

# MINERAIS POTÁSSICOS, ACIDIFICADOS OU NÃO, UTILIZADOS COMO FONTES DE NUTRIENTE PARA O MILHO (*Zea mays*, L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO: I — PESO DA PARTE AÉREA, DAS RAÍZES E TOTAL<sup>1/</sup>

Leônicio Gonçalves Putra<sup>2/</sup>  
José Mário Braga<sup>3/</sup>  
José Tarcísio Lima Thiébaut<sup>4/</sup>  
José Domingos Fabris<sup>5/</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O potássio ocupa lugar de destaque nas relações solo-planta, pelas seguintes razões: seu comportamento dinâmico no solo e o complexo conjunto de funções que exerce na planta.

Os fertilizantes potássicos necessários para elevar a fertilidade são, na maioria, importados, onerando os custos da produção agropecuária. A demanda desses fertilizantes poderá ser ampliada, uma vez que há incorporação contínua de novas áreas ao processo produtivo nacional, principalmente por meio de solos de baixa fertilidade, como os dos Cerrados, dos Tabuleiros Costeiros e da Planície Amazônica.

---

<sup>1/</sup> Parte da tese de doutorado apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa.

Recebido para publicação em 06-10-1981.

<sup>2/</sup> Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira 69000 Manaus, AM.

<sup>3/</sup> Departamento de Solos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

<sup>4/</sup> Departamento de Matemática da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

<sup>5/</sup> Departamento de Química da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

A utilização de matéria-prima potássica nacional poderá solucionar a demanda de potássio dos solos brasileiros, já que o Brasil dispõe de amplas reservas de minerais potássicos que se prestariam, desde que adequadamente industrializados, à obtenção de adubos de características apropriadas a solos e climas do País e com potenciais de resposta equivalentes aos dos fertilizantes tradicionais.

Dentre esses minerais destacam-se a leucita, da região de Poços de Caldas (MG), a biotita, com ampla distribuição em todo o território nacional, e a carnalita, descoberta em Carmópolis (SE) (1, 9, 11).

A despeito dos elevados teores de potássio, a disponibilidade desse nutriente é pequena na leucita e na biotita nas condições normais em que se encontram. Para elevar a disponibilidade dos nutrientes em outros minerais, têm sido utilizados a moagem, o tratamento térmico e a acidificação parcial, principalmente de rochas fosfatadas (3, 4, 7, 8).

O objetivo deste trabalho foi, então, estudar o efeito da acidificação parcial de alguns minerais potássicos sobre o peso da matéria seca do milho.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Escolheu-se solo com baixo teor de potássio (Quadro 1), que exigiria muito potássio, e três fontes, leucita, biotita e carnalita (Quadro 2). Como comparação, foi usado o cloreto de potássio.

A quantidade de solo utilizada nos ensaios (em número de quatro) foi dividida em duas porções iguais. Em uma delas foi feita calagem, em quantidade apropriada para elevar o pH do solo a 6,0. Para isso, o solo foi incubado com calcário até que o pH escolhido fosse atingido.

Fez-se a acidificação da biotita (amostra retirada da serra de São Geraldo) e da leucita (originada de Poços de Caldas) com os ácidos sulfúrico e clorídrico, respectivamente. A quantidade de mineral moído (0,08 mm de abertura) correspondente a cada tratamento foi colocada em copos de vidro, adicionadas as quantidades de ácidos, homogeneizando as misturas e secando-as em chapa quente. Após a seca-gem, o mineral foi novamente triturado e peneirado (0,08 mm de abertura) antes de ser colocado nos vasos.

Feita a incubação, o solo foi secado e passado em peneira com abertura de 2 mm. As amostras de solo (1,6 kg), com e sem calagem, receberam aplicação de fósforo, como  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , em concentração suficiente para atingir 75% da capacidade máxima de adsorção de fósforo; aplicação da solução nutritiva de WAUGH e FITTS (15), isenta de fósforo e potássio, modificados para ferro e molibdênio (5); e as quantidades de cada mineral potássico específicas aos tratamentos. Após homogeneização, o solo foi colocado nos vasos.

Nos ensaios com cloreto de potássio e carnalita, os tratamentos obedeceram ao esquema fatorial 6 x 2: seis níveis de potássio (0,0 — 0,2 — 0,4 — 0,8 — 1,6 e 3,2 vezes o valor da C.T.C. do solo utilizado) e dois níveis de calagem (com e sem aplicação de calcário), com quatro repetições, dispostos no delineamento em blocos casualizados.

Nos ensaios em que se utilizaram biotita e leucita, o delineamento foi o mesmo e os tratamentos obedeceram ao esquema fatorial 5 x 4 x 2: cinco níveis de potássio (0,2 — 0,4 — 0,8 — 1,6 e 3,2 vezes o valor da C.T.C. do solo utilizado), com os minerais acidificados, quatro níveis de acidificação (5, 15, 25 e 35% do peso do mineral/peso do ácido) e dois níveis de calagem (os mesmos dos ensaios com cloreto de potássio e carnalita), com três repetições. Nesses ensaios, o nível 0,0 de potássio, isto é, sem fertilização potássica, foi tomado como referência, não constando da análise estatística.

QUADRO 1 - Resultados das análises químicas<sup>1/</sup> e físicas<sup>2/</sup> de uma amostra do solo, antes e depois da calagem (média de três repetições)

Características	Resultados	
	Antes da calagem	Depois da calagem
pH (em água, 1:2,5)	5,1	6,3
P (ppm) <sup>3/</sup>	2	1
K <sup>+</sup> (ppm) <sup>3/</sup>	13	12
Ca <sup>++</sup> (eq.mg/100 g de solo) <sup>4/</sup>	10	3,8
Mg <sup>++</sup> (eq.mg/100 g de solo) <sup>4/</sup>	0,3	1
Al <sup>+++</sup> (eq.mg/100 g de solo) <sup>4/</sup>	0,9	-
H (eq.mg/100 g de solo) <sup>5/</sup>	3,0	1,32
Al (eq.mg/100 g de solo) <sup>5/</sup>	0,8	0,0
%C <sup>6/</sup> (eq.mg/100 g de solo)	1,04	0,89
Valor da C.T.C. (eq.mg/100 g de solo)	5,1	6,1
Cap. máx. adsorção de P (mg P/g solo) <sup>7/</sup>	0,586	-
Capacidade de campo (%)	29	-
Umidade de murchamento (%)	15	-
Argila (%)	60	-
Silte (%)	13	-
Areia grossa (%)	23	-
Areia fina (%)	4	-

1/ Análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da U.F.V.

2/ Análises realizadas no Laboratório de Física do Solo da U.F.V.

3/ Usando o extrator de Mehlich (14).

4/ Usando KCl (14).

5/ Usando acetato de cálcio 1N, pH 7,0 (14).

6/ Método de Walkley-Black (2).

7/ Usando o método de OLSEN e WATANABE (12).

QUADRO 2 - Resultados das análises (total) de potássio, sódio, cálcio e magnésio de amostras dos minerais empregados no trabalho (média de três repetições)

	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	%			
Biotita	13,3	0,1	-	4,4
Carnalita	10,0	12,3	0,1	5,6
Leucita	18,1	0,1	0,1	0,1

As quantidades de cada mineral potássico, acidificado ou não, aplicadas nos vasos foram calculadas tomando por base os teores de K total.

Depois da colocação do solo nos vasos, plantou-se, aí, o milho híbrido 'CMS-203', proveniente do CNPMS (Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo — EMBRAPA — Sete Lagoas, MG). Em cada vaso foram plantadas cinco plântulas que, após 5-6 dias, foram desbastadas, deixando-se três plantas em cada vaso. O dia do desbaste foi considerado tempo zero para todos os ensaios.

Os vasos foram irrigados com água destilada logo depois do transplante e, novamente, até o final do período de crescimento, duas — três vezes ao dia, visando manter o nível de umidade do solo próximo de 80% da capacidade de campo, determinada segundo FERNANDES e SYKES (6). Uma vez por semana, a irrigação era feita com solução nutritiva, com todos os nutrientes, menos o potássio e o fósforo, e complementada com água destilada, para atingir os 80% da capacidade de campo.

A parte aérea foi colhida separadamente das raízes, e ambas foram lavadas, secadas, pesadas e mineralizadas. Em todos os extratos minerais, determinaram-se o potássio, por fotometria de chama, o cálcio e o magnésio, por espectrofotometria de absorção atómica.

A relação entre os tratamentos empregados e o peso da parte aérea das raízes e total foi quantificada, ajustando-se equações de regressão, conforme o modelo da segunda aproximação da equação de Mistcherlich (13). Os parâmetros foram ajustados pelo método iterativo dos quadrados mínimos, proposto por MARQUARDT (10).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise dos quadrados médios da análise de variância, referentes aos dados de produção de matéria seca da parte aérea, da raiz e da planta total (Quadros 3, 4 e 5), verifica-se o efeito significativo da calagem, de níveis de potássio e de suas interações sobre a produção de matéria seca, para o cloreto de potássio e para a carnalita.

Os níveis de potássio no solo, supridos por diferentes quantidades de biotita acidificada, com o mesmo percentual da acidificação ou com diferentes acidificações da mesma quantidade de biotita, ocasionaram diferenças significativas na produção de matéria seca da parte aérea, nas raízes e no peso total das plantas. Podem-se observar, ainda, os efeitos significativos das interações de níveis de potássio e cala-

QUADRO 3 - Médias de peso da parte aérea seca de milho<sup>1/</sup>

		I. Com calagem					
Níveis de K no solo, como % da C.T.C.	Cloroeto de potássio(2)	Carnalita(2)		Acidificações da biotita (1) (3)			
		5	15	25	35		g/vaso
0,2 (20)	24,69 aA	26,62 bA	18,60 bA	23,94 abA	24,16 abA	24,74 aA	
0,4 (40)	25,92 aA	31,54 aA	24,61 aA	29,12 aA	27,46 aA	26,28 aA	
0,8 (80)	25,52 aA	29,98 aA	27,55 aA	28,50 aA	20,94 bA	7,48 bA	
1,6 (160)	17,03 bA	20,59 cA	28,82 aA	20,61 bA	2,95 cA	0,00 cA	
3,2 (320)	7,37 cA	0,00 cA	28,66 aA	3,50 cA	0,00 cA	0,00 cA	
Solo com calagem	4,10 ca	3,88 dA		3,18			
II. Sem calagem							
Níveis de K no solo, como % da C.T.C.	Cloroeto de potássio(2)	Carnalita(2)		Acidificações da biotita (1) (3)			
		5	15	25	35		g/vaso
0,2 (20)	20,78 ab	18,53 cb	6,56 cb	15,54 ab	17,16 aA	14,32 aB	
0,4 (40)	21,68 ab	24,32 ab	14,21 bb	15,48 ab	5,73 bB	2,84 bB	
0,8 (80)	21,08 ab	22,64 ab	20,11 ab	13,71 ab	4,96 bcB	2,18 bcB	
1,6 (160)	13,37 bb	19,88 bcA	16,60 abb	2,46 bb	1,22 bcA	0,00 ba	
3,2 (320)	2,14 cb	0,00 cA	17,12 abb	0,00 ba	0,00 ba	0,00 ba	
Solo sem calagem	4,25 ca	4,00 dA		3,54			

1/ Para cloroeto de potássio e carnalita, dentro de um mesmo nível de calagem, as médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra minúscula não apresentam diferenças estatísticas; dentro de um mesmo nível de potássio, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Par biotita, dentro de cada nível de calagem e acidificação, as médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra minúscula não apresentam diferenças estatísticas; dentro de cada nível de calagem e de potássio, as médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(2) Média de 4 repetições; (3) Média de 3 repetições.

QUADRO 5 - Médias de peso total de milho<sup>1/</sup>

		I. Com calagem					II. Sem calagem				
		Níveis de K no solo, como % da C.T.C.		Cloreto de potássio(2)		Carnalita(2)				Acidificações da biotita (1) (3)	
0,2 (20)	26,59 aA	32,43 bA	21,33 bA	28,15 aA	28,41 aA	30,08 aA					
0,4 (40)	28,22 aA	38,59 aA	30,07 aA	35,87 aA	35,60 aA	35,64 aA					
0,8 (80)	27,34 aA	36,58 abA	32,56 aA	34,22 aA	34,22 aA	34,22 aA					
1,6 (160)	18,83 bA	24,99 cA	35,46 aa	27,28 aA	27,28 aA	27,28 aA					
3,2 (320)	7,87 cA	0,00 dA	36,07 aa	4,07 bA	4,07 bA	4,07 bA					
Solo com calagem	4,24 cA	4,15 dA					3,25				
		Níveis de K no solo, como % da C.T.C.		Cloreto de potássio(2)		Carnalita(2)				Acidificações da biotita (1) (3)	
0,2 (20)	23,86 aB	23,09 bb	17,20 cB	19,64 ab	21,64 aB	18,37 ab					
0,4 (40)	25,93 ab	29,37 ab	17,31 bB	19,64 ab	7,31 bB	3,85 bb					
0,8 (80)	22,41 ab	27,49 abB	25,54 ab	17,80 ab	6,33 bB	2,86 ba					
1,6 (160)	13,88 bb	21,14 bA	21,86 abb	3,29 bb	1,06 ba	0,00 ba					
3,2 (320)	2,25 cb	0,00 cA	23,44 abB	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA					
Solo sem calagem	4,71 cA	4,56 cA					4,02				

1/ Para clorero de potássio e carnalita, dentro de um mesmo nível de calagem, as médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra minúscula não apresentam diferenças estatísticas; dentro de um mesmo nível de potássio, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para biotita, dentro de cada nível de calagem e acidificação, as médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra minúscula não apresentam diferenças estatísticas; dentro de cada nível de calagem e de potássio, as médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(2) Média de 4 repetições; (3) Média de 3 repetições.

QUADRO 4 - Médias de peso das raízes secas de milho<sup>1/</sup>

		I. Com calagem					
Níveis de K no solo, como % da C.T.C.	Cloroeto de potássio(2)	Acidificações da biotita (%) (3)					
	Carnalita(2)	5	15	25	35		
0,2 (20)	1,90 aA	5,81 abA	2,73 cA	4,21 bA	4,25 bA	5,34 bA	
0,4 (40)	2,29 aa	7,05 aa	5,46 ba	6,75 aa	6,14 aa	7,36 aa	
0,8 (80)	1,82 aa	6,61 aa	5,01 ba	5,72 abA	7,66 abA	1,67 cA	
1,6 (160)	1,70 aa	4,41 ba	6,64 abA	7,35 abA	0,66 ca	0,00 ca	
3,2 (320)	0,50 ba	0,00 cA	7,42 abA	0,57 ca	0,00 ca	0,00 ca	
Solo com calagem	0,14 bA	0,28 cA	0,10				
II. Sem calagem							
Níveis de K no solo, como % da C.T.C.	Cloroeto de potássio(2)	Acidificações da biotita (%) (3)					
	Carnalita(2)	5	15	25	35		
0,2 (20)	3,07 aB	2,89 bb	0,64 cb	4,10 aa	4,48 ab	4,05 aa	
0,4 (40)	2,25 ba	5,05 ab	3,10 bb	4,17 ab	1,58 bb	1,01 bb	
0,8 (80)	1,33 cb	4,81 ab	5,43 aa	4,10 aa	1,40 bb	0,67 ba	
1,6 (160)	0,51 db	3,25 abA	5,26 aa	0,83 bb	0,18 ba	0,00 ba	
3,2 (320)	0,12 dA	0,00 ca	6,32 ab	0,00 bb	0,00 ba	0,00 ba	
Solo sem calagem	0,46 dA	0,55 ca	0,48				

1/ Para cloroeto de potássio e carnalita, dentro de um mesmo nível de calagem, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula não apresentam diferenças estatísticas; dentro de um mesmo nível de potássio, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para biotita dentro de cada nível de calagem e acidificação, as médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra minúscula não apresentam diferenças estatísticas; dentro de cada nível de calagem e de potássio, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(2) Média de 4 repetições; (3) Média de 3 repetições.

gem e de níveis de potássio e de acidificação sobre as características mencionadas.

O cloreto de potássio liberou quantidade de potássio suficiente para que se verificasse o máximo de produção, verificando-se isso com o nível 0,4 de potássio, isto é, 40% da C.T.C. do solo, com e sem calagem; esse nível de potássio foi suficiente para que a parte aérea do milho atingisse o crescimento máximo, a despeito de não haver diferenças significativas entre as produções alcançadas com esse nível e as dos níveis 0,2 e 0,8. A partir do nível 1,6 da C.T.C., a produção diminuiu, atingindo o mínimo no nível 3,2 (Quadro 3).

Com relação à carnalita, as maiores produções de matéria seca da parte aérea do milho corresponderam aos níveis 0,4 e 0,8 da C.T.C. do solo, diferindo das obtidas com o nível 0,2, ao contrário dos resultados obtidos com cloreto de potássio, quando as produções alcançadas com os três níveis, 0,2 — 0,4 — 0,8, não diferiram entre si (Quadro 3).

A crescente acidificação da biotita liberou potássio em quantidade suficiente para que se tivesse o crescimento normal do milho, normalidade definida pela semelhança de produção de matéria seca da parte aérea do vegetal com o emprego tanto do cloreto de potássio quanto da biotita acidificada, nos menores percentuais de acidificação. As quantidades de potássio liberadas pela biotita parcialmente acidificada, correspondentes ao nível 0,4 da C.T.C. desse solo, propiciaram maiores quantidades de matéria seca do milho, em todas as acidificações do mineral, à exceção da acidificação com 5% (Quadro 3).

Os efeitos de níveis de potássio, interação níveis de potássio e calagem, calagem e níveis de acidificação sobre peso da parte aérea, peso das raízes e peso total do milho foram significativos quando se aplicou a leucita (Quadros 6 e 7). Na presença da calagem, os dados de peso de milho mostraram aumentos até determinado nível (1,6 da C.T.C. do solo), diminuindo nos níveis mais altos. Na ausência da calagem, o

QUADRO 6 - Médias do peso da parte aérea, das raízes e do peso total, quando se aplicou leucita (\*)

Níveis de potássio	Parte aérea		Raízes		Total	
	C/ cal.	S/ cal.	C/ cal.	S/ cal.	C/ cal.	S/ cal.
0,2	3,34Aa	3,17Ba	0,31Bb	0,45Aa	3,66Aab	3,62Aa
0,4	3,86Aa	2,85Ba	0,37Ab	0,37Aa	4,25Aa	3,19Ba
0,8	3,83Aa	2,07Ba	0,42Aab	0,25Bab	4,25Aa	2,32Bb
1,6	4,13Aa	1,07Ba	0,64Aa	0,26Ba	4,80Aa	1,94Bb
3,2	1,42Ab	0,10Ba	0,42Aab	0,00Bb	1,85Ab	0,11Bc
Médias	3,31A	1,83B	0,43A	0,29B	3,76A	2,23B

(\*) As médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, e mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5%.

QUADRO 7 - Médias do peso da parte aérea, das raízes e total de milho e resultados do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, quando se aplicou leucita (\*)

Níveis de acidificação	Parte aérea	Raízes	Total
5%	3,04 a	0,38 a	3,44 a
15%	2,08 c	0,25 b	2,34 b
25%	2,34 bc	0,27 b	3,28 a
35%	2,85 ab	0,49 a	3,59 a

(\*) As médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5%.

efeito dos níveis de potássio foi menos pronunciado. O efeito dos níveis de acidificação sobre o peso da parte aérea, das raízes e total foi semelhante nas três circunstâncias: os pesos atingiram um mínimo quando a leucita foi acidificada com 15%, para aumentar nos níveis mais altos de acidificação.

A produção de matéria seca da parte aérea do milho no solo com calagem foi maior que no solo sem calagem, em todos os níveis de C.T.C., para cloreto de potássio, carnalita, biotita acidificada e leucita. É provável que o balanço de cálcio, magnésio e potássio no solo que recebeu calagem tenha impedido, pelo menos parcialmente, o efeito do excesso de potássio, nos níveis mais elevados desse nutriente, em quaisquer das quatro fontes consideradas (Quadros 3, 4, 5, 6).

De modo geral, os resultados da análise estatística referentes a peso de raízes e peso total foram semelhantes aos observados para a parte aérea do milho, até mesmo com relação às interações entre os tratamentos.

O desdobramento dessas interações mostra que os níveis de potássio provenientes do cloreto de potássio, da carnalita e da biotita influíram significativamente na produção da planta, tanto no solo com calagem quanto no solo sem calagem. Além disso, o efeito de níveis de potássio no solo com calagem foi superior ao seu efeito no solo sem calagem, para as três fontes consideradas.

Os dados de peso da matéria seca da parte aérea do milho obtidos com o emprego de cloreto de potássio, carnalita e biotita acidificada foram ajustados às equações de Mitscherlich, na primeira e na segunda aproximação (Figuras 1 a 6). Os coeficientes de determinação, quando se usaram os dados do efeito da acidificação da biotita, foram menores que os obtidos com cloreto de potássio. Isso sugere que o modelo matemático usado, com os dados oriundos de duas variáveis independentes (nível de potássio e nível de acidificação), não foi adequado. Confirma essa situação a melhor adequação do modelo aos dados obtidos com o cloreto de potássio (Figuras 1 e 2), por exemplo.

A partir dos modelos matemáticos ajustados para a primeira e segunda aproximação da equação de Mistcherlich, estimaram-se os pontos em que a toxicidade de potássio era significativa, pela diferença, também significativa, entre os valores

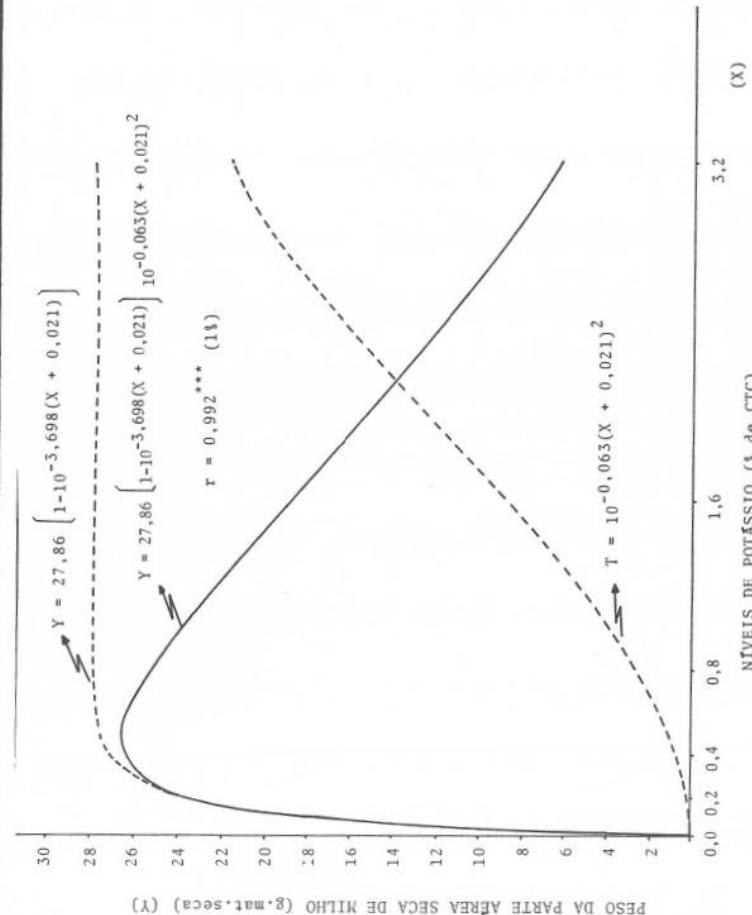


FIGURA 1 - Peso da parte aérea seca de milho, de acordo com os níveis de potássio provenientes do cloreto de potássio, no solo com calagem.

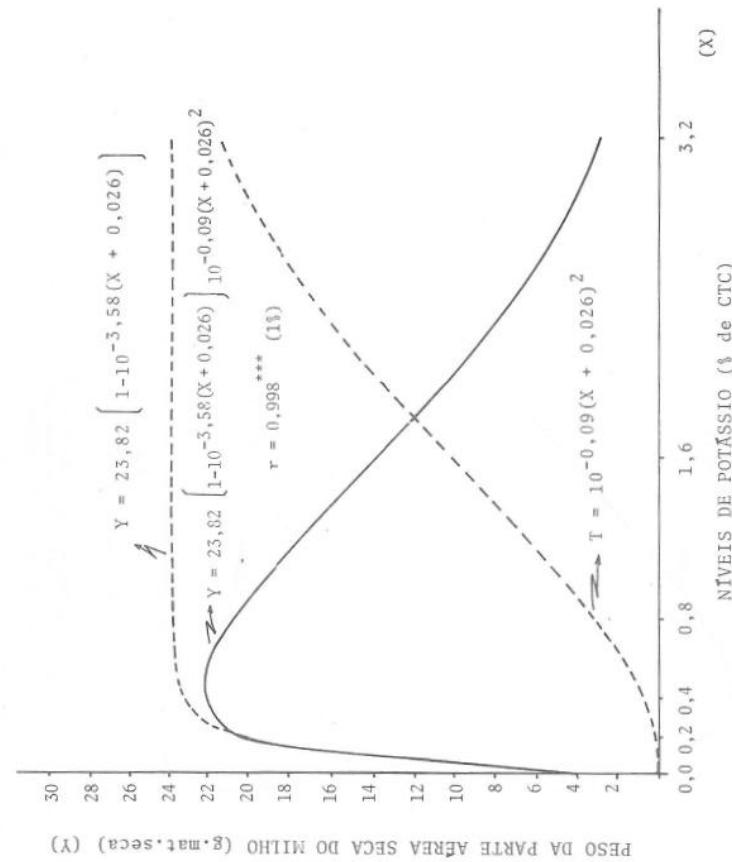


FIGURA 2 - Peso da parte aérea seca de milho, de acordo com os níveis de potássio provenientes do cloreto de potássio, no solo sem calagem.

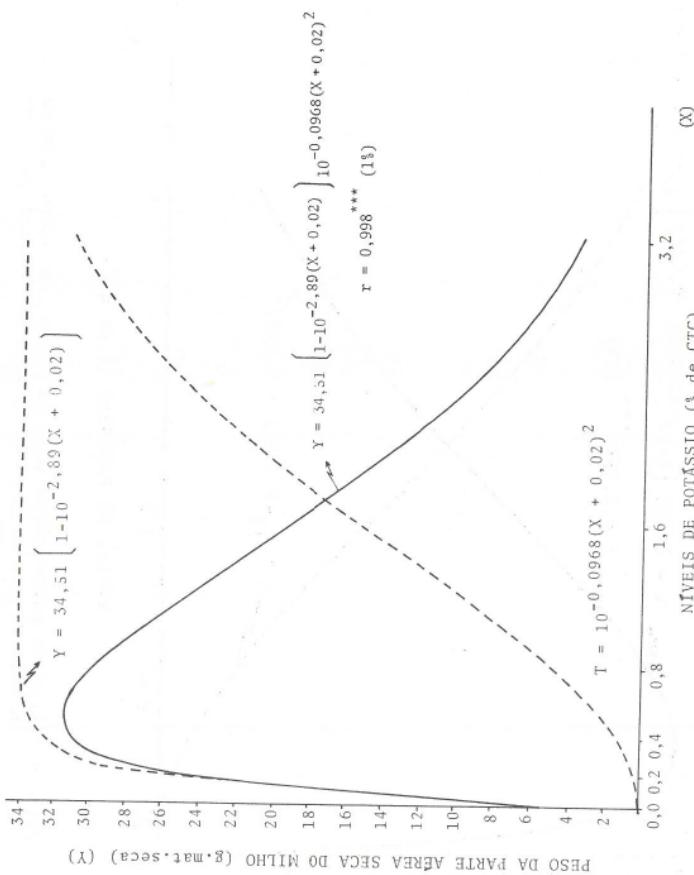


FIGURA 3 - Peso da parte aérea seca de milho, de acordo com os níveis de potássio provenientes da carnalita, no solo com catagem.

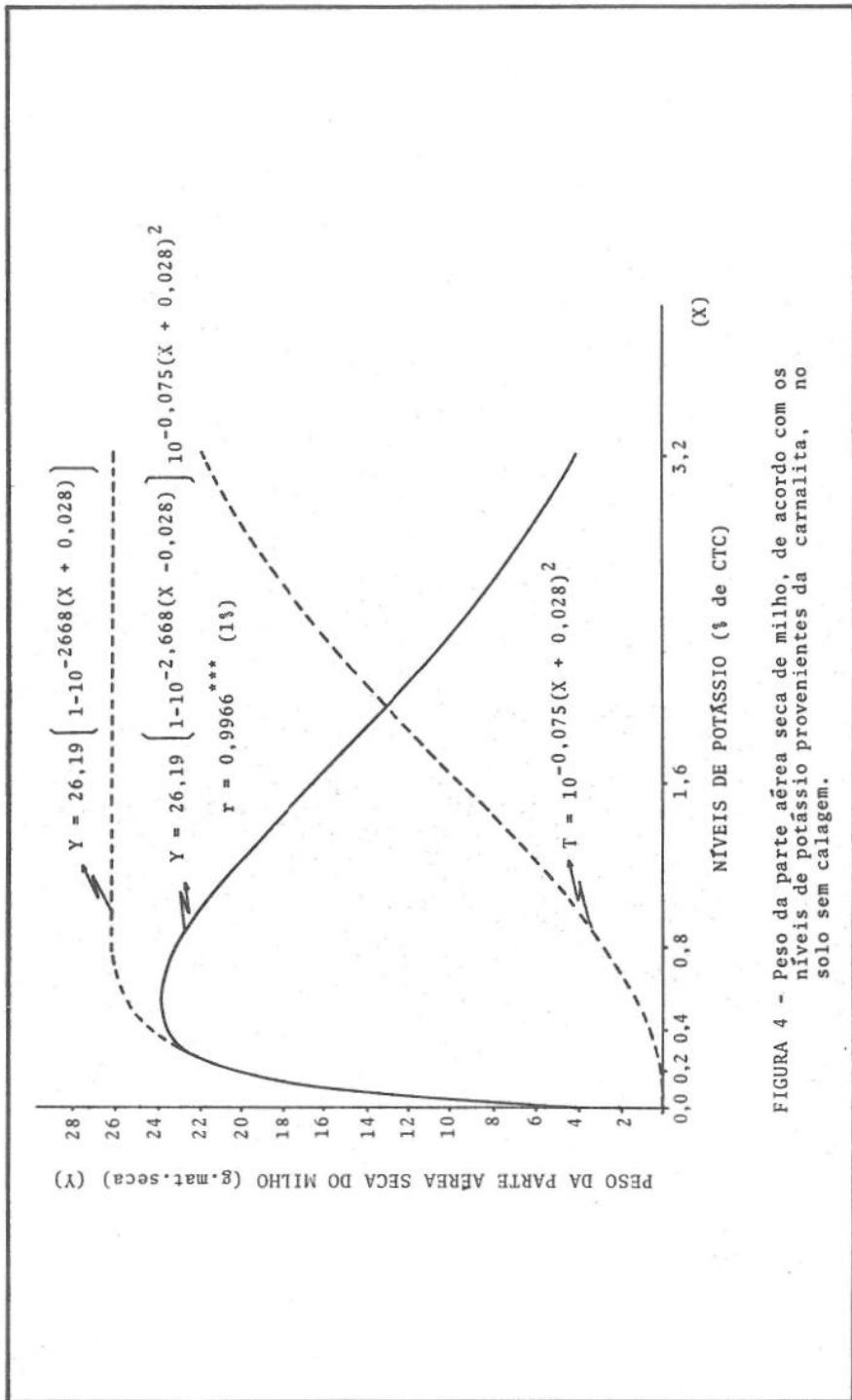


FIGURA 4 - Peso da parte aérea seca de milho, de acordo com os níveis de potássio provenientes da carnalita, no solo sem calagem.

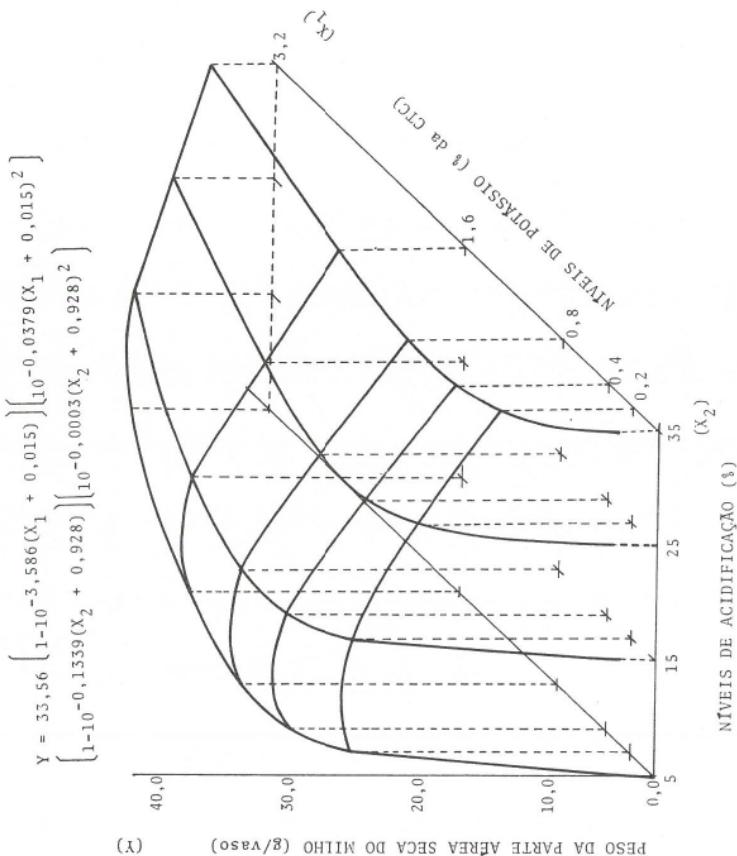


FIGURA 5 - Peso da parte aérea seca de milho, de acordo com os níveis de potássio provenientes da biotita acidificada, no solo com calagem.

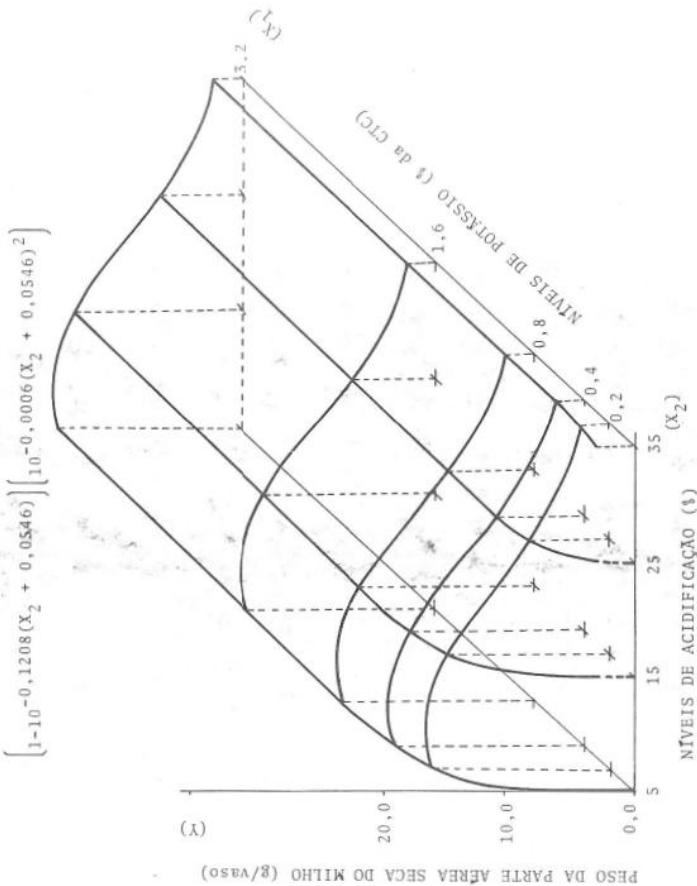


FIGURA 6 - Peso da parte aérea seca de milho, de acordo com os níveis de potássio provenientes da biotita acidificada, no solo sem calagem.

obtidos com o emprego das duas equações. Esses pontos das equações correspondem a 0,88 e 0,79 vezes a C.T.C. do solo, isto é, 4,51 e 4,05 eq.mg K/100 g de solo, quando se utilizou cloreto de potássio como fonte de nutriente, no solo com e sem calagem. Esses pontos corresponderam a 0,69 e 0,91 vezes a C.T.C., ou 3,54 e 4,67 eq.mg K/100 g de solo, quando se utilizou a carnalita.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos quatro ensaios em casa de vegetação, na U.F.V., para obter dados que mostrassem a capacidade de fontes potássicas não tradicionalmente utilizadas como fontes do nutriente para as plantas. As fontes potássicas empregadas foram biotita e leucita, parcialmente acidificadas, e carnalita, comparadas com o cloreto de potássio (p.a.), utilizado como testemunha relativa.

Para isso, usou-se esquema fatorial com seis níveis de potássio (0,0 — 0,2 — 0,4 — 0,8 — e 1,6 e 3,2 vezes a C.T.C. do solo), para cloreto de potássio e carnalita, e cinco níveis do nutriente (0,2 — 0,4 — 0,8 — 1,6 e 3,2 vezes a C.T.C. do solo), para biotita e leucita acidificadas (5, 15, 25 e 35% do peso do material/peso do ácido). Esses tratamentos foram distribuídos em solo com dois níveis de calagem (com e sem calagem). O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso, com quatro repetições nos ensaios com cloreto de potássio e carnalita e três repetições nos ensaios com biotita e leucita.

As conclusões dos ensaios foram as seguintes:

1. A carnalita, mesmo «in natura», liberou quantidade de nutrientes apropriada ao crescimento e à produção de milho, equivalente às alcançadas com o emprego do cloreto de potássio.

2. A acidificação da biotita foi suficiente para liberar para as plantas quantidades de potássio equivalentes, em alguns casos, às que possibilitaram os melhores resultados obtidos com a utilização do cloreto de potássio.

3. O emprego da leucita acidificada propiciou as menores produções de matéria seca.

4. Verificaram-se produções máximas de matéria seca e potássio absorvido com os níveis intermediários de potássio e de acidificação, quando se empregou a biotita.

5. As produções de matéria seca foram crescentes, quando se empregou biotita acidificada, em níveis crescentes de acidificação, nas menores doses de potássio; nos maiores níveis, foram decrescentes.

6. O emprego da calagem propiciou maiores produções de matéria seca e maiores quantidades de potássio absorvido.

7. Diante dos resultados obtidos, sugere-se sejam conduzidas novas pesquisas, com as mesmas fontes utilizadas neste trabalho, testando novas metodologias de acidificação para a leucita, por exemplo, e/ou empregando outras fontes potássicas.

#### 5. SUMMARY

The effects of potassium minerals were studied as these influenced the production of dry matter of corn. Biotite and leucite, with partial acidification, and carnalite, without acidification, were employed with potassium chloride used for comparison.

The conclusions were:

1. The effects of carnalite and potassium chloride were equivalent;
2. Acidified biotite, in some cases, was equivalent to potassium chloride in the productions of dry matter;
3. Partially-acidified leucite gave the lowest yields of dry matter; and,

4. Liming resulted in the greatest dry matter production and the greatest quantities of potassium uptake.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ABREU, S.F. *Recursos minerais do Brasil*. São Paulo, Edgard Blücher, 1973. 324 p.
2. ALLISON, L.E. Organic carbon: In: C.A. BLACK (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. Madison, Amer. Soc. of Agron. 1965. pp. 1367-1378.
3. BUENO, N. *Efeito residual de fosfatos naturais parcialmente acidificados na cultura do sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench), em um material de solo sob vegetação de cerrado*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1978. 90 p. (Tese de Mestrado).
4. DETURK, E. Potassium bearing minerals as a source of potassium for plant growth. *Soil Science*, 8:269-201. 1919.
5. DUTRA, L.G. *Minerais potássicos, acidificados ou não, utilizados como fontes de nutriente para o milho (Zea mays L.) em casa-de-vegetação*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1980. 83 p. (Tese de Doutorado).
6. FERNANDES B. & SYKES, V.J. Capacidade de campo e a retenção de água em três solos de Minas Gerais. *Rev. Ceres*, 15(83):1-39. 1968.
7. FRANCO, M. *Fosfatos naturais parcialmente acidificados com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na cultura de sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench), em um solo de cerrado de Ituiutaba-MG*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1977. 75 p. (Tese de Mestrado).
8. HOROWITZ, A. Aproveitamento de minerais primários do nordeste com adubos de solubilidade controlada. In: FINEP. Programa de Pesquisa e Desenvolvimento de Fertilizantes da FINEP. IPT, São Paulo. 1977. pp. 87-92.
9. ILCHENCO, V. & GUIMARÃES, D. Processo de decomposição das rochas alcalinas do planalto de Poços de Caldas, Estado de Minas Gerais. *Bol. Agricultura*, Belo Horizonte, 4(3-4):59-74. 1955.
10. MARQUARDT, D.W. An Algorithm for Least-Squares Estimation of Non-linear Parameters. *J. Soc. Ind. App. Mathem.*, 11(2):431-441. 1963.
11. MIELNICZUK, J., KAMPH, N., KLAMT, E., SCHNEIDER, P. & MEURER, E.J. *Relatório de Atividades Conduzidas no Subprojeto Potássio*. Departamento de Solos da URGS, 1979, s/p. (Relatório não publicado).
12. OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir Isotherm. *Soil Sci. Soc Amer. Proc.* 21(2):144-149. 1957.

13. SILVA, M.A.P. da. *Segunda aproximação de Mitscherlich, Y = A|1 - 10<sup>-C(x+b)</sup>| |10<sup>-k(x+b)</sup>|, aplicada à adubação mineral.* Piracicaba, Universidade de São Paulo, 1978. 96 p. (Tese de Mestrado).
14. VETTORI, L. *Métodos de análise de solo.* Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura — E.P.E., 1964. 24 p. (Boletim Técnico).
15. WAUGH, D.L. & FITTS, J.W. *Soil test interpretation studies: Laboratory and potted plant.* North Carolina, Int. Soil Test. 1960. 33 p. (Boletim n.º 3).