

COMISSÃO II - QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE AMOSTRAS DE SOLO PARA ANÁLISE QUÍMICA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO⁽¹⁾

H. L. DOS SANTOS⁽²⁾, & C. A. VASCONCELLOS⁽³⁾

RESUMO

Com o objetivo de estabelecer o melhor procedimento na coleta de amostras de solos para análise química, utilizaram-se, em uma área de 6 ha de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd) fase cerrado, textura argilosa, em Sete Lagoas, MG, diferentes critérios de amostragens: (A) trinta amostras simples; (B) dez amostras compostas, formadas de cinco simples; (C) cinco amostras compostas formadas de dez simples e (D) cinco amostras compostas formadas de vinte simples, em três etapas de manejo: (1) área recém-desmatada; (2) arada e gradeada e (3) cultivada com milho após correção do solo. Os resultados evidenciaram que (a) a variância diminuiu das amostras simples para as compostas; (b) as menores variações foram observadas para pH, Al e M.O. e as maiores para P, Ca, Mg e K; (c) para uma variação de 20% em torno da média a 80% de probabilidade e com base nas variabilidades dos teores de P, Ca e Mg, recomenda-se para os 6 ha a retirada de 9, 7 e 15 amostras, formadas, cada uma, de 10 amostras simples, respectivamente para as etapas 1, 2 e 3. Com 95% de probabilidade, recomenda-se a retirada de 17 e 42 amostras formadas cada uma de 5 simples para as etapas 1 e 3 respectivamente. Na etapa 2, retirar 13 amostras compostas formadas cada uma de 20 amostras simples.

Termos de indexação: Amostragem, manejo de solo.

SUMMARY: DETERMINATION OF THE NUMBER OF SOIL SAMPLES NECESSARY FOR CHEMICAL ANALYSIS AT DIFFERENT SOIL MANAGEMENT CONDITIONS

To estimate more precise procedure to collect soil samples for chemical analysis a trial was carried out on a Dark Red Latosol dystrophic, under "cerrado" vegetation, clay texture, at Sete Lagoas, State of Minas Gerais, Brazil. Four soil sampling procedures were tested: (A) thirty single samples; (B) ten composite samples, each one composed of five soil cores; (C) five composite samples, each one composed of ten soil cores and (D) five composite samples each composed of twenty soil cores. The tests were performed on a 6 ha field area during three soil management phases: (1) recently cleared area; (2) after ploughing and disking and (3) corn cropped after liming and fertilizing. The data indicated that (a) the sampling procedure precision using composite samples was better than that of the single core samples; (b) the smallest variations observed were for the pH, Al and organic matter values while the greatest variations observed were for the P, Ca, Mg and K values; (c) based on soil P, Ca and Mg variations it is recommended 9, 7, 15 composite samples each one composed of ten samples with a probability of 80% (within 20% of the mean) for the management phases 1, 2 and 3 respectively; (d) it is recommended 17, and 42 composite samples, each one composed of five samples, with a level of 95 probability for the soil management phases, one and three respectively and 13 composites samples each one composed of twenty single samples for the soil management phase two.

Index terms: Soil sample, soil mangement.

INTRODUÇÃO

A amostragem de solo para fins agrícolas deve representar com precisão a sua fertilidade. De nada ou pouco adiantará a análise química se a amostragem do solo e os cuidados posteriores não forem observados. Por conseguinte, as reco-

mendações da calagem e adubação estariam comprometidas, podendo ocasionar prejuízos aos produtores.

Normalmente, o solo, por mais uniforme que seja quanto a sua topografia, cor e vegetação, apresenta variações no nível de fertilidade, sugerindo a necessidade de uma amostragem adequada que minimize o erro amostral.

(1) Recebido para publicação em novembro de 1985 e aprovado em março de 1987.

(2) Engenheiro-Agrônomo M.Sc. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) – EMBRAPA – Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas (MG).

(3) Engenheiro-Agrônomo, Doutor – CNPMS/EMBRAPA.

Admite-se também que o número de amostras para representar bem determinada área possa variar com o manejo do solo, cultura anterior, fertilização da área e outros.

Catani et alii (1954), trabalhando com intervalo de confiança de 20% em torno da média a 80% de probabilidade, sugerem a retirada de três amostras compostas formadas de vinte simples para os solos arenito de Bauru e terra roxa legítima para uma área de 6 ha.

Trabalhando em um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, e em um Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico do município de Viçosa, Barreto et alii (1974) verificaram que resultados analíticos confiáveis para pH, Ca + Mg e Al poderiam ser obtidos com os seguintes números de amostras simples para compor uma amostra composta, 1, 19 e 13 amostras respectivamente. Para P e K, requerem-se 38 e 19 amostras simples para a formação de uma amostra composta por hectare.

Esses resultados mostram a oscilação no número de amostras para os diferentes nutrientes, sem, entretanto, estudar a variação da amostragem em função de diferentes etapas do manejo agrícola do solo.

Este trabalho tem o objetivo de estabelecer o melhor critério de amostragem de solos para análise química, em diferentes etapas de seu preparo para fins agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área de 6 ha, de um Latossolo Vermelho-Escuro, distrófico, fase cerrado, textura argilosa, estabeleceram-se diferentes critérios de amostragens de solo na profundidade de 0-20 cm, em três etapas distintas de seu manejo: área recém-desmatada (etapa 1); arada e gradeada (etapa 2); arada e gradeada após a calagem, fertilização do solo e colheita do milho (etapa 3).

Na calagem, aplicaram-se 2 t/ha de calcário dolomítico com PRNT 80%, e na adubação, 100 kg/ha de P_2O_5 a lanço, 40 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O , nos sulcos, por ocasião do plantio.

Nas três etapas de manejo, empregaram-se os seguintes critérios de amostragem: trinta amostras simples (critério A); dez amostras compostas formadas de cinco simples (critério B); cinco amostras compostas formadas de dez simples (critério C); cinco amostras compostas formadas de vinte simples (critério D).

Todas as amostras foram coletadas ao acaso, cobrindo toda a área experimental, e analisadas quimicamente, determinando-se o pH em água, Al, Ca, Mg, K, P e matéria orgânica, conforme metodologia descrita por Vettori (1969).

Determinou-se o cálculo do número de amostras em relação às diferentes etapas de manejo e critérios de amostragem pela fórmula:

$$n = \left[\frac{t \cdot (CV)}{f} \right]^2,$$

originalizada da distribuição de t (Snedecor & Cochran, 1967), onde n é o número de amostras a ser coletado para análise química; t, o valor de tabela do teste t correspondente ao número de graus de liberdade do quadrado médio residual; CV, o coeficiente de variação, e f, a percentagem de variação em torno da média que se deseja detectar. No teste t, usaram-se os níveis de probabilidade de 80 e 95%, admitindo-se também a variação de 20% em torno da média.

Aplicou-se depois o teste de x^2 (quadrado) para estudar a variância entre os diferentes critérios de amostragem e etapas do preparo da área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1, encontram-se as médias dos resultados analíticos obtidos dentro das três etapas do preparo da área experimental e dos quatro critérios de amostragem. Os dados analíticos obtidos mostram que as modificações no solo ocasionadas pela calagem e adubação quanto aos teores de alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) se fizeram sentir na etapa 3 em todos os critérios de amostragem. Todavia, quanto à calagem, sua influência na modificação dos valores de pH, Al, Ca e Mg foi bastante reduzida. Essas pequenas alterações eram de esperar, em razão da quantidade aplicada de calcário, apenas 2 t/ha (etapa 3).

Quadro 1. Média dos resultados analíticos para os diversos elementos, em função dos critérios de amostragem⁽¹⁾ e das etapas de manejo do solo⁽²⁾

Etapas do manejo	pH em água	— meq/100 cm ³ —			— ppm—		M.O. %
		Al	Ca	Mg	P	K	
Critério A							
1	4,71	1,98	0,43	0,20	1	75	4,28
2	4,62	1,91	0,40	0,12	1	60	4,59
3	4,70	1,78	1,08	0,33	4	66	4,28
Critério B							
1	4,70	1,91*	0,34	0,12	1	59	4,28
2	4,64	1,76	0,40	0,09	2	52	4,59
3	4,68	1,70	1,12	0,35	5	77	4,28
Critério C							
1	4,72	1,83	0,36	0,11	1	57	4,33
2	4,50	1,71	0,36	0,08	2	52	4,16
3	4,68	1,72	1,22	0,39	4	78	4,28
Critério D							
1	4,71	1,80	0,37	0,11	1	59	4,17
2	4,60	1,72	0,30	0,09	1	50	4,18
3	4,66	1,58	1,17	0,37	5	72	4,03

(1) Critérios de amostragem: A: 30 amostras simples; B: 10 amostras compostas formadas de 5 simples; C: 5 amostras compostas formadas de 10 simples, e D: 5 amostras compostas formadas de 20 simples.

(2) Etapas de manejo: 1: área recém-desmatada; 2: área após a aração e gradagem; 3: após a calagem e adubação, seguida de aração e gradagem depois da colheita.

Aplicando-se o teste x^2 sobre as variâncias obtidas, observou-se que, para pH, não houve diferenças significativas entre os diferentes critérios de amostragem; entretanto, dentro das etapas de manejo, as variâncias foram diferentes, demonstrando o efeito do manejo em alterar a uniformidade do terreno.

Analisando o comportamento das variáveis nas diferentes etapas de manejo do solo e critérios de amostragem

— Quadro 2 — observa-se que, para pH, Al, Ca e Mg, quando se procedeu à aração e gradagem da área experimental recém-desmatada, as variâncias aumentaram, decrescendo posteriormente, quando se procedeu à incorporação do calcário mediante nova gradagem. Neste caso, acredita-se que a boa incorporação do calcário tenha sido responsável pela redução dos coeficientes de variação. Deve-se frisar, porém, que a variância foi menor quando se compararam os resultados obtidos no sistema de amostragem simples com os das amostragens compostas (critérios B, C e D). Já para o fósforo, a aração-gradagem da área recém-desmatada (etapa 2) reduziu os coeficientes de variação. Todavia, quando se efetuou a adubação fosfatada a lanço e no sulco de plantio (etapa 3), a variância aumentou substancialmente em todos os critérios de amostragens, sendo, entretanto, menor nas compostas. Esses fatores evidenciam uma vez mais a necessidade de realizar uma amostragem de solo muito criteriosa em áreas que receberam adubação fosfatada, especialmente quando aplicada no sulco de plantio.

Vasconcellos et alii (1982) sugerem, para tais áreas, que a amostragem seja realizada após a aração e gradeação do terreno, a fim de minimizar o erro amostral.

Quanto ao potássio, à semelhança do que ocorreu com os outros elementos, a variância também diminuiu das amostras simples para as compostas, enquanto a aração-gradagem aumentou o coeficiente de variação (etapa 2), fato observado em quase todos os critérios de amostragem. O mesmo ocorreu com referência à matéria orgânica, cujas variações analíticas cresceram com a aração-gradagem do solo.

No quadro 3 estão expressos os números de amostras estimadas, respectivamente, com 80 e 95% de probabilidade e no máximo 20% de variação em torno da média.

Para 80% de probabilidade e considerando-se os teores de fósforo, cálcio e magnésio, que apresentaram as maiores variações, verifica-se que o critério C de amostragem é o mais indicado: há nele também economia de mão-de-obra na coleta de amostras de solos e na redução de custos oriundos de menor número de amostras de solos a analisar. Assim, seriam necessárias 9, 7 e 15 amostras compostas formadas de 10 simples cada uma, para os 6 ha estudados, respectivamente para as etapas de manejo 1, 2 e 3 (Quadro 3). Com 95% de probabilidade, o número de amostras cresce bastante, o que implicaria também a elevação de

Quadro 2. Coeficientes de variação para pH, Al, Ca, Mg, P, K e M.O., em função dos critérios de amostragem⁽¹⁾ e das etapas de manejo do solo⁽²⁾

Variável	A			B			C			D		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH	2,9	4,1	4,7	1,7	3,4	2,2	0,9	4,0	0,9	1,1	2,2	1,9
Al	11,5	12,5	15,5	4,4	7,5	7,2	2,4	7,5	1,5	1,9	3,2	2,0
Ca	67,8	53,4	34,0	30,2	45,5	17,6	12,8	34,1	12,9	10,1	17,4	18,2
Mg	51,4	56,7	27,6	32,8	49,1	20,2	11,6	27,4	14,0	11,6	25,9	12,4
P	54,0	38,8	78,0	36,8	19,1	57,3	39,1	35,3	49,7	34,2	24,8	49,7
K	31,3	28,4	25,2	14,1	22,9	32,2	5,9	15,5	6,2	8,0	10,9	15,5
M.O.	15,9	15,9	14,5	2,6	9,6	4,9	8,9	12,5	8,2	2,2	11,9	11,1

- (1) Critérios de amostragem: A: 30 amostras simples; B: 10 amostras compostas formadas de 5 simples; C: 5 amostras compostas formadas de 10 simples, e D: 5 amostras compostas formadas de 20 simples.
 (2) Etapas do manejo: 1: área recém-desmatada; 2: área após a aração e gradagem; 3: após a calagem e adubação, seguida de aração e gradagem depois da colheita.

Quadro 3. Número de amostras (n) a 80 e 95% de probabilidade para Ca, Mg, P e K, em relação aos critérios de amostragem⁽¹⁾ e etapas de manejo do solo⁽²⁾

Etapas do manejo	Nível de probabilidade	Critérios de amostragem															
		Ca				Mg				P				K			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	80	20	4	1	1	11	5	1	1	12	6	9	7	4	1	1	1
	95	48	12	3	2	28	14	3	3	30	17	30	23	10	3	1	1
2	80	12	10	7	2	14	12	4	4	6	2	7	4	3	2	1	1
	95	30	27	22	6	34	31	14	13	16	5	24	12	8	7	5	3
3	80	5	1	1	2	3	2	1	1	26	16	15	15	3	5	1	1
	95	12	4	3	6	8	5	4	3	64	42	48	48	7	13	1	5

- (1) Critérios de amostragem: A: 30 amostras simples; B: 10 amostras compostas formadas de 5 simples; C: 5 amostras compostas formadas de 10 simples, e D: 5 amostras compostas formadas de 20 simples.
 (2) Etapas do manejo: 1: área recém-desmatada; 2: área após a aração e gradagem; 3: após a calagem e adubação, seguida de aração e gradagem depois da colheita.

custos, devendo-se usar, principalmente, em trabalhos mais detalhados, onde se exige elevado refinamento na amostragem do solo.

Com base também nos teores de fósforo, cálcio e magnésio, a 95% de probabilidade, seriam necessárias 17 e 42 amostras compostas, formadas cada uma de cinco amostras simples, respectivamente, para as etapas 1 e 3. Na etapa 2, retirar 13 amostras compostas de 20 amostras simples.

O cálculo do número de amostras nas diferentes etapas de manejo e critérios de amostragem demonstrou ser necessária apenas uma amostra simples para estimar os valores de pH, Al e M.O. com 80 e 90% de probabilidade e para um resultado analítico estimado com uma variação de 20% em torno da média. Assim, esses parâmetros não são adequados para determinar o número de amostras de solos requeridas para se avaliar com precisão o nível de fertilidade da área, tendo em vista a grande variabilidade encontrada nos resultados analíticos de P, Ca, Mg e K.

CONCLUSÕES

A variância decresceu das amostras simples para as compostas.

Na aração-gradagem do solo recém-desmatado, a variância aumentou.

As menores variações foram observadas para os valores de pH, Al e M.O. e as maiores, para P, Ca, Mg e K.

Para uma variação máxima de 20% em torno da média a 80% de probabilidade e considerando os teores de fósforo, cálcio e magnésio do solo, que apresentaram as maiores

variações, recomenda-se retirar 9 amostras compostas, formadas de 10 simples, para a área recém-desmatada (etapa 1); 7 amostras compostas, formadas de 10 simples, para a área arada e gradeada (etapa 2); e 15 amostras compostas, formadas de 10 simples, para a área que recebeu fertilização e calagem (etapa 3).

Tomando-se a mesma variação em torno da média (20%) a 95% de probabilidade, recomenda-se retirar 17 e 42 amostras compostas formadas cada uma de 5 amostras simples, respectivamente, para as etapas 1 e 3, para os 6 ha amostrados. Na etapa 2, retirar 13 amostras compostas formadas cada uma de 20 amostras simples.

LITERATURA CITADA

- BARRETO, A.C.; NOVAIS, R.F. & BRAGA, J.M. Determinação estatística do número de amostras simples de solo por área para avaliação de sua fertilidade. R. Ceres, Viçosa, 21:242-147, 1974.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R.; GARGANTINI, H. & GONAGIN, A. Amostragem de solo para estudos de fertilidade. Bragantia, Campinas, 14:19-26, 1954.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Sampling from a normally distributed population. In: Statistical Methods, 6.ed., Ames, Iowa State University Press, 1967. p.32-65.
- VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L.; FILHO, A.F.C.B.; OLIVEIRA, A.C. & PACHECO, E.B. Amostragem de solo em área com adubação fosfatada aplicada a lanço e no sulco de plantio. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 6:221-225, 1982.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7)