes pelas raízes por meio de três mecanismos: fluxo em massa, interceptação radicular e difusão. De acordo com Raij (1991), o K possui alguma semelhança com o P, no que diz respeito à absorção, já que os dois nutrientes dependem praticamente da difusão para chegar à superfície das raízes. Contudo, sais de K apresentam em geral alta solubilidade e, assim, os teores de K na solução do solo podem atingir concentrações bastante elevadas, dependendo do teor de ânions presentes. Isso confere ao K uma mobilidade bem maior, relativamente ao P, permitindo também um esgotamento mais fácil pelas plantas.

O fornecimento do K pelo solo para a planta pode ser assim representado:



A liberação do K dos feldspatos e micas ocorre mediante reações de hidrólise total ou parcial dependendo das condições mais ou menos agressivas. Considera-se disponível para a planta de modo geral, somente o K trocável que a fase sólida passa à solução do solo e mais o elemento existente nesta última.

Segundo Raij (1991), o teor de água no solo pode influenciar na disponibilidade de K. É comum a observação, em condições de campo, de uma redução da absorção desse nutriente pelas plantas em anos secos. A diminuição do teor de água no solo afeta o transporte do K para as raízes das plantas pelo processo de difusão.

Um dos nutrientes que mais tem limitado a produtividade de *Eucalyptus* no Brasil é o K, de acordo com Silveira (2000) levantamentos nutricionais realizados na região de Itatinga/SP, Capão Bonito/SP e Lençóis Paulista/SP mostraram que independentemente do material genético, todas as florestas avaliadas apresentavam deficiência de K.

Roselem et al. (1993) estudaram a liberação das formas de K não trocáveis para a cultura da soja num Latossolo e verificaram que ela ocorreu quando os teores trocáveis foram inferiores a  $60 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Veduin (1994), citado por Kist (2005) relatou a importante contribuição das formas de K não trocável na disponibilidade de K para a cultura da soja em dois cultivos sucessivos e intercalados com aveia.

Para avaliar a capacidade de suprimento de K, utiliza-se frequentemente, a técnica de cultivos sucessivos em vasos. Essa técnica tenta simular o que ocorre quando o solo é cultivado intensamente, podendo avaliar a contribuição do K não trocável no K absorvido pelas plantas, em determinado cultivo (Gasparini, 1994).

Ricci (1987) observou que, em diferentes Latossolos do Estado de Minas Gerais, após o segundo e o terceiro cultivos, o K trocável tornou-se um fator limitante ao crescimento vegetal, uma vez que as reservas para K não trocável eram baixas.

Lana & Neves (1992), estudaram em seis solos a exaustão do K por meio de cultivos sucessivos com eucalipto, no total esses autores realizaram quatro cultivos, observando nos primeiros cultivos maior produção de matéria seca e maior absorção de K, refletindo a contribuição da reserva imediata de K para as plantas, representada pelo K trocável. Esses mesmos autores verificaram que, nos solos com reservas potássicas nas diferentes frações, a contribuição de formas não trocáveis, na produção de matéria seca e na quantidade de K absorvido nos últimos cultivos, pareceu ter sido a principal fonte de K. O K não trocável, recuperado com o extrator  $\text{HNO}_3$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente, foi responsável por 70 % do K absorvido pelas plantas, porém, esse extrator extraiu quantidades de K não trocável muito superior ao absorvido pelas plantas.

Essa mesma situação foi observada por Morais (1999), que estudando dez solos de Minas Gerais, cultivados com milho, durante dois cultivos, notou que a contribuição do K não trocável foi importante na quantidade de K absorvido, porém os teores de K extraído com o  $\text{HNO}_3$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente foram superiores a do K não trocável para as plantas.

De acordo com Melo (1994), plantas de *Eucalyptus saligna* absorveram quantidades de K superiores às trocáveis. Esse autor utilizou o  $\text{HNO}_3$  fervente em diferentes concentrações (1, 2 e 4 mol  $\text{L}^{-1}$ ), e notou que ele revelou ser uma solução extratora adequada para a avaliação do teor de K no solo absorvível pelos povoamentos de *Eucalyptus saligna*, sendo que não foram obtidas correlações entre o K absorvido e o K do solo, obtidas pelo ataque sulfúrico. Assim, o K trocável mais K em solução é bom índice para avaliar a capacidade de suprimento desse nutriente apenas a curto prazo, e o conhecimento da reserva não trocável e a total de K do solo, é importante para a avaliação da disponibilidade a médio e a longo prazo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Viçosa, MG, no período de abril de 2004 a julho de 2006, utilizando-se o esquema fatorial 7 x 6, correspondendo a sete solos (Quadro 1) e seis doses de K (0, 50; 100; 200; 300; e 500, mg dm<sup>-3</sup> de K). Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com quatro repetições. Utilizou-se como unidade experimental um vaso plástico de 5 dm<sup>3</sup> de capacidade, contendo neste 4,5 dm<sup>3</sup> de solo, com quatro plantas de milho. Os solos utilizados apresentavam diferenças mineralógicas e em seus teores de K total.

Amostras dos solos foram coletadas da camada superficial 0-20 cm, secas ao ar, destorroadas, passadas em peneira com malha de 4 mm. Depois, subamostras (TFSA) foram submetidas à caracterização física, química e mineralógica.

A análise granulométrica das amostras dos sete solos foi baseada na dispersão química em NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, sendo quantificadas as frações areia, silte e argila. Determinou-se a densidade das partículas dos solos de acordo com o método do balão volumétrico e álcool etílico como líquido penetrante. O método da proveta foi utilizado para se determinar a densidade dos solos.

**Quadro 1.** Solos utilizados no estudo

Solo	Símbolo	Procedência
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	LVA <sub>d1</sub>	Santa Bárbara-MG
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	LVA <sub>d2</sub>	Viçosa-MG
Latossolo Vermelho distrófico	LV <sub>d</sub>	Santa Bárbara-MG
Cambissolo Háptico TB distrófico	CX <sub>tb1</sub>	Santa Bárbara-MG
Cambissolo Háptico TB distrófico	CX <sub>tb2</sub>	Santa Bárbara-MG
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico	PVA <sub>e1</sub>	Uberlândia-MG
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico chernossólico	PVA <sub>e2</sub>	Uberlândia-MG

O pH das amostras foi determinado na relação solo:água 1:2,5 (v/v), H+Al com solução de Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7, o teor de carbono de compostos orgânicos pelo método Walkley-Black e o Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> extraídos com o extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>.

Os cátions Ca e Mg foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica, Al<sup>3+</sup> e H+Al determinados por titulação (Defelippo & Ribeiro, 1981). A

caracterização mineralógica constou da difratometria de raios-X das frações areia, silte e argila natural e desferrificada.

A necessidade de calagem foi calculada pelo método da neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  e da elevação dos teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , sendo o valor Y estimado em função do valor do P remanescente de cada solo (Alvarez V. & Ribeiro, 1999). A calagem foi aplicada na forma de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$  (relação molar de 4:1), em todo o volume de solo, somente nos solos que dela se necessitou. A incubação foi realizada individualmente para cada unidade experimental, em saco plástico, por um período de 35 d, com umidade mantida à capacidade de campo. Os solos que não necessitavam de calagem também foram incubados durante o mesmo período. Juntamente com o corretivo, aplicaram-se as doses de K na forma de KCl em solução. Ao final deste período, foram coletadas subamostras de  $0,5 \text{ dm}^3$  para determinação das formas de K. O volume de solo restante ( $4,5 \text{ dm}^3$ ) foi colocado em vaso, para a realização dos cultivos com milho.

No plantio de cada cultivo foi aplicado em todo o volume do solo, doses de P e de S de acordo com o P remanescente de cada solo, segundo Alvarez V. et al (2000) sendo a fonte de P o fosfato de cálcio e a de S o sulfato de cálcio e de magnésio. Também foi aplicada a dose de  $100 \text{ mg dm}^{-3}$  de N sendo a fonte o fosfato monoamônico. Foram semeadas sete sementes de milho por vaso e 5 d após a emergência, foi realizado desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso.

Após cada plantio, semanalmente, a dose de  $50 \text{ mg dm}^{-3}$  de N foi aplicada em cobertura, na superfície do solo utilizando a uréia como fonte. Para os micronutrientes, à exceção do Cl, foram aplicadas, em quatro parcelas, as seguintes doses totais por cultivo: 0,81; 1,33; 1,55; 3,66; 0,15 e  $4 \text{ mg dm}^{-3}$  respectivamente para o B ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), Cu ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), Fe ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), Mn ( $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), Mo ( $(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{27} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) e Zn ( $\text{ZnCl}_2$ ). Foram realizados sete cultivos sucessivos.

Em cada cultivo, a parte aérea das plantas foi colhida aos 40 d após a emergência, cortando-se a  $0,5 \text{ cm}$  do solo e postas a secar em estufa de circulação forçada de ar a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  por 72 h. As plantas foram pesadas, trituradas em moinho tipo Wiley e mineralizadas por digestão nítrico-perclórica (3:1 v/v). Nos extratos foram determinados K, por espectrofotometria de emissão de chama, e Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica.

Posteriormente foram realizados mais seis cultivos sucessivos. Após a colheita das plantas de cada cultivo o solo foi separado das raízes e amostrado para

análise das formas de K. As raízes foram picotadas e misturadas ao restante do solo para dar-se início ao próximo cultivo.

Amostras de solo, antes dos cultivos, foram submetidas ao HCl, HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> e HF, para determinação do K total (Soil Survey Staff, 1951). As formas de K estudadas foram determinadas pelos seguintes extratores: Mehlich-1 e Mehlich-3 (disponível), NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (trocável), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente e HNO<sub>3</sub> 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (trocável + fração do não trocável e fração do estrutural).

A extração do K por Mehlich-1 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup> + HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>) foi feita utilizando-se a relação solo:solução 1:10 com agitação durante 5 min e repouso por 16 h (Defelippo & Ribeiro, 1997). Na extração com Mehlich-3 (HOAc 0,2 mol L<sup>-1</sup>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 0,25 mol L<sup>-1</sup>, NH<sub>4</sub>F 15 mmol L<sup>-1</sup>, HNO<sub>3</sub> 13 mmol L<sup>-1</sup> e Na<sub>2</sub>EDTA 1 mmol L<sup>-1</sup>) a relação solo:solução, tempo de agitação e o período de descanso foram iguais aos utilizados para o Mehlich-1. Já para a extração com o NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 a relação solo:solução foi de 1:25 com agitação durante 15 min e repouso por 16 h.

Para a extração com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente, foi pesado o equivalente a 2,5 cm<sup>3</sup> de TFSA de cada solo e transferiu-se para erlenmeyer de 125 mL, adicionando-se 25 mL do extrator. Os erlenmeyers foram então levados para uma chapa aquecedora à temperatura de 180 °C e após o início da fervura das amostras marcava-se 10 min. Passado esse tempo as amostras eram retiradas, esfriadas e filtradas com papel de filtragem rápida para balões volumétricos de 50 mL. Para a extração do K pelo HNO<sub>3</sub> 2 mol L<sup>-1</sup> fervente utilizou-se o mesmo procedimento descrito para o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente, porém a temperatura da chapa aquecedora foi em torno de 115 °C.

Para a escolha da concentração dos ácidos a ser utilizada nas amostras dos sete solos, foi feito, para cada ácido, teste prévio em que foram utilizadas as seguintes concentrações: 0,5; 1; 2 e 3 mol L<sup>-1</sup> para o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e 0,5; 1; 2; 4 e 6 mol L<sup>-1</sup> para o HNO<sub>3</sub>. A dosagem do K para todos os métodos de extração foi realizada por espectrofotometria de emissão em fotômetro de chama.

O tratamento correspondente a não aplicação de K (dose zero), considera o solo ao natural, ou seja, ele com seus minerais constituintes de K fornecendo esse nutriente às plantas que são cultivadas sem a intervenção humana. Com isso pode-se conhecer com maior exatidão a contribuição do K (que é extraída e a que não é

extraída pelo método utilizado na sua determinação), na nutrição das plantas. Sendo esse tratamento o padrão.

A contribuição da fração do K disponível foi estimada pela seguinte fórmula:

$$CTKd = \frac{100 [(QK1 - QK7)]}{\sum_{i=1}^6 CKi}$$

Onde:

CTKd= contribuição do K disponível pelo método (%);

QK1= teor de K determinado nas amostras superficiais dos solos coletadas antes do primeiro cultivo no volume de 4,5 dm<sup>3</sup> (mg/vaso)

QK7= teor de K determinado nas amostras superficiais dos solos coletadas antes do sétimo cultivo no volume de 3,24 dm<sup>3</sup> (mg/vaso)

CKi= conteúdo de K no cultivo i (mg/vaso)

Já a contribuição da fração do K não disponível foi estimada pela seguinte fórmula:

$$CTK\tilde{d} = \frac{100 [\sum_{i=1}^6 CKi - (QK1 - QK7)]}{\sum_{i=1}^6 CKi}$$

Onde:

CTK $\tilde{d}$ = contribuição do K não disponível pelo método (%)

QK1= teor de K determinado nas amostras superficiais dos solos coletadas antes do primeiro cultivo no volume de 4,5 dm<sup>3</sup> (mg/vaso)

QK7= teor de K determinado nas amostras superficiais dos solos coletadas antes do sétimo cultivo no volume de 3,24 dm<sup>3</sup> (mg/vaso)

CKi= conteúdo de K no cultivo i (mg/vaso)

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em seguida, foram ajustados modelos de regressão relacionando a produção de matéria seca com os teores de K recuperados em função das doses adicionadas. Para isso, utilizou-se o Sistema para Análises Estatísticas (SAEG). Escolheram-se os modelos que possuíam os coeficientes de regressão significativos até o nível de 30 % para se obter os modelos que melhor explicariam o fenômeno do ponto de vista agrônômico. Os modelos de regressão ajustados e seus coeficientes foram testados usando-se o quadrado médio do resíduo da análise de variância.

Para obter as doses recomendáveis de K para cada solo em cada cultivo, fez-se a primeira derivada das equações de matéria seca em função das doses adicionadas de K igualando-a a zero, o valor encontrado foi a dose de K ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) necessária para atingir a produção máxima física, a produção de “máxima eficiência econômica” foi a correspondente a de 90 % da produção máxima física. Para obter os níveis críticos de K para cada solo em cada cultivo, realizou-se a substituição dos valores das doses recomendáveis de K nas equações do K recuperado em função do K adicionado.

Foram feitas correlações entre os teores de K nas diferentes formas (disponíveis, trocável; trocável mais fração de não trocável) e os conteúdos de K dos cultivos sucessivos com milho para avaliar a capacidade de suprimento de K a curto e a longo prazo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização das amostras superficiais

A maioria dos solos utilizados apresentaram baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , elevada acidez necessitando de calagem, com exceção dos solos PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub> (Quadro 2). As análises químicas indicaram que cinco solos apresentaram pH inferior a 5 e dois entre 5 e 6 (Quadro 2). Os solos apresentaram grande variação nos teores de K, de 9 a 140 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 2).

Em condições de campo, para produtividade de eucalipto de 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> o teor de K deve ser de 70 mg dm<sup>-3</sup> pelo extrator Mehlich-1 (CFSEMG, 1999). Dos solos incluídos neste estudo somente o PVAe<sub>1</sub> e o PVAe<sub>2</sub> atingiram a esse teor (Quadro 2). A partir das análises mineralógicas, obtiveram-se os difratogramas das frações, silte e argila das amostras superficiais dos solos que mostraram a presença de minerais de argila 2:1, micas, caulinita, goethita e gibbsita (Figuras 1 a 7). O solo LVAd<sub>2</sub> (Figura 2) apresentou mineralogia mais carente de todos, em minerais de menor reserva de K, já o solo PVAe<sub>1</sub> (Figura 6), ao contrário mostrou possuir minerais que possuem K em sua constituição, tendo maior reserva desse nutriente (Quadro 3).

O difratograma da fração silte do LVAd<sub>1</sub> (Figura 1), mostra a presença de mica. Para os solos LVAd<sub>2</sub> e LVd (Figuras 2 e 3), essa fração é constituída, basicamente, de caulinita e gibbsita. A presença de mica naquele solo contribuiu para maior riqueza em K total (Quadro 3), contrariamente aos outros dois Latossolos.

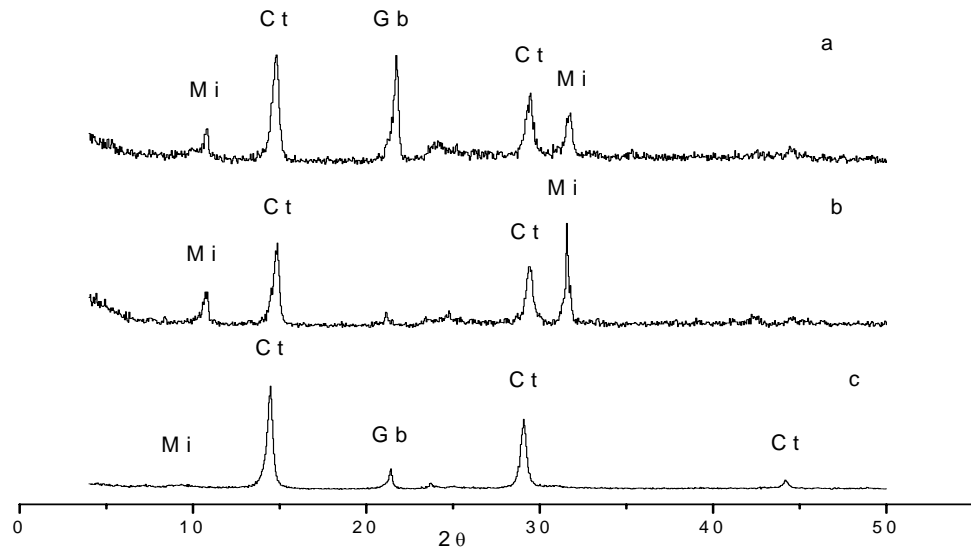
Para se ter maior confiabilidade quanto da presença de gibbsita na fração silte de alguns solos, como o LVAd<sub>1</sub> (Figura 1b), o LVd (Figura 3b), o CXtb<sub>1</sub> (Figura 4b), o CXtb<sub>2</sub> (Figura 5b) e da fração argila dos solos LVd (Figura 3d) e CXtb<sub>1</sub> (Figura 4d), suas lâminas foram levadas para a mufla à 300 °C por 2 h. Por causa do calor fornecido, o pico da gibbsita desapareceu quando foram novamente feitos os difratogramas de raios-X (Figuras 1c, 3c, 4c e 5c) e (Figuras 3e e 4e), respectivamente.

Já a fração argila do solo PVAe<sub>2</sub> (Figura 7c ) apresentou mineral 2:1 tipo esmectita (montmorilonita), que possui K em sua constituição. Quando essa fração foi tratada com glicerol (Figura 7e), este fez com que a esmectita se expandisse em torno de 1,9 nm, diferenciando-se da vermiculita que se expande por volta de 1,4 nm.

**Quadro 2.** Características químicas e físicas das amostras da camada superficial (0-20 cm) dos solos utilizados

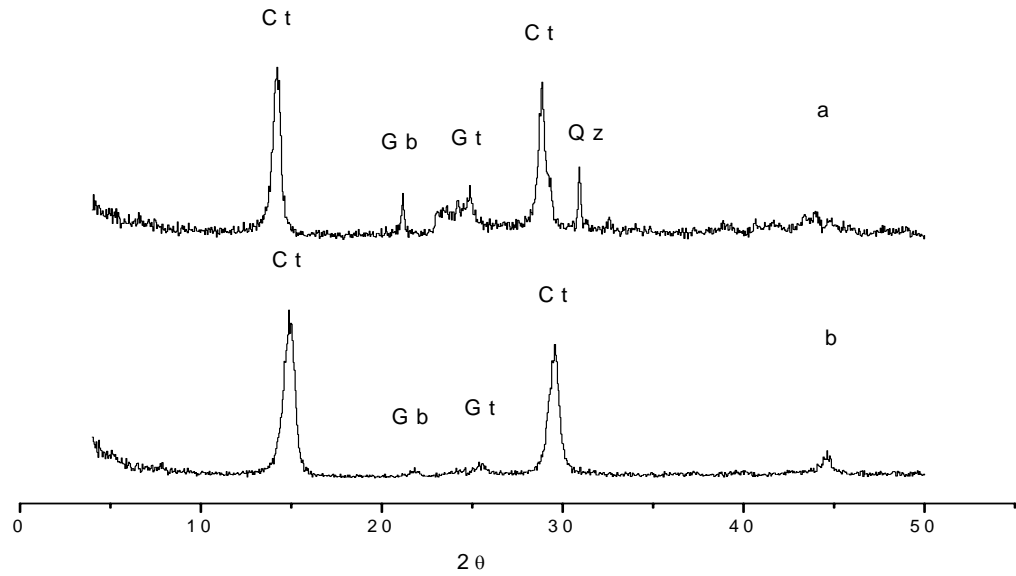
Característica	LVAd <sub>1</sub>	LVAd <sub>2</sub>	LVd	CXtb <sub>1</sub>	CXtb <sub>2</sub>	PVAe <sub>1</sub>	PVAe <sub>2</sub>
pH água 1:2,5	4,1	4,6	4,8	4,6	4,3	5,9	5,6
Mat. Orgânica dag kg <sup>-1</sup> (1)	3,1	3,9	3,1	2,3	7,5	1,4	3,6
P, mg dm <sup>-3</sup> (2)	2,1	1,2	1,7	2,3	4,9	1,1	3,4
K, mg dm <sup>-3</sup> (2)	50,0	9,0	11,0	66,0	49,0	140,0	133,0
Prem, mg L <sup>-1</sup> (3)	17,7	12,8	27,2	26,2	13,3	29,9	35,8
Zn, mg dm <sup>-3</sup> (2)	0,7	0,5	0,7	0,8	0,8	3,0	2,0
Fe, mg dm <sup>-3</sup> (2)	70,9	61,0	57,9	69,3	67,2	57,9	24,8
Mn, mg dm <sup>-3</sup> (2)	9,1	2,0	0,9	8,3	3,1	57,8	130,6
Cu, mg dm <sup>-3</sup> (2)	0,6	0,2	0,1	0,3	0,0	3,5	0,2
S, mg dm <sup>-3</sup> (4)	28,8	45,3	29,3	27,7	41,4	7,8	16,5
Ca <sup>2+</sup> , cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (5)	0,01	0,0	0,0	0,2	0,0	4,7	10,5
Mg <sup>2+</sup> , cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (5)	0,10	0,04	0,05	0,20	0,10	0,80	3,30
Al <sup>3+</sup> , cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (5)	1,70	1,20	0,90	0,90	2,00	0,0	0,0
H+Al, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (6)	8,30	9,70	8,00	7,00	15,30	3,20	6,50
SB, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,30	0,10	0,10	0,50	0,20	5,90	14,20
CTC a pH 7, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	8,60	9,80	8,10	7,50	15,50	9,10	20,70
CTCefetiva, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,00	1,30	1,00	1,30	2,30	5,90	14,20
V, %	2,9	0,9	1,5	6,3	1,50	65,0	68,60
m, %	87,4	92,8	87,9	64,9	89,8	0,0	0,0
Areia, % (7)	42,0	23,0	62,0	56,0	36,0	54,0	62,0
Silte, % (7)	7,0	7,0	4,0	10,0	9,0	11,0	13,0
Argila, % (7)	51,0	70,0	34,0	34,0	55,0	35,0	25,0
Equiv. de Umidade kg kg <sup>-1</sup> (7)	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30	0,20	0,2
Densidade do solo kg dm <sup>-3</sup> (8)	1,10	1,10	1,20	1,20	1,00	1,30	1,3

(1)Walkley-Black; (2)Mehlich-1; (3)Alvarez V. et al., (2000); (4)Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> em HOAC (5)KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; (6)Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (baseados em Defelipo & Ribeiro, 1997); (7)Ruiz, 2005; (8)Método da proveta



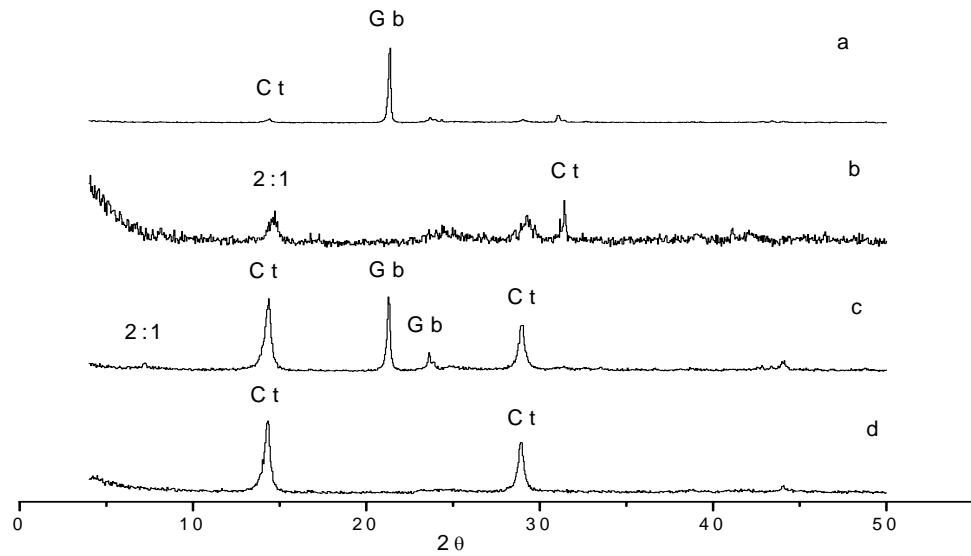
**Figura 1.** Difratoogramas de raios-X das frações texturais, (a) silte, (b) silte após ser levada a mufla por 2 h a 300 ° C e (c) argila referentes ao solo LVA<sub>1</sub>.

Mi: Mica; Ct: Caulinita; Gb: Gibbsita.

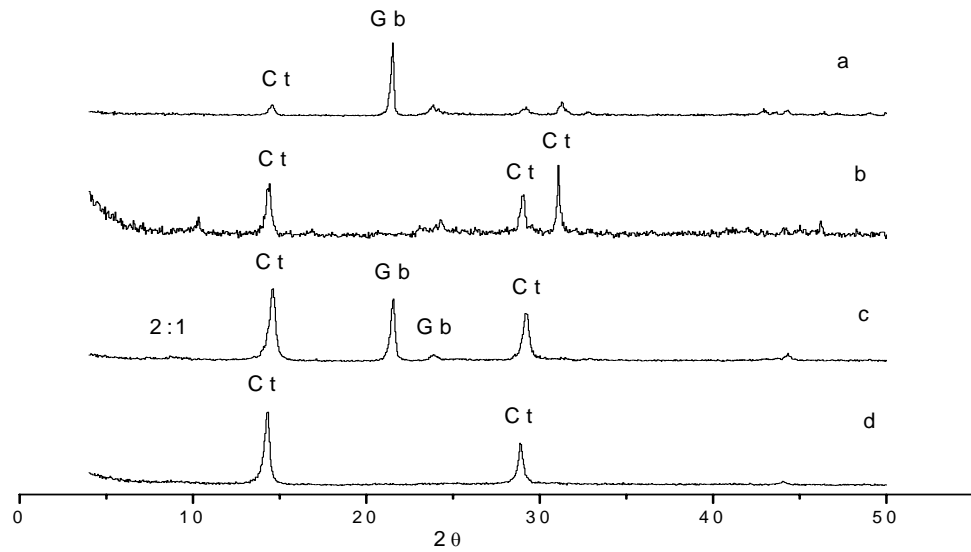


**Figura 2.** Difratoogramas de raios-X das frações texturais, (a) silte e (b) argila referentes ao solo LVA<sub>2</sub>.

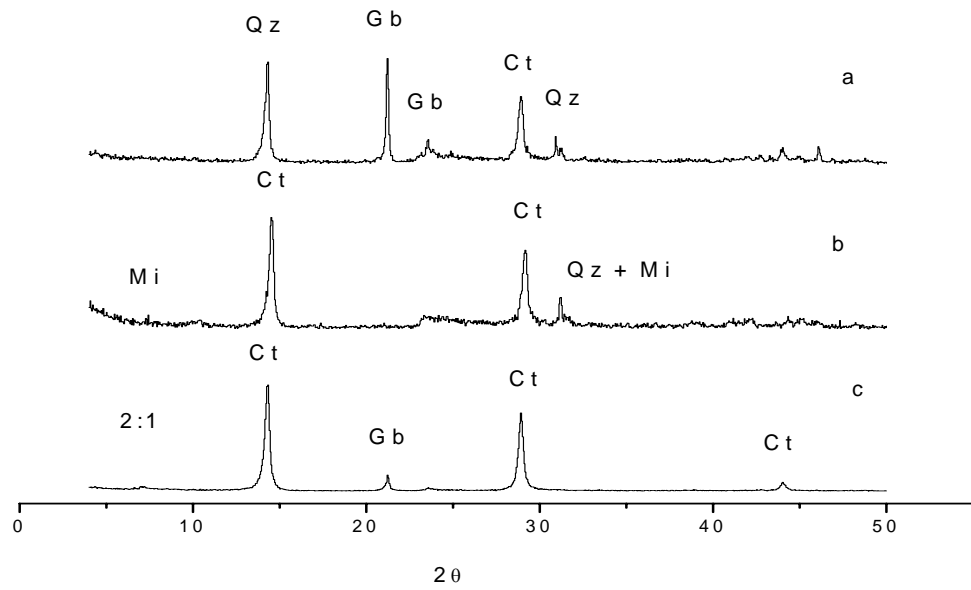
Qz: Quartzo; Ct: Caulinita; Gt: Goethita; Gb: Gibbsita.



**Figura 3.** Difratomogramas de raios-X das frações texturais, (a) silte, (b) silte após ser levada a mufla por 2 h a 300 °C, (c) argila e (d) argila após ser levada a mufla por 2 h a 300 °C referentes ao solo LVd.  
Ct: Caulinita; Gb: Gibbsita.

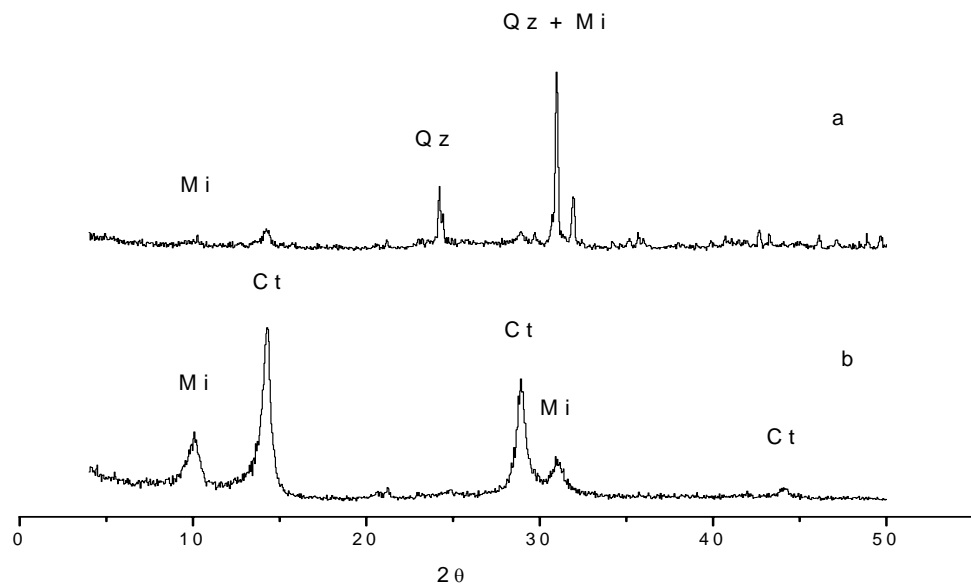


**Figura 4.** Difratomogramas de raios-X das frações texturais, (a) silte, (b) silte após ser levada a mufla por 2 h a 300 °C, (c) argila e (d) argila após ser levada a mufla por 2 h a 300 °C referentes ao solo CXtb<sub>1</sub>.  
Ct: Caulinita; Gb: Gibbsita.



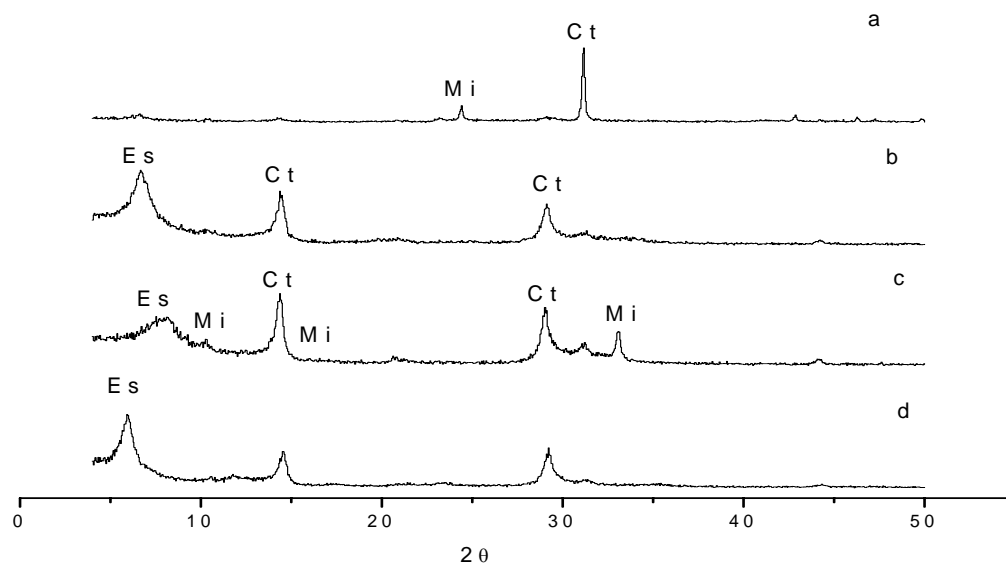
**Figura 5.** Difratoigramas de raios-X das frações texturais, (a) silte, (b) silte após ser levada a mufla por 2 h a 300 °C e (c) argila referentes ao solo CXTb<sub>2</sub>.

Qz: Quartzo; Ct: Caulinita; Gb: Gibbsita.



**Figura 6.** Difratoigramas de raios-X das frações texturais, (a) silte e (b) argila referentes ao solo PVAe<sub>1</sub>.

Qz: Quartzo; Mi: Mica; Ct: Caulinita.



**Figura 7.** Difratogramas de raios-X das frações texturais, (a) silte, (b) argila, (c) argila tratada com K e (d) argila tratada com glicerol referentes ao solo PVAd<sub>2</sub>.

Mi: Mica; Ct: Caulinite e Es: Esmeectita.

O teor de K total do solo não é um bom indicador da disponibilidade do nutriente a curto ou em médio prazo, uma vez que este não está totalmente disponível para as plantas, apenas uma pequena fração, correspondente ao K em solução e o trocável está disponível. Algumas formas de K poderão torna-se disponíveis para as plantas ao longo de seu ciclo de vida, por meio do intemperismo. Os teores de K total e os teores de formas disponíveis de K no solo na doze zero antes do início do experimento apresentaram grande variação (Quadro 3).

O K total variou de 36,9 mg dm<sup>-3</sup>, no solo LVAd<sub>2</sub>, a 13.377 mg dm<sup>-3</sup> no solo PVAd<sub>1</sub> (Quadro 3). Prezotti (1985) e Morais (1999) também encontraram ampla variação no teor de K total em solos de Minas Gerais. A variação observada do teor de K total nos solos estudados neste trabalho se deve aos seus materiais de origem (micas, feldspatos) e aos estádios de intemperismo sofrido por cada solo.

O LVAd<sub>1</sub> apresentou teor de K total de 2.353 mg dm<sup>-3</sup>, e pequena proporção (Quadro 3) em formas disponíveis para as plantas, indicando uma possível necessidade de aplicação de K via fertilizante para manutenção de um teor satisfatório do nutriente.

O LVAd<sub>2</sub>, solo intemperizado, possui um baixo teor de K total (Quadro 3), com virtual ausência de minerais potássicos primários, havendo predominância de caulinite e óxidos de ferro e alumínio (Figura 2).

Em todos os solos estudados, os teores de K extraídos por AN foram maiores do que os recuperados pelos outros extratores (Quadro 3). Considerando que tanto o AS quanto o AN extraem o K trocável e também uma fração do K não trocável, constata-se que a fração não trocável de K é a que mais contribuiu para o K extraído do PVAe<sub>1</sub> para esses dois extratores.

O teor de K extraído por AN no LVAd<sub>2</sub> representou a maior proporção do K total em comparação com os outros extratores (Quadro 3). O K disponível por M1 e M3, representou a menor proporção do K total de todos os solos (Quadro 3).

Apesar dos teores de K extraídos por AN e AS serem elevados no PVAe<sub>1</sub>, a proporção foi pequena (Quadro 3) se comparada com a do LVAd<sub>2</sub> e LVd, isso porque o PVAe<sub>1</sub> apresenta um teor elevado de K total quando comparado ao LVAd<sub>2</sub> e LVd.

A proporção do teor de K disponível extraído por M1, M3, AA, AS e AN, em relação ao K total nas amostras superficiais coletadas antes do sétimo cultivo na dose zero de K (Quadro 4) dos solos, foi menor para todos os solos se comparada com a obtida antes do primeiro cultivo (Quadro 3), indicando que, mesmo para os solos com elevada reserva de K total como o PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub>, não existiu liberação perceptível de formas de K menos disponíveis para formas mais disponíveis a fim de manter o equilíbrio do teor de K na solução do solo antes do primeiro cultivo.

O LVAd<sub>2</sub> apresentou maior proporção do teor de K disponível extraído por M1 nas amostras coletadas antes do sétimo cultivo (Quadro 4) em relação ao teor de K recuperado por esse extrator nas amostras coletadas no cultivo um (Quadro 3), provavelmente devido a alguma forma de K que passou a estar disponível. Para quatro dos sete solos estudados a proporção do teor de K disponível, extraído por M1 e M3, do K total, foi abaixo de 1 % (Quadro 4).

No PVAe<sub>1</sub>, a contribuição dos teores de K extraídos por AS e AN mantiveram-se constante, indicando que esse solo possui reserva considerável de K, por causa de seus minerais constituintes (Figura 6).

**Quadro 3.** Teores de potássio total e teores extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) nas amostras superficiais coletadas antes do primeiro cultivo na dose zero de potássio dos solos de Minas Gerais

Solo	K total	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> (%)-----						
LVA <sub>d1</sub>	2.352,8	39,3 (1,7) <sup>1</sup>	49,3 (2,1)	57,9 (2,5)	91,0 (3,9)	107,7 (4,6)
LVA <sub>d2</sub>	36,9	11,1 (30,1)	20,6 (55,8)	20,3 (55,0)	24,9 (67,5)	28,6 (77,5)
LV <sub>d</sub>	81,8	20,1 (24,6)	28,9 (35,3)	29,5 (36,1)	45,9 (56,1)	50,1 (61,2)
CX <sub>tb1</sub>	1.912,0	54,3 (2,8)	62,2 (3,3)	72,1 (3,8)	97,0 (5,1)	122,3 (6,4)
CX <sub>tb2</sub>	504,2	39,4 (7,8)	46,5 (9,2)	54,1 (10,7)	72,9 (14,5)	78,6 (15,6)
PVA <sub>e1</sub>	13.377,1	118,4 (0,9)	141,9 (1,1)	166,4 (1,2)	1.216,7 (9,1)	1.962,2 (14,7)
PVA <sub>e2</sub>	3.986,4	125,7 (3,2)	160,5 (4,0)	185,1 (4,6)	307,2 (7,7)	342,1 (8,6)

<sup>(1)</sup>Proporção do teor de potássio disponível extraído pelos cinco extratores nas amostras superficiais coletadas antes do primeiro cultivo em relação ao potássio total de cada solo.

**Quadro 4.** Teores de potássio total e teores extraídos por Mehlich-1 (M-1), Mehlich-3 (M-3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) nas amostras superficiais coletadas antes do sétimo cultivo na dose zero de potássio dos solos de Minas Gerais

Solo	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> (%)-----					
LVA <sub>d1</sub>	15,4 (0,7) <sup>1</sup>	12,0 (0,5)	15,0 (0,6)	56,7 (2,4)	78,0 (3,3)
LVA <sub>d2</sub>	13,7 (37,1)	9,3 (25,2)	13,1 (35,5)	21,2 (57,0)	21,0 (56,9)
LV <sub>d</sub>	13,8 (16,9)	8,1 (9,9)	17,9 (21,9)	32,7 (40,0)	38,0 (46,5)
CX <sub>tb1</sub>	17,1 (0,9)	12,7 (0,7)	13,1 (0,7)	60,2 (3,1)	84,0 (4,4)
CX <sub>tb2</sub>	13,6 (2,7)	11,3 (2,2)	12,0 (2,4)	41,2 (8,2)	43,0 (8,5)
PVA <sub>e1</sub>	26,7 (0,2)	27,6 (0,2)	31,6 (0,2)	1.133,3 (8,5)	1.790,0 (13,4)
PVA <sub>e2</sub>	19,7 (0,5)	19,3 (0,5)	22,4 (0,6)	164,7 (4,1)	197,0 (4,9)

<sup>(1)</sup>Proporção do teor de potássio disponível extraído pelos cinco extratores nas amostras superficiais coletadas antes do sétimo cultivo em relação ao potássio total de cada solo.

## 4.2 Respostas do milho à adubação potássica

Durante os setes cultivos, verificou-se que a produção de matéria seca das plantas de milho diminuiu (Quadro 5), pela menor disponibilidade de K, já que os demais nutrientes eram mantidos controlados e constantes em níveis adequados. No segundo cultivo não foi observado diminuição na produção de matéria seca, possivelmente pelo teor de K disponível, que permaneceu suficiente para manter a produção das plantas de milho nesse cultivo (Quadro 5).

As produções de matéria seca da parte aérea das plantas de milho variaram entre os solos em média para as doses de K adicionadas no cultivo um de 12,6 g/vaso solo LVd, a 20,3 g/vaso solo PV Ae<sub>2</sub>, e no cultivo sete de 0,9 g/vaso solo LV Ad<sub>2</sub>, a 4,4 g/vaso solo CX tb<sub>2</sub>, que apresentou menores valores de produção de matéria seca da parte aérea (Quadro 5). Possivelmente a capacidade de suprimento de K não se manteve adequada para sustentar a produção de matéria seca das plantas de milho. É provável também, que o teor de MO e as modificações das características físicas tenham se tornando limitantes para a produção ao longo dos cultivos. O solo PV Ae<sub>2</sub>, teve uma queda acentuada da produção de matéria seca a partir do quarto cultivo (Quadro 5), devido a menor disponibilidade de K, já que os demais nutrientes eram sempre fornecidos antes dos cultivos e durante eles.

Ricci (1987), cultivando sorgo (*Sorghum bicolor* L.) durante cinco cultivos em dez solos de Minas Gerais, observou que a produção de matéria seca caiu do primeiro ao último cultivo cerca de 77,6 %. Já Morais (1999), estudando a exaustão do K em 10 solos do Estado de Minas Gerais, em dois cultivos sucessivos, tendo o milho como planta indicadora, notou que entre o solo de maior produção de matéria seca e o de menor observou-se em média diferença de 40 % no primeiro cultivo, no segundo de 36 %.

**Quadro 5.** Produção de matéria seca da parte aérea de plantas de milho ao longo de sete cultivos

Solo	Dose de K mg dm <sup>-3</sup>	Cultivo							Σ
		1	2	3	4	5	6	7	
LVAd <sub>1</sub>	0	10,6	7,7	5,2	6,6	4,3	1,3	1,2	36,9
	50	14,3	14,8	6,0	9,4	3,8	2,5	1,3	52,1
	100	22,0	15,7	7,1	8,0	4,7	2,9	1,0	61,4
	200	22,3	21,2	8,4	10,9	3,2	5,2	0,9	72,1
	300	23,8	27,6	10,2	12,2	2,1	4,4	1,1	81,4
	500	24,3	32,8	15,0	15,5	4,7	4,9	2,4	99,6
	<b>Média</b>	<b>19,6</b>	<b>20,0</b>	<b>8,7</b>	<b>10,4</b>	<b>3,8</b>	<b>3,5</b>	<b>1,3</b>	<b>67,3</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	2,8	3,7	4,9	9,5	4,9	2,0	0,5	28,3
	50	16,1	7,2	8,0	9,5	2,7	3,5	0,9	47,9
	100	13,6	14,4	6,5	11,1	3,7	3,8	0,8	53,9
	200	19,3	18,7	8,3	13,0	2,6	4,7	0,8	67,4
	300	15,8	25,5	14,0	16,0	3,1	5,1	1,1	80,6
	500	15,4	33,5	14,4	18,9	4,3	3,7	1,2	91,4
	<b>Média</b>	<b>13,8</b>	<b>17,2</b>	<b>9,4</b>	<b>13,0</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>0,9</b>	<b>61,6</b>
LVd	0	5,7	5,1	3,5	2,8	3,1	1,3	1,3	22,8
	50	11,4	12,1	4,3	7,5	2,9	1,4	1,5	41,1
	100	13,1	14,4	4,6	10,8	2,8	1,4	0,9	48,0
	200	12,5	26,6	11,0	10,1	3,4	1,5	1,0	66,1
	300	16,7	29,5	13,8	13,8	2,7	3,7	1,4	81,6
	500	16,0	30,7	16,8	12,4	3,9	2,7	1,4	83,9
	<b>Média</b>	<b>12,6</b>	<b>19,7</b>	<b>9,0</b>	<b>9,6</b>	<b>3,1</b>	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>	<b>57,3</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	13,0	11,3	3,1	7,8	2,6	1,3	0,8	39,9
	50	15,5	16,2	4,8	9,7	1,3	1,7	0,6	49,8
	100	16,3	20,9	5,9	8,5	2,5	2,4	0,9	57,4
	200	16,2	22,3	10,9	13,4	2,2	2,0	1,4	68,4
	300	18,1	20,9	11,4	13,1	2,0	3,0	0,9	69,4
	500	12,8	27,8	16,9	22,7	5,0	4,6	1,0	90,8
	<b>Média</b>	<b>15,3</b>	<b>19,9</b>	<b>8,8</b>	<b>12,5</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>0,9</b>	<b>62,6</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	8,9	6,1	10,7	12,0	6,4	3,8	5,3	53,2
	50	11,3	19,2	13,5	17,3	5,3	5,3	5,1	77,0
	100	13,2	19,5	13,1	17,9	5,5	3,9	3,8	76,9
	200	17,0	28,0	17,2	20,4	6,0	5,8	3,6	98,0
	300	11,8	26,8	20,8	21,3	5,5	5,9	4,0	96,1
	500	15,9	28,4	22,7	21,6	8,2	8,7	4,6	110,1
	<b>Média</b>	<b>13,0</b>	<b>21,3</b>	<b>16,3</b>	<b>18,4</b>	<b>6,2</b>	<b>5,6</b>	<b>4,4</b>	<b>85,2</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	18,7	20,9	15,2	18,4	9,6	6,5	3,6	92,9
	50	21,2	18,3	15,9	21,4	11,0	8,2	3,3	99,3
	100	22,3	24,2	14,8	22,8	9,4	7,5	1,7	102,7
	200	18,9	25,5	16,4	27,0	13,2	10,3	2,7	114,0
	300	16,2	24,8	18,7	27,3	16,9	9,5	3,8	117,2
	500	24,0	25,6	20,3	26,5	16,3	12,7	5,5	130,9
	<b>Média</b>	<b>20,2</b>	<b>23,2</b>	<b>16,9</b>	<b>23,9</b>	<b>12,7</b>	<b>9,1</b>	<b>3,4</b>	<b>109,5</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	17,1	23,1	11,9	14,5	5,2	3,2	1,9	76,9
	50	20,9	21,4	12,9	15,0	4,1	3,8	2,1	80,2
	100	21,6	26,1	13,0	18,4	3,9	4,2	2,4	89,6
	200	21,2	31,5	17,5	19,7	5,4	4,9	2,5	102,7
	300	20,9	31,5	20,9	20,6	6,5	5,6	3,1	109,1
	500	19,8	35,4	22,8	25,2	8,5	6,4	3,0	121,1
	<b>Média</b>	<b>20,3</b>	<b>28,2</b>	<b>16,5</b>	<b>18,9</b>	<b>5,6</b>	<b>4,7</b>	<b>2,5</b>	<b>96,6</b>
<b>Média/Cult.</b>	<b>16,4</b>	<b>21,4</b>	<b>12,2</b>	<b>15,3</b>	<b>5,4</b>	<b>4,5</b>	<b>2,1</b>	<b>77,1</b>	

### 4.3 Teores de potássio recuperados pelos cinco extratores

O extrator AN recuperou os maiores teores de K nas amostras superficiais coletadas antes do primeiro cultivo dos sete solos (Quadro 6), seguido pelo AS, AA, M3 e M1.

Os teores iniciais de K recuperado nos solos (Quadro 6) oscilaram pelo M1 de 159,8 a 273,3 mg dm<sup>-3</sup>; pelo M3, de 192,7 a 325,9 mg dm<sup>-3</sup>; já para o AA, de 202,1 a 379,3 mg dm<sup>-3</sup>; o AS, de 190,6 a 1.338,8 mg dm<sup>-3</sup> e AN, de 190,1 mg dm<sup>-3</sup> a 2.158,5 mg dm<sup>-3</sup>.

A superioridade de extração do K (Quadro 6) pelos extratores AS e AN em relação aos demais pode ser explicada pelo fato desses dois possuírem maior força de extração, em razão em parte à elevação da temperatura durante o processo de extração. A concentração do AN é quatro vezes maior do que a do AS, propiciando a recuperação dos maiores teores de K (Quadro 6). Prezotti (1985) observou em 13 solos de Minas Gerais que os teores de K recuperados pelo extrator AN foram superiores se comparados com os teores obtidos por AS. Esse autor relatou que a superioridade do AN em extrair K, está no seu maior poder acidificante e oxidante.

O PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub> apresentaram os maiores teores de K recuperado pelos cinco extratores (Quadro 6), por possuírem as maiores reservas de K (Quadro 3). O teor de K extraído em média por AA foi maior que o recuperado por AN no solo LVA<sub>d2</sub> (Quadro 6), sugerindo que a fração trocável seja maior que a não trocável nesse solo. Dados como esses põem em dúvida o poder de extração de uma parte da fração não trocável de K por AN, nas condições de solos intemperizados. Alguns autores encontraram resultados semelhantes, em que a extração do K por AA foi superior a do AS e AN 1 mol L<sup>-1</sup> fervente (Prezotti, 1985, Oliveira et al., 1971).

A classificação de K do solo em trocável e não trocável, de acordo com Fernandes et al. (1993), em certas condições não se mostrou adequada. Um desses casos é quando a fração não trocável é menor que a trocável, indicando que a extração com o AN fervente pode não ser o melhor método para avaliar a reserva de K em certos solos em que a fração não trocável de K é menor que a trocável.

A presença de K em micas resistentes ao intemperismo nas frações silte e argila de alguns solos pode contribuir para que a extração de K por AA seja maior do que a extraída pelo AN. Segundo Rich (1968), as micas podem estar revestidas por uma camada de Al<sup>3+</sup>, que impediria a intemperização do mineral. Assim, quando se

realiza a extração com o AA ocorre a precipitação do  $Al^{3+}$ , liberando o K contido nas entrecamadas que se encontrava anteriormente complexado.

As formas de K trocável e K em solução são consideradas bons índices para avaliar a capacidade de suprimento, em curto prazo, do nutriente em questão, nos solos. Para a avaliação da capacidade a médio e a longo prazo, é necessário o conhecimento da reserva de K dos solos, representada pela forma não trocável. Dentre os extratores estudados (Quadro 6) o que melhor indica as formas de K trocável é o AA. Esse extrator pode ser considerado padrão para determiná-la.

O AA possui elevada concentração de  $NH_4^+$ , possibilitando que ele retire todo o  $K^+$  (e os demais cátions) presente na superfície das argilas, saturando a micela dos solos com o  $NH_4^+$ . Com isso, os teores de K extraídos por AA são bem maiores que os do M1 e do M3 (Quadro 6).

O M1 extrai o K devido a sua acidez que promove o deslocamento dos cátions adsorvidos ( $K^+$ ). A troca do  $H^+$  pelo  $K^+$  é o principal fenômeno da extração de K por M1. Os menores teores de K recuperado dos solos em estudo foram obtidos com esse extrator (Quadro 6).

O extrator M3 é menos ácido que o M1, ele extrai o K dos solos complexando-o por meio da ação do EDTA e também por troca iônica pelo  $NH_4^+$ . O M3 consegue extrair mais K que o M1 (Quadro 6), talvez por ter maior força de extração, já que possui maior concentração de  $H^+$  e  $NH_4^+$ , propiciando a este extrator maior capacidade em retirar K em comparação ao M1. Esses dois extratores (M1 e M3) não possuem a capacidade de extrair todo o K trocável do solo, eles fornecem apenas o K disponível (K solução + uma fração do K trocável).

**Quadro 6.** Teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) de amostras superficiais coletadas antes do primeiro cultivo, em função das doses adicionadas deste nutriente nos solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
LVAd <sub>1</sub>	0	39,3	49,3	57,9	91,0	107,7
	50	88,6	102,7	116,2	148,0	163,1
	100	133,2	146,1	159,3	196,1	209,9
	200	216,6	248,6	282,3	313,2	327,3
	300	279,8	311,3	351,4	388,3	401,2
	500	496,9	550,9	552,6	619,5	651,9
	<b>Média</b>	<b>209,1</b>	<b>234,8</b>	<b>253,3</b>	<b>292,7</b>	<b>310,2</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	11,1	20,6	20,3	24,9	28,6
	50	33,3	45,0	50,4	48,9	54,1
	100	112,4	124,3	141,9	133,0	133,9
	200	183,4	203,0	251,2	232,1	230,4
	300	248,2	269,7	289,3	277,1	274,4
	500	370,3	606,3	459,6	427,3	419,0
	<b>Média</b>	<b>159,8</b>	<b>211,5</b>	<b>202,1</b>	<b>190,6</b>	<b>190,1</b>
LVd	0	20,1	28,9	29,5	45,9	50,1
	50	66,5	73,8	88,2	100,0	101,9
	100	97,5	103,9	121,2	130,0	133,9
	200	164,7	169,4	202,4	199,1	207,0
	300	279,9	294,8	332,6	346,2	353,9
	500	448,3	485,4	547,0	520,4	1.002,8
	<b>Média</b>	<b>179,5</b>	<b>192,7</b>	<b>220,2</b>	<b>223,6</b>	<b>308,3</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	54,3	62,2	72,1	97,0	122,3
	50	109,6	117,2	135,6	151,0	186,5
	100	152,8	170,7	193,4	199,1	236,2
	200	266,4	271,0	320,3	310,2	321,8
	300	358,3	380,4	431,5	397,3	454,7
	500	589,7	604,6	665,1	598,5	1.134,6
	<b>Média</b>	<b>255,2</b>	<b>267,7</b>	<b>303,0</b>	<b>292,2</b>	<b>409,4</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	39,4	46,5	54,1	72,9	78,6
	50	67,6	80,9	93,2	118,0	125,2
	100	100,5	114,1	130,5	166,0	168,9
	200	187,2	201,6	232,3	280,1	280,4
	300	242,8	265,2	288,8	352,2	354,1
	500	380,8	391,3	450,2	514,4	544,0
	<b>Média</b>	<b>169,7</b>	<b>183,3</b>	<b>208,2</b>	<b>250,6</b>	<b>258,5</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	118,4	141,9	166,4	1.216,7	1.962,2
	50	152,7	184,1	212,4	1.276,8	2.140,5
	100	200,5	239,9	268,8	1.312,8	2.128,6
	200	195,6	259,2	301,7	1.360,9	2.236,1
	300	306,7	360,1	407,7	1.348,8	2.223,9
	500	445,9	508,4	581,0	1.517,0	2.259,8
	<b>Média</b>	<b>236,6</b>	<b>282,3</b>	<b>323,0</b>	<b>1.338,8</b>	<b>2.158,5</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	125,7	160,5	185,1	307,2	342,1
	50	177,9	216,1	276,2	376,3	410,1
	100	220,0	262,1	297,4	415,3	457,6
	200	258,8	317,3	366,8	469,4	472,6
	300	346,2	400,7	469,1	544,4	636,9
	500	511,3	598,8	680,9	742,6	1.379,4
	<b>Média</b>	<b>273,3</b>	<b>325,9</b>	<b>379,3</b>	<b>475,9</b>	<b>616,5</b>
	<b>Média/Mét.</b>	<b>211,9</b>	<b>242,6</b>	<b>269,9</b>	<b>437,8</b>	<b>607,4</b>

Os teores de K obtidos pelos extratores das amostras superficiais coletadas antes do cultivo sete (Quadro 7) foram menores se comparados com os das amostras coletadas antes do primeiro (Quadro 6), sendo essa queda da disponibilidade de K nas amostras dos solos indicada pelos extratores (Quadro 7) a principal causa da diminuição da produção de matéria seca das plantas de milho ao longo dos cultivos (Quadro 5).

Os teores de K disponível (extratores M1 e M3, Quadro 7) são menores nos solos mais intemperizados (LVAd<sub>2</sub> e LVd) em comparação com os menos intemperizados (PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub>). Para o extrator AN - que retira do solo a fração trocável e uma parte da não trocável - os teores foram menores para as amostras coletadas antes do sétimo cultivo (Quadro 7) se comparados com as coletadas antes do primeiro (Quadro 6). Porém, o solo PVAe<sub>1</sub>, que possui a maior reserva de K, continuou apresentando elevados teores de K recuperado por AN (Quadro 7) mesmo após ser cultivado sucessivamente durante sete cultivos, entretanto a produção de matéria seca não acompanhou esses teores.

Mielniczuk & Selbach (1978) avaliaram a capacidade de suprimento de K de seis solos do Rio Grande do Sul mediante cultivos sucessivos. Esses autores observaram que os teores de K trocável e K extraído com o AN 1 mol L<sup>-1</sup> fervente decresceram acentuadamente com os cultivos. Isso evidencia a rápida depressão do K dos solos comprovando que suas reservas de K, a médio prazo, são baixas, embora muitas vezes em estado natural esses solos possuam alta disponibilidade imediata. Fato semelhante não é observado em solos menos intemperizados, nos quais há maior resistência à modificação do K trocável por cultivos sucessivos. Este parece ser o caso dos solos do Ceará, estudados por Crisóstomo & Castro (1970), os quais apresentaram alta liberação de formas não trocáveis de K, mantendo assim, nível satisfatório de K trocável, ao longo dos cultivos.

O simples conhecimento da disponibilidade imediata de K representada pelas formas disponível (extratores M1 e M3) e trocável (extrator AA) não é suficiente para avaliar o grau de resistência dos solos ao esgotamento de K, já que tais formas são facilmente exauridas (Quadro 6 e 7). Desse modo, há a necessidade de estudo das formas não trocáveis por meio de extratores que podem acessá-las, como por exemplo, o AS e AN.

O extrator M3 obteve os menores teores de K recuperado e o AN os maiores em se tratando das amostras coletadas antes do sétimo cultivo, porque o primeiro

extrator não possui capacidade de extrair formas não trocáveis de K como consegue o AN (Quadro 7).

Os teores de K recuperado nas amostras coletadas antes do cultivo sete pelos extratores M1, M3, AA, AS e AN (Quadro 7) variaram em média 9,4 a 27,1; 4,2 a 28,1; 6,5 a 31,8; 21,5 a 1.170,0; 16,2 a 1.825, mg dm<sup>-3</sup> respectivamente.

O extrator AN extraiu 1.384, 1.540, 1.311 e 126 % a mais de K que o M1, M3, AA e o AS no último cultivo, respectivamente. Houve aumento da percentagem de extração do K no solo pelo extrator AN quando comparado com os demais extratores do primeiro para o sétimo cultivo (Quadros 6 e 7). Isso ocorreu porque as extrações de K no solo PVAe<sub>1</sub> se mantiveram praticamente constantes durante a realização dos cultivos, indicando que esse solo possui teores elevados de K não trocável.

O K determinado por M1, M3 e AA é considerado a principal fração desse nutriente que participa na nutrição das plantas. Verificou-se que os teores de K recuperado por esses três extratores nas amostras dos solos estudados (Quadro 7) foram insuficientes para manter a produção de matéria seca. Entretanto, parte dos teores de K extraídos por AS e AN nessas mesmas amostras (Quadro 7) podem ter sido utilizadas pelas plantas de milho durante os cultivos sucessivos. Como esses dois extratores retiram do solo o K trocável e uma fração do não trocável, supõe-se que frações de K não trocável estejam participando da nutrição das plantas de milho, como foi observado em estudos anteriores (Crisóstomo & Castro, 1970; Oliveira et al., 1971; Mielniczuk & Selbach, 1978).

**Quadro 7.** Teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente(AS) e pelo Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) de amostras superficiais coletadas antes do sétimo cultivo, em função das doses adicionadas deste nutriente nos solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
LVAd <sub>1</sub>	0	15,4	12,0	15,0	56,7	78,0
	50	13,2	9,0	11,9	52,2	78,0
	100	13,4	9,3	12,5	51,2	77,0
	200	13,1	10,0	11,3	55,7	80,0
	300	13,5	10,0	11,3	52,7	79,0
	500	14,6	10,5	11,9	54,7	79,0
	<b>Média</b>	<b>13,9</b>	<b>10,1</b>	<b>12,3</b>	<b>53,9</b>	<b>78,5</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	13,7	9,3	13,1	21,2	21,0
	50	9,4	4,4	7,0	16,2	16,0
	100	7,8	2,7	4,5	14,2	14,0
	200	7,3	2,0	3,2	12,2	13,0
	300	8,5	3,2	5,7	14,7	15,0
	500	9,4	3,5	5,7	50,2	18,0
	<b>Média</b>	<b>9,4</b>	<b>4,2</b>	<b>6,5</b>	<b>21,5</b>	<b>16,2</b>
LVd	0	13,8	8,1	17,9	32,7	38,0
	50	14,8	9,8	13,1	40,7	39,0
	100	8,1	2,7	5,1	30,2	32,0
	200	7,8	2,5	3,8	31,2	30,0
	300	10,1	3,9	5,7	33,2	33,0
	500	13,5	7,3	8,8	35,2	38,0
	<b>Média</b>	<b>11,4</b>	<b>5,7</b>	<b>9,1</b>	<b>33,9</b>	<b>35,0</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	17,1	12,7	13,1	60,2	84,0
	50	16,2	11,2	12,5	61,2	89,0
	100	17,1	10,5	10,7	65,2	88,0
	200	21,9	16,6	17,5	64,2	95,0
	300	15,4	9,8	11,9	58,7	86,0
	500	19,6	13,2	13,8	64,7	92,0
	<b>Média</b>	<b>17,9</b>	<b>12,3</b>	<b>13,3</b>	<b>62,4</b>	<b>89,0</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	13,6	11,3	12,0	41,2	43,0
	50	12,2	8,8	11,3	32,7	41,0
	100	9,7	5,6	5,7	27,7	38,0
	200	9,5	5,4	6,9	29,2	39,0
	300	11,0	7,3	8,8	30,7	40,0
	500	16,2	12,2	15,7	36,2	47,0
	<b>Média</b>	<b>12,0</b>	<b>8,4</b>	<b>10,1</b>	<b>33,0</b>	<b>41,3</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	26,7	27,6	31,6	1.133,3	1.790,0
	50	25,2	26,2	36,5	1.153,3	1.840,0
	100	25,7	25,2	26,1	1.183,3	1.800,0
	200	26,4	27,4	29,2	1.183,3	1.870,0
	300	27,4	28,9	31,1	1.193,3	1.840,0
	500	30,9	33,3	36,1	1.173,3	1.810,0
	<b>Média</b>	<b>27,1</b>	<b>28,1</b>	<b>31,8</b>	<b>1.170,0</b>	<b>1.825,0</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	19,7	19,3	22,4	164,7	197,0
	50	19,3	18,8	22,4	165,2	195,0
	100	18,9	19,8	22,4	154,2	198,0
	200	18,8	21,5	26,2	178,7	203,0
	300	22,8	23,5	29,1	169,2	216,0
	500	22,3	23,9	28,6	168,2	203,0
	<b>Média</b>	<b>20,3</b>	<b>21,1</b>	<b>25,2</b>	<b>166,7</b>	<b>202,0</b>
<b>Média/Mét.</b>	<b>16,0</b>	<b>12,9</b>	<b>15,5</b>	<b>220,2</b>	<b>326,7</b>	

#### 4.4 Doses recomendáveis e níveis críticos de potássio

As equações de produção de matéria seca da parte aérea das plantas de milho no primeiro, e no acumulado do cultivo um ao sete em função das doses de K adicionadas nas amostras superficiais dos solos indicaram que o melhor modelo ajustado para o primeiro cultivo foi na maioria dos solos o de raiz quadrático (Quadro 8). Para o PVAe<sub>1</sub> até o acumulado do cultivo três não foi possível o ajuste de nenhum modelo estatístico, já que esse solo não respondeu às doses de K adicionadas, já que esse solo possui altos teores de K total e de K não trocável (Quadro 3).

O elevado teor inicial de K disponível (Quadro 2) presente no solo PVAe<sub>1</sub>, provavelmente, fez com que não existisse resposta à adubação potássica no primeiro cultivo e no acumulado até o terceiro (Quadro 8), fazendo com que a princípio ocorresse um “consumo de luxo” por parte das plantas cultivadas nesse solo. O mesmo foi observado por Moraes (1999), que estudou a exaustão de K em amostras de solos de Minas Gerais cultivados com milho, constatando nos solos com elevados teores de K disponível a falta de ajuste de modelo estatístico de produção de matéria seca em função das doses de K adicionadas.

Quando as doses máximas estimadas de K caíram dentro do espaço experimental, calculou-se a dose de máxima eficiência física e a dose para se obter 90 % da produção máxima. A produção de máxima eficiência econômica foi simulada considerando a de 90 % da máxima produção física (Quadro 6). Entretanto, quando a dose máxima ficou fora do espaço experimental, estimou-se a produção com a maior dose de K, e como dose recomendável a necessária para produzir 90 % da produção estimada com a maior dose.

Levando em conta a dose zero no primeiro cultivo (Quadro 8), O LVAd<sub>2</sub> apresentou a menor produção de matéria seca 3,0 g/vaso, e o PVAe<sub>1</sub> obteve a maior produção 20,2 g/vaso. Já a dose recomendada para atingir 0,9  $\hat{y}$  máx. variou de 0,0 a 218,0 mg dm<sup>-3</sup> de K para o cultivo um (Quadro 8). A recomendação de não aplicar K no PVAe<sub>1</sub> foi feita pois as plantas de milho cultivadas nele não responderam às doses de K. Por outro lado o LVAd<sub>2</sub> apresentaria uma produção de matéria seca cinco vezes maior se for aplicada a dose recomendada de 218,0 mg dm<sup>-3</sup> no primeiro cultivo (Quadro 8).

Os modelos com melhores ajustes para a produção de matéria seca acumulada dos cultivos um e dois foram o linear, o quadrático e o raiz quadrático (Quadro 8). Analisando as produções de matéria seca acumulada dos dois primeiros cultivos, o LVAd<sub>2</sub> continuou apresentando a menor produção na dose zero de K (Quadro 8), uma vez que esse solo possui a mineralogia mais pobre (Figura 2) dentre todos os solos estudados. Os que apresentam as maiores produções de matéria seca acumulada na dose zero de K para os dois primeiros cultivos com milho foram o CXtb<sub>1</sub> e o PV Ae<sub>2</sub> (Quadro 8).

Considerando a produção de matéria seca acumulada das plantas de milho dos cultivos um, dois e três (Quadro 8) para o PV Ae<sub>1</sub>, não foi ajustado nenhum modelo estatístico. Já para os demais solos, os modelos, linear, raiz quadrático e quadrático obtiveram excelentes ajustes (Quadro 8). O fato das plantas cultivadas no PV Ae<sub>1</sub> não responderem à adubação potássica no acumulado dos três primeiros cultivos (Quadro 8), provavelmente, deve-se à ocorrência de “consumo de luxo” por parte delas em relação ao nutriente K. A produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. no acumulado do cultivo um ao três ficou entre 51,5 a 88,1 g/vaso, já as doses recomendáveis de K para o acumulado dos três primeiros cultivos variaram de 238,5 a 394,4 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 8).

Apesar de possuir altos teores de K total (Quadro 3), o PV Ae<sub>2</sub>, necessitou da maior dose recomendada para atingir a maior produção acumulada de 0,9  $\hat{y}$  máx. no acumulado até o terceiro cultivo (Quadro 8) dando a entender que possivelmente grande parte do K existente nesse solo, não estava disponível para as plantas de milho que foram cultivadas nele.

Em média das produções acumuladas, houve um aumento de 26,9 % da produção de matéria seca do acumulado do primeiro ao quarto cultivo se comparado com o primeiro ao terceiro cultivo (Quadro 8), indicando a existência de um incremento na produção de matéria seca das plantas de milho. A produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. ficou entre 71,2 a 113,8 g/vaso e as doses recomendáveis de K para o acumulado dos cultivos um, dois, três e quatro variaram de 270,5 a 395,6 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 8).

As equações de produção de matéria seca acumulada até o quinto cultivo (Quadro 8) indicaram os modelos linear, quadrático e raiz quadrático. A menor produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. acumulada até o quinto cultivo (Quadro 8) ocorreu no solo CXtb<sub>1</sub> (75,4 g/vaso), necessitando de 377,7 mg dm<sup>-3</sup> de K para atingi-la. Já a maior

produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. acumulada ocorreu no PV<sub>Ae1</sub> (118,8 g/vaso), com uma dose correspondente de 392,9 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 8). A produção de matéria seca acumulada do quinto cultivo aumentou 7,5 % se comparada com a acumulada do quarto cultivo (Quadro 8). Essa menor percentagem ocorreu, porque no quinto cultivo, as produções já eram bem mais baixas (Quadro 5).

Todos os solos estudados apresentaram ajustes das equações de produção de matéria seca acumulada do primeiro ao sexto cultivo (Quadro 8). A produção acumulada de 0,9  $\hat{y}$  máx. do primeiro cultivo ao sexto foi 4,4 % maior do que a do primeiro ao quinto cultivo (Quadro 8). O baixo incremento na produção acumulada até o sexto cultivo (Quadro 8) ocorreu, porque individualmente, no sexto cultivo a produção de matéria seca foi menor (Quadro 5).

Ajustou-se equações de produção acumulada até o cultivo sete (Quadro 8) para todos os solos. A produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. variou de 79,0 a 418,8 g/vaso e a dose recomendada de K ficou entre 285,8 e 437,1 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 8).

**Quadro 8.** Equações de produção de matéria seca de plantas de milho (y, g/vaso), em função das doses de potássio adicionadas (x, mg dm<sup>-3</sup>) nos solos de Minas Gerais, 90 % da produção máxima e doses recomendáveis (DR) para as amostras superficiais coletadas no primeiro cultivo e produção acumulada do cultivo um ao sete

Solo	1º Cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx.	DR
			g/vaso	mg dm <sup>-3</sup>
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 9,9 + 1,2249^{**} x^{0,5} - 0,0254^{ns} x$	0,906	22,2	203,3
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 3,0 + 1,4474^{**} x^{0,5} - 0,0328^o x$	0,982	14,5	209,1
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 5,8 + 0,8492^{**} x^{0,5} - 0,0174^{ns} x$	0,925	14,6	218,0
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 13,3 + 0,0344^A x - 0,00007^A x^2$	0,873	15,8	87,5
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 8,8 + 0,5340^A x^{0,5} - 0,0112^{ns} x$	0,607	13,7	148,6
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 20,2$	-	20,2	0,0
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 17,1 + 0,7977^A x^{0,5} - 0,0358^{ns} x$	0,999	19,4	11,4
Acumulado do 1º ao 2º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 17,6 + 1,9745^{***} x^{0,5} - 0,0077^{ns} x$	0,989	52,1 <sup>(1)</sup>	355,9
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 6,1 + 2,1136^{***} x^{0,5} - 0,0004^{ns} x$	0,994	47,8 <sup>(1)</sup>	393,0
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 12,4 + 0,1802^{***} x - 0,0002^{***} x^2$	0,990	47,7	287,7
CX <sub>tb1</sub>	$y = 26,8 + 0,0825^{**} x - 0,0001^* x^2$	0,869	39,4	203,2
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 19,5 + 0,1440^{***} x - 0,0002^{***} x^2$	0,834	40,9	209,3
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 43,4$	-	43,4	0,0
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 40,1 + 0,0648^{**} x$	0,974	65,3 <sup>(1)</sup>	388,1
Acumulado do 1º ao 3º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 25,9 + 0,1702^{***} x - 0,0002^{***} x^2$	0,985	55,9	249,3
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 14,5 + 0,2010^{***} x - 0,0002^{**} x^2$	0,978	58,5	322,2
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 14,7 + 0,2260^{***} x - 0,0003^{***} x^2$	0,993	51,5	238,5
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 26,9 + 1,6775^{**} x^{0,5} - 0,01431^{ns} x$	0,987	51,5 <sup>(1)</sup>	296,2
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 25,4 + 2,8627^{***} x^{0,5} - 0,0447^* x$	0,960	64,1	376,3
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 60,3$	-	60,3	0,0
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 51,5 + 0,0927^{***} x$	0,993	88,1	394,4
Acumulado do 1º ao 4º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 29,8 + 1,9977^{***} x^{0,5} + 0,0271^{ns} x$	0,988	79,2 <sup>(1)</sup>	382,3
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 23,4 + 0,2241^{***} x - 0,0002^{**} x^2$	0,985	77,6	352,7
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 18,8 + 0,2804^{***} x - 0,0003^{***} x^2$	0,994	75,9	299,7
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 35,2 + 1,3801^* x^{0,5} + 0,02613^{ns} x$	0,982	71,2 <sup>(1)</sup>	366,7
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 37,4 + 3,6985^{***} x^{0,5} - 0,0626^* x$	0,970	82,8	303,3
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 76,1 + 0,0424^{***} x$	0,887	87,6	270,5
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 65,9 + 0,1211^{***} x$	0,986	113,8	395,6

Continua...

Quadro 8, cont

Solo	Acumulado do 1º ao 5º cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx. g/vaso	DR mg dm <sup>-3</sup>
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 34,4 + 1,8235^{**} x^{0,5} + 0,0337^{\circ} x$	0,998	82,8 <sup>(1)</sup>	380,9
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 25,2 + 1,8997^{*} x^{0,5} + 0,0483^{ns} x$	0,985	82,6 <sup>(1)</sup>	401,4
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 21,9 + 0,2780^{***} x - 0,0003^{***} x^2$	0,995	77,7	293,7
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 37,8 + 1,1265^{*} x^{0,5} + 0,0415^{\circ} x$	0,977	75,4 <sup>(1)</sup>	377,7
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 43,8 + 3,4352^{***} x^{0,5} - 0,0479^{ns} x$	0,969	94,9	442,0
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 85,8 + 0,0581^{***} x$	0,948	103,4 <sup>(1)</sup>	302,3
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 70,4 + 0,1232^{***} x$	0,979	118,8 <sup>(1)</sup>	392,9
Acumulado do 1º ao 6º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 35,5 + 2,1050^{***} x^{0,5} + 0,0290^{ns} x$	0,999	87,4 <sup>(1)</sup>	377,7
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 29,9 + 0,2309^{***} x - 0,0002^{**} x^2$	0,986	86,9	357,5
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 22,9 + 0,2865^{***} x - 0,00033^{***} x^2$	0,994	76,6	273,5
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 39,3 + 1,0961^{*} x^{0,5} + 0,0490^{*} x$	0,980	79,5 <sup>(1)</sup>	382,5
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 47,9 + 3,3873^{**} x^{0,5} - 0,0372^{ns} x$	0,965	94,5 <sup>(1)</sup>	285,9
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 92,8 + 0,0693^{***} x$	0,953	114,7 <sup>(1)</sup>	316,1
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 73,7 + 0,1313^{***} x$	0,984	125,4	393,9
Acumulado do 1º ao 7º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 36,8 + 1,9986^{***} x^{0,5} + 0,0355^{\circ} x$	0,999	89,3 <sup>(1)</sup>	380,8
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 30,5 + 0,2328^{***} x - 0,0002^{**} x^2$	0,985	88,4	360,4
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 20,9 + 3,2996^{***} x^{0,5} - 0,0137^{ns} x$	0,965	79,0 <sup>(1)</sup>	366,5
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 40,0 + 1,1302^{*} x^{0,5} + 0,0489^{*} x$	0,979	80,7 <sup>(1)</sup>	381,7
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 53,4 + 3,1739^{**} x^{0,5} - 0,0297^{ns} x$	0,962	98,6 <sup>(1)</sup>	285,8
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 95,3 + 0,7401^{***} x$	0,976	418,8 <sup>(1)</sup>	437,1
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 75,7 + 0,1342^{***} x$	0,984	128,5 <sup>(1)</sup>	393,6

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup>, não significativo e significativo a 25, 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente. <sup>(1)</sup>90 % da produção estimada com a maior dose de potássio.

As equações dos teores de K recuperado por M1, M3, AA, AS e AN nas amostras superficiais coletadas dos solos antes do primeiro cultivo tiveram bons ajustes, sendo o modelo linear predominante para a maioria dos solos (Quadro 9). As diferenças nos valores dos interceptos das equações que relacionam os teores de K extraídos nos cinco extratores em função das doses de K adicionadas (Quadro 9), ocorreram de acordo com os teores iniciais de K existentes nos solos.

O extrator AN apresentou os maiores teores de K recuperado (Quadro 9), por possuir maior força de extração que os demais extratores. O PVA<sub>e2</sub> e PVA<sub>e1</sub> foram os solos que por meio do M1, M3 e AA evidenciaram altos teores de K

disponível (Quadro 9). Como os extratores AS e AN extraem o K trocável e uma fração do não trocável, pode-se deduzir que o PVAe<sub>1</sub> é o que possui a maior fração de K não trocável (Quadro 9), sendo assim, esse solo representa os teores mais expressivos de K recuperado por estes dois extratores.

O LVAd<sub>2</sub> e o LV tiveram os menores teores de K recuperado para os cinco extratores (Quadro 9). Esses solos mostraram-se de mineralogia mais pobre com relação aos minerais que possuem K em sua constituição (Figuras 2 e 3).

**Quadro 9.** Equações dos teores de potássio recuperado ( $y$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico  $2 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do primeiro cultivo, em função das doses de potássio adicionadas ( $x$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais

Solo	Equação	R <sup>2</sup>
M1		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 38,6 + 0,8893^{***} x$	0,993
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 4,9 + 0,9781^{***} x - 0,0005^{\circ} x^2$	0,993
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 14,9 + 0,8583^{***} x$	0,995
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 51,4 + 1,0631^{***} x$	0,999
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 37,2 + 0,6913^{***} x$	0,998
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 114,6 + 0,6371^{***} x$	0,961
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 138,8 + 0,6492^{**} x$	0,941
M3		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 47,4 + 0,9779^{***} x$	0,993
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = -6,9 + 1,1397^{***} x$	0,967
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 17,3 + 0,9153^{***} x$	0,991
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 60,8 + 1,0793^{***} x$	0,999
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 49,4 + 0,6986^{***} x$	0,997
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 145,6 + 0,7128^{***} x$	0,984
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 171,7 + 0,7688^{***} x$	0,969
AA		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 65,4 + 0,9801^{***} x$	0,996
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 33,8 + 0,8781^{***} x$	0,976
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 22,8 + 1,0294^{***} x$	0,994
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 76,1 + 1,1840^{***} x$	0,999
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 56,2 + 0,7932^{***} x$	0,997
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 167,9 + 0,8089^{***} x$	0,989
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 207,7 + 0,8424^{***} x$	0,921
AS		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 92,9 + 1,0419^{***} x$	0,997
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 18,1 + 1,0890^{***} x - 0,0006^{\circ} x^2$	0,988
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 40,1 + 0,9575^{***} x$	0,989
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 100,7 + 0,9991^{***} x$	0,999
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 79,9 + 0,8902^{***} x$	0,993
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 1.237,7 + 0,5276^{***} x$	0,925
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 323,9 + 0,7774^{***} x$	0,946
AN		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 104,9 + 1,0705^{***} x$	0,996
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 22,7 + 1,0604^{***} x - 0,0005^{\circ} x^2$	0,989
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 82,4 - 0,2053^{ns} x + 0,0041^{**} x^2$	0,994
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 160,4 - 0,0419^{ns} x + 0,0039^{***} x^2$	0,992
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 80,2 + 0,9307^{***} x$	0,998
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 1.965,7 + 25,0589^{\circ} x^{0,5} - 0,5392^{ns} x$	0,958
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 366,3 + 0,6205^{\Delta} x$	0,814

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup>, não significativo e significativo a 25, 10, 1 e 0,1 % respectivamente.

Para estimar os níveis críticos de K das amostras superficiais coletadas dos solos antes do primeiro cultivo e do acumulado desse cultivo ao sétimo (Quadro 10), substituíram-se as doses recomendáveis de K para obtenção de 90 % da produção máxima de matéria seca do primeiro cultivo (Quadro 8), nas equações ajustadas com os teores de K obtidos pelos extratores M1, M3, AA, AS e AN em função das doses de K adicionadas (Quadro 9). Observou-se grande variação nos níveis críticos de K entre os solos e extratores estudados, isso se deve à influência de características dos solos, como por exemplo, teor de argila ou material de origem. Os menores níveis críticos, de forma geral se deram no M1 e os maiores foram obtidos por AN, seguido por AS (Quadro 10). Tal seqüência refletiu o maior poder de extração dos extratores AS e AN em relação aos outros três.

O M1, M3 e AA são geralmente os extratores utilizados para medir a disponibilidade de K para as culturas de ciclo curto, justamente por possuírem a capacidade de recuperação no solo dos teores de K da fração trocável ou parte dela. Os solos mais argilosos (Quadro 2) apresentaram os maiores níveis críticos de K obtidos no primeiro cultivo pelo M1, M3 e AA (Quadro 10). Isso ocorreu, por necessitarem de maior aplicação de K, já que possuem elevada capacidade de adsorção de nutrientes se comparados com os arenosos.

Os níveis críticos da produção de matéria seca obtidos no primeiro cultivo (Quadro 10) podem ser considerados altos quando confrontados com os encontrados por Morais (1999) em solos de Minas Gerais, os quais apresentaram para o M1, M3, AA e AN, em média, os seguintes níveis críticos: 108, 110, 119 e 267 mg dm<sup>-3</sup> de K, respectivamente.

No primeiro cultivo todos os solos estudados possuíam teores de K necessários para atingir boas produções, uma vez que os níveis críticos de K obtidos dos solos (Quadro 10) foram superiores a 70 mg dm<sup>-3</sup>, que é o teor de K estabelecido pela CFSEMG (1999) para os solos de Minas Gerais.

Os níveis críticos acumulados dos cultivos um e dois foram maiores que do primeiro individualmente (Quadro 10), uma vez que a matéria seca foi acumulada, propiciando, desse modo, que se obtenham maiores níveis críticos. Para o extrator M1, os níveis críticos de K ficaram entre 114,6 e 390,8 mg dm<sup>-3</sup>; no M3 de 145,6 a 470,1 mg dm<sup>-3</sup> e para o AA, de 167,9 a 534,6 mg dm<sup>-3</sup>. Os menores e maiores níveis críticos obtidos pelos extratores supracitados correspondem aos solos PVAe<sub>1</sub> e

PVAe<sub>2</sub>, já no AS e AN, o solo com o menor nível crítico foi o CXtb<sub>2</sub> e o maior o PVAe<sub>1</sub> (Quadro 10).

O M1 evidenciou os menores níveis críticos de K no acumulado dos três cultivos entre os cinco extratores (Quadro 10). Já em termos de solo, teve-se o PVAe<sub>1</sub>. O LVAd<sub>2</sub> apresentou um maior nível crítico de K determinado por AA se comparado ao obtido pelos extratores AS e AN (Quadro 10). Isso indica que nesse solo o extrator AA extraiu maiores teores de K do que o AS e o AN (Quadro 7). Nos demais solos, à medida que a força de extração dos extratores aumentou, verificou-se maiores níveis críticos de K, porque os extratores AS e AN possuem capacidade de acessar formas de K que os outros não conseguem.

Observa-se que, se o agricultor pretender realizar três cultivos sucessivos nesses solos, sem adubá-los, deverá após a colheita das plantas no terceiro cultivo aplicar doses elevadas de K (Quadro 10) para continuar alcançando boas produções quando novamente for plantar. Com isso, o agricultor não poderá basear-se no nível crítico de K proposto pela CFSEMG (1999) de 70 mg dm<sup>-3</sup>, uma vez que esse nível crítico não leva em consideração a produção acumulada. Isto é válido pensar para culturas perenes, como o eucalipto, porque com culturas anuais, como o milho, o agricultor aduba em cada semeadura, para evitar perdas anuais.

Verificou-se que os níveis críticos de K alcançados no acumulado do primeiro ao quarto cultivo foram superiores aos obtidos pelo acumulado do primeiro e segundo cultivo e do primeiro ao terceiro (Quadro 10). Com isso, pode-se dizer que para alcançar elevadas produções de matéria seca (Quadro 5), se faz necessário ter altos teores de K no solo ou adubações anuais.

O PVAe<sub>1</sub> e o PVAe<sub>2</sub> continuaram apresentado níveis críticos de K elevados (Quadro 10) no acumulado até o quarto cultivo para os extratores AS e AN, por terem quantidades satisfatórias de K, além do trocável, que esses extratores acessam.

Esperava-se que os solos argilosos desta pesquisa (Quadro 2), apresentassem os maiores níveis críticos de K, pois esses solos possuem elevada quantidade de cargas negativas necessitando assim de mais K para saturar o complexo de troca; porém, o LVAd<sub>2</sub>, solo mais argiloso dentre os sete em estudo (Quadro 2), é o que tem menores níveis críticos de K. Talvez, pelo fato desse solo apresentar a mineralogia mais pobre em K (Figura 2), fazendo com que ao longo dos cultivos apresentasse os menores níveis críticos.

No extrator M1, foi conferido ao LVd o menor nível crítico, já para o CXtb<sub>1</sub>, o maior no acumulado até o quinto cultivo (Quadro 10). Não houve grande diferença dos níveis críticos obtidos no acumulado do quarto cultivo com os do acumulado até o quinto, sendo esses níveis críticos superiores ao proposto pela CFSEMG (1999), já que, eles foram definidos para a obtenção de produções elevadas (Quadro 10).

Verificou-se que os níveis críticos de K definidos no acumulado até o sexto cultivo (Quadro 10) por cada extrator apresentaram variação entre os solos. No M1, os níveis críticos de K em todos os solos variaram de 234,8 a 458,0 mg dm<sup>-3</sup>, já no M3, de 249,1 a 474,5 mg dm<sup>-3</sup>, mostrando que para esses extratores, os sete apresentaram níveis críticos de K maiores que o estabelecido pela CFSEMG (1999), isso mostra que se a dose de K aplicada for em base ao nível crítico proposto pela CFSEMG (1999), o agricultor não conseguiria ter boas produções .

Não houve variação entre os níveis críticos de K encontrados no acumulado do sexto cultivo em relação aos obtidos no acumulado do quinto, mostrando que os níveis críticos tendem a alcançar um equilíbrio (Quadro 10), possivelmente porque a queda da produção de matéria seca se estabilizou

Em todos os solos, o extrator AN apresentou os maiores níveis críticos de K em comparação com os demais extratores no acumulado até o sétimo cultivo (Quadro 10), devido ao seu maior poder de extração de K. No M1, os níveis críticos de K variaram de 292,5 a 394,3 mg dm<sup>-3</sup>, indicando a exigência de altas doses do nutriente K para atingir as produções alcançadas no sétimo cultivo (Quadro 10).

**Quadro 10.** Níveis críticos de potássio do cultivo um e acumulado do primeiro ao sétimo cultivo definidos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do primeiro cultivo em solos de Minas Gerais

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
Nível crítico para o 1º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	219,4	246,2	264,6	304,7	322,5
LVA <sub>d2</sub>	187,5	231,4	217,4	219,6	222,5
LV <sub>d</sub>	202,0	216,8	247,2	248,8	232,5
CX <sub>tb1</sub>	144,4	155,2	179,7	188,1	186,6
CX <sub>tb2</sub>	140,0	153,2	174,1	212,2	218,5
PVA <sub>e1</sub>	< 114,6	< 145,6	< 167,9	< 1.237,7	< 1.965,7
PVA <sub>e2</sub>	146,2	180,5	217,3	332,8	373,4
Nível crítico para o acumulado do 1º ao 2º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	355,1	395,4	414,2	463,7	485,9
LVA <sub>d2</sub>	312,1	441,0	378,9	353,4	362,2
LV <sub>d</sub>	261,8	280,6	319,0	315,6	362,7
CX <sub>tb1</sub>	267,4	280,1	316,7	303,7	312,9
CX <sub>tb2</sub>	181,9	195,6	222,2	266,2	275,0
PVA <sub>e1</sub>	< 114,6	< 145,6	< 167,9	< 1.237,7	< 1.965,7
PVA <sub>e2</sub>	390,8	470,1	534,6	625,6	607,1
Nível crítico para o acumulado do 1º ao 3º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	260,3	291,2	309,7	352,6	371,8
LVA <sub>d2</sub>	268,1	360,3	316,7	306,7	312,5
LV <sub>d</sub>	219,6	235,6	268,3	268,5	266,7
CX <sub>tb1</sub>	366,3	380,5	426,8	396,6	490,2
CX <sub>tb2</sub>	297,3	312,3	354,7	414,9	430,4
PVA <sub>e1</sub>	< 114,6	< 145,6	< 167,9	< 1.237,7	< 1.965,7
PVA <sub>e2</sub>	394,8	474,9	539,9	630,5	611,0
Nível crítico para o acumulado do 1º ao 4º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	378,6	421,3	440,1	491,2	514,2
LVA <sub>d2</sub>	287,7	395,1	343,5	327,6	334,5
LV <sub>d</sub>	272,1	291,6	331,3	327,1	389,1
CX <sub>tb1</sub>	441,2	456,6	510,3	467,1	669,5
CX <sub>tb2</sub>	246,9	261,3	296,8	349,9	362,5
PVA <sub>e1</sub>	286,9	338,4	386,7	1.380,4	2.232,0
PVA <sub>e2</sub>	395,6	475,8	541,0	631,4	611,8
Nível crítico para o acumulado do 1º ao 5º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	377,3	419,9	438,7	489,8	512,7
LVA <sub>d2</sub>	316,9	450,6	386,3	358,6	367,8
LV <sub>d</sub>	267,0	286,1	325,1	321,3	375,8
CX <sub>tb1</sub>	452,9	468,5	523,3	478,1	700,9
CX <sub>tb2</sub>	342,8	358,2	406,8	473,4	491,6
PVA <sub>e1</sub>	307,2	361,1	412,4	1.397,2	2.238,4
PVA <sub>e2</sub>	393,9	473,8	538,7	629,3	610,1

Continua...

Quadro 10, cont

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
Nível crítico para o acumulado do 1º ao 6º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	374,5	416,8	435,6	486,4	509,2
LVA <sub>d2</sub>	290,7	400,5	347,7	330,7	337,9
LV <sub>d</sub>	249,6	267,6	304,3	302,0	332,9
CX <sub>tb1</sub>	458,0	473,6	529,0	482,9	715,0
CX <sub>tb2</sub>	234,8	249,1	283,0	334,4	346,3
PVA <sub>e1</sub>	316,0	370,9	423,6	1.404,5	2.240,8
PVA <sub>e2</sub>	394,5	474,5	539,5	630,1	610,7
Nível crítico para o acumulado do 1º ao 7º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	377,2	419,8	438,6	489,7	512,5
LVA <sub>d2</sub>	292,5	403,8	350,3	332,6	339,9
LV <sub>d</sub>	329,5	352,8	400,1	391,0	557,9
CX <sub>tb1</sub>	457,2	472,8	528,0	482,1	712,6
CX <sub>tb2</sub>	234,8	249,1	282,9	334,3	346,2
PVA <sub>e1</sub>	393,1	457,2	521,5	1.468,3	2.253,9
PVA <sub>e2</sub>	394,3	474,3	539,3	629,9	610,5

No segundo cultivo (Quadro 11) observou-se para o PVA<sub>e1</sub> o ajuste do modelo quadrático, fato não ocorrido no primeiro (Quadro 8), pois esse solo não respondeu à adubação com K. Quando não há aplicação de K o LVA<sub>d2</sub> e o LV<sub>d</sub> apresentaram as menores produções de matéria seca da parte aérea das plantas de milho no cultivo dois (Quadro 11). Para o PVA<sub>e2</sub> no segundo cultivo, o ajuste do modelo linear para a resposta de matéria seca em função do K adicionado, indica que a disponibilidade de K era elevada, propiciando às plantas de milho que foram cultivadas nele alcançarem os maiores incrementos de produção.

A produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. estimada no cultivo dois (Quadro 11) é bem superior se comparada com a do cultivo um (Quadro 8), porque no segundo cultivo a disponibilidade de K se manteve adequada para atingir produções maiores do que no primeiro (Quadro 5)

Analisando as equações de produção de matéria seca acumulada do segundo ao sétimo cultivo (Quadro 11), percebeu-se que o PVA<sub>e1</sub> foi o solo com as maiores produções de matéria seca alcançadas, devido ao fato desse solo apresentar alta reserva de K (Quadro 3) que ao longo dos cultivos consegue manter o teor de K em nível adequado para que as plantas de milho mantivesse boas produções. A produção estimada de 0,9  $\hat{y}$  máx. no acumulado do segundo até o sétimo cultivo variou de 57,0 a 103,9 g/vaso necessitando de 247,9 mg dm<sup>-3</sup> e 401,4 mg dm<sup>-3</sup> de K para atingi-las

**Quadro 11.** Equações de produção de matéria seca de plantas de milho (y, g/vaso), em função das doses de potássio adicionadas (x, mg dm<sup>-3</sup>) em solos de Minas Gerais, 90 % da produção máxima e doses recomendáveis (DR) para as amostras superficiais coletadas no segundo cultivo e produção acumulada do cultivo dois até o cultivo sete

Solo	2º cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx. g/vaso	DR mg dm <sup>-3</sup>
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 7,7 + 0,7496^* x^{0,5} + 0,0177^\Delta x$	0,986	28,4	361,7
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 3,8 + 0,0924^{***} x - 0,00007^{**} x^2$	0,991	30,9	438,7
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 3,8 + 1,4853^{**} x^{0,5} - 0,0086^{ns} x$	0,931	29,4 <sup>(1)</sup>	378,5
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 11,5 + 0,7991^\circ x^{0,5} - 0,0054^{ns} x$	0,911	37,0 <sup>(1)</sup>	316,2
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 6,1 + 2,0586^{***} x^{0,5} - 0,0473^* x$	0,967	25,7	196,0
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 19,7 + 0,0328^* x - 0,00004^\Delta x^2$	0,678	23,8	153,0
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 21,4 + 0,0477^* x$	0,849	40,7 <sup>(1)</sup>	405,1
Acumulado do 2º ao 7º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 26,9 + 0,7738^\circ x^{0,5} + 0,0608^{**} x$	0,994	67,1 <sup>(1)</sup>	405,6
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 24,9 + 0,1532^{***} x - 0,00009^\circ x^2$	0,988	71,1 <sup>(1)</sup>	391,7
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 16,9 + 0,2359^{***} x - 0,0003^{***} x^2$	0,994	57,0	247,9
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 29,1 + 0,0948^{***} x$	0,956	68,9 <sup>(1)</sup>	419,3
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 44,5 + 2,6398^{**} x^{0,5} - 0,0186^{ns} x$	0,969	84,7 <sup>(1)</sup>	303,0
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 72,3 + 0,1286^{**} x - 0,00012^\circ x^2$	0,978	95,9 <sup>(1)</sup>	235,6
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 56,9 + 0,1171^{**} x$	0,932	103,9 <sup>(1)</sup>	401,4

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> não significativo e significativo a 25, 10, 5, 1 e a 0,1 %. <sup>(1)</sup>90 % da produção estimada com a maior dose de potássio.

Os modelos linear, raiz quadrático e quadrático, explicaram, de melhor forma a recuperação de K pelos cinco extratores nas amostras superficiais coletadas antes do segundo cultivo (Quadro 12). Por meio dos valores dos interceptos das equações do K recuperado em função do adicionado, observou-se que o AS e AN obtiveram os maiores teores de K recuperado dos solos em relação ao M1, M3 e AA (Quadro 12). Isso se deve ao fato de que o AS e AN extraíram formas de K dos solos que os demais extratores não conseguiram.

O LV<sub>d</sub> apresentou intercepto negativo nas equações do K recuperado por M1, M3 e AA (Quadro 12), sendo provável que ocorreu a passagem do K trocável para a forma não trocável, diminuindo a concentração do nutriente nessa forma que os extratores M1, M3 e AA tem capacidade de retirarem.

As equações geradas para cada solo no extrator M1 (Quadro 12) mostraram que os teores de K eram menores se comparados com os teores recuperados por M3 e AA, já que esses dois extratores possuem maior força de extração que o M1.

No estado de Minas Gerais, as recomendações de adubação potássicas para as culturas (ciclo curto ou longo) são feitas por intermédio dos teores de K extraídos

por M1. Como esse extrator retira o K disponível (K solução + fração do K trocável) - uma pequena fração de K que as plantas têm acesso - pressupõem que a dose de K aplicada seja maior que a necessidade real da planta (ciclo curto), pois outras frações de K, além da extraída por esse método, participa da nutrição das plantas. A superestimação das doses (potassagem) por meio das recomendações é perigosa, já que muito do K aplicado poderá ser perdido (lixiviado) chegando aos lençóis freáticos, causando danos ambientais e econômicos incalculáveis.

**Quadro 12.** Equações dos teores de potássio recuperado ( $y$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do segundo cultivo, em função das doses de potássio adicionadas ( $x$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) nos solos de Minas Gerais

Solo	Equação	R <sup>2</sup>
M1		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 37,2 - 0,0213^{\text{ns}} x + 0,0008^{\text{***}} x^2$	0,997
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 22,1 - 0,0651^{\text{ns}} x + 0,0013^{\text{**}} x^2$	0,985
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = -0,1 + 0,5841^{\text{***}} x$	0,956
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 39,2 + 0,1422^{\text{ns}} x + 0,0011^* x^2$	0,974
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 29,9 + 0,3103^* x + 0,0006^* x^2$	0,968
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 42,9 + 0,4702^{\text{***}} x$	0,952
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 56,0 + 0,4200^{\text{**}} x$	0,849
M3		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 35,5 - 0,0169^{\text{ns}} x + 0,0008^{\text{***}} x^2$	0,995
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 14,6 - 0,0591^{\text{ns}} x + 0,0010^* x^2$	0,989
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = -0,2 + 0,5459^{\text{***}} x$	0,963
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 33,4 + 0,1762^{\text{ns}} x + 0,0013^{\text{**}} x^2$	0,995
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 32,8 + 0,2739^* x + 0,0006^* x^2$	0,964
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 50,7 + 0,4852^{\text{***}} x$	0,965
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 65,2 + 0,4234^{\text{**}} x$	0,865
AA		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 38,7 - 0,0320^{\text{ns}} x + 0,0009^{\text{***}} x^2$	0,993
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 16,3 - 0,0675^{\text{ns}} x + 0,0011^* x^2$	0,989
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = -0,9 + 0,5884^{\text{***}} x$	0,959
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 34,0 + 0,2103^{\text{ns}} x + 0,0012^{\text{**}} x^2$	0,992
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 32,1 + 0,3350^* x + 0,0006^* x^2$	0,961
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 48,9 + 0,5289^{\text{***}} x$	0,959
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 72,1 + 0,4939^{\text{**}} x$	0,874
AS		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 76,9 - 0,0279^{\text{ns}} x + 0,0009^{\text{***}} x^2$	0,998
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 26,1 + 0,0353^{\text{ns}} x + 0,0011^* x^2$	0,991
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 25,2 + 0,5566^{\text{***}} x$	0,967
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 80,0 + 0,1511^{\text{ns}} x + 0,0012^{\text{**}} x^2$	0,992
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 56,4 + 0,3949^{\text{**}} x + 0,0007^* x^2$	0,965
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 1.208,9 + 0,3857^{\text{***}} x$	0,949
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 214,5 + 0,4769^{\text{**}} x$	0,890
AN		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 108,7 - 0,0178^{\text{ns}} x + 0,0008^{\text{***}} x^2$	0,995
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 30,8 + 0,0031^{\text{ns}} x + 0,0012^* x^2$	0,989
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 23,6 + 0,6184^{\text{***}} x$	0,959
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 105,3 + 0,1815^{\text{ns}} x + 0,0012^{\text{**}} x^2$	0,994
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 68,9 + 0,4407^{\text{**}} x + 0,0007^* x^2$	0,953
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 2.120,4 - 11,2239^{\square} x^{0,5} + 0,5727^{\Delta} x$	0,744
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 261,0 + 0,5205^{\text{**}} x$	0,889

ns,  $\square$ ,  $\Delta$ , \*, \*\*, \*\*\* não significativo e significativo a 30, 25, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Os níveis críticos de K definidos para o segundo cultivo e para o acumulado do cultivo dois até o sétimo (Quadro 13) foram obtidos por substituição das doses recomendáveis de K desses dois cultivos (Quadro 11) nas equações dos teores de K recuperado nas amostras coletadas antes do segundo cultivo (Quadro 12).

Houve uma elevada variação dos níveis críticos entre os extratores e os solos no cultivo dois (Quadro 12), devido ao poder de extração dos extratores e da maior ou menor riqueza mineralógica dos solos.

Nota-se que os níveis críticos de K tanto no cultivo dois individualmente quanto no acumulado até o sétimo cultivo aumentaram do M1, extrator com menor força de extração, para o AN, extrator com a maior força de extração de K (Quadro 12). Morais (1999), também encontrou maiores níveis críticos de K obtidos por AN quando comparados com os obtidos pelo M1 para os solos de Minas Gerais.

O PVAe<sub>2</sub> evidenciou os maiores níveis críticos de K obtidos por M1, M3 e AA, já para AS e o AN, o PVAe<sub>1</sub> (Quadro 12). Isso indica que apesar do PVAe<sub>1</sub> possuir os maiores teores de K (Quadro 3), o mesmo não os tem disponíveis para as plantas, porque não possui os maiores níveis críticos de K por meio do M1, M3 e AA.

Os níveis críticos de K do segundo cultivo (Quadro 12) foram menores se confrontados com os obtidos no primeiro cultivo (Quadro 10) para a maioria dos solos. Esses se mostraram superiores aos encontrados por Braga & Brasil Sobrinho (1973), que estabelecerem 60 mg dm<sup>-3</sup> de K como nível crítico para alguns solos de Minas Gerais. Entretanto, eles estão de acordo com os encontrados por Morais (1999) para os extratores M1, M3 e AA e AN.

Verificou-se que os níveis críticos acumulados do segundo até o sétimo cultivo (Quadro 13) são bem menores que os obtidos do acumulado do primeiro ao sétimo (Quadro 10), isso se deve porque a produção de matéria seca que se pretende alcançar é menor, necessitando de menores doses de K.

**Quadro 13.** Níveis críticos de potássio para o cultivo dois e acumulado do segundo ao sétimo cultivo definidos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do segundo cultivo em solos de Minas Gerais

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
Nível crítico para o 2º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	134,2	134,1	144,9	184,6	206,9
LVA <sub>d2</sub>	243,7	181,1	198,4	253,3	263,1
LV <sub>d</sub>	220,9	206,4	221,8	235,9	257,7
CX <sub>tb1</sub>	194,1	219,1	220,4	247,7	282,6
CX <sub>tb2</sub>	113,8	109,5	120,8	160,7	182,1
PVA <sub>e1</sub>	114,8	124,9	129,8	1.267,9	2.069,2
PVA <sub>e2</sub>	226,2	236,7	272,2	407,7	471,9
Nível crítico para o acumulado do 2º ao 7º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVA <sub>d1</sub>	160,2	160,2	173,8	213,6	233,1
LVA <sub>d2</sub>	196,1	144,9	158,6	208,7	216,1
LV <sub>d</sub>	144,7	135,1	144,9	163,2	176,9
CX <sub>tb1</sub>	292,2	335,8	333,2	354,3	392,4
CX <sub>tb2</sub>	179,0	170,9	188,7	240,3	266,7
PVA <sub>e1</sub>	153,7	165,0	173,5	1.299,8	2.083,1
PVA <sub>e2</sub>	224,6	235,2	270,4	469,9	405,9

As equações de produção de matéria seca nas plantas de milho do cultivo três e do acumulado do três até o sétimo cultivo, em função das doses de K adicionadas nas amostras superficiais dos solos em estudo (Quadro 14), indicaram que as produções diminuíram no terceiro cultivo, possivelmente, pela menor disponibilidade de K para as plantas.

Para a maioria dos solos estudados no terceiro cultivo, o modelo linear foi o ajustado para a produção de matéria seca (Quadro 14), porém para os solos LV<sub>d</sub> e CX<sub>tb2</sub>, o quadrático foi o que melhor representou a resposta da produção de matéria seca em função das doses de K adicionadas. A produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. ficou entre 13,0 a 22,8 g/vaso. As doses recomendáveis de K variaram de 317,6 a 437,3 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 14).

Considerando a produção de matéria seca acumulada das plantas de milho do cultivo três até o sétimo, nota-se que os modelos, linear, raiz quadrático e quadrático tiveram excelentes ajustes (Quadro 14). A produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. para o acumulado do três ao sétimo cultivo ficou entre 35,1 a 106,2 g/vaso, já as doses recomendáveis de K para esse acumulado variaram de 322,7 a 426,6 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 14).

Apesar de possuir bons teores de K total (Quadro 3), o PVA<sub>e1</sub>, necessitou da maior dose recomendada para atingir a maior produção acumulada de 0,9  $\hat{y}$  máx.

(Quadro 14) indicando que possivelmente grande parte do K existente nesse solo, não estava disponível para as plantas de milho que foram cultivadas nele.

**Quadro 14.** Equações de produção de matéria seca de plantas de milho (y, g/vaso), em função das doses de K adicionadas (x, mg dm<sup>-3</sup>) em solos de Minas Gerais, 90 % da produção máxima e doses recomendáveis (DR) para as amostras superficiais coletadas no terceiro cultivo e produção acumulada do cultivo três até o sete

Solo	3º Cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx.	DR
			g/vaso	mg dm <sup>-3</sup>
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 4,9 + 0,0191^{***} x$	0,989	13,0 <sup>(1)</sup>	424,3
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 5,6 + 0,0195^{***} x$	0,836	13,8 <sup>(1)</sup>	421,3
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 2,4 + 0,0458^{***} x - 0,00003^{\circ} x^2$	0,961	16,0 <sup>(1)</sup>	404,6
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 3,5 + 0,0275^{***} x$	0,968	15,5 <sup>(1)</sup>	437,3
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 10,6 + 0,0408^{***} x - 0,00003^{\circ} x^2$	0,970	22,0	394,4
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 14,7 + 0,0111^{***} x$	0,897	18,2 <sup>(1)</sup>	317,6
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 11,4 + 0,0279^{***} x$	0,894	22,8 <sup>(1)</sup>	409,1
Acumulado do 3º ao 7º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 19,2 + 0,0441^{***} x$	0,968	37,1 <sup>(1)</sup>	406,5
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 22,1 + 0,0444^{***} x$	0,939	39,9 <sup>(1)</sup>	400,2
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 11,9 + 0,1043^{***} x - 0,0001^{*} x^2$	0,988	35,1 <sup>(1)</sup>	322,7
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 15,8 + 0,0440^{*} x + 0,00005^{*} x^2$	0,974	40,4	387,5
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 40,8 + 0,0523^{***} x$	0,948	60,3 <sup>(1)</sup>	372,0
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 52,6 + 0,0959^{**} x - 0,00007^{\Delta} x^2$	0,942	106,2 <sup>(1)</sup>	426,6
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 35,6 + 0,0693^{**} x$	0,969	63,2 <sup>(1)</sup>	398,6

ns,  $\Delta$ ,  $^{\circ}$ ,  $^*$ ,  $^{**}$ ,  $^{***}$  não significativo e significativo a 25, 10, 5, 1 e a 0,1 %. <sup>(1)</sup> 90 % da produção estimada com a maior dose de potássio.

Por intermédio das equações dos teores de K recuperado nas amostras superficiais coletadas dos solos antes do terceiro cultivo por M1, M3, AA, AS e AN (Quadro 15), nota-se com exceção do PVA<sub>e1</sub> no AS para todos os demais solos nos outros extratores, bons ajustes nas equações. O LVA<sub>d2</sub> e o LV<sub>d</sub> apresentaram os menores teores de K recuperado pelos cinco extratores (Quadro 15), indicando que a disponibilidade de K neles era menor, fazendo com que as produções de matéria seca fossem baixas no terceiro cultivo para eles (Quadro 5).

Para o extrator M1, os solos tiveram os menores valores de interceptos se comparados com os dos outros extratores (Quadro 15). O teor de K recuperado no solo por M1 é utilizado para prever a disponibilidade desse nutriente para as plantas que são cultivadas nele. Nota-se que os teores de K por M1 foi baixo para todos os solos em estudo (Quadro 15), pois esse extrator possui a menor força de extração que os demais. A equação ajustada para os teores de K recuperado pelo AN

no PVAe<sub>1</sub> (Quadro 15), indicou que nele foram extraídos os maiores teores de K, já que é o solo de maior teor de K total (Quadro 3).

**Quadro 15.** Equações dos teores de potássio recuperado ( $y$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1  $\text{mol L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5  $\text{mol L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico 2  $\text{mol L}^{-1}$  fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do terceiro cultivo, em função das doses de potássio adicionadas ( $x$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) nos solos de Minas Gerais

Solo	Equação	R <sup>2</sup>
M1		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 22,2 + 0,0083^{\text{ns}} x + 0,0001^* x^2$	0,999
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 9,4 + 0,0800^{\text{***}} x$	0,915
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 11,9 + 0,0933^{\text{***}} x$	0,904
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 20,3 - 0,0361^{\text{ns}} x + 0,0004^{\text{***}} x^2$	0,984
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 28,0 + 0,0306^{\text{ns}} x + 0,0001^* x^2$	0,967
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 39,1 + 0,1331^{\text{***}} x$	0,973
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 39,9 + 0,0819^{\circ} x$	0,962
M3		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 25,5 + 0,0041^{\text{ns}} x + 0,0001^{\text{***}} x^2$	0,994
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 15,9 + 0,0574^{\text{**}} x$	0,827
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 14,1 + 0,0859^{\text{***}} x$	0,902
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 22,5 - 0,0417^{\text{ns}} x + 0,0004^{\text{***}} x^2$	0,988
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 29,3 + 0,0327^{\text{ns}} x + 0,0001^{\circ} x^2$	0,982
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 44,3 + 0,1472^{\text{***}} x$	0,977
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 50,1 + 0,0969^{\circ} x$	0,945
AA		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 24,9 - 0,0085^{\text{ns}} x + 0,0001^{\text{**}} x^2$	0,996
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 13,4 + 0,0623^{\text{**}} x$	0,788
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 12,2 + 0,0883^{\text{***}} x$	0,891
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 20,4 - 0,0473^{\text{ns}} x + 0,0005^{\text{***}} x^2$	0,989
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 27,9 + 0,0461^{\text{ns}} x + 0,0001^{\circ} x^2$	0,971
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 45,2 + 0,1346^{\text{***}} x$	0,974
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 48,8 + 0,1186^*$	0,934
AS		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 56,8 + 0,0294^{\text{ns}} x + 0,00007^{\circ} x^2$	0,982
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 9,2 + 0,0873^{\text{***}} x$	0,897
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 27,5 + 0,0984^{\text{***}} x$	0,911
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 44,9 + 0,0589^{\circ} x + 0,0001^* x^2$	0,974
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 55,1 - 0,0237^{\text{ns}} x + 0,0004^{\text{***}} x^2$	0,981
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 1,189,1$	-
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 191,1 + 0,0917^{\Delta} x$	0,809
AN		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 89,7 + 0,0394^* x + 0,00006^{\circ} x^2$	0,992
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 21,5 + 0,0665^* x$	0,817
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 35,6 + 0,0984^{\text{***}} x$	0,888
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 64,4 + 0,0456^{\text{ns}} x + 0,0002^{\circ} x^2$	0,929
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 92,5 - 0,0396^{\text{ns}} x + 0,0004^{\text{***}} x^2$	0,977
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 1.982,4 + 0,2624^{\text{**}} x$	0,787
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 233,4 + 0,1296^{\text{**}} x$	0,966

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> não significativo e significativo a 25, 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Nota-se que, para os solos mais pobres em K (LVAd<sub>2</sub> e LVd), a variação dos níveis críticos no cultivo três não foi grande, porém, já para os solos (PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub>) que possuem riqueza de minerais - que contêm K em suas estruturas - apresentaram elevada variação (Quadro 16).

Levando em consideração que o nível crítico de K pode variar de acordo com as condições de solo e local, sendo definido para os solos de Minas Gerais pelo extrator M1 nível crítico de 70 mg dm<sup>-3</sup> (CFSEMG, 1999), já para os dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul a Comissão de Fertilidade do Solo (1995), propôs 80 mg dm<sup>-3</sup> extraído pelo mesmo extrator. Borkert et al. (1993), estabeleceram 40 mg dm<sup>-3</sup> de K como o teor necessário para atingir boas produções em um Latossolo de textura argilosa do Estado do Paraná, enquanto Souza (1984) definiu 50 mg dm<sup>-3</sup> de K como o nível crítico disponível para um Latossolo argiloso de cerrado do Brasil Central.

Os níveis críticos de K obtidos por M1 (Quadro 16) no terceiro cultivo para os solos LVAd<sub>2</sub>, LVd e CXtb<sub>2</sub> estão abaixo do proposto pela CFSEMG (1999), com isso, supõe-se que as plantas de milho cultivadas nesses solos já estavam apresentando dificuldades em manter suas produções nesse cultivo (Quadro 5), porque a disponibilidade de K já era baixa. Novamente, o AN apresentou os maiores níveis críticos de K para todos os solos estudados no cultivo três, seguido pelo AS (Quadro 16). Isso se deve ao fato de possuírem maior força de extração, acessando, desse modo, formas de K que os outros extratores não são capazes.

Constatou-se que os níveis críticos de K obtidos por M1 no acumulado do cultivo três até o sete (Quadro 16) está abaixo do proposto para os solos de Minas Gerais, com isso percebe-se que para alcançar produções de matéria seca de parte aérea das plantas de milho a partir do terceiro cultivo até o sétimo haveria necessidade de aplicar doses de K superiores a 70 mg dm<sup>-3</sup>. Observa-se uma queda acentuada nos níveis críticos de K obtidos no terceiro cultivo individualmente e do acumulado do terceiro até o sétimo (Quadro 16) comparados com os níveis críticos de K do segundo cultivo individualmente e do acumulado do segundo até o sétimo (Quadro 13), essa queda se deve provavelmente a baixa produção de matéria seca no terceiro cultivo (Quadro 5).

**Quadro 16.** Níveis críticos de potássio para o cultivo três e acumulado do terceiro ao sétimo cultivo definidos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do terceiro cultivo em solos de Minas Gerais

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
Nível crítico para o 3º cultivo					
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
LVA <sub>d1</sub>	74,7	91,2	99,1	230,0	288,4
LVA <sub>d2</sub>	43,1	40,1	39,6	46,0	49,5
LV <sub>d</sub>	59,1	57,6	56,9	77,3	85,4
CX <sub>tb1</sub>	81,0	80,0	95,3	121,2	133,5
CX <sub>tb2</sub>	31,5	32,0	61,6	83,7	151,7
PVA <sub>e1</sub>	81,4	91,0	87,9	< 1.189,1	2.065,7
PVA <sub>e2</sub>	73,4	89,7	97,3	228,6	286,4
Nível crítico para o acumulado do 3º ao 7º cultivo					
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
LVA <sub>d1</sub>	42,1	43,7	38,0	80,3	115,6
LVA <sub>d2</sub>	41,4	38,9	38,3	44,1	48,1
LV <sub>d</sub>	42,0	41,8	40,7	59,3	67,4
CX <sub>tb1</sub>	66,4	66,4	77,1	106,0	137,2
CX <sub>tb2</sub>	30,5	31,0	58,9	80,6	109,0
PVA <sub>e1</sub>	95,9	107,1	102,6	< 1.189,1	2.094,3
PVA <sub>e2</sub>	72,5	88,7	96,1	227,7	285,1

Considerando a dose zero de K no quarto cultivo, o LV<sub>d</sub> apresentou a menor produção de matéria seca e o PVA<sub>e1</sub> a maior produção (Quadro 17), porém, se fosse aplicado uma dose de 50 mg dm<sup>-3</sup> de K o LVA<sub>d1</sub> passaria a ter a menor produção de matéria seca. Para a produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. observou-se que no quarto cultivo ela ficou entre 11,6 a 25,8 g/vaso e as doses recomendáveis de K variaram de 152,4 a 425,0 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 17).

As equações de produção acumulada de matéria seca do cultivo quatro até o sete (Quadro 17) mantiveram a mesma tendência, ou seja, o solo LV<sub>d</sub> e o PVA<sub>e1</sub> com a menor e maior produção acumulada respectivamente. A baixa disponibilidade de K e possivelmente também a redução do teor de MO influenciando negativamente em características físicas dos solos pode ter sido a causa provável para que o LV<sub>d</sub> continuasse a apresentar baixas produções de matéria seca ao longo do cultivo quatro até o sete (Quadro 17). Outra constatação que pode ser feita é que, o K nas raízes das plantas de milho que foram deixadas nos solos após a colheita de cada cultivo, não aumentou os teores de K no solo (Quadro 15).

**Quadro 17.** Equações de produção de matéria seca de plantas de milho (y, g/vaso), em função das doses de potássio (x, mg dm<sup>-3</sup>) adicionadas nos solos de Minas Gerais, 90 % da produção máxima e doses recomendáveis (DR) para as amostras superficiais coletadas no quarto cultivo e produção acumulada do cultivo quatro até o sétimo

Solo	4º Cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx.	DR
			g/vaso	mg dm <sup>-3</sup>
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 7,2 + 0,0167^{***} x$	0,939	13,9 <sup>(1)</sup>	406,9
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 9,1 + 0,0203^{***} x$	0,979	17,3 <sup>(1)</sup>	405,2
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 2,7 + 0,9347^{**} x^{0,5} - 0,0215^{\circ} x$	0,927	11,6	196,1
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 7,1 + 0,0284^{***} x$	0,916	19,2 <sup>(1)</sup>	425,0
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 11,9 + 0,8357^{\circ} x^{0,5} - 0,0179^{ns} x$	0,991	19,5	152,4
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 18,6 + 0,0542^{***} x - 0,00008^{**} x^2$	0,983	25,0	152,4
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 14,5 + 0,0283^{\Delta} x$	0,894	25,8 <sup>(1)</sup>	398,8
Acumulado do 4º ao 7º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 14,3 + 0,0250^{***} x$	0,929	24,1 <sup>(1)</sup>	392,8
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 16,5 + 0,0249^{***} x$	0,962	26,1 <sup>(1)</sup>	383,7
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 8,4 + 0,8442^{*} x^{0,5} - 0,0124^{ns} x$	0,917	19,0 <sup>(1)</sup>	273,5
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 12,8 + 0,0076^{ns} x + 0,00007^{*} x^2$	0,972	30,7 <sup>(1)</sup>	454,2
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 29,2 + 0,0276^{**} x$	0,919	38,7 <sup>(1)</sup>	344,2
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 37,6 + 0,0883^{***} x - 0,00008^{\circ} x^2$	0,945	55,6 <sup>(1)</sup>	269,2
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 24,2 + 0,0414^{\circ} x$	0,948	40,4 <sup>(1)</sup>	391,5

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> não significativo e significativo a 25, 10, 5, 1 e a 0,1 %. <sup>(1)</sup>90 % da produção estimada com a maior dose potássio.

As equações dos teores de K recuperado em função do adicionado pelos extratores M1, M3, AA, AS e AN nas amostras superficiais coletadas dos solos antes do quarto cultivo (Quadro 18), indicaram que não foi possível ajustar nenhum modelo estatístico para o PVA<sub>e1</sub> e PVA<sub>e2</sub> nos extratores AS e AN, porque o teor de K nesses dois solos que podem ser recuperados pelo AS e AN continuaram bem elevados.

Por meio das equações ajustadas para os sete solos pelo extrator M1 (Quadro 18) nota-se que os teores de K recuperado foram os menores quando confrontados com os demais extratores, indicando que o K disponível para as plantas era baixo, propiciando queda nas produções de matéria seca (Quadro 5).

As equações dos teores de K recuperado por AS e AN nas amostras superficiais coletadas antes do quarto cultivo indicam que os teores de K extraído por eles foram superiores àqueles retirados pelos demais extratores (Quadro 18), haja vista que o AS e o AN possuem maior força de extração de K que os outros extratores. Porém, a disponibilidade de K nos solos apresentada pelas equações do

AS e AN (Quadro 18) não pode ser atribuída como a mesma que as plantas possuem acesso isso porque, esses dois extratores retiram uma fração do K não trocável que no quarto cultivo pode não estar disponível para elas.

**Quadro 18.** Equações dos teores de potássio recuperado ( $y$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AN) para as amostras superficiais coletadas antes do quarto cultivo, em função das doses de potássio adicionadas ( $x$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais

Solo	Equação	R <sup>2</sup>
M1		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 20,9 + 0,0076^{\text{ns}} x + 0,00003^{\circ} x^2$	0,984
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 12,8 + 0,0235^{**} x$	0,866
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 18,7 - 0,0212^{\text{ns}} x + 0,00007^{*} x^2$	0,921
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 19,8 - 0,0088^{\text{ns}} x + 0,0001^{**} x^2$	0,997
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 19,5 + 0,0264^{***} x$	0,903
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 36,6 + 0,0486^{***} x$	0,993
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 30,6 + 0,0409^{*} x$	0,813
M3		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 19,4 + 0,0202^{***} x$	0,912
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 9,9 + 0,0161^{**} x$	0,831
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 16,1 - 0,0258^{\text{ns}} x + 0,00008^{*} x^2$	0,934
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 15,9 - 0,0089^{\text{ns}} x + 0,0001^{**} x^2$	0,992
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 19,8 - 0,0114^{\text{ns}} x + 0,00007^{\circ} x^2$	0,951
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 37,9 + 0,0591^{***} x$	0,991
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 33,0 + 0,0378^{*} x$	0,803
AA		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 30,1 + 0,0025^{\text{ns}} x + 0,00005^{\circ} x^2$	0,914
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 18,1 + 0,0181^{**} x$	0,809
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 25,7 - 0,0443^{*} x + 0,0001^{**} x^2$	0,956
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 24,5 - 0,0135^{\text{ns}} x + 0,0002^{**} x^2$	0,994
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 26,5 + 0,0285^{***} x$	0,833
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 47,5 + 0,0651^{***} x$	0,991
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 43,2 + 0,0699^{**} x$	0,874
AS		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 58,6 - 0,0133^{\text{ns}} x + 0,00008^{*} x^2$	0,945
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 16,4 - 0,0156^{\text{ns}} x + 0,00007^{\circ} x^2$	0,934
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 35,5 - 0,0255^{\text{ns}} x + 0,00009 x^2$	0,963
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 56,9 + 0,0006^{\text{ns}} x + 0,0001^{**} x^2$	0,962
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 36,4 + 0,0367^{***} x$	0,901
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 1.227,4$	-
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 177,8 + 0,0606^{\circ} x$	0,621
AN		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 90,9 - 1,1854^{\circ} x^{0,5} + 0,0801^{*} x$	0,757
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 18,8 + 0,0202^{**} x$	0,912
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 41,0 + 0,0140^{*} x$	0,669
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 90,5 - 0,0050^{\text{ns}} x + 0,0002^{**} x^2$	0,972
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 50,7 + 0,0417^{***} x$	0,878
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 1.975,3 + 0,1463^{\circ} x$	0,476
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 237,9$	-

<sup>ns</sup>, <sup>o</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Se considerar o teor de K disponível acima de 70 mg dm<sup>-3</sup> pelo extrator M1 como bom para a maioria das culturas (CFSEMG, 1999), todos os solos estudados apresentaram teores abaixo do determinado por esse extrator no cultivo quatro e no acumulado desse até o sétimo (Quadro 19), indicando a necessidade de aplicação de K, para que elas possam continuar tendo boas produções.

Os níveis críticos de K no quarto cultivo e no acumulado desse cultivo até o sete não se diferenciaram (Quadro 19), por causa disso, pode-se afirmar que a recomendação de adubação realizada para o quarto cultivo seria igual para o acumulado até o sétimo cultivo para manter as baixas produções.

Mesmo para os extratores AS e AN que conseguem acessar formas não trocáveis de K, os níveis críticos por esses dois extratores para o LVAd<sub>2</sub>, LVd e CXtb<sub>2</sub> foram bem menores que o proposto para os solos de Minas Gerais (Quadro 19). Os níveis críticos tanto individuais quanto acumulados foram aumentando do M1, extrator com menor poder de extração de K, para o AN, com maior poder de extração (Quadro 19).

**Quadro 19.** Níveis críticos de potássio para o cultivo quatro e para o acumulado do quarto cultivo até o sétimo, definidos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do quarto cultivo nos solos de Minas Gerais

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
Nível crítico para o 4º cultivo					
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
LVAd <sub>1</sub>	24,0	27,6	31,1	66,4	99,6
LVAd <sub>2</sub>	22,3	16,4	25,4	21,6	27,0
LVd	25,5	14,1	38,2	44,0	43,7
CXtb <sub>1</sub>	34,1	30,2	54,9	75,2	124,5
CXtb <sub>2</sub>	23,5	19,7	30,8	42,0	57,1
PVAe <sub>1</sub>	44,0	46,9	57,4	< 1.227,4	1.997,6
PVAe <sub>2</sub>	46,9	48,1	71,1	202,0	< 237,9
Nível crítico para o acumulado do 4º ao 7º cultivo					
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
LVAd <sub>1</sub>	23,9	27,3	31,1	65,7	98,9
LVAd <sub>2</sub>	21,8	16,1	25,0	20,7	26,6
LVd	17,7	14,5	20,8	34,6	44,4
CXtb <sub>1</sub>	36,4	32,5	59,6	77,8	129,5
CXtb <sub>2</sub>	28,6	24,2	36,3	49,0	65,1
PVAe <sub>1</sub>	49,7	53,8	65,0	< 1.227,4	2.014,7
PVAe <sub>2</sub>	46,6	47,8	70,6	201,5	< 237,9

O modelo raiz quadrático foi o que melhor representou a produção de matéria seca das plantas de milho no quinto cultivo (Quadro 20). Nesse cultivo a produção foi pequena em todos os solos estudados (valores dos interceptos),

apontando para uma menor disponibilidade de K para as plantas. Os solos CXtb<sub>1</sub> e PVAe<sub>1</sub> apresentaram a mais baixa e a mais alta produção de matéria seca, respectivamente (Quadro 20). Como esses solos estão sendo cultivados sucessivamente, em cinco cultivos, essa queda de produção da matéria seca se deve principalmente à menor disponibilidade de K. Tudo indica que já a partir do terceiro cultivo (Quadro 14), a forma trocável de K dos solos estudados já não era suficiente para manter as produções, com isso, outras formas, poderão participar da nutrição das plantas de milho.

Para o quinto cultivo, as doses recomendáveis de K (Quadro 9) variaram de 365,5 a 465,6 mg dm<sup>-3</sup>, essas doses elevadas atingiram produções baixas de matéria seca, 3,5 e 4,5 g/vaso respectivamente.

As equações de produção de matéria seca acumulada do quinto cultivo até o sétimo (Quadro 20) indicaram os modelos linear e quadrático como os que melhor representariam a produção de matéria seca nesse acumulado .

A menor produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. acumulada (Quadro 20) ocorreu no solo LVd (7,3 g/vaso), necessitando de 353,6 mg dm<sup>-3</sup> de K para atingi-la. Já a maior produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. acumulada ocorreu no PVAe<sub>1</sub> (31,5 g/vaso), com uma dose correspondente de 389,2 mg dm<sup>-3</sup> (Quadro 20).

**Quadro 20.** Equações de produção de matéria seca de plantas de milho (y, g/vaso), em função das doses de potássio adicionadas (x, mg dm<sup>-3</sup>) nos solos de Minas Gerais, 90 % da produção máxima e doses recomendáveis (DR) para as amostras superficiais coletadas no quinto cultivo e produção acumulada do cultivo cinco ao sete

Solo	5º Cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx.	DR
			g/vaso	mg dm <sup>-3</sup>
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 4,7 - 0,0143^\circ x + 0,00003^\circ x^2$	0,561	4,5 <sup>(1)</sup>	465,6
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 4,8 - 0,3304^* x^{0,5} + 0,0136^* x$	0,774	3,8 <sup>(1)</sup>	429,0
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 3,2 - 0,0767^\square x^{0,5} + 0,0047^\Delta x$	0,598	3,5 <sup>(1)</sup>	365,5
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 2,7 - 0,2536^\circ x^{0,5} + 0,0154^* x$	0,779	4,3 <sup>(1)</sup>	450,6
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 6,5 - 0,2633^\circ x^{0,5} + 0,0147^* x$	0,855	7,2 <sup>(1)</sup>	406,4
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 9,7 + 0,0157^{***} x$	0,782	15,8 <sup>(1)</sup>	388,2
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 5,3 - 0,3883^\Delta x^{0,5} + 0,0279^\Delta x^2$	0,921	9,5 <sup>(1)</sup>	444,3
Acumulado do 5º ao 7º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 7,0 + 0,0084^{**} x$	0,696	10,1 <sup>(1)</sup>	366,7
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 7,4 + 0,0046^\square x$	0,792	8,7 <sup>(1)</sup>	289,1
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 5,3 + 0,005^{**} x$	0,971	7,3 <sup>(1)</sup>	353,6
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 4,6 - 0,0016^{ns} x + 0,00003^* x^2$	0,917	10,2 <sup>(1)</sup>	458,4
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 15,5 - 0,0159^{ns} x + 0,00006^\circ x^2$	0,913	20,3 <sup>(1)</sup>	444,7
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 19,2 + 0,0316^{***} x$	0,896	31,5 <sup>(1)</sup>	389,2
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 9,8 + 0,0131^\Delta x$	0,781	14,7 <sup>(1)</sup>	375,2

ns,  $\square$ ,  $\Delta$ ,  $^\circ$ ,  $^*$ ,  $^{**}$ ,  $^{***}$  não significativo e significativo a 30, 25, 10, 5, 1 e a 0,1 %. <sup>(1)</sup>90 % da produção estimada com a maior dose de potássio.

Pelas equações dos teores de K recuperado em função do adicionado pelos extratores M1, M3, AA, AS e AN nas amostras superficiais coletadas dos solos antes do quinto cultivo (Quadro 21), observou-se que para o solo PVA<sub>e1</sub> nos extratores AS e AN, e para o PVA<sub>e2</sub> no AN, não foi possível o ajuste de um modelo estatístico, indicando que esses solos continuaram apresentando altos teores de K recuperado pelos dois extratores. Para os demais extratores, todos os solos demonstraram bons ajustes das equações (Quadro 21).

As equações ajustadas dos teores de K recuperado para os solos no extrator M1 indicaram que nele foram recuperados os menores teores de K no quinto cultivo (Quadro 21), porque o extrator em questão retira do solo apenas o K disponível que neste cultivo já se apresentava bem baixo. Já as equações ajustadas para os teores recuperados pelo AN (Quadro 21) mostraram os maiores teores recuperados de K, já que possui maior força de extração que os demais.

O solo PVA<sub>e1</sub> teve os maiores teores de K recuperado pelo extrator AN, por aquele conter a maior riqueza de minerais potássicos em sua estrutura (Figura 6).

**Quadro 21.** Equações dos teores de potássio recuperado ( $y$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AN) para as amostras superficiais coletadas antes do quinto cultivo, em função das doses de potássio adicionadas ( $x$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais

Solo	Equação	$R^2$
M1		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 18,3 - 0,0085^{\text{ns}} x + 0,00003^{\circ} x^2$	0,508
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 18,6 - 1,2489^{***} x^{0,5} + 0,0446^{***} x$	0,970
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 12,0 - 0,3019^{\Delta} x^{0,5} + 0,0155^{\circ} x$	0,914
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 16,9 - 0,0150^{\text{ns}} x + 0,00006^* x^2$	0,776
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 11,9 - 0,0093^{\text{ns}} x + 0,00005^* x^2$	0,966
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 28,2 + 0,0473^{**} x - 0,00004^{\circ} x^2$	0,948
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 23,9 - 1,6068^{**} x^{0,5} + 0,1116^{**} x$	0,992
M3		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 18,4 - 0,0071^{\square} x + 0,00002^{\circ} x^2$	0,397
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 16,5 - 1,0536^{***} x^{0,5} + 0,0376^{**} x$	0,993
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 11,9 - 0,0215^{\circ} x + 0,00004^* x^2$	0,587
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 15,5 - 0,0095^{\text{ns}} x + 0,00004^{\circ} x^2$	0,598
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 11,7 - 0,0092^{\text{ns}} x + 0,00005^* x^2$	0,953
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 32,4 + 0,0549^{***} x - 0,00004^{\circ} x^2$	0,981
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 27,3 - 0,1200^{**} x + 0,0006^{**} x^2$	0,984
AA		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 25,4 - 0,4949^* x^{0,5} + 0,0219^* x$	0,496
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 27,3 - 1,9913^{***} x^{0,5} + 0,0661^{***} x$	0,989
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 14,9 - 0,4092^{\Delta} x^{0,5} + 0,0192^{\circ} x$	0,921
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 19,5 - 0,6448^{\circ} x^{0,5} + 0,0432^{**} x$	0,846
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 15,7 - 0,0126^{\text{ns}} x + 0,00006^* x^2$	0,975
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 35,8 + 0,0639^{***} x - 0,00005^* x^2$	0,987
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 34,2 - 2,0956^* x^{0,5} + 0,1592^* x$	0,986
AS		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 52,1 + 0,0094^{**} x$	0,607
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 22,5 - 1,2335^{***} x^{0,5} + 0,0476^{***} x$	0,926
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 31,4 - 0,0179^{\text{ns}} x + 0,00005^{\circ} x^2$	0,969
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 57,6 - 0,0124^{\text{ns}} x + 0,00006^{\circ} x^2$	0,845
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 29,7 - 0,0088^{\text{ns}} x + 0,00006^{\circ} x^2$	0,938
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 1.198,3$	-
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 171,1 - 0,1439^{\text{ns}} x + 0,0009^{\Delta} x^2$	0,937
AN		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 90,8 - 0,5656^{\square} x^{0,5} + 0,0299^{\circ} x$	0,473
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 23,9 - 1,3619^{**} x^{0,5} + 0,0556^{**} x$	0,971
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 35,6 - 0,0214^{\circ} x + 0,00004^* x^2$	0,818
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 88,0 + 0,0136^{**} x$	0,581
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 39,1 + 0,0222^{***} x$	0,838
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 1.890,0$	-
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 217,3$	-

ns,  $\square$ ,  $\Delta$ ,  $^{\circ}$ ,  $^*$ ,  $^{**}$ ,  $^{***}$  não significativo e significativo a 30, 25, 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Observou-se que os níveis críticos no cultivo cinco (Quadro 22) foram baixos em relação aos obtidos no quarto cultivo (Quadro 19) o mesmo foi verificado para o acumulado desse cultivo até o sétimo.

Em todos os solos os níveis críticos de K definidos por M1 ficaram abaixo do teor proposto pela CFSEMG (1999) para os solos de Minas Gerais, indicando a necessidade de adubação para que eles continuem alcançando boas produções.

No quinto cultivo para o AS, os níveis críticos de K ficaram entre 17,4 a 1.198,3 mg dm<sup>-3</sup>, já para o AN, apresentaram-se entre 19,5 a 1.890,0 mg dm<sup>-3</sup>, mostrando grande variação nos níveis críticos de K obtidos pelos dois extratores (Quadro 22).

Os níveis críticos de K tanto no cultivo cinco como no acumulado desse cultivo até o sétimo são próximos (Quadro 22), com isso, verifica-se que a recomendação de adubação de K seria praticamente igual à necessidade para o cultivo cinco individual como para o acumulado deste até o sétimo cultivo.

**Quadro 22.** Níveis críticos de potássio para o cultivo cinco e para o acumulado do quinto até o sétimo definidos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) para as amostras superficiais coletadas antes do quinto cultivo nos solos de Minas Gerais

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
Nível crítico para o 5º cultivo					
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
LVA <sub>d1</sub>	14,5	15,1	24,9	56,5	104,7
LVA <sub>d2</sub>	11,9	10,8	14,4	17,4	19,5
LV <sub>d</sub>	11,9	9,4	14,1	31,5	33,1
CX <sub>tb1</sub>	22,3	19,3	25,3	64,2	94,1
CX <sub>tb2</sub>	16,4	16,2	20,5	36,0	48,1
PVA <sub>e1</sub>	40,5	47,7	53,1	< 1.198,3	< 1.890,0
PVA <sub>e2</sub>	39,6	92,4	60,8	284,8	< 217,3
Nível crítico para o acumulado do 5º ao 7º cultivo					
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
LVA <sub>d1</sub>	19,2	18,5	24,0	55,5	90,9
LVA <sub>d2</sub>	10,3	9,5	12,6	15,3	16,8
LV <sub>d</sub>	11,8	9,3	14,0	31,3	33,0
CX <sub>tb1</sub>	22,6	19,5	25,5	64,5	94,2
CX <sub>tb2</sub>	17,7	17,5	22,0	37,7	49,0
PVA <sub>e1</sub>	40,6	47,7	53,1	< 1.198,3	< 1.890,0
PVA <sub>e2</sub>	34,6	66,7	53,3	243,8	< 217,3

O modelo linear ajustou-se para cinco dos sete solos na produção de matéria seca das plantas de milho em função das doses de K adicionadas nos solos em estudo para o sexto cultivo (Quadro 23). Pelos valores dos interceptos das equações nota-se que as produções foram baixas como ocorreu anteriormente no quinto cultivo

(Quadro 20), isso indica que o nutriente K estava sendo um dos limitantes para o crescimento das plantas.

Considerando a dose zero de K, o LVAd<sub>1</sub> apresentou a menor produção de matéria seca da parte aérea das plantas de milho (Quadro 23), enquanto o PV Ae<sub>1</sub>, solo mais rico em K total (Quadro 3), alcançou a maior produção (Quadro 23). No quinto cultivo a produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. variou de 2,9 a 11,3 g/vaso, sendo necessária as seguintes doses de K para atingi-las 415,8 mg dm<sup>-3</sup> e 388,4 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente (Quadro 23).

Pelos valores dos interceptos das equações de produção de matéria seca acumulada do sexto cultivo até o sétimo, verificou-se que as produções foram bem baixas (Quadro 23). Para o LVAd<sub>2</sub>, LVd e CXtb<sub>1</sub> a soma das produções de matéria seca do cultivo seis mais o sete resultou num incremento muito pequeno (Quadro 23), vista que a produção do cultivo sete fora bem pequena (Quadro 5).

**Quadro 23.** Equações de produção de matéria seca de plantas de milho (y, g/vaso), em função das doses de potássio (x, mg dm<sup>-3</sup>) adicionadas em solos de Minas Gerais, 90 % da produção máxima e doses recomendáveis (DR) para as amostras superficiais coletadas no sexto cultivo e produção acumulada no sexto e sétimo

Solo	6º Cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx.	DR
			g/vaso	mg dm <sup>-3</sup>
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 1,1 + 0,2815^\circ x^{0,5} - 0,0047^{ns} x$	0,861	4,8	373,0
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 2,2 + 0,0196^\circ x - 0,00003^\Delta x^2$	0,959	4,1 <sup>(1)</sup>	114,4
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 1,3 + 0,0038^{**} x$	0,539	2,9 <sup>(1)</sup>	415,8
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 1,3 + 0,0062^{***} x$	0,927	4,0 <sup>(1)</sup>	429,0
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 3,9 + 0,0088^{**} x$	0,859	7,5 <sup>(1)</sup>	405,7
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 6,9 + 0,0112^{***} x$	0,888	11,3 <sup>(1)</sup>	388,4
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 3,3 + 0,0081^\Delta x$	0,981	6,6 <sup>(1)</sup>	409,3
Acumulado do 6º ao 7º cultivo				
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 2,4 + 0,1751^\Delta x^{0,5} + 0,0017^{ns} x$	0,926	6,4 <sup>(1)</sup>	378,3
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 2,8 + 0,0215^\circ x - 0,00003^\Delta x^2$	0,933	6,0	209,4
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 2,5 + 0,0039^{**} x$	0,471	4,0 <sup>(1)</sup>	385,9
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 2,1 + 0,0068^{***} x$	0,969	4,9 <sup>(1)</sup>	419,1
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 9,4 - 0,0078^{ns} x + 0,00003^\Delta x^2$	0,801	11,7 <sup>(1)</sup>	435,9
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 10,4 - 0,2182^\Delta x^{0,5} + 0,0248^{**} x$	0,899	16,1 <sup>(1)</sup>	408,9
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 5,3 + 0,0109^\Delta x$	0,972	9,7 <sup>(1)</sup>	401,4

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> não significativo e significativo a 25, 10, 1 e a 0,1 %. <sup>(1)</sup> 90 % da produção estimada com a maior dose de potássio.

As equações dos teores de K recuperado em função do adicionado pelos extratores M1, M3, AA, AS e AN nas amostras superficiais coletadas dos solos antes do sexto cultivo, indicaram que no M1, M3, AA e AN foram ajustadas equações para todos os solos, porém no AS não foi possível, para o LV<sub>d</sub>, CX<sub>tb1</sub> e PVA<sub>e1</sub> (Quadro 24)

Por retirarem do solo o K disponível, o M1 e o M3 tiveram pelas equações ajustadas, semelhanças na extração do K dos solos, sendo os interceptos das equações geradas por eles os menores entre todos os extratores (Quadro 24).

Por mais uma vez, o AS e o AN (Quadro 24) apresentaram os maiores teores de K recuperado do solo em relação aos demais extratores, porque o AS e o AN possuem maior poder de extração. Nota-se que até o cultivo seis, o PVA<sub>e1</sub> teve elevados teores de K extraídos tanto por AS quanto por AN (Quadro 24), porém, isso não quer dizer que as plantas de milho cultivadas no PVA<sub>e1</sub> tiveram acesso a esses teores de K, porque, o AS e o AN acessam formas de K que as plantas não conseguem acessar.

O LVAd<sub>2</sub>, o solo mais intemperizado dos sete, apresentou no sexto cultivo praticamente os mesmos teores de K (valores dos interceptos) recuperados pelo AA e AN (Quadro 24), pelo fato da fração não trocável desse solo ser baixa ou quase inexistente.

**Quadro 24.** Equações dos teores de potássio recuperado ( $y$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AN) para amostras superficiais coletadas antes do sexto cultivo, em função das doses de potássio adicionadas ( $x$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais

Solo	Equação	R <sup>2</sup>
M1		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 13,9 + 0,0092^{**} x$	0,722
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 12,9 - 0,5856^* x^{0,5} + 0,0196^o x$	0,856
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 8,5 - 0,0063^{ns} x + 0,00002^* x^2$	0,464
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 13,2 + 0,0117^{***} x$	0,912
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 9,6 + 0,0170^{**} x$	0,742
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 27,5 + 0,0211^{***} x$	0,912
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 19,7 + 0,0228^{\Delta} x$	0,944
M3		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 9,7 + 0,0065^* x$	0,527
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 8,2 - 0,6502^* x^{0,5} + 0,0217^o x$	0,893
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 3,1 - 0,0069^{ns} x + 0,00002^{\Delta} x^2$	0,222
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 7,3 + 0,0106^{***} x$	0,802
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 5,7 + 0,0119^o x$	0,574
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 27,9 + 0,0259^{***} x$	0,959
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 20,1 + 0,0353^o x$	0,963
AA		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 22,5 + 0,0093^o x$	0,537
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 20,2 - 0,4962^{\Delta} x^{0,5} + 0,0152^{ns} x$	0,674
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 15,2 - 0,0121^{\square} x + 0,00004^{\Delta} x^2$	0,353
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 19,8 + 0,0111^{***} x$	0,956
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 16,4 + 0,0219^{**} x$	0,718
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 40,5 + 0,0290^{***} x$	0,974
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 34,4 + 0,0384^o x$	0,834
AS		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 48,4 + 0,0104^* x$	0,766
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 18,7 - 0,5325^* x^{0,5} + 0,0186^o x$	0,812
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 30,1$	-
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 54,7$	-
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 25,2 + 0,0216^{**} x$	0,729
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 1.186,9$	-
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 156,7 + 0,0673^{\Delta} x$	0,822
AN		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 84,3 + 0,0503^o x - 0,00007^{\Delta} x^2$	0,564
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 20,3 - 0,6357^* x^{0,5} + 0,0226^o x$	0,899
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 28,2 + 0,0096^{\Delta} x$	0,255
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 41,7 + 0,0180^{\Delta} x$	0,383
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 83,9 + 0,0709^{\Delta} x - 0,00009^{\square} x^2$	0,874
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 1.767,8 + 0,2305^* x$	0,676
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 192,8 + 2,4569^{\Delta} x^{0,5} - 0,1202^{\square} x$	0,992

ns,  $\square$ ,  $\Delta$ ,  $^o$ ,  $^*$ ,  $^{**}$ ,  $^{***}$  não significativo e significativo a 30, 25, 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

No sexto cultivo, os níveis críticos de K (Quadro 25) foram menores que os do quinto (Quadro 22), indicando que com o passar dos cultivos, a disponibilidade de K foi diminuindo, não apresentando um teor mínimo de K necessário para manter a produção de matéria seca das plantas de milho. Essa afirmação é válida para os níveis críticos definidos por M1 e M3, que determinam o K disponível dos solos.

Nota-se tendência de aumento dos níveis críticos de K do M1 para o AN, isso porque, o M1 é o extrator com menor poder de extração de K e o AN o maior, possibilitando ao segundo recuperar mais K (Quadro 25)

Os solos LVAd<sub>1</sub>, CXtb<sub>1</sub>, PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub> apresentaram níveis críticos de K definidos por AN, sendo maiores que o proposto pela CFSEMG (1999) para os solos mineiros. Porém, o nível crítico de K estabelecido por essa Comissão foi o definido utilizando o extrator M1, que possui a capacidade de extrair o K disponível (K em solução e parte da fração de K trocável). Já o AN acessa também formas não trocáveis de K, que o M1 não possui a capacidade de retirar. Para os níveis críticos acumulados do cultivo seis até o sete a magnitude dos valores não se diferenciaram do cultivo seis individualmente (Quadro 25).

**Quadro 25.** Níveis críticos de potássio para o cultivo seis e para o acumulado do sexto e sétimo cultivo, definidos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) para as amostras superficiais coletadas antes do sexto cultivo nos solos de Minas Gerais

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
Nível crítico para o 6º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVAd <sub>1</sub>	17,3	17,3	26,0	52,7	93,3
LVAd <sub>2</sub>	8,9	8,9	16,6	15,1	16,1
LVd	9,3	9,3	17,1	< 30,1	32,2
CXtb <sub>1</sub>	18,2	18,2	24,6	< 54,7	97,8
CXtb <sub>2</sub>	16,5	16,5	25,3	34,0	49,0
PVAe <sub>1</sub>	35,7	35,7	51,8	< 1.186,9	1.857,3
PVAe <sub>2</sub>	29,0	29,0	50,1	184,2	193,3
Nível crítico para o acumulado do 6º ao 7º cultivo					
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
LVAd <sub>1</sub>	17,4	12,2	26,0	52,3	93,3
LVAd <sub>2</sub>	8,5	3,3	16,2	14,9	15,8
LVd	9,0	3,4	16,5	< 30,1	31,9
CXtb <sub>1</sub>	18,1	11,7	24,5	< 54,7	97,8
CXtb <sub>2</sub>	17,0	10,9	25,9	34,6	49,5
PVAe <sub>1</sub>	36,1	38,5	52,4	< 1.186,9	1.862,1
PVAe <sub>2</sub>	28,9	34,3	49,8	183,7	193,8

Como a produção de matéria seca da arte aérea das plantas de milho foram bem baixas (Quadro 5), somente foi possível o ajuste de equações para os solos LVAd<sub>1</sub>, PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub> (Quadro 26). A baixa disponibilidade de K foi um dos fatores que influenciaram na produção de matéria seca por parte das plantas de milho. No sétimo cultivo a produção de 0,9  $\hat{y}$  máx. ficou entre 0,9 e 4,9 g/vaso e as doses recomendáveis de K entre 0,0 e 446,4 mg dm<sup>-3</sup>.

**Quadro 26.** Equações de produção de matéria seca de plantas de milho (y, g/vaso), em função das doses de potássio adicionadas (x, mg dm<sup>-3</sup>) em solos de Minas Gerais, 90 % da produção máxima e doses recomendáveis (DR) para as amostras superficiais coletadas no sétimo cultivo

Solo	7º Cultivo	R <sup>2</sup>	0,9 $\hat{y}$ máx.	DR
			g/vaso	mg dm <sup>-3</sup>
LVAd <sub>1</sub>	$\hat{y} = 1,3 - 0,1064^{\circ} x^{0,5} + 0,0064^* x$	0,777	1,9 <sup>(1)</sup>	446,4
LVAd <sub>2</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 0,9$	-	0,9	0,0
LVd	$\hat{y} = \bar{y} = 1,2$	-	1,2	0,0
CXtb <sub>1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 0,9$	-	0,9	0,0
CXtb <sub>2</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 4,4$	-	4,4	0,0
PVAe <sub>1</sub>	$\hat{y} = 3,8 - 0,3059^{**} x^{0,5} + 0,0171^{***} x$	0,844	4,9 <sup>(1)</sup>	445,2
PVAe <sub>2</sub>	$\hat{y} = 1,9 + 0,0029^{\Delta} x$	0,897	3,0 <sup>(1)</sup>	384,5

<sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> significativo a 25, 10, 5 e a 0,1 %. <sup>(1)</sup> 90 % da produção estimada com a maior dose de potássio.

Por intermédio das equações dos teores de K recuperado em função do adicionado pelos extratores M1, M3, AA, AS e AN nas amostras superficiais coletadas antes do sétimo cultivo (Quadro 27), percebeu-se que não foi possível ajustar modelos estatísticos para os solos em todos os extratores.

As equações dos solos em estudo, no extrator M1 (Quadro 27), indicaram que no final do sétimo cultivo, os teores de K disponível para as plantas de milho eram bem baixos, fazendo com que as produções de matéria apresentassem queda (Quadro 5).

Apesar das equações do AN (Quadro 27) mostrarem que foram extraídos dos solos estudados quantidades maiores de K no sétimo cultivo, isso não implica que esses teores estejam disponíveis para as plantas de milho, já que o AN retira do solo formas de K que não são acessíveis para as plantas.

**Quadro 27.** Equações dos teores de potássio recuperado ( $y$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente (AN) para as amostras superficiais coletadas antes do sétimo cultivo, em função das doses de potássio adicionadas ( $x$ ,  $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais

Solo	Equação	R <sup>2</sup>
M1		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 15,4 - 0,3674^{\Delta} x^{0,5} + 0,0149^{\square} x$	0,966
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 13,7 - 0,8573^{**} x^{0,5} + 0,0302^{*} x$	0,971
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 14,3 - 0,0462^{*} x + 0,00009^{*} x^2$	0,659
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 17,9$	-
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 13,4 - 0,0345^{\text{ns}} + 0,00008^{\circ} x^2$	0,948
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 25,2 + 0,0097^{*} x$	0,789
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 20,3$	-
M3		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 11,7 - 0,3734^{\Delta} x^{0,5} + 0,0150^{\Delta} x$	0,772
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 9,2 - 0,9063^{*} x^{0,5} + 0,0296^{*} x$	0,970
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 8,9 - 0,0466^{*} x + 0,00009^{*} x^2$	0,642
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 12,3$	-
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 10,5 - 0,0430^{\text{ns}} x + 0,00009^{\circ} x^2$	0,886
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 25,5 + 0,0135^{**} x$	0,764
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 21,1$	-
AA		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 14,9 - 0,4482^{\Delta} x^{0,5} + 0,0140^{\text{ns}} x$	0,921
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 13,1 - 1,2022^{**} x^{0,5} + 0,0399^{*} x$	0,944
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 18,9 - 1,7683^{*} x^{0,5} + 0,0578^{\circ} x$	0,852
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 13,1$	-
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 11,8 - 0,0462^{\text{ns}} + 0,0001^{\circ} x^2$	0,849
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 33,1 - 0,0351^{\square} x + 0,00008^{\Delta} x^2$	0,415
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 25,2$	-
AS		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 53,8$	-
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 21,9 - 0,1277^{\square} x + 0,0004^{\Delta} x^2$	0,993
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 33,8$	-
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 62,3$	-
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 41,4 - 1,9983^{*} x^{0,5} + 0,0789^{*} x$	0,961
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 1.137,9 + 0,3809^{\Delta} x - 0,0006^{\Delta} x^2$	0,901
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 166,9 - 0,2211^{\text{ns}} x + 0,0014^{*} x^2$	0,803
AN		
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 78,5$	-
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 21,2 - 1,1680^{**} x^{0,5} + 0,0456^{**}$	0,967
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 38,9 - 0,0609^{**} x + 0,0001^{**} x^2$	0,752
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 84,3 + 0,7040^{\circ} x^{0,5} - 0,0186^{\text{ns}} x$	0,396
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 42,5 - 0,0388^{\Delta} x + 0,00009^{\Delta} x^2$	0,939
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = \bar{y} = 1.825,0$	-
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 195,2 - 0,0349^{\Delta} x$	0,765

<sup>ns</sup>, <sup>□</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>°</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup> não significativo e significativo a 30, 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Os níveis críticos de K obtidos no sétimo cultivo são menores (Quadro 28), comparados com aqueles do sexto (Quadro 25) para a maioria dos solos. Já que no sétimo cultivo continuou ocorrendo absorção de K por parte das plantas de milho, fazendo com que a disponibilidade desse nutriente caísse prejudicando a produção de matéria seca nos solos (Quadro 5).

Os solos LVAd<sub>2</sub>, LVd e CXtb<sub>2</sub> apresentaram mesmo para os extratores AS e AN (Quadro 28) níveis críticos de K abaixo do teor proposto para os solos de Minas Gerais, indicando necessidade de adubação potássica para alcançar boas produções de matéria seca.

**Quadro 28.** Níveis críticos de potássio para o cultivo sete definidos pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) para as amostras superficiais coletadas antes do sétimo cultivo nos solos de Minas Gerais

Solo	Extrator				
	M1	M3	AA	AS	AN
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
LVAd <sub>1</sub>	14,3	18,4	21,1	< 53,8	< 78,5
LVAd <sub>2</sub>	< 13,7	< 9,2	< 13,1	< 21,9	< 21,2
LVd	< 14,3	< 8,9	< 18,9	< 33,8	< 38,9
CXtb <sub>1</sub>	< 17,9	< 12,3	< 13,1	< 62,3	< 84,3
CXtb <sub>2</sub>	< 13,4	< 10,5	< 11,8	< 41,4	< 42,5
PVAe <sub>1</sub>	29,5	31,5	33,3	1.307,5	< 1.825,0
PVAe <sub>2</sub>	< 20,3	< 21,1	< 25,2	81,9	181,8

#### **4.5 Teores de potássio; Níveis Críticos foliares e Conteúdo de potássio nas plantas de milho**

Os teores médios ponderados de K (Quadro 29) presentes na matéria seca da parte aérea das plantas de milho, com o passar dos cultivos foram caindo, de modo a manter um certo equilíbrio. Encontra-se, geralmente, nos tecidos das plantas teores de K em torno de 10 a 35 g kg<sup>-1</sup>. No primeiro cultivo, os teores de K na parte aérea das plantas de milho aumentaram para todos os solos com o acréscimo das doses de K (Quadro 29). Nas doses de 300 e 500 mg dm<sup>-3</sup> de K, os teores de K encontrados estão bem acima daqueles esperados para este nutriente, pressupondo haver nesse caso um “consumo de luxo” por parte das plantas de milho.

Apesar dos extratores AS e AN extraírem teores elevados de K para a maioria dos solos até o sétimo cultivo (Quadro 7), não se verificou que as plantas de milho tiveram acesso a esse K. Já que os teores de K encontrados em suas partes aéreas foram decaindo ao longo dos cultivos, isso mostrou que extratores acima citados extraem formas de K dos solos que não estão disponíveis para as plantas durante o seu ciclo.

**Quadro 29.** Teores médios ponderados de potássio na matéria seca da parte aérea das plantas de milho ao longo dos sete cultivos em sete solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K mg dm <sup>-3</sup>	Cultivo						
		1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7
LVAd <sub>1</sub>	0	14,4	11,1	10,0	9,1	8,7	8,5	8,4
	50	19,9	13,0	11,9	10,5	10,0	9,8	9,7
	100	23,0	16,9	15,2	13,8	13,2	12,7	12,6
	200	36,9	24,1	21,3	18,5	17,9	17,0	16,9
	300	46,4	27,7	24,2	21,2	20,8	20,0	19,8
	500	52,7	37,7	31,5	26,8	25,7	24,7	24,2
	<b>Média</b>		<b>32,2</b>	<b>21,8</b>	<b>19,0</b>	<b>16,6</b>	<b>16,1</b>	<b>15,5</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	8,8	8,0	7,7	6,6	6,3	6,3	6,3
	50	16,5	12,7	11,4	9,6	9,4	9,1	9,1
	100	29,2	17,8	15,7	12,9	12,3	11,8	11,7
	200	37,4	22,7	19,6	16,2	15,7	14,8	14,7
	300	49,1	27,1	22,3	18,4	17,8	17,1	17,0
	500	81,8	39,0	32,8	26,7	25,6	24,9	24,6
	<b>Média</b>		<b>37,1</b>	<b>21,2</b>	<b>18,3</b>	<b>15,1</b>	<b>14,5</b>	<b>14,0</b>
LVd	0	8,8	7,5	7,8	7,3	7,2	7,0	7,0
	50	18,0	12,3	11,5	10,0	9,7	9,5	9,4
	100	29,6	18,2	16,7	13,8	13,3	13,0	12,9
	200	43,4	26,4	22,1	19,1	18,5	18,1	17,9
	300	46,7	26,9	22,6	19,1	18,6	18,0	17,8
	500	63,2	50,5	39,3	33,6	32,1	31,3	30,9
	<b>Média</b>		<b>35,0</b>	<b>23,6</b>	<b>20,0</b>	<b>17,1</b>	<b>16,6</b>	<b>16,2</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	13,0	9,5	9,3	8,4	8,3	8,2	8,2
	50	21,5	14,4	13,5	11,6	11,5	11,2	11,2
	100	29,9	16,9	15,5	13,8	13,4	13,1	13,0
	200	36,8	25,9	21,6	18,1	17,6	17,3	17,1
	300	42,0	35,1	28,4	23,3	22,8	22,0	21,8
	500	48,9	45,7	36,4	27,6	26,3	25,3	25,0
	<b>Média</b>		<b>32,0</b>	<b>24,6</b>	<b>20,8</b>	<b>17,1</b>	<b>16,7</b>	<b>16,2</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	9,6	8,6	7,7	6,9	6,6	6,4	6,4
	50	18,8	11,4	9,6	8,2	7,9	7,7	7,6
	100	29,0	16,4	13,5	10,8	10,3	10,0	9,8
	200	44,4	22,1	17,7	14,3	13,7	13,2	12,9
	300	58,3	37,2	26,6	20,8	19,8	18,9	18,4
	500	57,1	45,5	33,2	26,2	24,4	22,8	22,1
	<b>Media</b>		<b>36,2</b>	<b>19,8</b>	<b>16,1</b>	<b>13,3</b>	<b>12,3</b>	<b>11,8</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	27,0	25,4	19,4	15,6	14,8	14,1	13,7
	50	31,2	22,2	17,8	14,2	12,9	12,3	12,1
	100	39,6	24,4	20,5	16,2	15,1	14,4	14,3
	200	49,0	29,2	23,8	18,0	16,3	15,4	15,2
	300	55,7	38,7	30,8	22,9	19,9	18,8	18,4
	500	55,0	43,9	35,1	27,1	23,9	22,1	21,5
	<b>Média</b>		<b>42,9</b>	<b>30,6</b>	<b>24,6</b>	<b>19,0</b>	<b>17,2</b>	<b>16,2</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	26,5	16,0	13,9	12,0	11,6	11,4	11,3
	50	30,9	19,4	16,6	14,0	13,6	13,3	13,1
	100	34,4	21,3	18,6	15,3	14,9	14,5	14,3
	200	44,8	27,4	22,4	18,5	17,9	17,3	17,1
	300	45,7	32,6	25,3	20,7	19,8	19,1	18,8
	500	57,2	46,1	36,9	29,0	27,3	26,2	25,8
	<b>Média</b>		<b>39,9</b>	<b>27,1</b>	<b>22,3</b>	<b>18,3</b>	<b>17,5</b>	<b>17,0</b>

Todos os sete solos apresentaram excelentes ajustes dos modelos estatísticos para os teores de K nas plantas de milho em função das doses de K adicionadas durante os cultivos, os modelos ajustados durante os cultivos com milho foram o linear, raiz quadrático e quadrático (Quadro 30)..

Para acompanhar as relações de K no sistema solo-planta e avaliar o estado nutricional das plantas, a determinação dos teores de K na planta pode ser recomendável (Scherer, 1998). As informações sobre diagnose e níveis críticos foliares de K nos tecidos foliares de várias culturas são bem escassas. Para a soja, Bataglia & Dechen (1986) definiram 17,0 g kg<sup>-1</sup> como nível crítico foliar de K, já Scherer (1998), encontrou para essa mesma cultura um nível crítico foliar em torno de 9 a 14 g kg<sup>-1</sup>. Cabbau et al. (2004) cultivaram arroz (*Oriza sativa* L. cv. Jequitibá) em quatro solos do município de Lavras, estado de Minas Gerais, durante aproximadamente 90 d, encontrando nos tecidos foliares dessa cultura um nível crítico de K entre 9,6 a 11,5 g kg<sup>-1</sup>, já Villa et al. (2004), encontraram para esses mesmos solos, níveis críticos foliares de K para plantas de feijão variando de 14,6 a 30,5 g kg<sup>-1</sup>.

Os níveis críticos de K presentes nos tecidos foliares das plantas de milho foram diminuindo com o passar dos cultivos para todos os solos (Quadro 30). No cultivo um, o CXtb<sub>2</sub> (38,5 g kg<sup>-1</sup>) e o LVAd<sub>1</sub> (42,1 g kg<sup>-1</sup>), apresentaram os maiores níveis críticos de K nos tecidos das plantas de milho, sendo superiores aos encontrados nos trabalhos dos autores acima citados.

No acumulado do cultivo um e dois (Quadro 30) o PV Ae<sub>2</sub> apresentou o maior nível crítico foliar de K (37,7 g kg<sup>-1</sup>) em todos os acumulados, os níveis críticos foliares de K ficaram acima de 10 g kg<sup>-1</sup>, indicando que as plantas de milho continuaram absorvendo K ao longo dos cultivos.

**Quadro 30.** Equações dos teores de potássio ( $y$ , g kg<sup>-1</sup>) na parte aérea das plantas de milho, em função das doses de potássio ( $x$ , mg dm<sup>-3</sup>) adicionadas em solos de Minas Gerais e os níveis críticos foliares de potássio, teor de potássio na planta relacionado com a produção 0,9  $\hat{y}$  máximo

Solo	Equação	R <sup>2</sup>	Níveis críticos Foliares g kg <sup>-1</sup>
1º Cultivo			
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 12,9 + 0,1437^{***} x - 0,0001^{***} x^2$	0,987	38,0
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 9,3 + 0,1779^{***} x - 0,0001^{***} x^2$	0,991	42,1
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 7,6 + 1,8036^{***} x^{0,5} - 0,0313^\circ x$	0,982	27,4
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 12,2 + 1,6797^{***} x^{0,5} - 0,0003^{ns} x$	0,989	27,9
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 8,1 + 0,2491^{***} x - 0,0003^{***} x^2$	0,994	38,5
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 25,7 + 0,1557^{***} x - 0,0002^{***} x^2$	0,992	< 25,7
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 26,2 + 0,0909^{***} x$	0,994	27,2
Acumulado do 1º ao 2º cultivo			
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 10,6 + 0,0670^{***} x - 0,00003^\Delta x^2$	0,994	30,6
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 9,0 + 0,0733^{***} x - 0,00003^\Delta x^2$	0,989	33,2
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 9,2 + 0,06444^{***} x + 0,0003^\Delta x^2$	0,967	30,2
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 9,2 + 0,0957^{***} x - 0,00004^\Delta x^2$	0,995	27,0
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 7,2 + 0,1003^{***} x - 0,00004^\Delta x^2$	0,973	26,4
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 19,9 + 0,0511^{***} x$	0,967	< 19,9
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 16,1 + 0,0556^{***} x$	0,993	37,7
Acumulado do 1º ao 3º cultivo			
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 9,6 + 0,0605^{***} x - 0,00003^\circ x^2$	0,995	22,8
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 7,8 + 0,3378^* x^{0,5} + 0,0337^{***} x$	0,989	24,7
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 8,7 + 0,0587^{***} x$	0,962	22,7
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 9,4 + 0,0707^{***} x - 0,00003^\Delta x^2$	0,996	27,7
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 6,9 + 0,0681^{***} x - 0,00003^\Delta x^2$	0,985	28,3
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 15,5 + 0,0544^{**} x - 0,00003^\Delta x^2$	0,982	< 15,5
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 14,2 + 0,0416^{***} x$	0,993	30,6
Acumulado do 1º ao 4º cultivo			
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 8,7 + 0,0529^{***} x - 0,00003^\circ x^2$	0,995	24,5
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 6,7 + 0,2728^\Delta x^{0,5} + 0,0271^{**} x$	0,991	21,4
LV <sub>d</sub>	$\hat{y} = 7,7 + 0,0494^{***} x$	0,961	22,5
CX <sub>tb1</sub>	$\hat{y} = 8,4 + 0,0606^{***} x - 0,00004^* x^2$	0,996	25,2
CX <sub>tb2</sub>	$\hat{y} = 6,2 + 0,0491^{***} x - 0,00002^\square x^2$	0,987	19,3
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 13,1 + 0,0287^{***} x$	0,986	20,9
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 12,1 + 0,0319^{***} x$	0,996	24,7

Continua...

Quadro 30, Cont.

Solo	Equação	R <sup>2</sup>	Níveis críticos Foliares g kg <sup>-1</sup>
Acumulado do 1º ao 5º Cultivo			
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 8,2 + 0,0539^{***} x - 0,00004^* x^2$	0,995	22,9
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 6,4 + 0,2836^{\Delta} x^{0,5} + 0,0252^{**} x$	0,993	22,2
LVD	$\hat{y} = 7,5 + 0,0472^{***} x$	0,965	21,4
CXtb <sub>1</sub>	$\hat{y} = 8,2 + 0,0598^{***} x - 0,00005^* x^2$	0,994	23,7
CXtb <sub>2</sub>	$\hat{y} = 6,0 + 0,0481^{***} x - 0,00002^{\Delta} x^2$	0,986	23,4
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 12,8 + 0,0238^{***} x$	0,986	20,0
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 11,8 + 0,0306^{***} x$	0,994	23,8
Acumulado do 1º ao 6º cultivo			
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 8,1 + 0,0501^{***} x - 0,00003^* x^2$	0,996	22,7
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 6,4 + 0,2051^{\Delta} x^{0,5} + 0,0269^{**} x$	0,994	19,9
LVD	$\hat{y} = 7,4 + 0,0458^{***} x$	0,962	19,9
CXtb <sub>1</sub>	$\hat{y} = 8,1 + 0,0580^{***} x - 0,00005^* x^2$	0,995	23,0
CXtb <sub>2</sub>	$\hat{y} = 5,9 + 0,0461^{***} x - 0,00002^{\Delta} x^2$	0,985	17,4
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 11,8 + 0,0212^{***} x$	0,981	18,5
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 11,6 + 0,0288^{***} x$	0,995	22,9
Acumulado do 1º ao 7º cultivo			
LVA <sub>d1</sub>	$\hat{y} = 7,8 + 0,0501^{***} x - 0,00004^* x^2$	0,996	21,1
LVA <sub>d2</sub>	$\hat{y} = 6,4 + 0,1984^{\Delta} x^{0,5} + 0,0268^{**} x$	0,994	19,8
LVD	$\hat{y} = 7,4 + 0,0451^{***} x$	0,961	23,9
CXtb <sub>1</sub>	$\hat{y} = 8,1 + 0,0571^{***} x - 0,00005^* x^2$	0,995	22,6
CXtb <sub>2</sub>	$\hat{y} = 5,8 + 0,0446^{***} x - 0,00002^{\Delta} x^2$	0,985	16,9
PVA <sub>e1</sub>	$\hat{y} = 11,7 + 0,0202^{***} x$	0,979	20,5
PVA <sub>e2</sub>	$\hat{y} = 11,5 + 0,0281^{***} x$	0,995	22,6

ns, □, Δ, o, \*, \*\*, \*\*\* não significativo e significativo a 30, 25, 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Os conteúdos de K na parte aérea das plantas de milho ao longo dos cultivos (Quadro 31) foram estimados a partir da multiplicação da produção de matéria seca de cada cultivo com o teor de K na parte aérea dos correspondentes cultivos. Esses conteúdos diminuíram ao longo dos cultivos, apresentando uma tendência de equilíbrio para alguns solos. Isso se deve ao fato de que nos primeiros a produção de matéria seca (Quadro 5) foi bem maior e os teores de K na parte aérea também (Quadro 29) em relação aos últimos.

Aproximadamente até o terceiro cultivo para todos os sete solos observou-se um aumento do conteúdo de K com o aumento das doses do mesmo nutriente (Quadro 31). A maior acumulação de K pelas plantas de milho nos primeiros cultivos é consequência da maior quantidade de K trocável presente inicialmente em cada

solo. Conforme foi diminuindo o K trocável dos solos (Quadros 6 e 7) diminuiu correspondentemente a absorção de K pelas plantas.

Os menores conteúdos de K no primeiro cultivo ocorreram na parte aérea das plantas cultivadas no CXtb<sub>1</sub> (492,2 mg/vaso) e LVd (494,8 mg/vaso) enquanto nos solos PVAe<sub>1</sub> (858,3 mg/vaso) e no PVAe<sub>2</sub> (810,4 mg/vaso) foram encontrados os maiores conteúdos de K. Ao longo dos sete cultivos o LVAd<sub>2</sub> e LVd apresentaram os menores conteúdos de K já os maiores foram obtidos pelo PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub> (Quadro 31).

**Quadro 31.** Conteúdos de potássio na parte aérea das plantas de milho ao longo dos sete cultivos nos solos estudados

Solo	Dose de K mg dm <sup>-3</sup>	Cultivo						
		1	2	3	4	5	6	7
LVAd <sub>1</sub>	0	142,1	57,9	32,2	37,5	23,5	5,3	7,2
	50	278,2	100,5	40,1	45,7	20,1	14,0	7,4
	100	492,5	130,0	46,0	46,4	29,7	14,2	7,8
	200	828,7	223,3	52,6	57,3	17,8	31,1	4,7
	300	1.118,1	311,1	67,2	67,2	12,6	26,6	6,7
	500	1.276,5	870,3	118,7	76,4	28,2	23,8	17,3
	<b>Média</b>	<b>689,4</b>	<b>282,2</b>	<b>59,5</b>	<b>55,1</b>	<b>22,0</b>	<b>19,2</b>	<b>8,5</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	22,5	28,4	37,1	49,4	24,9	12,9	2,9
	50	242,9	48,2	64,1	44,8	17,0	17,0	4,8
	100	371,5	119,0	45,6	48,4	18,7	18,4	4,0
	200	590,0	188,4	61,4	57,9	13,3	22,9	4,1
	300	931,9	293,5	105,1	62,4	16,1	24,9	6,3
	500	1.347,2	895,6	137,4	98,6	21,9	19,1	7,5
	<b>Média</b>	<b>584,3</b>	<b>262,2</b>	<b>75,1</b>	<b>60,3</b>	<b>18,7</b>	<b>19,2</b>	<b>4,9</b>
LVd	0	50,2	31,6	29,3	13,7	20,1	5,7	9,7
	50	205,2	77,5	33,0	36,4	16,2	7,9	9,7
	100	386,6	107,3	38,1	51,9	16,5	6,2	5,1
	200	541,2	469,3	77,9	45,6	24,2	6,5	5,3
	300	784,3	459,6	107,2	55,6	19,6	17,6	7,5
	500	1.001,6	1.338,8	174,1	52,2	17,1	15,5	8,6
	<b>Média</b>	<b>494,9</b>	<b>414,0</b>	<b>76,6</b>	<b>42,6</b>	<b>19,0</b>	<b>9,9</b>	<b>7,7</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	163,6	66,2	22,2	43,1	17,9	7,2	4,9
	50	331,6	122,7	32,0	44,5	8,7	8,4	3,6
	100	471,1	158,2	38,9	43,0	15,2	12,0	5,1
	200	590,8	401,6	72,7	64,6	14,3	10,9	10,0
	300	777,1	530,3	104,4	64,1	14,1	14,6	5,5
	500	618,9	1.230,5	236,8	120,6	33,7	24,2	6,4
	<b>Média</b>	<b>492,2</b>	<b>418,3</b>	<b>84,5</b>	<b>63,3</b>	<b>17,3</b>	<b>12,9</b>	<b>5,9</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	85,4	43,4	68,4	60,9	30,0	18,4	30,2
	50	202,6	135,1	73,5	74,7	28,6	23,1	27,7
	100	368,1	164,1	80,1	73,9	26,5	17,7	19,7
	200	755,8	234,9	103,0	86,7	31,7	27,6	18,0
	300	683,0	731,2	161,9	94,3	30,2	28,2	23,1
	500	908,2	1.086,5	227,1	103,1	42,4	43,3	24,7
	<b>Média</b>	<b>500,5</b>	<b>399,2</b>	<b>119,0</b>	<b>82,3</b>	<b>31,6</b>	<b>26,4</b>	<b>23,9</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	494,1	275,5	105,5	92,4	45,0	37,7	26,9
	50	648,7	204,2	116,1	95,8	46,2	47,1	23,5
	100	879,8	255,7	116,4	106,5	48,3	43,5	10,9
	200	924,0	367,4	147,5	129,3	69,7	57,9	19,2
	300	891,5	719,0	237,9	140,6	76,1	61,2	27,6
	500	1.311,5	840,2	289,5	157,9	78,5	75,8	40,4
	<b>Média</b>	<b>858,3</b>	<b>443,7</b>	<b>168,8</b>	<b>120,4</b>	<b>60,6</b>	<b>53,9</b>	<b>24,8</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	442,9	199,6	82,8	70,4	36,1	19,6	15,5
	50	640,7	177,7	96,2	70,3	29,3	24,4	17,6
	100	740,6	282,0	111,3	77,5	26,9	24,5	17,5
	200	952,9	483,6	134,5	91,8	37,3	28,9	19,2
	300	946,4	733,7	171,7	90,6	44,6	37,2	21,5
	500	1.138,7	1.423,1	326,6	113,7	58,0	41,8	23,8
	<b>Média</b>	<b>810,4</b>	<b>550,0</b>	<b>153,9</b>	<b>85,7</b>	<b>38,7</b>	<b>29,4</b>	<b>19,2</b>
<b>Média/Cult.</b>	<b>632,8</b>	<b>395,6</b>	<b>105,3</b>	<b>72,8</b>	<b>29,7</b>	<b>24,4</b>	<b>13,6</b>	

#### **4.6 Contribuições das frações de potássio, disponível e não disponível, pelos cinco extratores na dose zero de potássio aplicada nos solos**

Vários trabalhos demonstraram a contribuição da fração não trocável de K na nutrição das plantas (Mielniczuk & Selbach, 1978; Crisóstomo & Castro, 1970 Lana & Neves 1994 e Moraes, 1999) verificando a necessidade de existirem mais estudos que enfoquem a dinâmica do K no solo.

As contribuições do K disponível e não disponível na dose zero dos solos em estudo pelo M1 (Quadro 32) indicaram que o K absorvido pelas plantas de milho até o sexto cultivo em todos os solos foi maior que o teor de K recuperado no solo por esse método. Indicando que houve participação de formas de K que não foram acessadas pelo M1 na nutrição das plantas de milho.

A contribuição do K disponível na nutrição das plantas de milho variou de 3,1 a 59,0 % entre os solos estudados (Quadro 32). Sendo em torno de 40 % a sua contribuição para o absorvido, os outros 60 % vieram de formas não disponíveis, ou seja, que não foram detectadas pelo M1 (Quadro 32).

O M1 possui um poder de extração menor se comparado com outros extratores como, por exemplo, o AA. O K determinado por esse extrator é considerado o disponível (K em solução e uma parte do K trocável). O M1 possui a capacidade de determinar uma pequena fração desse K que está disponível para as plantas, outras frações que podem estar disponíveis, ele não possui a capacidade de extrair, isso se considerarmos culturas de ciclos longos.

O LVAd<sub>2</sub> ao longo dos cultivos apresentou a menor contribuição do K disponível determinado pelo M1 na nutrição das plantas de milho (Quadro 32). Sendo o mais pobre em minerais fontes de K (Figura 2) apresentando basicamente caulinita e óxidos de ferro em sua composição indicando ser bem intemperizado.

Por outro lado o solo que teve a maior contribuição do K disponível por M1 foi o CXtb<sub>1</sub> (Quadro 32). Ele possui um teor de K total elevado (Quadro 3) por causa da presença de minerais tipo 2:1 (Figura 3), que contém K em suas estruturas. Ao longo dos cultivos, esse K presente nesses minerais, pode ter passado para formas disponíveis participando da nutrição das plantas de milho.

A contribuição do K não disponível pelo extrator M1 (Quadro 32) variou de 41,1 a 96,9 %. As menores contribuições foram nos solos com maior teor de K total e as maiores foram nos de menor teor de K total (Quadro 32). Verificou-se que a

contribuição do K não disponível para todos os solos foram maiores que a contribuição do K disponível (Quadro 32), ressaltando no fraco poder de extração do M1 para prever a disponibilidade de K em culturas que são cultivadas em longos períodos.

Mesmo nos solos, PVAe<sub>1</sub> e PVAe<sub>2</sub>, onde os teores de K disponíveis determinados pelo M1 foram elevados antes do primeiro cultivo (Quadro 6), houve contribuição do K não disponível (Quadro 32), indicando que a fração disponível sozinha, não possui capacidade de manter a disponibilidade desse nutriente para que as plantas de milho continuem produzindo.

Em média a contribuição do K não disponível pelo M1 foi de 60 %, Morais (1999) encontrou para alguns solos de Minas Gerais uma contribuição média de 44 a 48 % da fração não trocável na nutrição das plantas de milho durante dois cultivos sucessivos. Já Nachtigall & Vahl (1991) encontraram uma contribuição do K não trocável de até 84,6 % na nutrição de plantas de milho e azevém, durante seis cultivos sucessivos em solos de Rio Grande do Sul. Martins et al. (2004), verificaram em plantas de trigo cultivadas durante 130 d em 10 solos do Estado do Paraná que a contribuição do K não trocável chegou até 54 % em alguns solos. Esses autores, não encontraram contribuições nos solos em que os teores de K trocáveis antes do plantio eram elevados.

**Quadro 32.** Contribuições das frações de potássio, disponível e não disponível por Mehlich- 1 nas amostras superficiais de solos de Minas Gerais na dose zero

Solo	QK <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	QK <sub>7</sub> <sup>(2)</sup>	CKi <sup>(3)</sup>	CTKd <sup>(4)</sup>	CTKñd <sup>(5)</sup>
	-----mg/vaso-----			-----%-----	
LVA <sub>d1</sub>	176,9	49,9	298,5	42,5	57,5
LVA <sub>d2</sub>	49,9	44,4	175,3	3,1	96,9
LV <sub>d</sub>	90,5	44,8	150,6	30,4	69,6
CX <sub>tb1</sub>	244,3	55,4	320,1	59,0	41,0
CX <sub>tb2</sub>	177,2	44,2	306,7	43,4	56,6
PVAe <sub>1</sub>	533,0	86,5	1.050,2	42,5	57,5
PVAe <sub>2</sub>	565,6	63,7	851,4	58,9	41,1
Média	262,5	55,6	450,4	40,0	60,0

<sup>(1)</sup>QK<sub>1</sub>= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do primeiro cultivo no volume de 4,5 dm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup>QK<sub>7</sub>= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do sétimo cultivo no volume de 3,24 dm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup>CKi= conteúdo de potássio no cultivo i ; <sup>(4)</sup>CTKd= contribuição do potássio disponível pelo método; <sup>(5)</sup>CTKñd= contribuição do potássio não disponível pelo método

As contribuições do K disponível e não disponível pelo extrator M3 foram variáveis entre os solos estudados (Quadro 33). Para todas as amostras superficiais dos sete solos a quantidade de K extraída por M3 foi menor que a absorvida pelas plantas de milho durante os sete cultivos, indicando que houve participação de formas de K não acessadas por esse extrator na nutrição das plantas.

As contribuições do K disponível determinado por M3 (Quadro 33) foram superiores das obtidas pelo M1 (Quadro 32), indicando que o extrator M3 conseguiu extrair maior quantidade de K nos solos que o M1 (Quadro 7).

No LVAd<sub>2</sub> foi observada a menor contribuição do K disponível determinado pelo M3 (Quadro 33), esse é solo que possui os menores teores de K disponíveis (Quadro 6). O PV Ae<sub>1</sub>, é o solo com maior teor de K total (Quadro 3), porém ele não apresenta a maior contribuição do K disponível determinado pelo M3 (Quadro 33), possivelmente o M3 não teve competência para extrair as elevadas quantidades de K existentes nesse solo.

Em média a contribuição do K não disponível estimada por M3 (Quadro 33) foi de 39,0 % para os solos em estudo, sendo a contribuição dessa fração menor se comparada com a obtida pelo M1 (Quadro 32).

A menor contribuição ocorreu no PV Ae<sub>2</sub> e a maior no LV Ad<sub>2</sub>, que foram os solos rico e pobre em minerais que possuem K em sua constituição (Figuras 7 e 2) respectivamente. O LVd apesar de possuir teores baixos de K (Quadro 6), teve contribuições do K não disponível (Quadro 33) pequenas, esse fato pode ser explicado pelo K que se encontra fracamente adsorvido nas micelas desse solo, com isso ele fica prontamente disponível para as plantas.

**Quadro 33.** Contribuições das frações de potássio, disponível e não disponível por Mehlich- 3 nas amostras superficiais de solos de Minas Gerais na dose zero

Solo	QK <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	QK <sub>7</sub> <sup>(2)</sup>	CKi <sup>(3)</sup>	CTKd <sup>(4)</sup>	CTKñd <sup>(5)</sup>
	-----mg/vaso-----			-----%-----	
LVA <sub>d1</sub>	221,8	38,7	298,5	61,3	38,7
LVA <sub>d2</sub>	92,8	30,1	175,3	35,8	64,2
LVd	129,9	26,2	150,6	68,9	31,1
CXtb <sub>1</sub>	279,7	41,1	320,1	74,5	25,5
CXtb <sub>2</sub>	209,3	36,5	306,7	56,3	43,7
PVAe <sub>1</sub>	638,5	89,6	1050,2	52,3	47,7
PVAe <sub>2</sub>	722,3	62,5	851,4	77,5	22,5
Média	327,8	46,4	450,4	61,0	39,0

<sup>(1)</sup>QK1= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do primeiro cultivo no volume de 4,5 dm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup>QK7= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do sétimo cultivo no volume de 3,24 dm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup>CKi= conteúdo de potássio no cultivo i; <sup>(4)</sup>CTKd= contribuição do potássio disponível pelo método; <sup>(5)</sup>CTKñd= contribuição do potássio não disponível pelo método

A contribuição do K disponível e não disponível determinado pelo AA na nutrição das plantas de milho foi variável entre os sete solos (Quadro 34). A quantidade de K extraída dos solos pelo extrator AA foi menor que a absorvida pelas plantas de milho (Quadro 34), indicando que para esse extrator também houve participação de formas de K na nutrição das plantas de milho que não foram determinadas por ele.

O AA é considerado padrão para extrair o K trocável do solo, considera-se que ele determina todo o K trocável devido a sua elevada concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> que retira todo o K (e demais cátions trocáveis) fracamente retido nas micelas dos solos.

A contribuição do K disponível (trocável) determinada pelo AA (Quadro 34) foi maior que a obtida pelo M1 (Quadro 32) e por M3 (Quadro 33). Possivelmente por causa do AA extrair mais K que esses dois extratores, já que ele possui maior força de extração.

Analisando a contribuição do K não disponível (não trocável) determinado pelo extrator AA (Quadro 34) percebe-se que essa é bem menor para todos os sete solos em relação ao extrator M1 e M3. O solo com menor contribuição foi o PVAe<sub>2</sub> e o com maior foi o LVA<sub>d2</sub>. Mesmo para os solos que apresentaram teores elevados de K extraídos por esse extrator (Quadro 6), houve contribuição do K não disponível (não trocável) por esse método (Quadro 34).

Em média a contribuição do K não disponível (não trocável) pelo extrator AA foi de 35,1 %, como a liberação do K não disponível (não trocável) para o disponível (trocável) é bastante lenta, verificou-se que houve queda perceptível na produção de matéria seca das plantas de milho (Quadro 5).

**Quadro 34.** Contribuições das frações de potássio, disponível e não disponível, por Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7 nas amostras superficiais de solos de Minas Gerais na dose zero

Solo	QK <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	QK <sub>7</sub> <sup>(2)</sup>	CKi <sup>(3)</sup>	CTKd <sup>(4)</sup>	CKTKnd <sup>(5)</sup>
	-----mg/vaso-----			-----%-----	
LVA <sub>d1</sub>	260,3	48,6	298,5	70,9	29,1
LVA <sub>d2</sub>	91,3	42,5	175,3	27,8	72,2
LV <sub>d</sub>	132,7	58,0	150,6	49,6	50,4
CX <sub>tb1</sub>	324,3	42,5	320,1	88,0	12,0
CX <sub>tb2</sub>	243,5	38,8	306,7	66,8	33,2
PVA <sub>e1</sub>	748,8	102,5	1.050,2	61,5	38,5
PVA <sub>e2</sub>	832,9	72,5	851,4	89,3	10,7
Média	376,3	57,9	450,4	64,9	35,1

<sup>(1)</sup>QK1= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do primeiro cultivo no volume de 4,5 dm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup>QK7= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do sétimo cultivo no volume de 3,24 dm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup>CKi= conteúdo de potássio no cultivo i; <sup>(4)</sup>CTKd= contribuição do potássio disponível pelo método; <sup>(5)</sup>CKTKnd= contribuição do potássio não disponível pelo método

A contribuição do K disponível e não disponível determinada por AS na nutrição das plantas de milho foi variável entre os sete solos (Quadro 35). No PVA<sub>e1</sub>, a quantidade de K extraída pelo método foi maior que a quantidade absorvida pelas plantas de milho. Já para os demais solos a quantidade de K extraída pelo AS foi menor que a quantidade absorvida (Quadro 35). O fato para que o PVA<sub>e1</sub> apresentasse contribuição negativa do K não disponível se deve a esse solo possuir quantidades elevadas de K (Quadro 3) e o extrator AS ter uma grande força de extração de K, fazendo com que nesses casos ele consiga extrair formas de K que as plantas não conseguem acessar.

Observou-se maior contribuição do K disponível nas amostras superficiais dos solos pelo extrator AS (Quadro 35) em relação á contribuição dos outros extratores M1 (Quadro 32), M3 (Quadro 33) e AA (Quadro 34), devido à superioridade de extração do AS em relação aos três extratores.

**Quadro 35.** Contribuições das frações de potássio, disponível e não disponível por Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> nas amostras superficiais de solos de Minas Gerais na dose zero

Solo	QK <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	QK <sub>7</sub> <sup>(2)</sup>	CKi <sup>(3)</sup>	CTKd <sup>(4)</sup>	CKTKñd <sup>(5)</sup>
	-----mg/vaso-----			-----%-----	
LVA <sub>d1</sub>	409,3	183,6	298,5	75,6	24,4
LVA <sub>d2</sub>	112,0	68,6	175,3	24,7	75,3
LV <sub>d</sub>	206,6	105,8	150,6	66,9	33,1
CX <sub>tb1</sub>	436,3	194,9	320,1	75,4	24,6
CX <sub>tb2</sub>	328,2	133,4	306,7	63,5	36,5
PVA <sub>e1</sub>	5.475,2	3.672,0	1.050,2	171,7	-71,7
PVA <sub>e2</sub>	1.382,3	533,5	851,4	99,7	0,3
Média	1.192,8	698,8	450,4	82,5	17,5

<sup>(1)</sup>QK1= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do primeiro cultivo no volume de 4,5 dm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup>QK7= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do sétimo cultivo no volume de 3,24 dm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup>CKi= conteúdo de potássio no cultivo i; <sup>(4)</sup>CTKd= contribuição do potássio disponível pelo método; <sup>(5)</sup>CKTKñd= contribuição do potássio não disponível pelo método

A quantidade de K extraída das amostras superficiais dos solos pelo extrator AN na dose zero de K (Quadro 36), foi bem menor do que o K absorvido pelas plantas de milho até o sexto cultivo para a maioria dos solos, com exceção do PVA<sub>e1</sub> e PVA<sub>e2</sub>. Esses dois solos apresentaram contribuições negativas com relação ao K não disponível pelo AN porque eles possuem elevados teores de K (Quadro 3) e além disso o AN tem competência para extrair formas de K que não são acessíveis para as plantas.

Morais (1999), Lana & Neves (1992), relataram que o AN 1 mol L<sup>-1</sup> extraiu maior quantidade de K que as plantas conseguiram absorver.

No solo PVA<sub>e2</sub>, a contribuição do K não disponível determinado pelo AS (Quadro 35), foi pequena, mas não negativa, como observada para o extrator AN (Quadro 36), mostrando que o AN possui maior força de extração em comparação ao AS.

**Quadro 36.** Contribuições das frações de potássio, disponível e não disponível por Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente nas amostras superficiais de solos de Minas Gerais na dose zero

Solo	QK <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	QK <sub>7</sub> <sup>(2)</sup>	CKi <sup>(3)</sup>	CTKd <sup>(4)</sup>	CKTKñd <sup>(5)</sup>
	-----mg/vaso-----			-----%-----	
LVA <sub>d1</sub>	484,5	252,7	298,5	77,7	22,3
LVA <sub>d2</sub>	128,9	68,0	175,3	34,7	65,3
LV <sub>d</sub>	225,6	123,1	150,6	68,1	31,9
CX <sub>tb1</sub>	550,2	272,2	320,1	86,8	13,2
CX <sub>tb2</sub>	353,7	139,3	306,7	69,9	30,1
PVA <sub>e1</sub>	8.829,7	5.799,6	1.050,2	288,5	-188,5
PVA <sub>e2</sub>	1.539,4	638,3	851,4	105,8	-5,8
Média	1.730,3	1.041,9	450,4	104,5	-4,5

<sup>(1)</sup>QK1= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do primeiro cultivo no volume de 4,5 dm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup>QK7= teor de potássio determinado nas amostras superficiais dos sete solos coletadas antes do sétimo cultivo no volume de 3,24 dm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup>CKi= conteúdo de potássio no cultivo i; <sup>(4)</sup>CTKd= contribuição do potássio disponível pelo método; <sup>(5)</sup>CKTKñd= contribuição do potássio não disponível pelo método.

#### **4.7 Coeficientes de correlação linear simples entre os conteúdos de potássio e os teores de potássio pelos cinco extratores**

De modo geral, observou-se que os conteúdos de K nas plantas de milho tanto por cultivo quanto de forma acumulativa nas seis doses de K, correlacionaram-se com os teores do nutriente no solo obtidos por meio das extrações com o extrator M3 (Quadro 37). Isso representa que, nas condições experimentais desta pesquisa, esse extrator foi mais adequado para estimar a disponibilidade de K durante o crescimento das plantas de milho nos sete cultivos realizados. Martins et al. 2004, encontraram que conteúdo de K no trigo foi mais bem correlacionado com os teores de K no solo obtidos pelo extrator AN 4 mol L<sup>-1</sup> e AA.

As correlações entre conteúdo de K acumulado na parte aérea das plantas de milho do primeiro ao sétimo cultivo e o conteúdo individual por cultivo pelos cinco extratores foram altamente significativas, porém o AS e o AN apresentaram os menores coeficientes, indicando que os teores de K extraídos por eles, correlacionaram-se menos com os conteúdos encontrados na parte aérea.

Os coeficientes de correlação linear entre conteúdo acumulado do primeiro ao sétimo cultivo na parte aérea das plantas de milho e o conteúdo individual por cultivo pelos cinco extratores durante os sete cultivos na dose zero de K (Quadro 38), foram para todos os extratores nos cultivos, bem correlacionados, sendo maiores quando se tinha todas as doses de K aplicadas (Quadro 37).

Na dose zero de K, o AA teve as melhores correlações com o conteúdo acumulado, seguido pelo M3. Porém para o conteúdo individual foi o M3 que apresentou as melhores correlações (Quadro 38).

Analisando os coeficientes de correlação linear simples entre os teores de K extraídos pelos cinco extratores (Quadro 39), nota-se que os teores de K extraídos por M1, M3 e AA estão altamente correlacionados entre si, apesar das diferenças dos teores de K extraídos por eles (Quadro 6 e 7) durante os cultivos. Já os teores de K extraídos pelo extrator AS se correlacionaram melhor com os extraídos com o AN, pois eles possuem a capacidade de extrair uma parte do K não trocável, ao contrário dos extratores M1, M3 e AA, que não possuem essa capacidade de extraí-la. O extrator M1 extraiu 70 % do K extraído por AA e o M3 85 % indicando que o M3 é um extrator com maior poder de extração que o M1, isso é mais evidenciado quando foi feita a taxa de recuperação do K recuperado pelo M3 em função do recuperado com pelo M1, o M3 recuperou 20 % de K extraído por M1.

**Quadro 37.** Coeficiente de correlação linear simples entre conteúdo de potássio acumulado (mg/vaso) da parte aérea das plantas de milho (CKAC) do primeiro até o sétimo cultivo e entre teor de potássio (mg dm<sup>-3</sup>) por cultivo (Ci), pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) durante os sete cultivos nas seis doses de potássio

Método	Cultivo						
	1	2	3	4	5	6	7
CKAC até o 7º Cultivo							
M1	0,72***	0,89***	0,89***	0,89***	0,89***	0,89***	0,72***
M3	0,78***	0,91***	0,92***	0,92***	0,92***	0,91***	0,78***
AA	0,76***	0,90***	0,91***	0,91***	0,91***	0,91***	0,76***
AS	0,54***	0,52***	0,55***	0,57***	0,58***	0,59***	0,54***
AN	0,48***	0,48***	0,50***	0,52***	0,53***	0,54***	0,48***
Ci por Cultivo							
M1	0,72***	0,88***	0,88***	0,78***	0,82***	0,80***	0,54***
M3	0,78***	0,89***	0,71***	0,80***	0,82***	0,79***	0,53***
AA	0,76***	0,90***	0,90***	0,78***	0,81***	0,77***	0,54***
AS	0,54***	0,32***	0,40***	0,61***	0,69***	0,70***	0,44***
AN	0,48***	0,22**	0,38***	0,61***	0,68***	0,69***	0,42***

\*\*\* Significativo a 0,1 %.

**Quadro 38.** Coeficiente de correlação linear simples entre conteúdo de potássio acumulado (mg/vaso) da parte aérea das plantas de milho (CKAC) do primeiro até o sétimo cultivo e entre teor de potássio (mg dm<sup>-3</sup>) por cultivo (Ci), pelos cinco extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) durante os sete cultivos na dose zero mg dm<sup>-3</sup> de potássio

Método	Cultivo						
	1	2	3	4	5	6	7
CKAC até o 7º Cultivo							
M1	0,93***	0,92***	0,92***	0,92***	0,92***	0,91***	0,91***
M3	0,94***	0,94***	0,95***	0,94***	0,94***	0,93***	0,93***
AA	0,96***	0,95***	0,95***	0,95***	0,94***	0,94***	0,94***
AS	0,80***	0,84***	0,85***	0,85***	0,86***	0,86***	0,86***
AN	0,77***	0,78***	0,80***	0,80***	0,80***	0,81***	0,81***
Ci por Cultivo							
M1	0,93***	0,75***	0,86***	0,66***	0,71***	0,65***	0,51**
M3	0,94***	0,77***	0,84***	0,70***	0,71***	0,71***	0,49**
AA	0,96***	0,76***	0,84***	0,61***	0,73***	0,62***	0,41*
AS	0,80***	0,70**	0,72***	0,64***	0,60***	0,75***	0,44*
AN	0,77***	0,68***	0,75***	0,65***	0,63***	0,78***	0,44**

\*, \*\*, \*\*\* Significativo a 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

**Quadro 39.** Coeficiente de correlação linear simples entre os teores de potássio ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) extraídos pelos extratores Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  (AA), Ácido Sulfúrico  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico  $2 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AN) durante os sete cultivos nos solos de Minas Gerais

		Cultivo						
Método		1	2	3	4	5	6	7
M1	M3	0,979***	0,993***	0,987***	0,987***	0,987***	0,985***	0,977***
	AA	0,991***	0,995***	0,983***	0,986***	0,976***	0,983***	0,945***
	AS	0,462°	0,331 <sup>ns</sup>	0,480°	0,704*	0,841**	0,802**	0,799**
	AN	0,422°	0,216 <sup>ns</sup>	0,451°	0,688*	0,836**	0,794**	0,790**
M3	AA	0,981***	0,998***	0,994***	0,994***	0,988***	0,994***	0,977***
	AS	0,485°	0,363 <sup>ns</sup>	0,505°	0,723*	0,854**	0,787**	0,807**
	AN	0,438°	0,248 <sup>ns</sup>	0,473°	0,706*	0,846**	0,775*	0,796**
AA	AS	0,519°	0,357 <sup>ns</sup>	0,481°	0,680*	0,797**	0,752*	0,784**
	AN	0,478°	0,240 <sup>ns</sup>	0,446°	0,662*	0,788**	0,740*	0,774**
AS	AN	0,985***	0,991***	0,998***	0,999***	1,000***	0,999***	0,999***

<sup>ns</sup>, °, \*, \*\*, \*\*\* não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

## 5. CONCLUSÕES

O K acumulado nas plantas cultivadas de modo sucessivo nos solos pode ser maior do que a quantidade obtida por extratores de formas disponíveis existente no solo inicialmente, por que em alguns casos há formas do K que inicialmente não estavam disponíveis na nutrição dessas plantas.

Verificou-se que ao longo dos cultivos os teores de K extraídos por todos os extratores foram diminuindo, comprometendo a produção de matéria seca por parte das plantas de milho que foram cultivadas.

Os extratores,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente e  $\text{HNO}_3$  2 mol  $\text{L}^{-1}$  fervente, foram os que apresentaram a maior capacidade de recuperação do K nos sete solos em todos os cultivos, por possuírem a maior força de extração de K.

Os solos,  $\text{PVAe}_1$  e  $\text{PVAe}_2$ , apresentaram os maiores teores de K extraídos pelos cinco extratores ao longo dos cultivos.

Os níveis críticos de K foram aumentando quando foram calculados de modo acumulado do primeiro até o sétimo cultivo, para se obter maiores produções de matéria seca. Os maiores níveis críticos de K foram obtidos pelos solos  $\text{PVAe}_1$  e  $\text{PVAe}_2$ . Existiu contribuição de frações disponíveis e não disponíveis por todos os métodos de extração na nutrição das plantas de milho cultivadas em todos os solos.

Observou-se que os conteúdos de K nas plantas de milho nas seis doses de K e nos sete cultivos, foram altamente correlacionados com os teores do nutriente no solo obtidos por meio das extrações com Mehlich-1, Mehlich-3 e  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7. Isso indica que esses extratores foram adequados para estimar a disponibilidade de K durante o crescimento das plantas para o primeiro cultivo e em forma acumulativa de milho nos sete cultivos realizados. Os teores de K extraídos pelo Mehlich-1, Mehlich-3 e  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$  pH 7 foram altamente correlacionados entre si.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.A.; ABREU, M.F. & BERTON, R.S. Análise química de solo para metais pesados. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V. & COSTA, L.M. (Eds). Tópicos em ciência do solo, volume II. Viçosa, 2002. p.645-692.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; DIAS, L.E. & OLIVEIRA, J.A. Determinação e uso do fósforo remanescente, B. Inf. Soc. Bras.Ci. Solo, 52:27-32, 2000.
- ALVAREZ, V.H. & RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C, GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, 1999. p.43-60.
- ATTOE, O.J. & TRUOG, E. Exchangeable and acid soluble potassium regards availability and reciprocal relationships. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 10:81-86, 1945.
- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J. & SILVA, D.N. Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico. R. Bras. Ci. Solo, 17:223-226, 1993.
- BORTOLUZZI, E.C.; SANTOS, D.R.; KAMINSKI, J.; GATIBONI, L.C. & TESSIER, D. Alterações na mineralogia de uma Argissolo do Rio Grande do Sul submetido à fertilização potássica. R. Bras. Ci. Solo, 29:327-335, 2005.
- BRAGA, J.M. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos do Estado de Minas Gerais. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, 1972. 150p. (Tese de Doutorado)
- BRAGA, J. M. & BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos de Minas Gerais; I Potássio disponível. R. Ceres, 20:53-64, 1973.
- CABBAU, A.R.; FAQUIM, V.; FERNANDES, L.A.; ANDRADE, A.T. & SOBRINHO, R.R.L. Resposta e níveis críticos de potássio para o arroz cultivado em solos de várzea inundados. R. Ci. Agrotec. 28:75-86, 2004.

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, 1999. 359p.
- CRISÓSTEMO, L. A. & CASTRO, A. F. Poder de suprimento de potássio de solos da zona fisiográfica de Baturité, CE, Brasil. Turrialba, 20:425-433, 1970.
- DEFELIPO, B.V. Teores de potássio em solos de Piracicaba e estabelecimento de seu nível crítico. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, 1974. 124p. (Tese de Doutorado)
- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. Análise química do solo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 17p. (Boletim Extensão, 29).
- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. Análise química do solo - metodologia. 2.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 26p.
- FERNANDES, D. M.; ROSSETTO, C. A. V.; ISHIMURA, I. & ROSOLEM, C. A. Nutrição da soja e formas de potássio no solo em função de cultivares e adubação potássica. R. Bras. Ci. Solo, 17:405-410, 1993.
- GASPARINI, J.L.G. Dinâmica do potássio em alguns solos da região do Alto Paraíba, Estado de São Paulo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 74p. (Tese de Mestrado)
- GOEDERT, W. J. Cation equilibria in soils of Rio Grande do Sul, Brazil. Wisconsin: University of Wisconsin 1973. 71p. (Tese de Doutorado)
- HALVIN, J.L. & WESTFALL, D.G. Potassium release kinetics and plant response in calcareous soil. Soil Sci. Soc. Am. J., 49:366-370. 1985.
- HUNTER, A. H. & PRATT, P.F. Extraction of potassium from soils by sulfuric acid. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 21:595-598. 1957.
- KIST, S.L. Suprimento de potássio em Argissolo com histórico de adubação potássica. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 61p. (Tese de Mestrado)

- LANA, M.C. & NEVES, J.C.L. Capacidade de suprimento de potássio em solos sob reflorestamento com eucalipto do Estado de São Paulo. R. Árvore, 18:115-122, 1994.
- LOPES, A.S. Mineralogia do potássio em solos do Brasil. In: Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira, 1982.
- MALAVOLTA, E. O potássio e a planta. Piracicaba, SP: Franciscana, 1982. 60p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARTINS, R.; MELO, V.F. & SERRAT, B.M. Métodos de determinação da disponibilidade de potássio para a cultura do trigo em solos dos Campos Gerais, Estado do Paraná. R. Ceres, 51:787-801, 2004.
- MELO, V.F. Relação entre a reserva mineral de solos e a produção e nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith, no Rio Grande do Sul. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 145p. (Tese de Mestrado)
- MELO, V.F.; CORRÊA, G.F.; MASCHIO, P.A.; RIBEIRO, A.N. & LIMA, V.V. Importância das espécies minerais no potássio total da fração argila de solos do Triângulo Mineiro. R. Bras. Ci. Solo, 27:807-819, 2003.
- MELO, V.F.; RIBEIRO, A.N.; MASCHIO, P.A.; CORRÊA, G.F. & LIMA, V.C. Mineralogia e formas de potássio e magnésio em diferentes classes de pesos e tamanhos da fração areia de solos do Triângulo Mineiro. R. Bras. Ci. Solo, 28:219-231, 2004.
- MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. (ED). Nutrição mineral de plantas. Viçosa, 2006. p.281-298.
- MIELNICZUK, J. O potássio no solo. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. 80p. (Boletim Técnico, 2)
- MIELNICZUK, J. & SELBACH, P.A. Capacidade de suprimento de potássio de seis solos do Rio Grande do Sul. R. Bras. Ci. Solo, 2:115-119, 1978.

- MORAIS, E.R.C. Formas de potássio em solos do Estado de Minas Gerais e sua disponibilidade para plantas de milho. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 85p. (Tese de Mestrado)
- NACHTIGALL, G.R. & VAHAL, L.C. Dinâmica da liberação de potássio dos solos da Região Sul do Rio Grande do Sul. R. Bras. Ci. Solo, 15:43-47, 1991.
- OLIVEIRA, V.; LUDWICK, A. E. & BEATTY, M. T. Potassium removed from some Southern Brazilian soils by exhaustive cropping and chemical extraction methods. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 35:763-767. 1971.
- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A. & SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTI, R.B. & NEVES, J.C. (Eds). Fertilidade do solo. Viçosa, 2007, p.551-594.
- PREZOTTI, L.C. Nível Crítico de potássio no solo para a produção de mudas de eucalipto. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 45p. (Tese de Mestrado)
- RAIJ, B.van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, SP: Ceres, 1991.343p.
- RICCI, M.S.F. Capacidade de suprimento de potássio das diferentes frações granulométricas de alguns solos do Estado de Minas Gerais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 65p. (Tese de Mestrado)
- RICH, C. I. Mineralogy of soil potassium. In: KILMER, V. J.; YOUNTS, S. E.; BRADY, N. C. The role of potassium in agriculture. Madison: SSSA, 1968. 79-108p.
- ROSOLEM, C.A.; BESSA, A.M. & PEREIRA, H.F.M. Dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja. Pesq. Agropec. Bras., 28:1045-1054, 1993.
- ROUSE, R.D. & BERTRAMSON, B.R. Potassium availability in several Indian soils: its nature and methods of evaluation. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 14:113-123. 1949.
- RUIZ, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). R. Bras. Ci. Solo, 29:297-300. 2005.

- SCHERER, E.E. Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo Húmico de Santa Catarina. R. Bras. Ci. Solo, 22:57-62, 1998.
- SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.E.; FERNANDES, L.A.; CURI, N. & DO VALE, F.R. Formas, relação quantidade/intensidade e biodisponibilidade de potássio em diferentes Latossolos. Pesq. Agropec. Bras., 35:2065-2073. 2000.
- SILVEIRA, R.L.V.A. Efeito do potássio no crescimento, nas concentrações dos nutrientes e nas características da madeira juvenil de progênies de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden cultivadas em solução nutritiva. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz", 2000. 168p. (Tese de Doutorado)
- SOIL SURVEY STAFF.1951.. Soil survey manual. U.S. Dep. Agr. Handbook. No. 18. U.S. Govt. Printing Office, Washington.
- SOUZA, D.M.G. Calagem e adubação da soja nos cerrados. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1984. 9p. (Comunicado Técnico, 38)
- TOMÉ JÚNIOR, J.B. Manual para interpretação de análise de solo. Edit. Agropecuária LTDA, Guaíba-RS, 1997, 240p.
- VILLA, M.R.; FERNANDES, L.A. & FAQUIM, V. Formas de potássio em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro. R. Bras. Ci. Solo, 28:649-658, 2004.
- VOLK, N.J. & TRUOG, E. A rapid chemical method for determinig the readily available potash of soils. J.Am.Soc.Agro., 26:537-546. 1934
- WIKLANDER, L. El potassio en suelos cultivados de la province de Skane (Suécia). R. de la Potassa. Berna. P1-21. 1961.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e pelo Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) de amostras superficiais coletadas antes do segundo cultivo, em função das doses adicionadas deste nutriente em solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
LVAd <sub>1</sub>	0	34,3	30,7	32,9	71,6	106,2
	50	41,8	43,2	45,9	84,6	117,9
	100	41,8	40,2	43,3	83,6	111,8
	200	72,5	70,4	75,5	107,6	153,2
	300	100,3	98,0	100,3	147,6	182,6
	500	237,9	234,2	248,1	291,2	324,6
	<b>Média</b>	<b>88,1</b>	<b>86,1</b>	<b>91,0</b>	<b>131,0</b>	<b>166,1</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	20,8	15,2	16,2	25,5	29,0
	50	24,5	20,1	23,5	32,5	36,2
	100	37,3	36,6	40,2	46,6	52,4
	200	36,7	48,0	53,2	59,6	58,8
	300	138,5	138,0	150,0	153,6	159,2
	500	313,6	294,0	319,3	325,4	340,5
	<b>Média</b>	<b>95,2</b>	<b>92,0</b>	<b>100,4</b>	<b>107,2</b>	<b>112,7</b>
LVd	0	21,5	19,6	21,7	43,6	48,2
	50	31,3	29,8	29,7	54,6	59,0
	100	41,0	37,2	42,1	65,6	61,9
	200	125,0	114,5	122,2	143,6	152,9
	300	138,1	133,9	139,8	162,6	176,4
	500	314,0	291,5	315,6	321,2	354,5
	<b>Média</b>	<b>111,8</b>	<b>104,4</b>	<b>111,8</b>	<b>131,9</b>	<b>142,2</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	32,0	30,6	31,5	74,6	100,1
	50	50,0	45,3	48,2	92,6	117,7
	100	64,3	62,7	62,6	107,6	138,8
	200	146,8	139,3	148,4	178,7	206,9
	300	149,8	186,2	188,3	215,6	250,1
	500	399,9	451,0	451,7	466,6	503,6
	<b>Média</b>	<b>140,4</b>	<b>152,5</b>	<b>155,1</b>	<b>189,3</b>	<b>219,5</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	32,8	36,6	35,3	57,6	76,8
	50	52,3	54,2	58,8	87,6	100,2
	100	66,5	63,3	67,5	102,6	112,2
	200	83,0	79,6	86,1	120,6	135,6
	300	207,5	206,2	222,1	275,7	310,6
	500	327,5	323,7	340,5	419,1	444,3
	<b>Média</b>	<b>128,3</b>	<b>127,3</b>	<b>135,0</b>	<b>177,2</b>	<b>196,6</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	56,0	62,4	64,4	1.226,1	2.121,5
	50	65,0	73,6	76,2	1.236,1	2.073,6
	100	83,8	84,0	89,3	1.216,1	2.061,7
	200	107,0	131,9	126,0	1.286,2	2.049,7
	300	212,0	224,6	235,8	1.326,2	2.133,6
	500	274,6	285,9	310,6	1.406,2	2.145,3
	<b>Média</b>	<b>133,1</b>	<b>143,7</b>	<b>150,4</b>	<b>1.282,8</b>	<b>2.097,6</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	71,0	80,0	88,6	228,7	277,4
	50	68,0	75,8	85,5	229,7	274,4
	100	81,5	93,8	105,4	246,7	298,5
	200	150,5	159,4	181,7	319,7	375,2
	300	205,6	216,9	244,4	404,1	456,0
	500	364,3	364,7	405,7	594,2	608,3
	<b>Média</b>	<b>156,8</b>	<b>165,1</b>	<b>185,2</b>	<b>337,2</b>	<b>381,6</b>
<b>Media/Mét</b>	<b>122,0</b>	<b>124,4</b>	<b>132,7</b>	<b>336,7</b>	<b>473,7</b>	

**Anexo 2.** Teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e pelo Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) de amostras superficiais coletadas antes do terceiro cultivo, em função das doses adicionadas deste nutriente em solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
LVAd <sub>1</sub>	0	21,9	24,9	24,1	56,0	88,6
	50	23,3	27,4	26,0	61,0	93,9
	100	24,0	26,0	25,4	58,0	93,9
	200	27,7	31,3	29,1	66,0	99,1
	300	33,2	36,4	34,1	72,0	107,8
	500	50,4	55,5	55,2	89,1	125,3
	<b>Média</b>	<b>30,1</b>	<b>33,6</b>	<b>32,3</b>	<b>67,0</b>	<b>101,4</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	13,8	17,1	22,3	15,0	24,3
	50	15,2	25,4	16,0	16,0	32,3
	100	15,7	18,8	15,4	16,0	22,3
	200	17,2	19,9	17,9	18,0	27,6
	300	33,9	32,8	31,6	33,0	39,8
	500	52,5	47,8	49,0	58,0	59,0
	<b>Média</b>	<b>24,7</b>	<b>27,0</b>	<b>25,4</b>	<b>26,0</b>	<b>34,2</b>
LVd	0	19,0	20,2	19,1	34,0	42,5
	50	17,5	19,5	17,3	34,0	43,3
	100	17,8	19,2	17,9	34,0	41,5
	200	26,1	28,5	26,0	43,0	50,3
	300	33,6	33,1	31,6	50,0	57,2
	500	64,7	62,8	62,6	83,0	92,1
	<b>Média</b>	<b>29,8</b>	<b>30,6</b>	<b>29,1</b>	<b>46,3</b>	<b>54,5</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	18,9	20,6	19,1	53,0	88,6
	50	17,9	21,7	18,5	55,0	92,1
	100	23,7	23,8	21,6	58,0	97,4
	200	36,0	37,1	35,9	73,0	107,8
	300	40,9	43,3	43,4	76,0	111,3
	500	110,7	113,0	118,6	144,1	184,6
	<b>Média</b>	<b>41,3</b>	<b>43,3</b>	<b>42,9</b>	<b>76,5</b>	<b>113,6</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	29,9	29,9	29,1	46,0	66,0
	50	29,0	32,1	30,3	48,0	67,7
	100	31,7	32,8	34,1	53,0	71,2
	200	34,7	37,5	36,5	56,0	69,4
	300	54,1	55,0	57,7	81,0	104,3
	500	74,4	77,9	79,4	108,0	128,7
	<b>Média</b>	<b>42,3</b>	<b>44,2</b>	<b>44,5</b>	<b>65,3</b>	<b>84,6</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	42,1	48,4	49,0	1190,9	1945,5
	50	47,2	52,8	52,7	1150,8	2022,3
	100	48,9	55,7	58,9	1200,7	2022,2
	200	60,0	67,2	68,2	1160,9	2022,3
	300	84,3	92,1	80,0	1190,8	2085,1
	500	105,5	118,8	117,3	1240,7	2098,9
	<b>Média</b>	<b>64,7</b>	<b>72,5</b>	<b>71,0</b>	<b>1189,1</b>	<b>2032,7</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	41,0	52,0	51,5	194,1	235,1
	50	43,8	53,9	53,3	195,2	236,9
	100	46,2	57,5	57,7	195,2	247,4
	200	57,3	70,9	74,5	212,2	259,6
	300	65,8	78,0	81,9	217,6	273,5
	500	98,8	119,7	123,6	267,7	306,7
	<b>Média</b>	<b>58,8</b>	<b>72,0</b>	<b>73,7</b>	<b>213,7</b>	<b>259,9</b>
<b>Media/Mét</b>	<b>41,7</b>	<b>46,2</b>	<b>45,6</b>	<b>240,6</b>	<b>383,0</b>	

**Anexo 3.** Teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e pelo Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) de amostras superficiais coletadas antes do quarto cultivo, em função das doses adicionadas deste nutriente em solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
LVAd <sub>1</sub>	0	20,8	20,9	29,4	59,5	90,0
	50	21,6	19,7	32,5	58,5	92,0
	100	21,4	20,9	28,7	55,5	83,0
	200	24,5	23,6	33,7	60,5	87,0
	300	25,4	23,8	34,4	62,5	98,0
	500	32,8	30,5	43,1	72,5	104,0
	<b>Média</b>	<b>24,4</b>	<b>23,2</b>	<b>33,6</b>	<b>61,5</b>	<b>92,3</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	12,8	10,4	18,8	16,4	19,0
	50	15,3	12,3	20,6	16,4	21,0
	100	14,9	11,1	19,4	15,4	20,0
	200	14,4	10,8	18,8	14,4	21,0
	300	21,7	15,0	23,8	19,4	26,0
	500	24,6	18,8	28,1	25,4	29,0
	<b>Média</b>	<b>17,3</b>	<b>13,1</b>	<b>21,6</b>	<b>17,9</b>	<b>22,7</b>
LVd	0	18,1	15,0	26,9	35,4	43,0
	50	17,1	16,0	22,5	33,4	42,0
	100	19,1	15,0	21,9	35,4	42,0
	200	17,6	14,5	22,5	34,4	42,0
	300	17,8	14,5	23,1	35,4	43,0
	500	26,9	23,5	33,1	46,5	50,0
	<b>Média</b>	<b>19,4</b>	<b>16,4</b>	<b>25,0</b>	<b>36,8</b>	<b>43,7</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	20,3	16,0	25,6	55,5	88,0
	50	19,3	14,8	23,1	57,5	93,0
	100	19,8	17,3	23,8	59,5	92,0
	200	24,2	20,1	29,4	64,5	97,0
	300	28,3	23,3	34,4	64,5	99,0
	500	47,4	43,1	56,8	88,5	125,0
	<b>Média</b>	<b>26,5</b>	<b>22,4</b>	<b>32,2</b>	<b>65,0</b>	<b>99,0</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	19,7	19,7	26,9	36,4	51,0
	50	22,9	20,7	31,3	41,4	57,0
	100	21,4	18,2	27,5	39,4	53,0
	200	22,1	19,4	28,8	40,4	56,0
	300	27,3	23,8	35,6	46,5	61,0
	500	33,7	31,0	41,9	56,5	74,0
	<b>Média</b>	<b>24,5</b>	<b>22,1</b>	<b>32,0</b>	<b>43,4</b>	<b>58,7</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	36,3	37,6	46,2	1.195,6	1.950,0
	50	39,8	40,8	50,6	1.205,7	1.960,0
	100	41,7	43,3	54,3	1.245,6	2.020,0
	200	45,0	49,8	61,2	1.205,7	2.020,0
	300	52,0	57,6	68,7	1.265,8	2.050,0
	500	60,9	66,4	78,7	1.245,7	2.020,0
	<b>Média</b>	<b>45,9</b>	<b>49,3</b>	<b>60,0</b>	<b>1.227,4</b>	<b>2.003,3</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	31,3	33,7	44,3	174,6	227,5
	50	33,4	35,6	47,5	186,6	232,5
	100	32,2	34,4	46,9	181,6	225,0
	200	39,9	41,6	58,7	189,6	235,0
	300	44,8	47,6	60,6	188,7	250,0
	500	50,2	58,4	71,8	204,7	257,5
	<b>Média</b>	<b>38,6</b>	<b>41,9</b>	<b>55,0</b>	<b>187,6</b>	<b>237,9</b>
<b>Media/Mét</b>	<b>28,1</b>	<b>26,9</b>	<b>37,0</b>	<b>234,2</b>	<b>365,4</b>	

**Anexo 4.** Teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e pelo Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) de amostras superficiais coletadas antes do quinto cultivo, em função das doses adicionadas deste nutriente em solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
LVAd <sub>1</sub>	0	18,6	18,7	25,4	52,7	90,8
	50	17,6	17,9	23,6	52,7	87,8
	100	16,9	16,7	21,1	52,2	87,8
	200	19,6	20,1	24,8	55,7	91,8
	300	16,9	16,9	22,3	52,7	86,8
	500	20,8	20,8	25,4	57,7	93,8
	<b>Média</b>	<b>18,4</b>	<b>18,5</b>	<b>23,8</b>	<b>53,9</b>	<b>89,8</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	18,4	16,4	27,3	22,2	23,9
	50	12,5	10,8	16,7	17,2	16,9
	100	10,7	10,1	13,6	14,7	15,9
	200	8,8	8,9	11,7	13,2	14,9
	300	10,8	9,4	13,6	16,2	17,9
	500	13,0	11,8	15,5	18,7	20,9
	<b>Média</b>	<b>12,4</b>	<b>11,2</b>	<b>16,4</b>	<b>17,0</b>	<b>18,4</b>
LVd	0	12,0	12,3	14,8	31,7	35,9
	50	11,0	11,5	13,6	30,2	34,9
	100	10,0	9,1	12,4	30,2	32,9
	200	11,0	8,4	13,0	30,2	32,9
	300	11,5	10,8	13,6	30,2	33,9
	500	13,0	11,6	15,5	34,7	35,9
	<b>Média</b>	<b>11,4</b>	<b>10,6</b>	<b>13,8</b>	<b>31,2</b>	<b>34,4</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	17,6	16,4	19,8	58,7	88,8
	50	13,4	11,8	14,8	54,7	87,8
	100	18,3	17,7	19,8	58,2	91,8
	200	17,1	15,7	18,6	58,7	89,8
	300	16,6	15,5	21,1	58,2	88,8
	500	25,1	21,6	26,7	66,2	96,8
	<b>Média</b>	<b>18,0</b>	<b>16,4</b>	<b>20,1</b>	<b>59,1</b>	<b>90,6</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	11,2	11,1	15,5	29,2	40,9
	50	12,0	11,5	15,5	29,2	38,9
	100	12,2	12,1	14,8	30,2	42,9
	200	12,5	12,3	16,7	31,7	41,9
	300	13,0	12,3	16,7	30,7	43,9
	500	20,6	19,6	25,4	40,7	51,9
	<b>Média</b>	<b>13,6</b>	<b>13,1</b>	<b>17,4</b>	<b>31,9</b>	<b>43,4</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	28,5	32,4	36,6	1.183,3	1.846,6
	50	31,3	36,1	38,5	1.183,3	1.866,7
	100	30,5	35,9	40,4	1.213,3	1.936,6
	200	37,4	42,1	47,2	1.203,3	1.896,6
	300	38,4	45,6	50,3	1.213,3	1.896,9
	500	41,4	49,6	54,1	1.193,3	1.896,5
	<b>Média</b>	<b>34,6</b>	<b>40,3</b>	<b>44,5</b>	<b>1.198,3</b>	<b>1.890,0</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	23,8	27,5	34,2	170,3	213,7
	50	18,4	22,3	27,9	168,3	211,6
	100	18,6	21,8	28,5	164,3	213,7
	200	23,6	27,7	36,6	179,3	219,6
	300	24,8	31,2	39,1	166,3	221,6
	500	29,0	33,9	41,0	173,3	223,7
	<b>Média</b>	<b>23,0</b>	<b>27,4</b>	<b>34,6</b>	<b>170,3</b>	<b>217,3</b>
<b>Media/Mét</b>	<b>18,8</b>	<b>19,7</b>	<b>24,4</b>	<b>223,1</b>	<b>340,6</b>	

**Anexo 5.** Teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0 (AA), Ácido Sulfúrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> fervente (AS) e pelo Ácido Nítrico 2 mol L<sup>-1</sup> fervente (AN) de amostras superficiais coletadas antes do sexto cultivo, em função das doses adicionadas deste nutriente em solos de Minas Gerais

Solo	Dose de K	M1	M3	AA	AS	AN
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
LVAd <sub>1</sub>	0	14,2	10,5	23,5	47,6	84,3
	50	13,2	9,0	22,3	48,6	88,8
	100	14,5	9,0	21,0	49,6	83,8
	200	17,6	12,6	26,6	52,6	96,3
	300	17,1	12,1	25,4	51,1	91,3
	500	17,9	12,4	26,6	53,1	93,3
	<b>Média</b>	<b>15,8</b>	<b>10,9</b>	<b>24,2</b>	<b>50,4</b>	<b>89,6</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	13,0	8,3	20,4	18,7	20,4
	50	9,8	4,7	17,9	16,2	16,9
	100	8,4	3,1	15,4	14,7	15,4
	200	8,1	3,3	16,0	14,2	15,9
	300	9,8	4,5	17,9	16,2	16,9
	500	9,1	4,0	16,0	15,7	16,9
	<b>Média</b>	<b>9,7</b>	<b>4,7</b>	<b>17,3</b>	<b>15,9</b>	<b>17,1</b>
LVd	0	7,7	1,6	13,5	28,7	34,4
	50	10,3	5,9	17,3	30,2	37,9
	100	7,4	1,4	14,8	27,2	35,4
	200	6,7	1,2	11,7	26,7	30,4
	300	10,1	4,0	16,0	36,2	35,4
	500	11,3	5,0	17,9	31,7	33,4
	<b>Média</b>	<b>8,9</b>	<b>3,2</b>	<b>15,2</b>	<b>30,1</b>	<b>34,5</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	14,0	7,8	20,4	52,6	86,3
	50	13,2	6,6	19,8	53,1	83,8
	100	14,2	9,5	21,0	54,1	90,3
	200	15,7	9,3	21,6	54,6	94,3
	300	15,7	9,3	23,5	55,1	97,8
	500	19,6	13,1	25,4	58,6	95,3
	<b>Média</b>	<b>15,4</b>	<b>9,3</b>	<b>21,9</b>	<b>54,7</b>	<b>91,3</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	8,1	6,2	14,2	22,7	37,9
	50	13,8	9,0	22,3	30,7	47,8
	100	10,1	4,5	16,6	26,2	38,4
	200	13,0	7,8	20,4	29,7	49,8
	300	13,2	7,6	22,2	30,2	48,4
	500	18,8	13,1	27,8	36,6	48,9
	<b>Média</b>	<b>12,8</b>	<b>8,0</b>	<b>20,6</b>	<b>29,3</b>	<b>45,2</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	25,5	26,4	39,7	1191,8	1736,9
	50	30,1	30,8	43,4	1142,0	1757,1
	100	30,1	30,6	43,4	1162,0	1837,1
	200	32,1	33,3	45,9	1251,7	1837,1
	300	34,1	35,7	49,0	1181,8	1836,9
	500	37,5	40,7	55,2	1191,9	1866,8
	<b>Média</b>	<b>31,6</b>	<b>32,9</b>	<b>46,1</b>	<b>1186,9</b>	<b>1812,0</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	19,3	20,1	33,4	156,1	192,7
	50	21,5	22,3	38,4	163,1	204,7
	100	21,8	22,8	37,2	160,1	204,7
	200	24,2	27,4	42,2	171,1	203,7
	300	28,4	31,1	46,5	173,1	209,7
	500	30,4	34,8	49,6	185,0	212,7
	<b>Média</b>	<b>24,3</b>	<b>26,4</b>	<b>41,2</b>	<b>168,1</b>	<b>204,7</b>
<b>Media/Mét</b>	<b>16,9</b>	<b>13,6</b>	<b>26,7</b>	<b>219,4</b>	<b>327,8</b>	

**Anexo 6.** Teores de cálcio na matéria seca das plantas de milho durante os sete cultivos

Solo	Dose de K mg dm <sup>-3</sup>	Cultivo							Σ
		1	2	3	4	5	6	7	
		-----g/vaso-----							
LVAd <sub>1</sub>	0	10,3	17,6	15,7	17,1	11,5	12,9	14,8	99,9
	50	8,7	14,0	15,3	12,6	12,1	13,5	14,7	90,9
	100	8,8	13,9	13,5	14,3	9,0	12,4	11,5	83,4
	200	7,2	10,1	12,9	12,6	10,2	13,3	13,9	80,2
	300	6,6	7,5	12,9	13,6	11,6	13,0	10,8	76,0
	500	6,0	9,1	9,2	11,2	10,5	12,5	13,8	72,3
	<b>Média</b>	<b>7,9</b>	<b>12,0</b>	<b>13,3</b>	<b>13,6</b>	<b>10,8</b>	<b>12,9</b>	<b>13,2</b>	<b>83,7</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	15,1	17,8	12,2	8,8	9,5	7,4	9,8	80,6
	50	9,5	13,6	11,1	9,8	11,3	12,0	12,2	79,5
	100	9,5	15,5	12,9	10,4	10,9	15,1	13,2	87,5
	200	9,1	11,4	13,3	9,9	12,6	13,7	13,4	83,4
	300	7,4	8,9	9,4	7,8	11,8	11,8	10,6	67,7
	500	7,3	7,3	9,7	8,9	9,3	13,6	11,9	68,0
	<b>Média</b>	<b>9,7</b>	<b>12,4</b>	<b>11,4</b>	<b>9,3</b>	<b>10,9</b>	<b>12,3</b>	<b>11,9</b>	<b>77,9</b>
LVd	0	13,5	19,3	12,4	14,6	13,6	12,4	10,7	96,5
	50	10,1	15,1	14,5	13,8	13,4	11,4	13,5	91,8
	100	10,1	17,7	14,3	13,5	14,4	11,2	13,7	94,9
	200	8,6	11,1	11,3	13,0	12,7	12,0	15,7	84,4
	300	8,1	11,7	10,9	11,8	15,7	12,3	16,3	86,8
	500	7,1	9,0	9,8	10,3	12,5	12,1	12,5	73,3
	<b>Média</b>	<b>9,6</b>	<b>14,0</b>	<b>12,2</b>	<b>12,8</b>	<b>13,7</b>	<b>11,9</b>	<b>13,7</b>	<b>87,9</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	10,9	16,1	20,0	12,1	15,8	13,2	15,0	103,1
	50	10,6	10,9	18,4	16,0	15,8	13,4	12,5	97,6
	100	11,7	12,0	16,7	16,8	15,9	12,9	15,9	101,9
	200	9,7	10,4	14,1	15,5	16,1	13,0	16,4	95,2
	300	8,9	8,8	11,8	13,9	15,8	14,2	15,2	88,6
	500	8,2	7,7	11,2	11,8	13,5	14,2	15,1	81,7
	<b>Média</b>	<b>10,0</b>	<b>11,0</b>	<b>15,3</b>	<b>14,4</b>	<b>15,5</b>	<b>13,5</b>	<b>15,0</b>	<b>94,7</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	13,2	20,6	11,5	10,6	10,3	13,5	15,7	95,4
	50	9,0	14,8	13,6	10,6	11,7	14,1	14,7	88,5
	100	10,7	13,1	9,7	11,6	8,2	13,8	13,7	80,8
	200	8,3	9,5	9,6	11,1	10,8	13,7	12,8	75,8
	300	9,0	7,0	9,3	10,0	10,3	13,5	13,9	73,0
	500	7,5	9,0	7,6	9,4	9,7	12,6	11,6	67,4
	<b>Média</b>	<b>9,6</b>	<b>12,3</b>	<b>10,2</b>	<b>10,5</b>	<b>10,2</b>	<b>13,5</b>	<b>13,7</b>	<b>80,0</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	8,9	11,9	9,6	9,6	10,6	14,8	13,9	79,3
	50	8,8	11,2	8,4	7,4	10,0	13,6	14,1	73,5
	100	8,7	11,7	9,1	8,1	9,5	13,7	12,7	73,5
	200	9,1	9,9	7,9	6,9	8,8	12,6	13,7	68,9
	300	7,7	8,7	7,7	6,8	7,2	11,1	12,9	62,1
	500	9,4	9,1	7,2	7,2	7,0	10,2	13,7	63,8
	<b>Média</b>	<b>8,8</b>	<b>10,4</b>	<b>8,3</b>	<b>7,7</b>	<b>8,8</b>	<b>12,7</b>	<b>13,5</b>	<b>70,2</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	9,6	11,3	11,6	12,1	12,3	12,7	18,5	88,1
	50	8,9	10,7	11,7	12,5	12,6	15,7	16,3	88,4
	100	8,7	8,4	11,5	7,4	11,6	14,6	17,6	79,8
	200	8,5	7,7	9,8	9,6	11,0	14,6	16,6	77,8
	300	8,3	8,1	9,4	10,5	11,1	14,9	17,0	79,3
	500	8,6	7,5	8,4	9,4	10,2	13,7	16,5	74,3
	<b>Média</b>	<b>8,8</b>	<b>9,0</b>	<b>10,4</b>	<b>10,3</b>	<b>11,5</b>	<b>14,4</b>	<b>17,1</b>	<b>81,5</b>
	<b>Média/Cult.</b>	<b>9,2</b>	<b>11,6</b>	<b>11,6</b>	<b>11,2</b>	<b>11,6</b>	<b>13,0</b>	<b>14,0</b>	<b>82,3</b>

**Anexo 7.** Teores de magnésio na matéria seca das plantas de milho durante os sete cultivos

Solo	Dose de K mg dm <sup>-3</sup>	Cultivo							Σ
		1	2	3	4	5	6	7	
LVAd <sub>1</sub>	0	3,7	7,0	6,6	9,9	8,1	7,6	8,4	51,3
	50	3,4	7,6	7,0	8,9	7,6	7,2	7,9	49,6
	100	4,2	8,4	7,9	9,4	6,5	7,5	9,8	53,7
	200	3,2	6,2	9,1	10,3	7,6	9,0	8,8	54,2
	300	2,6	4,3	9,4	10,5	6,6	8,0	8,6	50,0
	500	2,1	5,3	6,9	10,2	7,8	8,7	8,5	49,5
	<b>Média</b>	<b>3,2</b>	<b>6,5</b>	<b>7,8</b>	<b>9,9</b>	<b>7,4</b>	<b>8,0</b>	<b>8,7</b>	<b>51,5</b>
LVAd <sub>2</sub>	0	3,9	8,4	5,9	6,5	7,7	4,4	7,0	43,8
	50	3,5	7,9	6,8	8,1	7,8	9,5	7,8	51,4
	100	3,6	8,1	6,1	8,6	8,6	8,4	8,3	51,7
	200	3,2	6,7	7,9	8,3	9,2	6,4	7,7	49,4
	300	2,5	5,6	6,9	7,3	8,4	9,0	7,2	46,9
	500	2,4	3,8	6,1	8,8	7,3	8,3	8,4	45,1
	<b>Média</b>	<b>3,2</b>	<b>6,7</b>	<b>6,6</b>	<b>7,9</b>	<b>8,2</b>	<b>7,7</b>	<b>7,7</b>	<b>48,0</b>
LVd	0	4,0	13,4	5,3	8,6	6,5	7,8	7,2	52,8
	50	3,9	10,1	6,2	7,9	6,5	6,9	7,6	49,1
	100	3,9	8,9	6,1	8,7	6,8	7,0	7,6	49,0
	200	2,8	7,1	8,1	10,1	7,4	7,5	9,2	52,2
	300	2,9	6,8	7,8	10,0	7,2	7,1	8,3	50,1
	500	2,4	3,4	6,5	8,9	5,2	7,2	7,5	41,1
	<b>Média</b>	<b>3,3</b>	<b>8,3</b>	<b>6,7</b>	<b>9,0</b>	<b>6,6</b>	<b>7,3</b>	<b>7,9</b>	<b>49,1</b>
CXtb <sub>1</sub>	0	5,3	10,8	7,1	7,3	8,1	7,6	9,6	55,8
	50	7,2	9,0	8,1	10,8	7,8	8,5	10,5	61,9
	100	6,2	9,5	8,4	10,0	8,2	8,5	10,9	61,7
	200	4,7	7,8	9,6	11,8	8,2	8,8	9,8	60,7
	300	3,6	5,5	8,9	11,9	8,1	9,6	9,2	56,8
	500	2,7	4,0	7,6	10,8	8,6	10,2	9,3	53,2
	<b>Média</b>	<b>5,0</b>	<b>7,8</b>	<b>8,3</b>	<b>10,4</b>	<b>8,2</b>	<b>8,9</b>	<b>9,9</b>	<b>58,5</b>
CXtb <sub>2</sub>	0	7,6	8,2	8,0	11,7	10,6	9,0	10,2	65,3
	50	4,1	7,8	9,4	11,9	8,9	8,6	9,9	60,6
	100	4,9	6,8	8,8	12,7	6,5	9,2	8,3	57,2
	200	4,7	5,2	7,9	11,2	9,7	9,1	8,0	55,8
	300	3,4	4,2	8,2	11,9	9,3	9,5	9,1	55,6
	500	3,0	4,2	7,1	11,4	10,2	11,2	9,5	56,6
	<b>Média</b>	<b>4,6</b>	<b>6,1</b>	<b>8,2</b>	<b>11,8</b>	<b>9,2</b>	<b>9,4</b>	<b>9,2</b>	<b>58,5</b>
PVAe <sub>1</sub>	0	4,5	9,8	6,7	8,7	6,9	6,9	6,8	50,3
	50	4,1	9,0	6,1	6,1	6,9	7,2	6,6	46,0
	100	3,6	8,1	7,0	7,8	6,4	7,2	5,9	46,0
	200	3,1	7,2	6,2	6,8	6,3	7,9	6,8	44,3
	300	2,3	5,6	5,2	7,0	5,7	7,8	4,9	38,5
	500	2,6	4,2	4,9	7,0	5,8	7,6	7,3	39,4
	<b>Média</b>	<b>3,4</b>	<b>7,3</b>	<b>6,0</b>	<b>7,2</b>	<b>6,4</b>	<b>7,4</b>	<b>6,4</b>	<b>44,1</b>
PVAe <sub>2</sub>	0	4,9	6,6	9,2	9,6	8,6	5,8	7,9	52,6
	50	5,1	5,9	10,4	10,7	8,2	6,4	7,4	54,1
	100	5,7	5,0	9,3	7,3	8,1	6,7	7,2	49,3
	200	4,2	3,7	9,5	10,1	8,3	6,9	7,8	50,5
	300	3,6	3,6	9,0	11,4	8,9	7,3	7,3	51,1
	500	3,2	2,9	6,8	9,9	9,2	8,1	7,8	47,9
	<b>Média</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>	<b>9,0</b>	<b>9,8</b>	<b>8,5</b>	<b>6,9</b>	<b>7,6</b>	<b>50,9</b>

**Anexo 8.** Análise de variância da produção (g/vaso) de matéria seca da parte aérea das plantas de milho em resposta as doses de potássio adicionadas ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) nos solos ao longo dos sete cultivos

Solo	Fonte de Variação	GL	QM						
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
LVAd <sub>1</sub>	Doses de K d LVAd <sub>1</sub>	5	129,2***	335,7***	50,7*	40,8 <sup>ns</sup>	4,1 <sup>Δ</sup>	9,4 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	14,0	8,9	1,7	5,6	2,8	2,8	0,4
	CV(%)		19,1	15,0	15,0	22,7	44,2	47,3	50,7
LVAd <sub>2</sub>	Doses de K d LVAd <sub>2</sub>	5	144,6*	503,4***	62,7 <sup>Δ</sup>	58,0*	3,4 <sup>ns</sup>	4,8 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	21,0	6,1	8,1	6,4	1,8	6,5	0,2
	CV(%)		33,1	14,4	30,5	19,4	38,0	66,7	50,6
LVd	Doses de K d LVd	5	61,8 <sup>o</sup>	450,5***	128,1**	62,1 <sup>Δ</sup>	0,8 <sup>ns</sup>	3,7 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	8,5	20,5	3,8	8,9	1,1	1,1	0,2
	CV(%)		23,2	22,9	21,7	31,2	33,4	52,0	40,0
CXtb <sub>1</sub>	Doses de K d CXtb <sub>1</sub>	5	17,2 <sup>ns</sup>	126,6**	107,7**	121,3*	6,6 <sup>ns</sup>	5,7 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	26,9	19,2	2,9	13,3	2,0	0,5	0,1
	CV(%)		33,9	22,0	19,2	29,1	54,0	28,8	34,6
CXtb <sub>2</sub>	Doses de K d CXtb <sub>2</sub>	5	36,1 <sup>ns</sup>	290,7***	89,5**	52,4 <sup>Δ</sup>	4,6 <sup>ns</sup>	12,4 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	12,7	17,0	3,9	21,6	2,3	5,4	5,0
	CV(%)		27,4	19,3	12,1	25,2	24,8	41,8	51,3
PVAe <sub>1</sub>	Doses de K d PVAe <sub>1</sub>	5	32,1 <sup>Δ</sup>	34,9 <sup>o</sup>	19,0 <sup>Δ</sup>	53,2**	43,5 <sup>o</sup>	19,5 <sup>ns</sup>	6,3 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	14,1	12,2	3,1	6,2	5,6	2,5	0,9
	CV(%)		18,6	15,0	10,4	10,4	18,5	17,2	27,0
PVAe <sub>2</sub>	Doses de K d PVAe <sub>2</sub>	5	10,8 <sup>ns</sup>	119,8**	85,4**	62,7 <sup>o</sup>	11,4 <sup>ns</sup>	5,7 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	14,7	23,5	3,9	24,3	3,4	2,6	0,4
	CV(%)		18,9	17,2	12,0	26,1	32,8	34,5	26,2

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>o</sup>, \*, \*\*, \*\*\* não significativo e significativo a 25, 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

**Anexo 9.** Análise de variância dos teores de potássio ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) recuperados antes do primeiro cultivo por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico  $2 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AN) em função das doses de potássio adicionadas ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais

Solo	Fonte de Variação	GL	QM				
			M1	M3	AA	AS	AN
LVAd <sub>1</sub>	Doses de K d LVAd <sub>1</sub>	5	109.608***	132.592***	132.698***	149.850***	158.439***
	Resíduo	15	2.513,9	1.692,5	682,7	1.939,7	2.221,9
	CV(%)		24,0	17,5	10,3	15,0	15,2
LVAd <sub>2</sub>	Doses de K d LVAd <sub>2</sub>	5	74.444***	18.4850***	10.8803***	109.674***	119.439***
	Resíduo	15	872,8	9.719,1	1.762,1	677,0	653,9
	CV(%)		18,5	46,6	20,8	10,4	9,9
LVd	Doses de K d LVd	5	101.949***	116.415***	146.701***	137.5100***	558.207***
	Resíduo	15	838,7	1.095,0	2.506,0	1.443,1	12.886,4
	CV(%)		16,1	17,2	22,7	13,0	27,7
CXtb <sub>1</sub>	Doses de K d CXtb <sub>1</sub>	5	155.785***	160.423***	193.059***	127.506***	507.519***
	Resíduo	15	2.092,7	1.149,0	1.400,3	1.931,7	24.967,5
	CV(%)		17,9	12,7	12,4	19,7	51,3
CXtb <sub>2</sub>	Doses de K d CXtb <sub>2</sub>	5	65.944***	67.415***	86.910***	92.879***	87.076***
	Resíduo	15	1.093,9	373,2	712,6	1.242,8	1.411,9
	CV(%)		19,5	10,5	12,8	18,5	19,8
PV Ae <sub>1</sub>	Doses de K d PV Ae <sub>1</sub>	5	58.169***	71.082***	91.113***	41.419***	48.269***
	Resíduo	15	2.440	2.357,0	3.965,3	5.097,6	17.629,9
	CV(%)		20,9	17,2	19,5	5,3	6,2
PV Ae <sub>2</sub>	Doses de K d PV Ae <sub>2</sub>	5	76.718***	98.906***	123.368***	94.348***	597.097***
	Resíduo	15	2.400,9	3.048,1	3.242,5	2.724,6	14.729,4
	CV(%)		17,9	16,9	15,0	11,0	19,7

\*\*\* significativo a 0,1 %.

**Anexo 10.** Análise de variância dos teores de potássio ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) recuperados antes do sétimo cultivo por Mehlich-1 (M1), Mehlich-3 (M3), Acetato de Amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7 (AA), Ácido Sulfúrico  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AS) e Ácido Nítrico  $2 \text{ mol L}^{-1}$  fervente (AN) em função das doses de potássio adicionadas ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais

Solo	Fonte de Variação	GL	QM				
			M1	M3	AA	AS	AN
LVAd <sub>1</sub>	Doses de K d LVAd <sub>1</sub>	5	3,4 <sup>ns</sup>	4,3 <sup>ns</sup>	7,8 <sup>ns</sup>	18,7 <sup>ns</sup>	4,4 <sup>ns</sup>
	Resíduo	15	10,3	10,4	12,3	38,0	14,0
	CV(%)		23,1	31,8	28,5	11,4	4,8
LVAd <sub>2</sub>	Doses de K d LVAd <sub>2</sub>	5	21,0 <sup>ns</sup>	27,5 <sup>ns</sup>	48,0 <sup>ns</sup>	830,3**	34,3 <sup>Δ</sup>
	Resíduo	15	8,9	11,7	14,6	728,8	13,3
	CV(%)		31,9	81,8	58,5	126,1	22,5
LVd	Doses de K d LVd	5	37,7 <sup>ns</sup>	37,7 <sup>ns</sup>	119,1 <sup>Δ</sup>	56,7 <sup>o</sup>	57,6*
	Resíduo	15	21,1	17,6	50,6	34,4	21,3
	CV(%)		40,5	73,3	78,3	17,3	13,2
CXtb <sub>1</sub>	Doses de K d CXtb <sub>1</sub>	5	23,2 <sup>ns</sup>	24,4 <sup>ns</sup>	22,2 <sup>ns</sup>	29,1 <sup>Δ</sup>	64,0***
	Resíduo	15	15,3	17,5	23,1	51,8	12,4
	CV(%)		21,9	34,0	36,2	11,5	4,0
CXtb <sub>2</sub>	Doses de K d CXtb <sub>2</sub>	5	26,1 <sup>ns</sup>	32,6 <sup>ns</sup>	53,5 <sup>ns</sup>	100,3*	42,7 <sup>o</sup>
	Resíduo	15	29,5	41,1	42,6	69,4	48,7
	CV(%)		45,1	76,0	64,9	25,3	16,9
PVAe <sub>1</sub>	Doses de K d PVAe <sub>1</sub>	5	16,5 <sup>Δ</sup>	32,7*	63,7 <sup>o</sup>	2.027***	3.640***
	Resíduo	15	7,8	8,7	54,1	4.017,8	9.080
	CV(%)		10,3	10,5	23,1	5,4	5,2
PVAe <sub>2</sub>	Doses de K d PVAe <sub>2</sub>	5	12,5 <sup>ns</sup>	19,4 <sup>ns</sup>	41,2 <sup>Δ</sup>	252,0***	230,4***
	Resíduo	15	17,5	24,9	29,9	119,5	46,6
	CV(%)		20,6	23,6	21,7	6,6	3,4

<sup>ns</sup>, <sup>Δ</sup>, <sup>o</sup>, \*, \*\*\* não significativo e significativo a 25, 10, 1 e 0,1 % respectivamente.

**Anexo 11.** Análise de variância dos teores ponderados de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) na matéria seca da parte aérea das plantas de milho em resposta às doses de potássio adicionadas ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) em solos de Minas Gerais ao longo dos sete cultivos

Solo	Fonte de Variação	GL	QM						
			C1	C12	C123	C1234	C12345	C123456	C1234567
LVAd <sub>1</sub>	Doses de K d LVAd <sub>1</sub>	5	956,2***	404,5***	267,3***	183,9***	174,8***	156,3***	150,8***
	Resíduo	15	10,7	6,4	5,1	3,8	3,6	3,0	2,9
	CV(%)		10,1	11,6	11,9	11,7	11,9	11,1	11,2
LVAd <sub>2</sub>	Doses de K d LVAd <sub>2</sub>	5	1.563,0***	490,3***	314,5***	203,5***	188,0***	173,0***	168,6***
	Resíduo	15	21,8	5,3	4,3	3,8	3,2	3,7	3,5
	CV(%)		13,8	10,8	11,3	12,9	12,4	13,6	13,5
LVd	Doses de K d LVd	5	1.605,9***	927,3***	492,7***	349,1***	317,3***	299,9***	291,3***
	Resíduo	15	19,9	10,1	7,3	7,1	7,2	7,5	7,6
	CV(%)		12,8	13,5	13,5	15,5	16,1	16,9	17,2
CXtb <sub>1</sub>	Doses de K d CXtb <sub>1</sub>	5	706,7***	756,5***	413,0***	212,3***	191,7***	172,0***	168,2***
	Resíduo	15	8,5	16,8	5,7	4,7	4,4	4,1	4,0
	CV(%)		9,1	16,6	11,5	12,7	12,5	12,5	12,5
CXtb <sub>2</sub>	Doses de K d CXtb <sub>2</sub>	5	1.643,2***	875,8***	402,8***	230,8***	198,4***	168,7***	156,4***
	Resíduo	15	23,5	15,5	6,7	3,7	3,3	3,1	2,9
	CV(%)		13,4	16,8	14,4	13,2	13,2	13,4	13,4
PVAe <sub>1</sub>	Doses de K d PVAe <sub>1</sub>	5	596,6***	372,0***	227,3***	115,5***	79,1**	63,0**	57,5**
	Resíduo	15	12,9	22,8	10,1	5,0	4,0	3,3	3,0
	CV(%)		8,4	16,1	13,2	12,0	11,9	11,5	11,2
PVAe <sub>2</sub>	Doses de K d PVAe <sub>2</sub>	5	517,7***	487,7***	269,9***	150,8***	127,0***	113,2***	107,7***
	Resíduo	15	9,9	7,6	2,3	2,6	2,4	2,4	2,3
	CV(%)		7,9	10,1	6,8	8,9	8,8	9,1	9,1

\*\* , \*\*\* significativo a 1 e 0,1 % respectivamente.