

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo*

Vol. 14

Campinas, novembro de 1954

N.º 3

## AMOSTRAGEM DE SOLO PARA ESTUDOS DE FERTILIDADE (\*)

R. A. CATANI, J. ROMANO GALLO, H. GARGANTINI, *engenheiros agrônomos, Secção de Agrogeologia* e A. CONAGIN, *engenheiro agrônomo, Secção de Técnica Experimental, Instituto Agronômico*

### RESUMO

O presente trabalho foi realizado com a finalidade de estabelecer um sistema e técnica mais adequados de se coletar amostras de terra, para fins de estudo de fertilidade.

Foram escolhidas duas áreas de solos diferentes. Uma delas com seis hectares, situada na Estação Experimental de Ribeirão Preto, em solo tipo terra roxa legítima; a outra com quatro hectares e localizada na Fazenda Santa Maria, em Pindorama, em solo do tipo arenito Bauru.

A retirada das amostras de cada área foi feita com tubos especialmente construídos para esse fim e obedeceu ao seguinte critério:

- 1) 30 amostras simples, cobrindo toda a área;
- 2) 10 amostras compostas, formadas de cinco amostras simples, cobrindo toda a área.
- 3) 5 amostras compostas, formadas de 20 amostras simples, cobrindo toda a área.

Nessas amostras foram determinados: pH, carbono total, potássio "trocável" e cálcio "trocável".

Diante dos dados obtidos e levando-se em conta o trabalho exigido no laboratório, aconselha-se a retirada de três amostras compostas formadas de 20 simples cada uma, em glebas uniformes, de cinco hectares aproximadamente.

### 1 — INTRODUÇÃO

O solo, por mais uniforme que seja a sua aparência, como cor, textura, profundidade, declividade e demais características suscetíveis de serem observadas no campo, pode apresentar contudo uma variação pronunciada em outras, que afetam diretamente seu grau de fertilidade. Ainda mais, duas glebas do mesmo solo submetidas a tratamentos diferentes, como seqüência de culturas, adubações etc., ao fim de algum tempo terão um grau de fertilidade diferente, o que pode ser constatado pelo rendimento ou produção por unidade de área das plantas cultivadas naquelas glebas.

(\*) Trabalho apresentado no II Congresso Panamericano de Agronomia, realizado em Piracicaba e São Pedro, de 29 de março a 5 de abril de 1954.

Os autores agradecem a colaboração e sugestões dadas pelo Dr. J. W. Fitts, da Universidade da Carolina do Norte, Estados Unidos da América do Norte, no planejamento e execução do presente trabalho.

Recebido para publicação em 18 de agosto de 1954.

A fim de poder caracterizar uma determinada área de solo em que se executa uma experiência ou acompanhar as transformações por êle sofridas, quando submetido a tratamentos diversos, torna-se necessário obter dados que representem valores médios e extensivos àquela área. No caso particular do estudo da fertilidade e adubação, a obtenção de valores representativos de uma gleba, para certas características, como pH, teor em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio etc., é de maior interesse e importância. Entretanto, a consecução de dados representativos depende de vários fatores, cabendo um papel decisivo à maneira de retirar as amostras de terra.

Nos Estados Unidos da América do Norte foi feito, em 1950 (2), um inventário dos diferentes métodos de retirar amostras de terra e de analisá-las para estudos de fertilidade. Verificou-se que o método mais recomendado era o de tomar uma amostra média, composta de várias sub-amostras colhidas de toda a área. Dos 48 Estados americanos, 45 recomendavam a coleta de amostras compostas com a finalidade de indicar o uso de fertilizantes e corretivos.

A amostragem constitui uma fase tão importante do estudo da fertilidade do solo, que a Comissão Nacional de Pesquisas de Solos e Fertilizantes dos Estados Unidos da América do Norte elaborou uma publicação (3) abordando a separação de áreas a adubar, número e maneira de retirar as amostras, o aparelhamento usado etc.

O presente trabalho tem por finalidade relatar dados obtidos através do estudo de amostragem em dois tipos de solos do Estado de São Paulo.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

A fim de proceder ao estudo de amostragem foram escolhidas duas áreas de solos distintos. Uma delas situada na Fazenda Santa Maria, Pindorama, apresentando o solo denominado arenito Bauru, que é originário da rocha sedimentar do mesmo nome. A área estudada, de quatro hectares, foi derrubada há cinco anos, sendo cultivada há um ano com café, intercalado de milho; notavam-se, ainda, no momento da coleta das amostras, sinais localizados da queima de culturas anteriores (cinzas).

A segunda área, com seis hectares, situada na Estação Experimental de Ribeirão Preto, localiza-se em solo terra roxa legítima, proveniente de diabase; há três anos vem sendo cultivada com milho e por muito tempo havia sido pasto.

As amostras de ambas as áreas foram retiradas à profundidade de 0 — 15 cm, por meio de tubos especialmente construídos para êsse fim (fig. 1). A amostragem obedeceu ao seguinte plano de estudo:

- a) 30 amostras simples (1) cobrindo toda a área;
- b) 10 amostras compostas (2) de cinco simples, cobrindo toda a área;
- c) cinco amostras compostas de 20 simples, cobrindo toda a área.

(1) Sob a denominação **amostra simples** especifica-se a amostra retirada com uma única perfuração.

(2) Sob a denominação **amostra composta** especifica-se a amostra resultante da reunião de várias simples.

Em tôdas as amostras foram determinados : pH (1 parte em pêso de terra e 2,5 partes em volume, de água destilada); carbono total, por combustão sêca e volumetria de gases ; cálcio "trocável", extraído com solução 0,05 normal de ácido nítrico e por titulação do ácido oxálico procedente do oxalato de cálcio ; potássio "trocável", extraído com o mesmo extractor do cálcio e dosado pelo fotômetro de chama modelo 52-A da Perkin Elmer Corporation.

Os resultados obtidos foram interpretados segundo o critério adotado na Secção de Agrogeologia do Instituto Agronômico, para os solos do Estado de São Paulo. Assim, para o pH, carbono total, cálcio e potássio "trocáveis" é o seguinte o critério de interpretação :

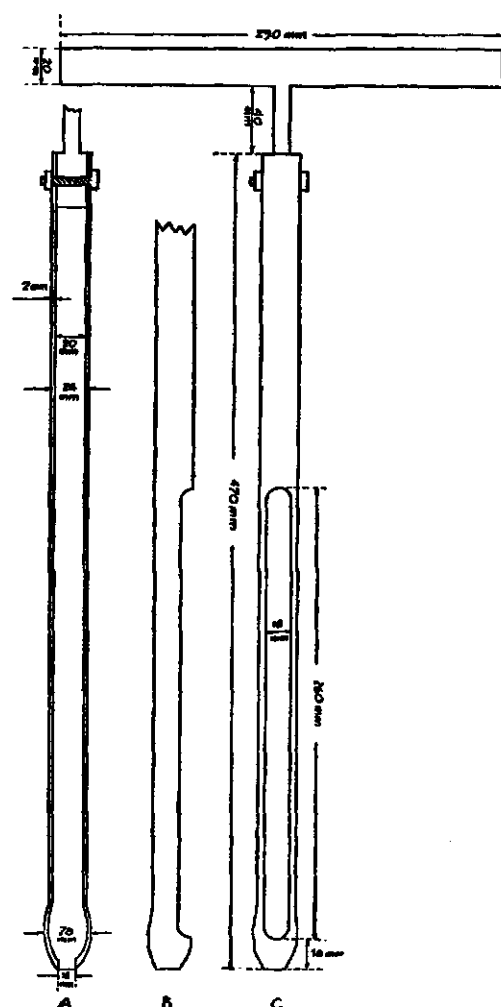


FIGURA 1. — Características (e dimensões) do tubo usado nas amostragens dos solos. A — Corte; B — perfil; C — frente.

a) pH		
< 5,00	-----	acidez elevada
5,00 a 6,00	-----	acidez média
> 6,00 a < 7,00	-----	acidez fraca
7,00	-----	neutro
> 7,00 a 7,80	-----	alcalinidade fraca
> 7,80	-----	alcalinidade
b) carbono total, em gramas por 100 gramas de terra		
< 0,80	-----	teor baixo
0,80 a 1,40	-----	teor médio
> 1,40	-----	teor alto
c) cálcio "trocável", em equivalente-miligramas por 100 gramas de terra		
< 2,00	-----	teor baixo
2,00 a 5,00	-----	teor médio
> 5,00	-----	teor alto
d) potássio "trocável", em equivalente-miligramas por 100 gramas de terra		
< 0,12	-----	teor baixo
0,12 a 0,30	-----	teor médio
> 0,30	-----	teor alto

## 3 — RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Adotando o critério citado, obteve-se a distribuição dos dados apresentados no quadro 1.

O referido quadro esclarece que as amostras simples estão distribuídas em número maior de classes do que as amostras compostas. Em outras palavras, as amostras simples apresentam a tendência de se distribuir nas diversas classes, enquanto que as compostas tendem a convergir para determinada classe. Como consequência, os dados analíticos obtidos através de amostras compostas oferecem uma segurança muito maior do que os obtidos em amostras simples, para a avaliação da quantidade média de um elemento ou o valor médio de uma característica de uma determinada área.

Entretanto uma interpretação mais rigorosa pode ser feita através de um estudo estatístico dos dados obtidos.

Para as características carbono total, cálcio "trocável" e potássio "trocável", uma variação de 20 por cento da média nos resultados analí-

QUADRO 1. — Número de amostras e sua distribuição em classes, de acôrdo com os resultados obtidos nas determinações procedidas segundo o critério adotado pela Secção de Agrogeologia

Características estudadas	Especificação das classes	PINDORAMA			RIBEIRÃO PRÊTO		
		30 amostras simples	10 amostras compostas de 5 simples	5 amostras compostas de 20 simples	30 amostras simples	10 amostras compostas de 5 simples	5 amostras compostas de 20 simples
		n.º	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º
pH -----	{ acidez elevada ..	0	0	0	0	0	0
	{ acidez média ..	0	0	0	5	0	0
	{ acidez fraca ..	8	0	0	25	10	5
	{ neutro ..	1	0	0	0	0	0
	{ alcalinidade fraca	21	10	5	0	0	0
Carbono ----	{ teor baixo ..	7	0	0	0	0	0
	{ teor médio ..	19	10	5	0	0	0
	{ teor alto ..	4	0	0	30	10	5
Cálcio -----	{ teor baixo ..	0	0	0	5	0	0
	{ teor médio ..	6	1	0	17	10	5
	{ teor alto ..	24	9	5	8	0	0
Potássio ----	{ teor baixo ..	10	5	0	10	2	0
	{ teor médio ..	17	5	5	9	7	(*)4
	{ teor alto ..	3	0	0	11	1	0

(\*) O potássio figura com apenas 4 amostras, em Ribeirão Prêto, porque houve contaminação naquele elemento em uma das amostras.

ticos é comum e não afeta as conclusões que possam ser tiradas. Para o pH pode-se admitir variação de cinco por cento. Nas variações mencionadas estão incluídos a heterogeneidade do solo e todos os êrros que incidem desde o preparo da amostra em laboratório até o resultado analítico final.

Considerando que se pode obter uma determinada variação, torna-se possível calcular o número de amostras que forneça o limite de confiança desejado (1), pela fórmula :

$$(1) \quad \pm t s_{\bar{x}} = f \bar{x}$$

Na equação (1)  $f$  terá o valor de 0,20 para o carbono, cálcio e potássio e 0,05 para o pH.

Sendo

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\text{c. v.} = \frac{s}{\bar{x}}$$

a equação (1) pode ser transformada em

$$(2) \quad \sqrt{n} = \frac{t s}{f \bar{x}} = \frac{t \text{ c. v.}}{f}$$

Pela equação (2) pode-se calcular o valor de  $n$ , isto é, o número de amostras procurado.

Exemplificando com os dados obtidos para o potássio em Ribeirão Preto, com o critério de 30 amostras simples, tem-se :

$$\bar{x} = 0,226$$

$$s^2 = 0,0215$$

$$s = 0,15$$

$$\text{c. v.} = 0,664$$

$$\text{g. l.} = 29$$

$$t_{95\%} = 2,045 ; t_{80\%} = 1,311$$

O número de amostras necessárias para se obter uma variação máxima de 20 por cento da média e com 95% de probabilidade será 46, conforme o cálculo :

$$\sqrt{n} = \frac{2,045 \cdot 0,664}{0,20} ; n \approx 46$$

O limite de confiança correspondente a 46 amostras fica então determinado por :

$$0,226 \pm 0,20 \cdot 0,226 = 0,226 \pm 0,0452$$

O número de amostras necessárias para os diferentes critérios de amostragem é apresentado nos quadros 2, 3, 4 e 5. Esse número foi calculado

tomando-se os limites de confiança de  $0,20\bar{x}$  para o carbono, cálcio e potássio e de  $0,05\bar{x}$  para o pH, com as probabilidades de 95 e 80%.

QUADRO 2. — Número de amostras necessárias para o limite de confiança de  $\pm 20\%$  da média para o potássio

VALORES	PINDORAMA			RIBEIRÃO PRÊTO		
	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20
$\bar{x}$ -----	0,191	0,134	0,155	0,226	0,172	0,257
$s^2$ -----	0,0206	0,0015	0,0007	0,0215	0,0048	0,0007
$s$ -----	0,14	0,04	0,03	0,15	0,07	0,03
c. v. -----	0,733	0,299	0,194	0,664	0,407	0,117
$t_{95\%}$ -----	2,045	2,262	2,776	2,045	2,262	3,182(*)
$n$ -----	57	12	8	46	21	4
$t_{80\%}$ -----	1,311	1,383	1,533	1,311	1,383	1,638
$n$ -----	24	5	3	19	8	1

(\*) O valor de t foi calculado para g. l. = 3, pelas razões indicadas no rodapé do quadro 1.

QUADRO 3. — Número de amostras necessárias para o limite de confiança de  $\pm 20\%$  da média para o cálcio

VALORES	PINDORAMA			RIBEIRÃO PRÊTO		
	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20
$\bar{x}$ -----	7,524	6,059	7,510	3,682	3,688	3,830
$s^2$ -----	10,7362	1,2995	0,0043	2,7385	0,4516	0,1325
$s$ -----	3,28	1,14	0,07	1,65	0,67	0,36
c. v. -----	0,436	0,188	0,009	0,449	0,182	0,094
$t_{95\%}$ -----	2,045	2,262	2,776	2,045	2,262	2,776
$n$ -----	20	5	2	21	5	2
$t_{80\%}$ -----	1,311	1,383	1,533	1,311	1,383	1,533
$n$ -----	9	2	1	9	2	1

QUADRO 4. — Número de amostras necessárias para o limite de confiança de  $\pm 20\%$  da média para o carbono

VALORES	PINDORAMA			RIBEIRÃO PRÊTO		
	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20
$\bar{x}$ -----	1,027	0,952	0,992	2,068	2,010	2,052
$s^2$ -----	0,0733	0,0102	0,0075	0,0868	0,0056	0,0005
$s$ -----	0,28	0,10	0,09	0,29	0,07	0,02
c. v. -----	0,273	0,105	0,091	0,140	0,035	0,010
$t_{95\%}$ -----	2,045	2,262	2,776	2,045	2,262	2,776
$n$ -----	8	2	2	3	1	1
$t_{80\%}$ -----	1,311	1,383	1,533	1,311	1,383	1,533
$n$ -----	4	1	1	1	1	1

QUADRO 5. — Número de amostras necessárias para o limite de confiança de  $\pm 5\%$  da média para o pH

VALORES	PINDORAMA			RIBEIRÃO PRÊTO		
	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20	30 simples	10 compostas de 5	5 compostas de 20
$\bar{x}$ .....	7,135	7,320	7,510	6,176	6,215	6,380
$s^2$ .....	0,1462	0,0262	0,0043	0,0263	0,0078	0,0006
$s$ .....	0,38	0,16	0,07	0,16	0,09	0,02
c. v. ....	0,053	0,022	0,009	0,026	0,014	0,003
$t_{95\%}$ .....	2,045	2,262	2,776	2,045	2,262	2,776
$n$ .....	5	1	1	2	1	1
$t_{80\%}$ .....	1,311	1,383	1,533	1,311	1,383	1,533
$n$ .....	2	1	1	1	1	1

## 4 — CONCLUSÕES

a) Das características estudadas, o potássio “trocável” apresentou o maior coeficiente de variação, vindo em seguida o cálcio.

b) O desvio padrão decresceu a partir do sistema de coleta de amostras simples para o de amostras compostas e com o aumento do número de amostras simples.

c) Quando os resultados analíticos são agrupados em classes de acordo com o critério adotado pela Seção de Agrogeologia, as amostras simples mostram uma tendência de se distribuir em diversas classes, enquanto as amostras compostas convergem para uma classe.

d) Tomando-se o potássio como referência, característica de maior coeficiente de variação, calculou-se que para se obter um intervalo de confiança de 20% da média ( $\bar{x}$ ), com a probabilidade de 95%, são necessárias 57 amostras simples ou 21 amostras compostas de cinco simples ou oito amostras compostas de 20 simples; no mesmo intervalo de confiança, mas com 80% de probabilidade, são necessárias 24 amostras simples ou oito compostas de cinco simples ou três compostas de 20 amostras simples.

e) Os resultados analíticos obtidos de amostras compostas oferecem maior segurança que os obtidos de amostras simples para se avaliar a quantidade média de um elemento ou o valor médio de uma característica, numa certa área.

f) Diante dos dados obtidos e levando-se em conta o trabalho exigido no laboratório, aconselha-se a retirada de três amostras compostas de 20 simples cada uma, em glebas uniformes, de solo arenito Bauru e terra roxa legítima, cuja área não ultrapasse seis hectares.

## SAMPLING SOILS FOR FERTILITY STUDIES

## SUMMARY

The following methods of collecting soil samples for fertility studies were compared: 1) thirty individual samples covering the whole area; 2) ten composite samples, each

consisting of five individual samples, covering the whole area ; 3) five composite samples, each consisting of 20 individual samples, covering the whole area. The three types of samples were collected in each of two plots : 1) a six-hectare plot in the Estação Experimental de Ribeirão Preto, representing the "terra roxa" soil ; 2) a four-hectare plot in the Santa Maria Farm, Pindorama, where the soil is of the "arenito de Bauru" type. The pH, total carbon, and exchangeable potassium and calcium were determined in the samples.

Based on data obtained in the present investigation and considering the amount of work involved in the routine laboratory tests, it is suggested that three composite samples, each consisting of 20 individual samples, are quite satisfactory for fertility studies of uniform land areas of about six hectares.

#### LITERATURA CITADA

1. **ANDERSON, R. L. & BANCROFT, T. A.** Statistical theory in research. 1.<sup>a</sup> ed. New York, Mc Graw-Hill Book Co. Inc., 1952. xix, 399 p.
2. **NELSON, W. L., FITTS, J. W., KARDOS, L. T.** [e outros]. Report of the soil test work group of the natural science and fertilizers research committee : soil testing in the United States. Washington, 1951. 117 p.
3. **REED, J. F.** Sampling soils for chemical tests. *Better Crops* 37:13-18, 47-50. 1953.