

NECESSIDADE DE CALAGEM DA CULTURA DO FEIJÃO, EM SOLOS DA MICRORREGIÃO MATA DE VIÇOSA, MINAS GERAIS. EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO^{1/}

Maria Cristina L. da Silva Portela ^{2/}
Braz Vitor Defelipo ^{3/}
José Mário Braga ^{3/}
Antônio Carlos Ribeiro ^{3/}

I. INTRODUÇÃO

A Microrregião Mata de Viçosa, MG, caracteriza-se pela predominância de solos ácidos, com baixos teores de cálcio e magnésio e altas concentrações de alumínio trocável. A baixa fertilidade dos solos é considerada pelos agricultores um dos problemas da cultura do feijão. Para a incorporação, a curto prazo, desses solos no sistema de produção agrícola, a calagem é indispensável.

Apesar do grande número de pesquisas sobre o assunto, não há ainda consenso sobre a metodologia mais adequada para a avaliação das doses de calcário, de acordo com as variações nas características dos solos ou com as exigências das culturas.

Embora sejam encontrados na literatura trabalhos referentes à resposta das culturas à calagem e estudos comparativos dos métodos para recomendação de quantidades de calcário, poucos pesquisadores têm-se preocupado com o cálculo do fator calagem, ou seja, valor pelo qual se deve multiplicar a quantidade recomendada pelo método para obter a dose realmente necessária no campo.

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para a obtenção do grau de Magister Scien-tiae.

Recebido para publicação em 5-2-1985.

^{2/} IPA-UEP Caruaru. Caixa Postal 125. 55100 Caruaru, PE.

^{3/} Departamento de Solos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

MARTINI *et alii* (7) verificaram que a dose de CaCO_3 necessária para a produção máxima de matéria seca de soja ficou em torno da metade da recomendada pelo método do S.M.P. Já os resultados obtidos por SFREDO *et alii* (11), que trabalharam com sorgo em Litossolo Bruno Distrófico, mostraram que o fator de calagem para o método do S.M.P. foi igual a 0,4.

O objetivo deste trabalho foi estudar a necessidade de calagem para a cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) em solos da Microrregião Mata de Viçosa, MG, e relacionar a dose que maximizou a produção de matéria seca em casa de vegetação com as quantidades sugeridas pelos diferentes métodos de recomendação de calcário.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados nove locais na Microrregião Mata de Viçosa, MG, com base nos teores de alumínio trocável dos solos. Assim, foram escolhidos solos com baixa, média e alta necessidade de calagem, conforme o critério de recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (4). Definidos os locais, foram coletadas amostras superficiais, até 20 cm de profundidade, para análise química e física do solo (Quadros 1 e 2).

As amostras foram secas e passadas em peneira de 2 mm, tendo sido tomadas quantidades de 1.000 cm³, que foram homogeneizadas, em sacos plásticos, com cinco níveis de calcário comercial com 92% de valor neutralizante ($\text{CaO} = 33\%$ e $\text{MgO} = 11\%$), e passadas em peneira n.º 60. As doses de calcário variaram de acordo com o teor de Al^{3+} de cada grupo de solo: para JEQ, PAN, PFS e VIC, empregaram-se 0,4, 0,8, 1,6 e 2,4 t/ CaCO_3 /ha; para COI, PFO e CAJ, as doses foram de 0,8, 1,6, 3,2 e 4,8 t/ CaCO_3 /ha; e, para ERJ e ERC, de 1,8, 3,2, 6,4 e 9,6 t/ CaCO_3 /ha. A umidade do solo foi mantida em nível próximo da capacidade de campo. Com 40 dias de incubação, os solos foram postos para secar, ao ar, analisando-se então o pH, o Al^{3+} , o Ca^{2+} e o Mg^{2+} . Em seguida, foram transferidos para vasos, onde foi feito o cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), var. 'Negrito', tendo sido utilizadas 5 sementes/vaso.

Depois de 10 dias, fez-se o desbaste, para três plantas/vaso. Como adubação, realizada em todos os tratamentos, utilizaram-se 90, 100 e 30 mg/vaso de N, P e K, na forma de fosfato diamônio e cloreto de potássio. Em cobertura, usaram-se 200 mg de nitrogênio/vaso, na forma de uréia, parcelados em quatro aplicações, e uma solução micronutriente, segundo WAUGH e FITTS (13).

Aos 35 dias após o plantio, foi feito o corte da parte aérea das plantas, que foi acondicionada em sacos de papel, seca em estufa, pesada e triturada em moinho Willey.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições.

A produção de matéria seca correlacionou-se com as doses de calcário. O fator de calagem foi obtido com base na relação entre a dose que correspondeu à produção máxima estimada e as quantidades recomendadas pelos seguintes métodos: Incubação; Woodruff (14); S.M.P. (12); Acetato de Cálcio (3); Alumínio e Cálcio mais Magnésio Trocáveis (4); Matéria Orgânica, para elevar o pH do solo para 6,0 e para 6,5 (5, 7), e Saturação de Bases, para elevá-la para 60% (8).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de CaCO_3 recomendadas para cada solo variaram de acordo

QUADRO 1 - Identificação, procedência, composição granulométrica⁽¹⁾ e classificação textural dos solos estudados

Identif.	Procedência	Solo			Composição granulométrica (%)			Classificação textural
		A. grossa	A. fina	Silte	Argila			
JEQ	Jequeri	42	13	15	30			Franco-argilo-arenoso
PAN	Pedra do Anta	34	14	11	41			Argilo-arenoso
PFS	Porto Firme (Seb.)	30	22	15	33			Franco-argilo-arenoso
VIC	Viçosa	30	20	10	40			Argilo-arenoso
COI	Coimbra	31	14	9	46			Argilo-arenoso
PRO	Porto Firme (Olgo)	41	11	9	39			Argilo-arenoso
CAJ	Cajuri	22	15	11	52			Argilosó
ERJ	Ervália (Jatiboca)	32	20	8	40			Argilo-arenoso
ERC	Ervália (Careço)	30	22	12	36			Argilo-arenoso

(1) Análises realizadas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Viçosa.

QUADRO 2 - Características químicas de amostras de solos estudados^{1/}

Análises químicas	Solos						ERC
	JEQ	PAN	PFS	VIC	COI	PFO	
pH H ₂ O 1:2,5	5,2	4,8	4,9	4,6	4,3	4,3	4,6
pH KCl 1 N 1:2,5	5,0	4,5	4,3	4,2	3,9	3,9	4,0
Al ³⁺ (meq/100 cm ³)	0,00	0,20	0,30	0,30	0,80	0,80	0,70
Ca ²⁺ (meq/100 cm ³)	3,50	1,60	1,10	1,30	1,70	0,40	0,90
Mg ²⁺ (meq/100 cm ³)	1,00	1,00	0,40	0,50	0,30	0,30	0,40
H ⁺ + Al ³⁺ (meq/100 cm ³)	4,95	6,93	6,27	6,27	7,42	7,75	8,58
P (ppm)	7	5	5	14	5	6	4
K (ppm)	98	63	58	81	47	98	39
Saturação de Al ³⁺ (%)	0	7	15	13	42	46	33
Materia orgânica (%)	6,44	5,36	4,21	3,62	4,56	5,37	5,26
Valor T a pH 7,0 (meq/100 cm ³)	9,70	9,69	7,92	8,28	8,54	8,70	9,98
Saturação de bases (%)	48,97	28,48	20,80	24,27	13,11	10,92	14,03
							11,59
							7,70

1/ Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ extraídos com KCl N; H⁺ + Al⁺⁺⁺ extraídos com acetado de cálcio, pH 7,0, e valores de P e K obtidos com o emprego do Mehlich-1 (g).

com os métodos testados (Quadro 3). O JEQ apresentou menor necessidade de calagem, para todos os métodos (exceto o do Al^{3+} e $Ca^{2+} + Mg^{2+}$, pelo qual não se recomendou o calcário). Esse resultado é justificável, visto tratar-se de solo mais arenoso, sem alumínio trocável e com maior saturação de bases. Para todos os solos, as maiores recomendações foram as que usaram como critério o teor de matéria orgânica.

Quase todas as recomendações sugeridas pelos métodos de Incubação, para elevar o pH para 5,5 e 6,0, Alumínio e Cálcio mais Magnésio Trocáveis, Woodruff, S.M.P., Acetato de Cálcio e Saturação de Bases correlacionaram-se significativamente entre si (Quadro 4). Não foram significativos os coeficientes da correlação entre os diversos métodos e o baseado no teor de matéria orgânica dos solos, que visava a elevar o pH dos solos a 6,5. Entretanto, foi significativa a correlação entre as recomendações sugeridas pelos métodos de Incubação, com pH 5,5, Alumínio e Cálcio mais Magnésio Trocáveis, Woodruff e S.M.P. e as do método que utiliza o teor de matéria orgânica para elevar o pH a 6,0.

A produção de matéria seca da parte aérea das plantas (Quadro 5) variou de acordo com os solos estudados. Os solos JEQ e VIC foram os mais produtivos, ao passo que o solo COI apresentou produção média inferior à dos demais. Nos solos COI, PFO, CAJ, ERJ e ERC, que apresentaram, inicialmente, média e alta concentração de alumínio trocável (Quadro 2), as produções aumentaram consideravelmente a partir do nível 1 de calcário. Mesmo com o nível não tóxico de alumínio trocável a calagem propiciou aumentos significativos na produção de matéria seca nos solos PAN e PFS. Talvez o efeito significativo da calagem tenha sido devido à diminuição da concentração de manganês trocável desses solos, que, neste trabalho, não foi considerada, mas requer estudos, principalmente para solos com características semelhantes às dos estudados.

A baixa concentração de alumínio e os níveis de cálcio mais magnésio dos solos JEQ e VIC podem ter sido causa da não necessidade de calagem para a obtenção da máxima produção de matéria seca.

O efeito linear das doses no solo PAN, com baixa concentração de Al^{3+} e altos teores de Ca^{2+} mais Mg^{2+} , reforça a idéia de que a produção da cultura nesses solos talvez tenha sido controlada pela concentração do manganês trocável, e não apenas por teores altos de Al e baixos de cálcio e magnésio.

Nos solos em que o efeito quadrático da calagem foi significativo, as produções máximas foram estimadas, e as doses variaram conforme cada solo (Quadro 6).

Embora os solos tenham respondido diferentemente, as produções máximas apresentaram valores próximos, variando de 8,09 a 9,76 g/vaso. Dentre os que necessitaram de menores quantidades de calcário ficou o solo PFS, que, embora tenha apresentado nível não tóxico de alumínio, continha baixa concentração de cálcio mais magnésio. Provavelmente, a elevação dos níveis desses elementos no solo foi a causa do efeito significativo da calagem.

O fato de COI, PFO e CAJ, solos com nível médio de alumínio (Quadro 2), exigirem doses de calcário médias e idênticas para a obtenção da produção máxima, assim como o fato de as maiores doses terem sido recomendadas para os solos ERJ e ERC, com alta saturação de alumínio (Quadro 2), sugere que o critério do alumínio trocável é bom indicador da necessidade de calagem desses solos. Além disso, observou-se que todas as doses que maximizaram a produção reduziram os teores de alumínio trocável para níveis abaixo de 0,32 meq/100 cm³ de solo e que a percentagem de saturação de alumínio nos solos estudados não foi superior a 13%, valor considerado por EVANS e KAMPRATH (6) não tóxico para a maioria das culturas.

QUADRO 3 - Valores das necessidades de calcário, obtidos por diversos métodos, dos solos estudados

Solos	Incubação				Métodos				Materia orgânica	
	pH=5,5	pH=6,0	Al ³⁺ Ca ₂ ²⁺ + Mg ₂ ⁺	e	Woodruff	SMP	Acetado de cálcio	Saturação de bases	pH=6,0	pH=6,5
t/ha										
JEQ	1,4	4,5	0,0	5,0	2,5	4,9	1,1	8,2		13,4
PAN	5,5	8,3	0,5	7,0	4,4	6,9	3,0	10,3		14,6
PFS	5,0	8,2	1,0	6,0	4,4	6,3	3,1	8,1		11,4
VIC	4,5	6,9	1,0	6,0	5,7	6,3	2,9	8,1		11,0
CAJ	6,5	8,9	2,0	7,0	7,8	8,6	4,6	11,8		16,0
C ^o T	6,3	8,3	2,5	7,0	6,7	7,4	4,0	11,7		15,3
P. ^c ₂	5,7	8,0	3,0	7,0	6,7	7,7	4,3	14,6		18,9
ERJ	11,7	15,7	3,5	9,0	9,6	9,2	5,1	13,8		18,7
ERC	7,6	10,7	4,0	8,0	8,6	12,7	8,0	9,9		13,4

QUADRO 4 - Coeficientes de correlação linear simples entre as necessidades de calcário, obtidas pelos diferentes métodos, dos nove solos estudados

X	Incubação			Y			Matéria orgânica pH=6,0	Matéria orgânica pH=6,5
	pH=5,5	pH=6,0	Al ³⁺ e Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Woodruff	SMP	Acetato de cálcio		
Incubação pH=6,0			0,984**					
Al ³⁺ e Ca ²⁺ + Mg ²⁺		0,783**	0,728*					
Woodruff	0,966**	0,940**	0,836**					
SMP	0,898**	0,839**	0,912**				0,900**	
Acetato de cálcio	0,682*	0,654*	0,862**				0,785**	0,821**
Saturação de bases	0,700*	0,656*	0,900**				0,787*	0,846**
Matéria orgânica pH = 6,0	0,640*	NS	0,668*				0,686*	0,653*
Matéria orgânica pH = 6,5	NS	NS	NS				NS	NS
NS	NS	NS	NS				0,969**	0,969**

NS - Não significativo; * - Significância estatística a 5%; ** - Significância a 1%.

QUADRO 5 - Valores de produção de matéria seca, de acordo com os níveis de calcário, nos nove solos estudados. Média de três repetições

Solos	Níveis de calcário					Média por solo
	0	1	2	3	4	
g/vaso						
JEQ	9,27	9,90	9,20	9,40	9,30	9,41
PAN	6,95	6,97	8,00	8,10	9,00	7,74
PFS	5,40	6,37	8,70	8,83	8,77	7,61
VIC	8,47	8,67	8,70	8,67	8,90	8,68
COI	2,67	6,33	7,00	7,33	7,33	6,13
PFO	3,37	7,93	7,80	9,03	8,70	7,37
CAJ	3,93	7,77	8,50	8,93	8,90	7,61
ERJ	4,60	7,60	8,33	9,17	8,77	7,69
ERC	3,27	8,07	8,40	8,47	8,53	7,35

Foi observado que o pH adequado para a obtenção da produção máxima variou de acordo com o solo, porém não ultrapassou o valor 5,5 (Quadro 6). Portanto, se o objetivo da calagem, nesses solos, fosse elevar o pH, o valor 5,5 teria sido suficiente para a cultura do feijão, nas condições em que foi realizado o estudo. Verificou-se ainda que as variações nos valores de pH, para a produção máxima, não acompanharam as variações de produção, não sendo, portanto, o pH bom critério para a avaliação da necessidade de calagem para esses solos.

O fator de calagem, para os solos estudados, foi obtido através da relação entre as doses necessárias para a produção máxima de matéria seca e as doses sugeridas pelos diferentes métodos (Quadro 7). No cálculo dessa relação foi considerada, além do valor neutralizante ($VN = 92\%$), a granulometria do solo, que foi passado em peneira de nº 60. Por isso, para o cálculo do fator de calagem, as quantidades de calcário que maximizaram a produção foram corrigidas para doses de CaCO_3 . Assim, para o solo PAN o valor 2,2 representou a dose que produziu o máximo de matéria seca, em vez de 2,4, conforme indicado no Quadro 6.

Observou-se, nos diferentes solos, que os métodos exigiram fatores diferentes para ajustarem-se à dose ótima de CaCO_3 para a cultura e que, entre os solos JEQ, PAN, PFS e VIC, com menor concentração de Al^{3+} (Quadro 2), as variações foram maiores.

As quantidades de calcário indicadas pelo método do Alumínio e Cálcio mais Magnésio Trocáveis (4) situaram-se abaixo da dose para obtenção de produção máxima de matéria seca, com exceção dos solos JEQ e VIC: no primeiro foi confirmada a não-necessidade de calagem. Trabalhando com a cultura da soja, BORGES (2) observou fator de calagem próximo de 1,0 para esse método, em quatro

QUADRO 6 - Necessidade de calagem dos solos para produção máxima de matéria seca, valores de pH e concentração de alumínio correspondente ao máximo nos nove solos, estudados em casa de vegetação

Solo	Necessidade de calagem (t/CaCO ₃ /ha)	Produção máxima (g/vaso)	pH*	Al ³⁺ (meq/100cm ³ de solo)*	Saturação de alumínio* (%)
JEQ	0,0	9,41	5,4	0,00	0,00
PAN	2,4	9,00	5,1	0,09	2,52
PFS	1,8	9,20	5,2	0,08	2,48
VIC	0,0	8,68	4,6	0,32	13,11
COI	3,3	8,09	5,2	0,12	4,84
PFO	3,3	9,60	5,0	0,23	9,13
CAJ	3,3	9,70	5,0	0,12	4,28
ERJ	6,9	9,76	4,9	0,21	4,76
ERC	6,5	9,67	5,5	0,07	1,90

* Valores calculados com o emprego de equações lineares que relacionavam esses parâmetros com as doses de calcário adicionadas.

Latossolos Distróficos. Os dados obtidos por SFREDO *et alii* (11) também mostraram que o resultado da aplicação do método apresentou ajustamento significativo, quando comparado com a dose ótima para o sorgo. Resultados semelhantes foram obtidos por SEIFFERT *et alii* (10), que observaram, ainda, para esse método, fator igual a 1,2 em Latossolo Roxo Álico, com vegetação de cerrado, para a cultura do sorgo forrageiro.

Na maioria dos solos há tendência de que esse fator seja igual a 0,70 com o método de Saturação de Bases, valor próximo do observado por BORGES (2) em três Latossolos com baixa saturação de bases.

Os demais métodos recomendaram mais calcário que as doses necessárias para a obtenção da produção máxima, principalmente os baseados no teor de matéria orgânica dos solos.

Os métodos baseados no uso de soluções-tampão superestimaram também a necessidade de calagem dos solos, em relação à dose ótima para a obtenção da produção máxima. Nos solos COI, PFO e CAJ, com teor médio de Al³⁺ (Quadro 2), a quantidade de calcário ótima foi de 0,43 a 0,39 vezes menor que as sugeridas pelos métodos de Woodruff e S.M.P., respectivamente, ao passo que nos solos ERJ e ERC, com maiores teores de Al³⁺, a relação entre as doses de calcário que deram a produção máxima e as indicadas pelos métodos Woodruff e S.M.P. esteve em torno de 0,70. Pelo método do Acetato de Cálcio, mesmo nos solos JEQ e PFS, mais arenosos (Quadro 1), as quantidades de calcário foram superestimadas, ao contrário dos resultados obtidos por ARAÚJO (1) e BORGES (2), que verifica-

QUADRO 7 - Fatores de calagem, para os diferentes métodos, dos nove solos estudados, no experimento conduzido em casa de vegetação

Solo	Métodos						Materíaria orgânica pH=6,0	pH=6,5
	Incubação pH=5,5	pH=6,0	Woodruff	SMP	Acetato de cálcio	Al ³⁺ e Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Saturação de bases	
JEQ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAN	0,40	0,27	0,31	0,50	0,31	4,42	0,74	0,21
PFS	0,33	0,20	0,28	0,38	0,26	1,66	0,53	0,20
VIC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COI	0,38	0,37	0,43	0,45	0,40	1,21	0,75	0,26
PFO	0,53	0,38	0,43	0,45	0,39	1,01	0,71	0,21
CAJ	0,46	0,34	0,43	0,39	0,35	1,52	0,66	0,26
ERJ	0,54	0,40	0,71	0,66	0,69	1,81	1,24	0,46
ERC	0,78	0,56	0,74	0,69	0,47	1,49	0,74	0,61

ram fator de calagem próximo de 1,0 com o método do Acetato de Cálcio, em solos arenosos, para a cultura da soja.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram aplicadas, em nove solos da Microrregião Mata de Viçosa, MG, diferentes quantidades de corretivo, para o cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade Negrito, em casa de vegetação. Porções de 1.000 cm³ de TFSA foram incubadas por 35 dias, com cinco doses de calcário (CaO = 33%; MgO = 11%), com o teor de umidade do solo mantido próximo da capacidade de campo.

O efeito da calagem foi avaliado com base na produção de matéria seca. As doses que maximizaram a produção foram relacionadas com as quantidades de calcário recomendadas pelos métodos de Incubação, para elevar o pH do solo para 5,5 e 6,0; Woodruff; S.M.P.; Acetato de Cálcio; Alumínio e Cálcio mais Magnésio Trocáveis; Saturação de Bases, e Matéria Orgânica, para elevar o pH do solo para 6,0 e 6,5. Obteve-se assim o fator de calagem. Concluiu-se que:

1. o efeito da calagem na produção de feijão variou conforme os solos estudados;
2. as necessidades de calagem sugeridas pelos diferentes métodos correlacionaram-se entre si, com exceção das recomendadas pelo método da Matéria Orgânica para elevar o pH do solo até o valor 6,5;
3. os fatores de calagem variaram de acordo com os métodos e solos estudados;
4. o método do Alumínio e Cálcio mais Magnésio Trocáveis subestimou a necessidade de calagem, ao passo que os demais métodos a superestimaram.

5. SUMMARY

(LIMING REQUIREMENTS FOR BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.), IN SOILS OF THE MICRORREGIÃO MATA DE VIÇOSA, MINAS GERAIS, AS DETERMINED UNDER GREENHOUSE CONDITIONS)

Samples of nine soils from the «Zona da Mata» region, Viçosa — State of Minas Gerais, received different rates of lime and were planted to bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. 'Negrito') under greenhouse conditions. One thousand cm³ samples of each soil were incubated for 35 days with five rates of lime (CaO = 33%; MgO = 11%) with the soil humidity maintained at the field capacity.

The effect of lime was evaluated on the basis of dry matter production. The rates of lime required to maximize dry matter production were determined by use of the following methods: incubation procedures, Woodruff, SMP, calcium acetate, exchangeable aluminum and calcium plus magnesium, and base saturation; and, the organic matter method was employed to raise the soil pH to 6.0 and 6.5.

The effect of lime on bean growth varied among the soils; and, the suggested rates of liming varied according to the method used and the soils. The lime recommendations obtained by the various method were interrelated, with the exception of the organic material procedure to raise the soil pH to 6.5. The method of exchangeable aluminum and calcium plus magnesium underestimated the lime required; whereas, the other methods yielded overestimates.

6. LITERATURA CITADA

1. ARAÚJO, J.P. de. *Efeito da calagem na produção de matéria seca de soja (Glycine max (L.) Merril), em três Latossolos sob cerrados: quantidade de relação CaO:MgO do corretivo.* Lavras, ESAL, 1977. 67 p. (Tese de M.S.).
2. BORGES A.L. *Métodos de análise para recomendação de calcário e obtenção do fator de calagem em casa de vegetação, na cultura da soja (Glycine max (L.) Merril).* Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 58 p. (Tese de M.S.).
3. CATANI, R.A. & ALONSO, O. Avaliação da exigência de calcário no solo. *Anais da Esc. Sup. Agric. «Luiz de Queiroz», 26:141-156, 1969.*
4. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.* 3.^a aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80 p.
5. DEFELIPO, B.V.; BRAGA, J.M. & SPIES, C. Comparação entre métodos de determinação da necessidade de calcário dos solos de Minas Gerais. *Experiencias, 13(4):111-136, 1972.*
6. EVANS, C.E. & KAMPRATH, E.J. Lime response as related to percent Al saturation, solution Al., and organic matter content. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34(6):893-896, 1970.*
7. MARTINI, J.A.; KOCHANN, R.A.; SIQUEIRA, O.J. & BORKERT, C.M. Response of soybean to liming as related to soil acidity, Al and Mn toxicities and P in some oxisols of Brazil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 38(4):612-620, 1974.*
8. van RAIJ, B. *Informações sobre o novo sistema de análise de solo do Instituto Agronómico.* Campinas, 1983. (Informações Agronómicas 21).
9. VETTORI, L. *Métodos de análises do solo.* Rio de Janeiro, EPE, M.A., 1969. 24 p. (Boletim Técnico 7).
10. SEIFFERT, N.F.; SOARES, W.V.; SHUNKE, R.M. & PRIMO, A.T. Calagem de Latossolo Roxo Álico textura argilosa fase cerrado, e seu efeito sobre o desenvolvimento de sorgo forrageiro. *Pesq. Agrop. Bras. 13(4):1-8, 1978.*
11. SFREDO, G.J.; DEFELIPO, B.V.; ALVAREZ, V., V.H. & BRAGA, J.M. Equilíbrios Ca/Mg na correção da acidez e produção de matéria seca do sorgo num Latossolo Bruno Distrófico. *Rev. Ceres, 25(142):491-498, 1978.*
12. SHOEMAKER, H.E.; McLEAN, E.O. & PRATT, P.F. Buffer methods for determining lime requirements of soil with appreciable amounts of extractable aluminum. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25(4):274-276, 1961.*
13. WAUGH, D.L. & FITTS, J.W. *Soil test interpretation studies in laboratory and potted plant.* North Carolina, Int. Soil Test., 1960. 33 p. (Bulletin, 3).
14. WOODRUFF, C.M. Testing soil for lime requirement by means of a buffered solution and the glass electrode. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 66(1):53-63, 1948.*