

DETERMINAÇÃO ESTATÍSTICA DO NÚMERO DE AMOSTRAS SIMPLES DE SOLO POR ÁREA PARA AVALIAÇÃO DE SUA FERTILIDADE*

Antônio Carlos Barreto
Roberto Ferreira de Novais
José Mário Braga**

1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores razões para uma recomendação de adubação não ser eficiente, baseada na análise química do solo, prende-se, em alguns casos, a uma amostragem inadequada.

A precisão com que a amostra representa a população depende, basicamente, da variabilidade do solo, do número de amostras simples coletadas por área e da maneira como são retiradas.

JACKSON (2) recomenda que o número de amostras deverá estar entre 10 e 30 por área.

Na determinação estatística do número de amostras, CATANI *et alii* (1) concluíram que, em terrenos uniformes, devem-se retirar 3 amostras compostas, formadas de 20 simples cada uma, em áreas de 5 hectares, aproximadamente. Verificaram, também, que variações de 20% da média dos resultados analíticos de C total, Ca e K trocáveis são comuns e não afetam as conclusões que podem ser tiradas, podendo-se admitir, para pH, uma variação de 5%.

O presente trabalho tem como objetivo determinar, estatisticamente, o número de amostras simples a serem retiradas de uma área plana (terraço) e outra de encosta de solos de Viçosa para a avaliação de suas fertilidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente trabalho, foram retiradas 100 amostras simples de solo de uma área de um hectare, num terraço (Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço), plana em toda sua extensão, e um mesmo número, em outra área, de mesmo tamanho, próxima à primeira, mas localizada em uma encosta (Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico), com declividade média de 32%, no município de Viçosa, Minas Gerais.

* Aceito para publicação em 19-03-1974.

** Respectivamente, Eng^o-Agr^o participante do curso de Iniciação à Pesquisa, Convênio MA/U.F.V., ligado ao IPEAL (Bolsista do Programa PROTERRA); Professor Assistente e Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa.

Cada área, constituída de um quadrado de 100x100 m, foi toda estaqueada de 10 em 10 m, perfazendo 100 estacas, dispostas num sistema de coordenadas (3).

De cada um destes pontos foi retirada uma amostra de solo, até à profundidade de 20 cm, com um trado de aço inoxidável, possuindo o tubo 2 cm de diâmetro interno.

Estas amostras foram analisadas separadamente, determinando-se pH em água (10 g de solo: 25 ml d'água); P e K, expressos em ppm e extraídos com o extrator de "Mehlich" (10g de solo: 100 ml do extrator); Ca + Mg expressos em eq. mg/100g para o mesmo extrator, na mesma relação, e Al trocável, expresso em eq. mg/100g, extraído com KCl 1 N (5 g de solo : 100 ml do extrator).

Partindo-se da fórmula $L = \bar{Y} \pm t \alpha (s^2/n)^{1/2}$, onde L é o limite do intervalo de confiança em torno da média \bar{Y} , $t \alpha$ é o valor de t com n-1 graus de liberdade a um nível de probabilidade α e s^2/n a variância da média da população estudada, pode-se estimar o número de amostras necessário em futura amostragem, para se obter uma determinada precisão na estimativa do resultado analítico, a uma definida probabilidade de acerto.

Fazendo-se $D = t \alpha (s^2/n)^{1/2}$, onde D é o intervalo especificado, deduz-se que: $n = t^2 \alpha s^2/D^2$, onde n é o número de amostras a ser retirado.

Pode-se, também dizer que $D = \bar{Y} f$, onde f é a percentagem de variação em torno da média admitida pelo pesquisador, na obtenção de um resultado analítico na estimativa da fertilidade de um solo.

Como o coeficiente de variação $(CV) = s/\bar{Y}$. $s = CV \cdot \bar{Y}$ pode-se deduzir que:

$$n = (t \alpha CV/f)^2$$

Com os dados obtidos das duas áreas estudadas determinou-se, para cada característica química analisada, a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e o número de amostras simples a serem feitas, admitindo-se diferentes percentagens de variação em torno do resultado analítico estimado, com uma segurança de 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 são apresentados a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos resultados analíticos, obtidos das duas áreas estudadas. O coeficiente de variação do P no terraço apresentou um valor muito alto, o que se pode atribuir à ocorrência de três pontos que se apresentaram muito distanciados do valor médio deste elemento na área.

Verificam-se, pelos resultados, que Ca, Mg e K se encontram distribuídos em menores variações no terraço, ocorrendo o contrário com o P e o Al. O valor pH apresentou variação mínima nas duas áreas.

Os resultados obtidos na encosta mostraram que, nas partes mais baixas, os valores de pH, Ca+Mg e de P aumentaram, enquanto que as concentrações de K e de Al não variaram sistematicamente com a declividade.

No quadro 2 são apresentados os números de amostras simples de solo a serem retiradas/ha, em áreas de terraço e de encosta de solos de Viçosa, para diferentes percentagens de

QUADRO 1 - Média (\bar{Y}), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV) dos dados obtidos*

	Terraço			Encosta		
	\bar{Y}	S	CV(%)	\bar{Y}	S	CV(%)
pH	5,65	0,267	4,73	5,31	0,209	3,94
P (ppm)	1,19	1,690	142,21	1,22	0,752	61,67
K (ppm)	63,30	52,342	82,69	20,88	24,838	118,95
Ca + Mg (eq.mg/100g)	5,22	0,894	17,13	2,11	0,918	43,48
Al (eq.mg/100 g)	0,17	0,063	37,20	0,48	0,173	35,97

* Os cálculos foram feitos com computador IBM 11-30, com aproximação de 6 casas decimais.

QUADRO 2 - Número de amostras simples de solo/ha a serem retiradas, para diferentes percentagens de variação (f) em torno do resultado analítico médio verdadeiro, a 95% de probabilidade

f	Encosta					Terrço				
	pH	P	K	Ca+Mg	Al	pH	P	K	Ca+Mg	Al
5	3	601	2226	298	204	4	3181	1076	47	218
10	1	149	557	75	51	1	796	269	12	55
15	1	67	248	34	23	1	354	120	6	25
20	1	38	139	19	13	1	199	68	3	14
25	1	24	90	12	9	1	128	44	2	9
30	1	17	62	9	6	1	89	30	2	7
35	1	13	46	7	5	1	65	22	1	5
40	1	10	35	5	4	1	50	17	1	4
45	1	8	28	4	3	1	40	14	1	3
50	1	6	23	3	3	1	32	11	1	3
60	1	5	16	3	2	1	23	8	1	2
70	1	4	12	2	2	1	17	6	1	2
80	1	3	9	2	1	1	13	5	1	1
90	1	2	7	1	1	1	10	4	1	1
100	1	2	6	1	1	1	8	3	1	1

variação em torno do resultado analítico médio verdadeiro, estimados a 95% de probabilidade.

Verificam-se, pelos resultados do quadro 2, que a obtenção de um resultado analítico de pH, Ca+Mg e Al, nestes tipos de solo, pode ser feita com boa segurança com um pequeno número de amostras simples por amostra composta/ha, sendo necessário um grande número de amostras para se obter um resultado analítico de P e de K que represente o solo com razoável segurança.

Para a percentagem de variação de 20% em torno de um resultado médio representativo destes solos, nas determinações analíticas, como recomendam CATANI *et alii* (1), deve ser retirado um número excessivamente grande de amostras simples/ha nos dois tipos de solo, como mostra o quadro 2.

Com a retirada de 30 amostras simples/ha, os resultados analíticos representativos destes solos estão dentro de variações percentuais em torno do resultado fornecido pelo laboratório iguais a 1,7; 51,5; 29,9; 6,2 e 13,5 para pH, P, K, Ca+Mg e Al no terraço e iguais a 1,4; 22,3; 43,1; 15,7 e 13,0 na encosta, respectivamente.

Se o trabalho de pesquisa a ser conduzido em alguns destes dois tipos de solo exigir a obtenção de resultados que representem o solo com menor segurança, ou num maior intervalo de confiança, o número de amostras simples/ha a ser retirado deverá ser diminuído, como mostra o quadro 2.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo relata a determinação estatística do número de amostras simples para formar uma composta/ha, usando-se a fórmula $n = (t \cdot \alpha \cdot CV/f)^2$.

O número de amostras simples foi calculado para várias percentagens de variação, em torno da média, a 95% de probabilidade.

O solo foi coletado num terraço, Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço, e numa encosta, Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, situados no municípios de Viçosa, Minas Gerais. De cada uma dessas áreas retiraram-se 100 amostras simples/ha.

Os pontos de amostragem foram determinados por um sistema de coordenadas e as amostras, analisadas isoladamente para a determinação de pH, P, Ca+Mg, Al e K.

Os resultados obtidos demonstram que:

1. Ca + Mg e K apresentaram maior variação na encosta, enquanto que o P e o Al variaram mais mercadamente no terraço, o valor pH, entretanto, nos dois locais, apresentou variação mínima.

2. O pH, Ca+Mg e P apresentaram valores maiores nas partes mais baixas da encosta, e K e Al não variaram com a declividade.

3. O coeficiente de variação das características estudadas apresentou a seguinte ordem de magnitude:

terraço: $P > K > Al > Ca + Mg > pH$;

encosta: $K > P > Ca + Mg > Al > pH$

4. O número de 30 amostras/ha, para esses tipos de solo na região, assegura, quanto à variação permitida em torno da média uma precisão de 1,7; 51,5; 29,9; 6,2 e 13,5% para pH, P, K, Ca + Mg e Al no terraço e 1,4; 22,3; 43,1; 15,7 e 13,0% na encos-

ta, respectivamente.

4. SUMMARY

This study reports the determination of the number of single samples used to constitute a composed sample/ha, through the statistical formula $n = (t \alpha . CV/f)^2$.

The number of single samples was computed for several percentages of variation around the mean at $t = 5\%$.

The soil samples were collected from level ground, red yellow podzolic-latosol, located in Viçosa country, in the State of Minas Gerais. One hundred single samples were drawn from each area.

The sampling sites were established by using the intersections of a 10 x 10 meter coordinate system. Each sample was assayed for pH, P, Ca + Mg, Al and K.

The results obtained have shown that:

1. The variation for the components Ca + Mg and K was higher in the slope, and for P and Al, it was higher in the flat ground as for the pH no significant variation was found;

2. The samples drawn from the lower sections of the slope yielded higher values for pH, Ca+Mg and P while for K and Al variation was not related to slope.

3. The CV values for the groups studied were as follows:

level ground: $P > K > Al > Ca+Mg > pH$;

slope: $K > P > Ca+Mg > Al > pH$ and

4. The number of 30 single samples/ha for these soil types in the region, in relation to the allowed variation around the mean, gives a precision of 1,7; 51,5; 29,9; 6,2 and 13,5 for the pH, P, K, Ca Mg and Al, on the slope and 1,4; 22,3; 43,1; 15,7 and 13,0% on the level ground respectively.

6. LITERATURA CITADA

1. CATANI, R.A., GALLO, J. Romano, GARGANTINI, H., CONAGIN, A. Amostragem de solo para estudos de fertilidade. *Bragantia*. Campinas, 14(3):19-26, 1954.
2. JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1958. 498 p.
3. PETERSEN, R.G. & GALVIN, L.D. Sampling. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965, p. 54-72.