

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS DE SOLO PARA ESTIMAR A NECESSIDADE DE CALAGEM^{1/}

Ana Lúcia Borges^{2/}
José Mário Braga^{3/}
Braz Vitor Defelipo^{3/}
Antonio Carlos Ribeiro^{3/}
José Tarcísio Lima Thièbaut^{4/}

1. INTRODUÇÃO

Para os solos brasileiros, que são, na maioria, intemperizados, a calagem torna-se prática de grande importância. Com o uso da calagem, aliada à adubação correta, abrem-se ótimas perspectivas para o aumento da produtividade agrícola. A aplicação da dose exata de calcário é muito importante para se obter a produção máxima e evitar a supercalagem. Esta, além de ser dispendiosa, ocasiona alterações no solo, como diminuição da disponibilidade de micro e macronutrientes (9).

São vários os conceitos sobre recomendação de quantidade de calcário. KAMPRATH (10) concluiu que, para solos minerais lixiviados, a quantidade correta de calcário é aquela que reduz o alumínio trocável a níveis não tóxicos para as plantas cultivadas, sendo esse critério melhor que o de elevar o pH dos solos a determinado valor. MARTINI *et alii* (13) também verificaram que em solos tropicais a recomendação de calcário para reduzir os níveis tóxicos de alumínio e man-

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como um dos requisitos para obtenção do título de «Magister Scientiae» em Solos e Nutrição de Plantas.

Aceito para publicação em 4-08-1986.

^{2/} Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Caixa Postal 007. 44380 Cruz das Almas, BA.

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

^{4/} Departamento de Matemática da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

ganés parece dar melhores resultados. Nas recomendações sobre quantidade de calcário, tem havido mais preocupação com o fator solo, sem menção ao fator planta ou à interação de ambos. Assim, os métodos de determinação da quantidade de calcário precisam ser ajustados, para satisfazerem as necessidades do solo e da planta. Esse ajustamento é feito com o uso do fator de calagem, pouco usado nas recomendações de calcário. PRATT (19) conceitua este fator como a quantidade de calcário realmente necessária no campo para otimizar as condições do meio para a planta, dividida pela estimativa obtida no laboratório.

As leguminosas, principalmente a soja, têm sido utilizadas como plantas indicadoras em ensaios sobre correção do solo (14, 17, 23), por serem mais sensíveis à presença de alumínio trocável (21) e responderem acentuadamente à calagem (15).

Este trabalho teve como finalidade correlacionar entre si os diferentes métodos utilizados na determinação da quantidade de calcário e determinar o fator de calagem, para possibilitar o ajustamento desses métodos para as variedades de soja Bragg e UFV-1, em solos da Bahia e de Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No experimento, conduzido em laboratório e em casa de vegetação, foram testados nove métodos, para determinar a necessidade de calagem de quatro solos do Estado da Bahia (AQd, LVd, LVd e LAa) e cinco de Minas Gerais (LAh, LVd, LV, LV e LE). Foram determinadas algumas características físicas e químicas desses solos (Quadro 1).

Porções de 1 kg das amostras de solo foram incubadas com doses de CaCO₃. As quantidades de CaCO₃ foram calculadas para neutralizar diferentes quantidades de Al extraído com solução de 1 N de KCl. As misturas de solo com doses crescentes de CaCO₃ foram incubadas durante 50 dias, determinando-se o pH a cada 5 dias. A estabilização do pH ocorreu a partir do 15.^º dia. O teor de Al no solo também foi determinado a cada 5 dias.

No ensaio em casa de vegetação utilizaram-se os seguintes tratamentos: nível 0 (sem correção); nível 1 (quantidade necessária para neutralizar o Al trocável, determinada pelo método de incubação); nível 2 (2 vezes o nível 1); e nível 3 (4 vezes o nível 1) (Quadro 2). As quantidades de CaCO₃ foram incorporadas a porções de 6 kg de solo e incubados por quinze dias, conservando-se a umidade em, aproximadamente, 80% da capacidade de retenção de água. Após quinze dias, quando se verificou a estabilização do pH, o solo foi posto para secar e passado em peneira de 4 mm. Cada porção foi adubada com 0,9g de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo, e 0,3g de K₂O, com cloreto de potássio. Utilizou-se um esquema fatorial formado por quatro níveis de CaCO₃ e duas variedades de soja, com três repetições para cada solo, num delineamento experimental inteiramente casualizado. Oito sementes de soja das variedades Bragg e UFV-1 foram semeadas em vasos de 1kg de solo. Dez dias após, procedeu-se ao desbaste, mantendo-se duas plantas em cada vaso. Após o desbaste, adicionou-se a cada vaso uma solução de micronutrientes, segundo MUCHOVÉJ (16), além de 10 ml de solução com 30 mg de magnésio (Mg(NO₃)₂·6H₂O) e 50 mg de nitrogênio, como uréia. Como as sementes não foram inoculadas, semanalmente foram aplicados 50 mg de nitrogênio em cada vaso, ocasião em que se remanejavam suas posições. Aos 45 dias após a semeadura, efetuou-se o corte da parte aérea, que foi seca em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C, até a estabilização do peso. Após a secagem, o material vegetal foi pesado.

O fator de calagem foi determinado mediante a divisão da quantidade de

QUADRO 1 - Características químicas (1), classificação e teores de argila dos solos estudados

Análises químicas	Solo						LE		
	1 Aqd	2 Lvd	3 Lvd	4 Laa	5 Lah	6 Lvd		7 LV	8 LV
pH (H ₂ O) 1: 2,5	4,6	4,2	4,4	4,4	5,0	5,8	5,9	4,5	4,5
Al ³⁺ (meq./100 g)	0,40	0,75	0,95	0,40	0,20	1,50	1,20	2,60	1,5
Ca ²⁺ (meq./100 g)	0,05	0,04	3,00	0,50	2,04	0,04	0,81	0,12	0,90
Mg ²⁺ (meq./100 g)	0,02	0,02	0,85	0,40	1,01	0,05	0,35	0,09	0,30
H ⁺ + Al ³⁺ (meq./100 g)	0,93	2,43	3,06	1,71	5,16	8,40	6,93	6,39	5,70
P (PPM)	1	1	1	2	2	2	1	2	1
K (PPM)	2	4	1,03	9	163	26	37	37	53
Saturação de Al ³⁺ (%)	83	91	19	30	4	90	49	90	53
M.O. (%)	1,48	2,05	2,82	2,96	6,21	6,21	6,21	4,87	4,58
CTC (eq. meq./100 g)	1,01	2,50	7,17	2,63	8,63	8,56	8,18	8,69	7,84
Saturação de bases (%)	8,00	3,00	57,0	35,0	40,0	2,00	15,00	4,0	19,0
Teor de argila (%)	9,0	15	56	26	47	52	55	59	58

(1) Segundo os métodos descritos por BRAGA (2).

QUADRO 2 - Quantidades de CaCO_3 adicionadas às amostras de solo no ensaio em casa de vegetação^{1/}

Nível AQd	Solo						t/ha		
	1 LVd	2 LVd	3 LVa	4 LVa	5 LAh	6 LAd	7 LA	8 LA	9 LE
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,6	1,5	2,5	1,0	1,0	5,0	4,0	6,0	4,0
2	1,2	3,0	5,0	2,0	2,0	10,0	8,0	12,0	8,0
3	2,4	6,0	10,0	4,0	4,0	20,0	16,0	24,0	16,0

1/ Considerando 1 ha correspondente a 2000 toneladas.

CaCO_3 que proporcionou a produção máxima de matéria seca de soja pela quantidade recomendada pelos seguintes métodos de laboratório: incubação com CaCO_3 para neutralizar o Al^{3+} trocável; saturação de bases (4); WOODRUFF (24); SMP, elevando-se o pH a 6,0 (22); acetato de cálcio, pH 7 (3); alumínio trocável e teores de cálcio mais magnésio, com base na recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (6); neutralização do alumínio trocável por cálculo estequiométrico; método baseado no teor de matéria orgânica, conforme proposto por KEENEY e COREY (11); método baseado na matéria orgânica, pela fórmula modificada por DEFELIPO *et alii* (7).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio de incubação de amostras dos solos com doses crescentes de CaCO_3 , verificaram-se aumentos de pH de acordo com as doses e tempo de incubação, até o 15.^º dia. A partir desse período, houve estabilização do pH. Todos os solos reagiram à calagem, com exceção do solo 5, que teve seu pH apenas ligeiramente alterado pela aplicação das doses de CaCO_3 (Figura 1). Houve um decréscimo no teor de Al com o aumento das quantidades de CaCO_3 , em todos os solos (Figura 2). Os menores valores de neutralização do Al trocável observados no solo 5 provavelmente foram resultado de um maior teor de Al, que estava complexado com a matéria orgânica e não foi extraído com uma solução de sal neutro. Os dados evidenciam que um sal neutro, como o KCl, nem sempre é um extrator adequado de Al em solos com altos teores de matéria orgânica. Os solos 6 e 7, com teores de matéria orgânica iguais ao do solo 5 (Quadro 1), se comportaram de modo diferente (Figura 2). É possível que essa diferença se explique pelas diferenças qualitativas da matéria orgânica.

As quantidades de CaCO_3 recomendadas pelo método de incubação (Quadro 3) referem-se a valores necessários para neutralizar 100% do Al trocável. Para os solos 5 e 7, as doses máximas de 1,0 t/ha e 4,2 t/ha, respectivamente, não foram suficientes para a neutralização de 100% do Al trocável (Figura 2). Os métodos foram relacionados dois a dois (equação de regressão e coeficiente de correlação) e alguns resultados obtidos estão no Quadro 4. Pelo método de incubação, os solos 1, 2, 4 e 5 necessitaram de pequenas quantidades de corretivos. Os três primeiros (arenosos) porque tinham capacidade de troca catiônica (CTC) e teor de matéria orgânica menores e o último porque tinha baixo teor de Al^{3+} trocável.

Com base no método de saturação de bases, o solo 3 não necessitou de calagem (Quadro 3), pois tinha 57% de saturação de bases, acima da necessária para atingir pH 6,0, que seria 55%. A recomendação de calagem desse método apresentou correlação linear significativa com a obtida pelo método do acetato de cálcio (Quadro 4), talvez porque ambas dependem do teor de hidrogênio extraído com acetato de cálcio 1 N, a pH 7,0. A recomendação de calagem dos métodos SMP e Woodruff apresentou correlação linear com a obtida pelo método do acetato de cálcio (Quadro 4). Nos três métodos são usadas soluções tamponantes que extraem quantidades de hidrogênio comparáveis entre si, pois provocam dissociação de grupos carboxílicos, fenólicos, enólicos, e imídicos da matéria orgânica (12). A recomendação de calagem do método SMP supera a recomendada pelo método do acetato de cálcio, nos solos que têm necessidade de calagem mais elevada, ocorrendo o contrário nos solos que têm necessidade de calagem mais baixa (Quadros 3 e 4), apesar de ambos envolverem o uso de soluções tamponantes. Para os solos 1, 2 e 4 não houve recomendação do método SMP, porque o pH de equilíbrio da solução foi superior a 6,8. Esses solos são os mais arenosos, têm CTC mais baixa e menor porcentagem de matéria orgânica (Quadro 1). SHOEMAKER *et alii* (22) recomendaram o método SMP para solos com altos teores de Al trocável e

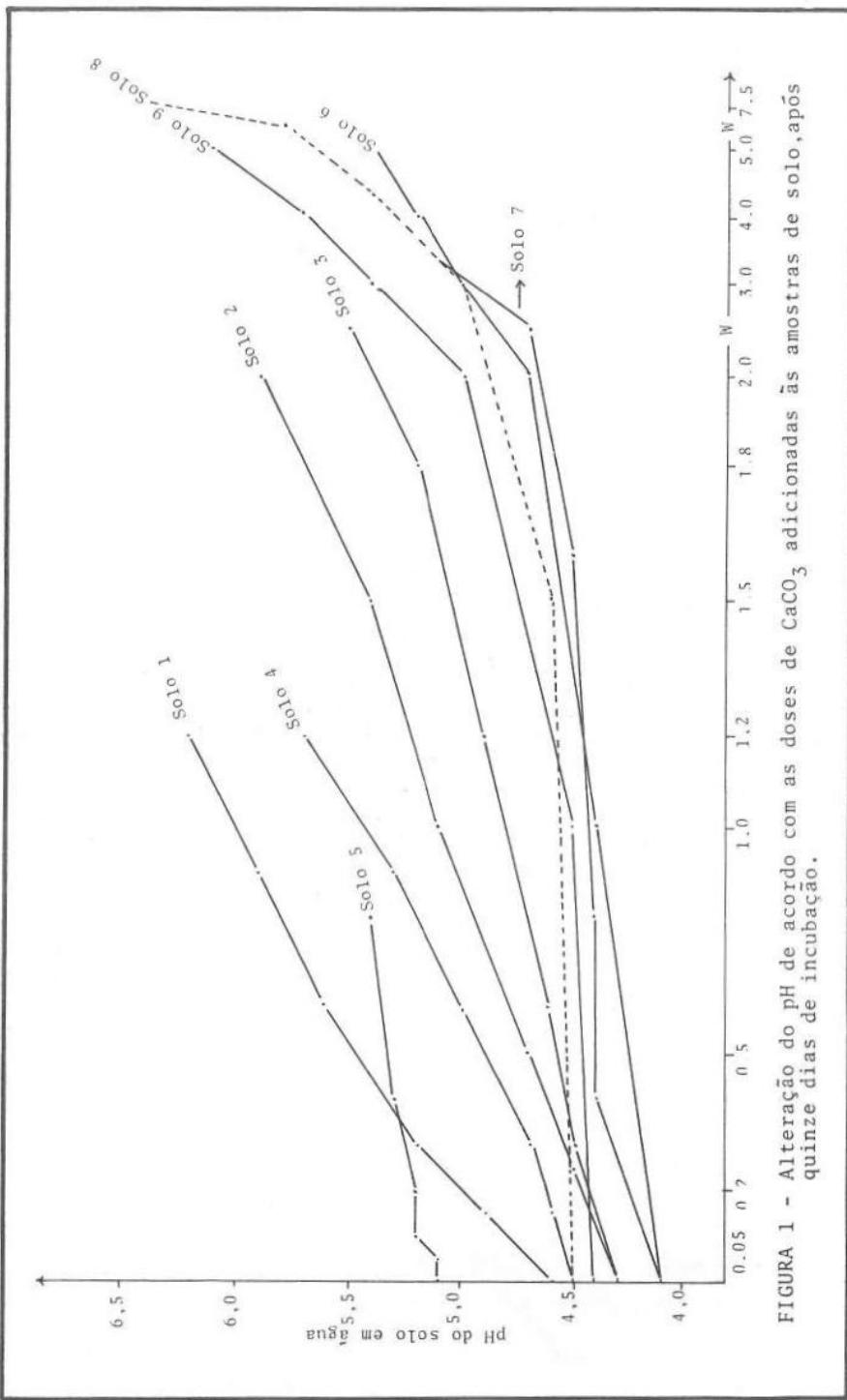


FIGURA 1 - Alteração do pH de acordo com as doses de CaCO_3 adicionadas às amostras de solo, após quinze dias de incubação.

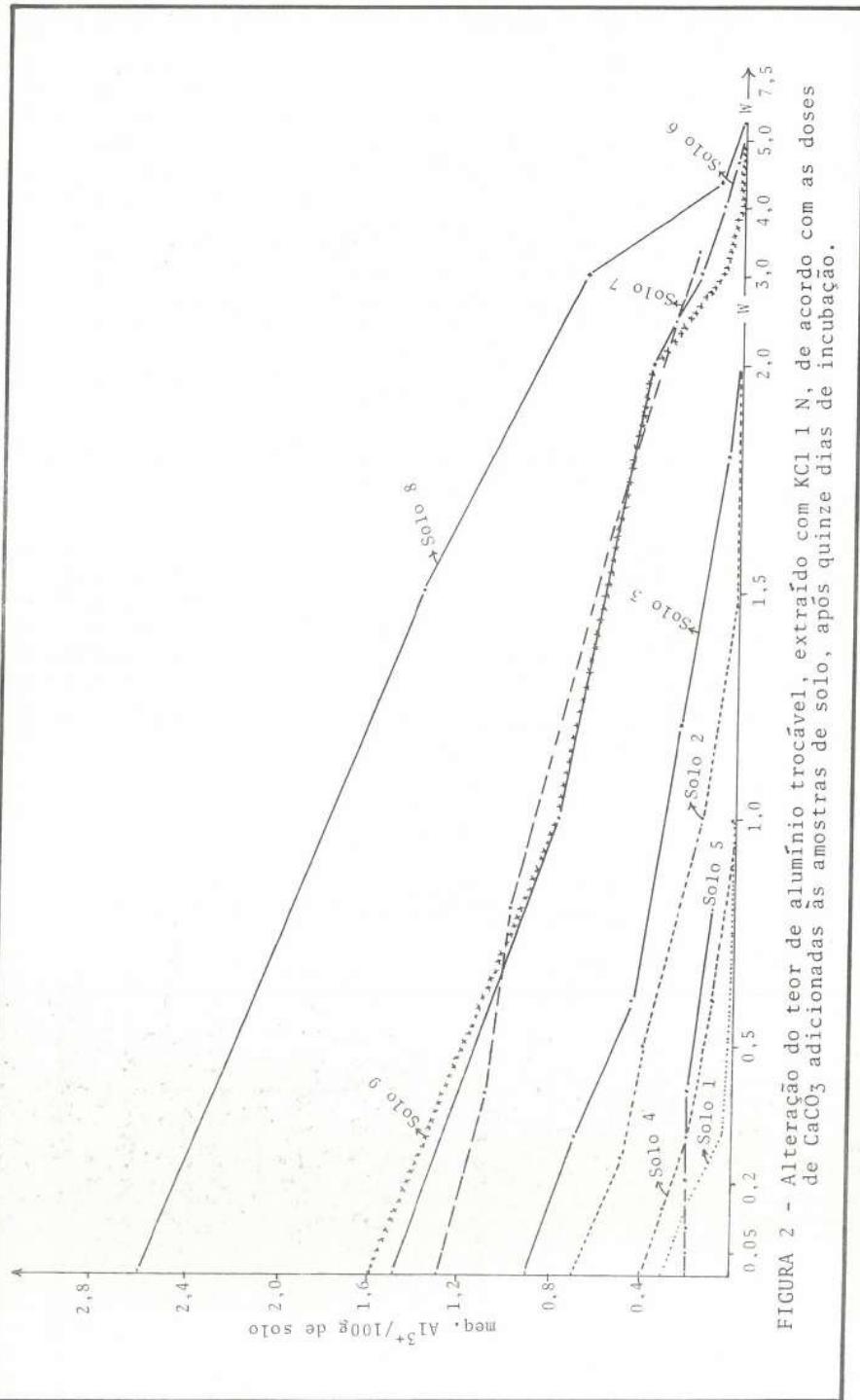


FIGURA 2 - Alteração do teor de alumínio trocável, extraído com KCl 1 N, de acordo com as doses de CaCO_3 adicionadas às amostras de solo, após quinze dias de incubação.

QUADRO 3 - Recomendação de calagem dos diversos métodos, para os nove solos estudados

Solo	Incubação	Saturação de bases	Woodruff (pH 6,0)	S.M.P. (pH 6,0)	Métodos			Matéria Orgânica pH 6,5	pH 6,0
					cálcio (pH 7,0)	acetato de cálcio Al trocável Mg^{2+} e Ca	Al trocável Mg^{2+}		
t/ha de CaCO_3									
1	0,6	0,5	2,0	0	0,9	2,7	0,40	4,5	3,3
2	1,5	1,3	4,0	0	2,4	3,4	0,75	7,5	5,9
3	2,4	0	4,0	3,5	3,1	1,9	0,95	9,5	7,2
4	1,1	0,5	2,0	0	1,7	1,9	0,40	10,0	7,6
5	1,0	1,3	5,0	7,8	5,2	0,3	0,15	14,9	9,9
6	5,0	4,5	7,0	12,8	8,4	4,9	1,50	26,8	21,9
7	4,2	3,3	6,0	10,9	6,9	3,2	1,20	25,8	20,9
8	6,0	3,4	6,0	10,9	6,4	7,0	2,60	17,1	13,3
9	4,0	2,5	5,0	8,6	5,7	3,8	1,50	14,7	11,0

QUADRO 4 - Equações de regressão e coeficientes de correlação simples (*r*) entre as quantidades de CaCO₃ definidas por alguns métodos de recomendação de calagem, para os nove solos estudados

<i>Y</i> (t/ha)	<i>X</i> (t/ha)	Equação de regressão	<i>r</i>
Incubação	Saturação de bases	$Y = 0,778 + 1,086 X$	0,86 **
Saturação de bases	Woodruff	$Y = -1,668 + 0,788 X$	0,88 **
Woodruff	S.M.P.	$Y = 2,667 + 0,312 X$	0,94 **
S.M.P.	Acetato de cálcio	$Y = -2,914 + 1,983 X$	0,98 **
Woodruff	Acetato de cálcio	$Y = 1,616 + 0,650 X$	0,97 **
Saturação de bases	Acetato de cálcio	$Y = -0,565 + 0,550 X$	0,91 **

** Significativo a 1% de probabilidade.

matéria orgânica. Por isso, para o solo 6, a recomendação foi maior, em perfeita concordância com os princípios desse método (22). A recomendação de calagem baseada no Al trocável e nos teores de Ca mais Mg (Quadro 3) não se correlacionou linearmente com a recomendação dos métodos que usam solução tamponeante. Por exemplo, para o solo 5, a recomendação desse método foi baixa, porque se trata de um solo com baixo teor de Al trocável e com 3,05 meq (Ca + Mg)/100 g (Quadro 1). Já a recomendação do SMP foi de 7,8 t de CaCO₃/ha.

Quando a recomendação de calagem foi baseada no teor de matéria orgânica, as quantidades de corretivo foram sempre maiores para determinados solos (Quadro 3). Observou-se isto principalmente nos solos 6 e 7, que tinham teores de matéria orgânica mais elevados (6,21%) e alto teor de argila (ao redor de 50%) (Quadro 1), indicando alto poder tamponante.

Em casa de vegetação, a produção de matéria seca da parte áerea das duas variedades de soja variou com o tipo de solo e com a quantidade de CaCO₃ aplicada (Quadro 5). Os dados da produção de matéria seca foram submetidos à análise de variância, para cada solo, separadamente. Nos solos 1, 5, 6 e 9 não foi verificado efeito significativo do fator variedade, obtendo-se, assim, a mesma produção máxima de matéria seca (Quadro 6). A produção de matéria seca de soja nos solos 1, 4, 5 e 7 foi estimada por meio de equações de regressão do segundo grau. No solo 3, como o ajustamento foi linear, considerou-se produção máxima a maior produção obtida. Para os solos 2, 6, 8 e 9, não foi possível estimar um modelo lógico que representasse o fenômeno. Consideraram-se produções máximas os valores observados (Quadro 5).

De posse dos valores de produção máxima, estimaram-se as doses de CaCO₃ e os valores do pH correspondentes (Quadro 6). Observa-se que foi bem distinto o comportamento das duas variedades de soja no solo 7, onde exigiram quantidades diferentes de CaCO₃ para produzirem o máximo de matéria seca. A variedade Bragg necessitou de quase o dobro da quantidade requerida pela variedade UFV-1, o que está de acordo com as observações de ROSOLEM (20) e MUZILLI *et alii* (17), que afirmaram que essa variedade apresenta maior resposta à calagem e maior sensibilidade à saturação de Al no solo. Para o solo 3, a calagem foi prejudicial às duas variedades. Visto tratar-se de solo argiloso com 3,85 meq (Ca + Mg)/100 g de solo (Quadro 1), isto pode ser explicado com base na informação de que altas produções de soja podem ser obtidas com pH entre 5,0 e 5,3, desde que não haja Al tóxico e os níveis de Ca e Mg sejam adequados. Um outro fator que pode ter ocorrido no solo 3 é a toxidez de Mn (13), uma vez que a calagem pode ter sido insuficiente para neutralizar esse elemento. Os solos 6 e 8 necessitaram de maiores quantidades de CaCO₃ para que as plantas produzissem o máximo, pois são solos argilosos, com alta saturação de Al, alta CTC e escassa disponibilidade de Ca e Mg. Os solos 1, 2 e 4 exigiram as menores quantidades de CaCO₃ para que as plantas produzissem o máximo. São solos arenosos e têm baixa CTC.

O pH ótimo para a obtenção da máxima produção de matéria seca variou conforme o solo, mas não em relação às variedades no mesmo solo (Quadro 3). O pH, por si só, não é um bom indicativo da necessidade de calagem, pelo menos nos solos tropicais (5, 8, 18).

Obtidos os fatores de calagem para o ajustamento dos métodos de recomendação de calagem (Quadro 7), observou-se que um método pode ser mais bem adaptado a um solo do que a outro. Para o método do acetato de cálcio o fator foi próximo a 1 para solos argilosos (8, 9) e arenosos (1, 2, 4). Nos solos arenosos, resultado idêntico foi verificado por ARAÚJO (1), na cultura da soja.

O fator de calagem, para o método de saturação de bases, foi próximo a 1 em

QUADRO 5 - Produção de matéria seca da parte aérea das variedades de soja Bragg e UFV-1, nos quatro níveis de CaCO_3 . Para os nove solos estudados

Solo	Níveis de CaCO ₃							
	0	1	2	3	0	1	2	3
Bragg						g/vaso		
1	5,3	10,30	11,07	6,17	5,37	10,80	9,43	6,03
2	6,13	10,77	7,63	3,90	5,10	9,57	4,40	2,43
3	14,40	15,33	13,00	10,63	13,03	13,17	10,00	8,03
4	13,57	14,37	13,40	9,43	10,43	12,13	12,07	8,00
5	14,73	17,77	17,10	16,83	13,67	16,03	16,50	15,57
6	10,10	12,90	8,47	2,60	9,37	12,20	6,23	1,33
7	11,83	13,80	11,33	3,83	12,03	12,23	9,93	1,27
8	8,80	12,07	6,13	3,27	7,03	11,43	2,63	2,03
9	9,27	11,67	6,67	2,87	10,37	10,60	6,87	2,03
UFV-1								

QUADRO 6 - Produções máximas de matéria seca de soja das variedades UFV-1 e Bragg, quantidades aplicadas de CaCO_3 correspondentes e valores de pH dos solos estudados

Solo	Variedade	Produção máxima de matéria seca g/vaso	Quantidade de CaCO_3 t/ha	pH
1	*	10,96	1,2	6,1
2	Bragg	10,77	1,5	5,6
	UFV-1	9,57	1,5	5,6
3	Bragg	15,50	0	5,1
	UFV-1	15,50	0	5,1
4	Bragg	14,16	1,3	5,6
	UFV-1	12,13	1,3	5,6
5	*	17,33	2,4	5,5
6	*	12,90	5,0	5,3
7	Bragg	12,70	3,4	5,4
	UFV-1	12,25	1,9	5,4
8	Bragg	12,07	6,0	5,9
	UFV-1	11,43	6,0	5,9
9	*	11,67	4,0	5,7

* Não houve efeito significativo para variedade. Os valores estimados referem-se à média de duas variedades.

três latossolos com baixa saturação de bases (solos 2, 6 e 7). Para o método do Al trocável e Ca mais Mg, foi próximo a 1 em quatro latossolos distróficos (6, 7, 8, 9). Observou-se que o método do Al trocável subestima a necessidade de calagem, enquanto o da matéria orgânica superestima a quantidade de corretivo a ser usada (mesmo para pH 6,0). Foram obtidos fatores de calagem comuns às variedades Bragg e UFV-1, para cada método, em todos os solos, à exceção do solo 7, embora essas variedades sejam tidas como sensível e tolerante à toxidez de alumínio, respectivamente (20).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Vários métodos de laboratório para estimar a necessidade de calagem foram comparados, usando-se amostras de quatro solos ácidos do Estado da Bahia e cinco solos ácidos do Estado de Minas Gerais. Os métodos usados foram os seguintes: saturação de bases; WOODRUFF; SMP, pH 6,0; acetato de cálcio, pH 7,0; alumínio trocável; alumínio trocável e cálcio mais magnésio; matéria orgânica para elevar o pH a 6; e matéria orgânica para elevar o pH a 6,5. A necessidade de calagem recomendada por esses métodos foi comparada com a necessidade de calagem indicada pelo método de incubação com CaCO_3 em quantidade suficiente para neutralizar o Al trocável. Todos os métodos se correlacionaram significativamente com o método de incubação. As recomendações de calagem dos métodos do Al trocável não se correlacionaram linearmente com as recomendações dos métodos baseados no uso de soluções tamponantes.

Em casa de vegetação, conduziu-se um experimento, segundo um arranjo fatorial, para cada um dos nove solos, com quatro níveis de CaCO_3 , duas variedades de soja, Bragg e UFV-1, e três repetições, disposto num delineamento experimen-

QUADRO 7 - Fator de calagem, determinado pelos métodos de recomendação de calagem, para os nove solos estudados

Solo	Incubação	Saturação de bases	Woodruff	S.M.P.	Acetato de cálcio	Al trocável + Ca e Mg	Al trocável	Materias orgânicas	
								pH=6,5	pH=6,0
1	2,0	2,4	0,6	-	1,3	0,4	3,0	0,30	0,40
2	1,0	1,2	0,4	0	0,7	0,4	2,0	0,20	0,25
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1,2	2,6	0,7	0	0,8	0,7	3,3	0,13	0,17
5	2,4	1,8	0,5	0,3	0,5	8,0	16,0	0,16	0,24
6	1,0	1,1	0,7	0,4	0,6	1,0	3,3	0,19	0,23
7 Bragg	0,8	1,0	0,6	0,3	0,5	1,1	2,8	0,13	0,16
UFV-1	0,5	0,6	0,3	0,2	0,3	0,6	1,6	0,07	0,09
8	1,0	1,8	1,0	0,6	0,9	0,9	2,3	0,36	0,45
9	1,0	1,6	0,8	0,5	0,7	1,1	2,7	0,27	0,36

tal inteiramente casualizado. Consideraram-se quatro níveis de calagem, correspondentes a zero, uma, duas e quatro vezes o nível de alumínio trocável do solo. Foi obtido um fatorial de calagem para cada solo e para cada método de determinação, dividindo-se a quantidade de CaCO_3 que proporcionou a produção máxima de matéria seca pela quantidade recomendada pelo método de laboratório. Os fatores variaram para cada tipo de solo e método empregado. Os métodos de saturação de bases e de alumínio trocável e cálcio mais magnésio foram os mais adequados para a recomendação de calagem para latossolos distróficos de textura argilosa. Em oito dos nove solos estudados o fator de calagem, para cada método de recomendação, foi comum às variedades Bragg e UFV-1.

5. SUMMARY

(EVALUATION OF ANALYTICAL METHODS FOR ESTIMATING SOIL LIMING REQUIREMENTS)

Several laboratory methods for estimating liming requirements were compared using four acid soils from the State of Bahia and five soils from the State of Minas Gerais, Brazil. The methods used were the following: base saturation, Woodruff, SMP pH 6.0, Ca(OAc)_2 pH 7.0, exchangeable aluminum, exchangeable aluminum and calcium plus magnesium, organic matter to raise the pH to 6.0, and organic matter to raise the pH to 6.5. The liming requirements obtained by these methods were compared with the liming requirement indicated by CaCO_3 incubation used as standard reference. All methods were significantly correlated with the incubation method. As might be expected, the liming requirement of acid soils based on exchangeable Al did not show a simple linear relationship with the buffer methods.

A study was conducted under greenhouse condition to compare these nine soils, each one treated with four levels of CaCO_3 , and cultivated with two soybean varieties. There were three replications treated completely at random. The applications of CaCO_3 corresponded to 0, 1, 2 and 4 times the recommended liming levels to neutralize the exchangeable Al. A liming factor was obtained by dividing the quantities of lime that provided the maximum dry matter production by the quantities recommended by nine different laboratory methods. The liming factor was different for each soil and method. The methods of base saturation and exchangeable aluminum and calcium plus magnesium were most appropriate for recommending lime for heavy clay dystrophic latosols. The liming factor for each recommended method was common to Bragg and UFV-1 varieties, for eight among nine of the studied soils.

6. LITERATURA CITADA

1. ARAÚJO, J.P. de. *Efeito da calagem na produção de matéria seca de soja (*Glycine max (L.) Merrill*), em três latossolos sob cerrado: quantidade e relação $\text{CaO}: \text{MgO}$ do corretivo*. Lavras, Esc. Sup. Agric. de Lavras, 1977. 67 p. (Tese de MS).
2. BRAGA, J.M. *Avaliação da fertilidade do solo (análise química)*. Viçosa, Imprensa Universitária, Univ. Federal de Viçosa, 1980. 30 p.
3. CATANI, R.A. & ALONSO, O. *Avaliação de exigência de calcário no solo. Anais Esc. Sup. Agric. «Luiz de Queiroz» 26:141-156, 1969.*

4. CATANI, R.A. & GALLO, J.R. Avaliação de exigências em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem da saturação em bases. *Rev. Agric.* 30:49-60. 1955.
5. COLEMAN, N.T.; KAMPRATH, E.J. & WEED, S.B. Liming. *Adv. Agron.*, 10: 474-522, 1958.
6. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 3.ª aproximação*. Belo Horizonte, Empresa Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1978. 80 p.
7. DEFELIPO, B.V.; BRAGA, J.M. & SPIES, C. Comparação entre métodos de determinação da necessidade de calcário de solos de Minas Gerais. *Experienciae*, 13:111-136, 1972.
8. FARINA, M.P.W.; SUMNER, M.E.; PLANK, C.O. & LEMZSCH, W.S. Exchangeable aluminum and pH as indicators of lime requirement for corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:1036-1041. 1980.
9. JACKSON, E.A. Physiological effects of soil acidity. In: PEARSON, R.W. & ADAMS, F. *Soil acidity and liming*. Madison, American Society of Agronomy, 1967. p. 43-124.
10. KAMPRATH, E.J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:252-254, 1970.
11. KEENEY, D.R. & COREY, R.B. Factors affecting the lime requirement of Wisconsin soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 27:277-280, 1963.
12. MALAVOLTA, E. *Manual de Química Agrícola — Nutrição de plantas e Fertilidade do solo*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 258p.
13. MARTINI, J.A.; KOCHHANN, R.A.; SIQUEIRA, O.J. & BORKET, C.M. Response of soybeans to liming as related to soil acidity, Al and Mn toxicities and P in some oxisols of Brazil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38:616-620, 1974.
14. MASCARENHAS, H.A.A.; GALLO, J.R.; RAIJ, B. van; IGUET, T. & BATALGLIA, O.C. Efeito da calagem nas características químicas do solo e na nutrição de soja em Latossolo Roxo Distrófico de cerrado. *Bragantia*, 35:273-278, 1976.
15. MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S. & ABRAMIDES, E. Adubação da soja. IV Estudo preliminar sobre maneiras de efetuar a calagem com calcário dolomítico e cal extinta. *Bragantia* 25: 223-231, 1966.
16. MUCHOVEJ, R.M.C. *Efeito de níveis de corretivo em diferentes relações Ca: Mg sobre o comportamento da soja (Glycine max (L.) Merril)*. Viçosa, Imprensa Universitária, 1980. 38p. (Tese MS).
17. MUZILLI, O.; SANTOS, D.; PALHAND, J.B.; MANETTE F.º, J.; LANTMANN, A.F.; GARCIA, A. & CATANEO, A. Tolerância de cultivares de soja e de trigo à acidez do solo. *R. Bras. Ci. Solo* 2: 34-40, 1976.

18. PEARSON, R.W. *Soil acidity and liming in the humid tropics*. Ithaca, Cornell International Agriculture/Cornell Univ., 1975. 66p. (Boletim, 30).
19. PRATT, P.F. *Química do Solo*. Recife, Ministério da Agricultura/DPFS-USAID/Brasil, 1966. 88p. (Convênio n.º 1).
20. ROsolem, C.A. *Nutrição mineral e adubação da soja*. Piracicaba, Instituto de Potassa/Fosfato e Instituto Internacional da Potassa, 1980. 80p. (Boletim Técnico, 6).
21. SANTOS, P.R.S.; BRAGA, J.M. & PONTE, A. M. da. Calagem e adubaçāo. *Informe Agropecuário* 43: 17-19, 1978.
22. SHOEMAKER, H.E.; McLEAN, E.O. & PRATT, P.F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25: 274-277, 1981.
23. VOLL, E. & BAYS, I.A. Correção e adubaçāo do solo para a cultura da soja (*Glycine max*) em um Latossolo Roxo Distrófico. *Pesq. Agropec. Bras.* Sér. Agron., 11: 93-99, 1976.
24. WOODRUFF, C.M. Testing soils for lime requirement by means of a buffer solution and the glass electrod. *Soil Sci.* 66: 53-63, 1948.