

INFLUÊNCIA DA SECAGEM, ARMAZENAMENTO E EMBALAGEM NOS
RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DE TERRA
PARA FINS DE FERTILIDADE

J.C. Chitolina*

N.A.da Glória*

A.E. Boaretto**

P.R. Curi***

RESUMO: Amostras de terra provenientes de uma Terra Roxa Estruturada e um Latossol Vermelho Escuro textura média foram analisados quimicamente para se verificar a influência de embalagem (caixa de papelão saco de polietileno), tempo de armazenamento (1-32 dias) e processo de secagem (ao ar ou estufa a 60°C). A secagem foi o fator que mais influenciou a análise determinando variações nos resultados analíticos principalmente para pH e fósforo. O armazenamento apresentou influência apenas para fósforo trocável enquanto que a embalagem não influiu nos resultados. As variações dos resultados analíticos para pH, em função da secagem, e fósforo, em função da secagem e tempo de armazenamento, foram de ordem a alterar a interpretação da fertilidade quanto aos limites de classes.

Termos para indexação: análise química da terra, secagem, tempo de armazenamento e embalagem de amostra de terra.

* Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

** Seção de Nutrição Mineral de Plantas, CENA/USP - 13.400 - Piracicaba, SP.

*** Faculdade de Medicina Veterinária, UNESP - 18.610, Botucatu, SP.

INFLUENCE OF PACKING, STORAGE AND DRYING PROCESS ON THE RESULTS OF SOIL CHEMICAL ANALYSIS RELATED TO SOIL FERTILITY

ABSTRACT: Soil samples were chemically analysed to verify the influence of packing (card box or polyethylene bag), storage (1-32 days) and drying process (in the open air or at 60°C). The types of soil under consideration were "Terra Roxa Estruturada" and Dark Red B Latosolic sand phase. The drying process was the most important factor affecting analytical results of pH and phosphorus. The storage showed importance only to phosphorus, and the packing process had no influence in the results. Variations on the level of soil fertility were also obtained. Statistical analysis applied on the results showed that drying is the main factor affecting the chemical analysis, especially related to pH and exchangeable phosphorus content.

Index Terms: Soil chemical analysis; drying, storage and packing of soil samples.

INTRODUÇÃO

A análise química de terra corresponde ao principal recurso disponível para aferição das necessidades de nutrientes para as culturas. Assim, o resultado final da análise deve representar os teores dos elementos de interesse, do momento em que a amostra é obtida, para que os resultados proporcionem recomendações de adubação eficientes.

No Brasil, os estudos de fatores que podem exercer alguma influência nos resultados das análises químicas de terra, na fase inicial da análise, tais como secagem, armazenamento e embalagem são praticamente inexistentes.

Normalmente, após a coleta das amostras, as mesmas são embaladas em caixas de papelão apropriadas ou em sacos de polietileno. Como, geralmente, as amostras são retiradas com um certo teor de umidade poderão ocorrer alterações de origem biológica, física e química na amostra alterando os teores dos elementos a serem analisados, em virtude da diferença de porosidade entre as embalagens, o que poderá tornar importante o intervalo de tempo desde a coleta da amostra, até sua análise no laboratório.

Também o fato de se proceder à secagem da amostra de terra ao ar e em estufa a 60°C, sendo este último procedimento uma prática comum nos laboratórios de rotina, poderá provocar alterações nos resultados, principalmente em relação aos elementos que sofrem maior fixação.

Os trabalhos conduzidos para se verificar o efeito da secagem, em geral, relacionam-se ao potássio e ao fósforo, sendo que os resultados obtidos são os mais diversos. Demonstrou-se que a secagem levou a um aumento no teor de potássio trocável do solo (ATTOE, 1946; HANWAY & SCOTT, 1957; PISKULA, 1971; GUPTA & RORISON, 1974; MOLLOY & LOCKMAN, 1979). Também verificou-se que a secagem causou uma diminuição no teor de potássio em alguns solos (REITEMEIR, 1951) e, em outros trabalhos, não se verificou a influência da secagem (JAIYEBO, 1968; PEVERILL *et alii*, 1975), o que pode ser devido à presença de diferentes minerais de argila existentes nas amostras estudadas. Entretanto, as pesquisas com o fósforo demonstraram que a secagem provocou um aumento no teor de fósforo (PISKULA, 1971; GUPTA & RORISON, 1974; MOLLOY & LOCKMAN, 1979). Observaram-se aumentos nos teores de cálcio e magnésio e nenhum efeito sobre a matéria orgânica (MOLLOY & LOCKMAN, 1979). Em solos orgânicos, o pH foi influenciado pela secagem, ocorrendo uma diminuição no seu valor (LIEROP & MACKENZIE, 1977).

Com relação ao armazenamento, verificou-se que, para amostras armazenadas por períodos variáveis de

20 a 52 semanas, não houve influência deste fator para o potássio e o fósforo (JAIYEBO, 1968; PISKULA, 1971 e PEVERIL *et alii*, 1975).

Desta forma, desenvolveu-se o presente trabalho com os objetivos de se verificar a influência do processo de secagem, tempo de armazenamento e embalagem nos resultados analíticos de amostras de terra originadas de Terra Roxa Estruturada e Latossolo Vermelho Escuro-textura média.

MATERIAL E MÉTODOS

Escolheram-se dois solos da região de Botucatu-SP, classificados por CARVALHO *et alii* (1983) como Terra Roxa Estruturada (TE) e Latossol Vermelho Escuro, textura média (LEm).

1. Obtenção e preparo das amostras para análise

Para a obtenção das amostras, coletou-se uma quantidade de terra de um único ponto, tanto da TE como LEm, através do uso de enxada, correspondente à camada superficial de 0 a 20cm. Eliminaram-se as raízes existentes e destorroaram-se os agregados maiores nos próprios locais de coleta obtendo-se, aproximadamente, 60kg de terra para cada tipo de solo.

A seguir, procedeu-se à homogeneização das terras e, após, colocaram-se quantidades suficientes para análise em caixas de papelão próprias para amostras de terra e também em sacos de polietileno. Após, as amostras foram armazenadas em casa de vegetação.

Foram realizadas análises químicas para matéria orgânica, pH, cálcio, alumínio, magnésio, potássio e fósforo, decorridos 1, 2, 4, 8, 16 e 32 dias de armazenamento das amostras, empregando-se a metodologia descrita por RAIJ & ZULLO (1977) e QUAGGIO & RAIJ (1979), secando-se as amostras ao ar e em estufa a 60°C.

2. Análise estatística

Para determinação do efeito de fatores como tipo de embalagem, tempo de armazenamento e método de secagem nas variáveis matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo foi efetuada análise de agrupamento (SNEATH & SOKAL, 1973), considerando-se 24 unidades taxonômicas operacionais (OTU) (combinações dos fatores) e 7 caracteres. A análise foi feita separadamente para os 2 tipos de solo, usando-se caracteres estandardizados, e a similaridade entre os OTUs foi medida pelo coeficiente de distância. O algoritmo de agrupamento usado foi o Unweighted Arithmetic Linkage (UAL). O resultado desta análise gera um gráfico sequencial hierárquico denominado fenograma, cujo ajuste aos dados originais é medido pelo coeficiente de correlação cofenética, o qual dá idéia de quanto existe de representação no que está contido no gráfico.

Adotando-se um particular nível de similaridade (distância)* estabelecem-se agrupamentos relativamente homogêneos, representados por algarismos romanos, que vão diferenciar grupos isolados ou conjuntos de grupos de conformidade com o nível de similaridade adotado.

Dos grupos pertencentes a um determinado agrupamento homogêneo, pode-se isolar o fator ou fatores comuns e após serem isolados os fatores comuns de todos os agrupamentos, estabelecer-se aquele que mais influencia tem para a determinação do agrupamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para as variáveis matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo encontram-se nas Tabelas 1 e 2 para a TE e o LEM.

* distância euclidiana média.

Tabela 1. Resultados das análises químicas de amostras de terra, em função da embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento para uma Terra Roxa Estrutura (média de 5 repetições)

Tempo de Armazenamento (dias)	Caixa de Papelão										Saco de Polietileno																	
	Ar					Estufa					Ar					Estufa												
	MO*	pH	Al*	Ca*	Mg*	K*	P*	MO	pH	Al	Ca	Mg	K	P	MO	pH	Al	Ca	Mg	K	P							
1	3,6	6,1	-	5,6	1,6	158	5,3	3,5	5,7	0,1	5,6	1,5	154	6,8	3,5	5,2	-	5,1	1,5	155	6,2	3,5	5,7	0,1	5,4	1,5	151	7,0
2	3,5	6,0	-	5,2	1,5	149	5,6	3,7	5,8	-	5,6	1,5	158	6,7	3,6	6,0	-	5,7	1,8	166	5,8	3,7	5,9	-	5,6	1,6	163	5,9
4	3,6	5,9	-	5,3	1,6	156	6,4	3,3	5,6	0,1	5,4	1,6	158	7,1	3,7	6,0	-	5,4	1,7	162	5,6	3,5	5,6	0,1	5,7	1,7	163	6,9
8	3,3	6,0	-	5,3	1,6	158	5,9	3,4	5,6	0,1	5,2	1,4	158	7,1	3,6	6,0	-	5,8	1,8	160	5,3	3,3	5,4	0,1	5,2	1,5	153	7,8
16	3,6	6,0	-	5,3	1,6	166	5,7	3,6	5,4	0,2	5,4	1,6	158	8,2	3,6	5,8	-	5,3	1,6	166	5,8	3,6	5,3	0,2	5,4	1,5	156	8,8
32	3,7	6,2	-	5,3	1,6	160	6,1	3,6	5,6	0,1	5,7	1,7	170	7,7	3,6	5,7	-	5,1	1,5	156	6,1	3,8	5,5	0,1	5,9	1,7	166	7,2

*MO em % (m/v)

*Al, Ca, Mg em e.mg/100g de terra

*K e P em µg/ml de terra

Tabela 2. Resultados das análises químicas de amostras de terra, em função da embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento para um Latossolo Vermelho Escuro, textura média (média de 5 repetições)

Tempo de Armazenamento (Dias)	Caixa de Papelão										Saco de Polietileno																	
	Ar					Estufa					Ar					Estufa												
	MO*	pH	Al*	Ca*	Mg*	K*	P*	MO	pH	Al	Ca	Mg	K	P	MO	pH	Al	Ca	Mg	K	P							
1	2,5	5,2	0,7	0,5	0,2	17	1,9	2,0	4,5	0,9	0,3	0,1	21	2,4	2,1	5,1	0,7	0,5	0,1	17	1,8	2,0	4,5	0,9	0,2	0,1	20	2,8
2	2,0	5,0	0,7	0,2	0,1	16	1,5	2,0	4,6	0,9	0,2	0,1	19	2,3	1,8	5,1	0,8	0,4	0,1	18	1,6	1,9	4,6	0,9	0,2	0,1	19	2,4
4	1,8	5,1	0,7	0,4	0,1	16	1,4	1,8	4,5	0,9	0,3	0,1	20	2,6	1,7	5,1	0,7	0,5	0,1	18	1,3	1,8	4,5	0,9	0,3	0,1	20	2,7
8	1,9	5,1	0,8	0,5	0,1	16	1,5	1,9	4,4	1,0	0,4	0,0	19	2,7	1,9	5,0	0,7	0,4	0,1	17	1,3	1,9	4,4	1,0	0,3	0,1	20	2,8
16	2,1	5,0	0,7	0,3	0,1	22	1,6	2,0	4,4	1,1	0,2	0,1	19	3,3	2,1	4,9	0,7	0,4	0,1	22	1,4	1,9	4,4	1,1	0,3	0,1	19	3,5
32	2,1	5,2	0,6	0,4	0,1	21	1,6	2,1	4,4	1,0	0,3	0,1	20	3,3	2,1	4,9	0,7	0,3	0,1	23	1,5	2,0	4,3	1,0	0,3	0,1	21	3,2

*MO em I (m/v)

*Al, Ca, Mg em e.mg/100g de terra

*K e P em µg/ml de terra

Um exame destas tabelas fornece uma indicação sobre a variação dos resultados em função dos três fatores que podem influir na análise química, ou sejam, a embalagem, o procedimento de secagem e o tempo de armazenamento.

As variáveis matéria orgânica, cálcio, magnésio e potássio praticamente não acusaram variações decorrentes dos três fatores estudados, tanto para a TE como para o LEm, demonstrando uma maior estabilidade destas características químicas. Mesmo com a TE apresentando 21% de umidade e o LEm 9% quando as amostras foram embaladas, tal diferença de umidade não provocou alterações naquelas características.

Para o potássio, a literatura mostra resultados antagônicos quanto à influência da secagem e armazenamento no teor do elemento em amostras de solo (JAIYEBO, 1968; PISKULA, 1971; GUPTA & RORISON, 1974; PEVERILL *et alii*, 1975; MOLLOY & LOCKMAN, 1979). No presente experimento a pouca variação do potássio pode ser devida à ausência de vermiculita e minerais micáceos existentes nos solos estudados, o que não permitiria fixação nem liberação do potássio por estes minerais, conforme explica JAIYEBO (1968).

Para cálcio e magnésio, MOLLOY & LOCKMAN (1979) encontraram uma pequena variação, sendo que no presente trabalho verificou-se uma grande estabilidade destes elementos nos dois solos.

Para a variável pH, os dados das tabelas 1 e 2 indicaram uma influência do processo de secagem sobre os resultados. Para a TE as amostras secas ao ar forneceram sempre valores de pH mais elevados que as amostras secas em estufa a 60°C, sendo tal diferença em torno de 0,4 e 0,3 unidades de pH, quando se consideram as amostras embaladas em caixa de papelão e saco de polietileno, respectivamente.

A mesma influência ocorreu para o LEm, com as amostras secas ao ar apresentando uma diferença em torno de 0,6 unidades de pH maior que as amostras secas em

estufa, independente da embalagem e tempo de análise após a amostra ser coletada. Neste caso, esta diferença foi suficiente para caracterizar, segundo CATANI & JACINTHO (1974), este solo em duas classes de acidez, ou seja, apresentando acidez elevada para as amostras secas em estufa e acidez média para as amostras secas ao ar.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por LIEROP & MACKENZIE (1977) que encontraram valores médios de pH correspondentes a 5,0 e 4,5 para amostras de solos com umidade natural e secas em estufa a 110°C, respectivamente. Os baixos valores obtidos para os solos secos foram atribuídos a "um significativo aumento de peso das amostras secas a 110°C". Entretanto, os resultados obtidos no presente experimento vêm demonstrar não ser esta uma explicação plausível, pois os solos foram analisados depois de secos e, desta forma, deveriam conter a mesma quantidade de matéria em termos de peso seco.

Com relação ao alumínio pode-se verificar, através das tabelas 1 e 2, que, ao contrário do pH, os resultados mais elevados foram obtidos quando a amostra foi seca em estufa. É interessante observar que esta variação para o alumínio está em estreita relação com a variação do pH, com um efeito mais pronunciado nas amostras provenientes do LEm.

Para o fósforo os dados apresentados demonstraram a pouca influência da embalagem, porém evidenciaram a influência do procedimento da secagem e tempo após a amostra ser coletada. Assim, verificou-se que, para os dois solos considerados, as amostras secas em estufa a 60°C apresentaram teores mais elevados de fósforo em relação às amostras secas ao ar. Com relação ao tempo de armazenamento não se notou a sua influência nas amostras secas ao ar, todavia nas amostras secas em estufa houve uma tendência de aumento nos teores de fósforo conforme se aumentaram os dias de armazenamento das mesmas. Os teores máximos de fósforo foram obtidos com 16 dias de armazenamento das amostras, sendo que aos 32

dias parece indicar o início de um declínio.

Para amostras secas em estufa, aos 16 dias, os teores de fósforo atingiram valores suficientes para mudar as classes de interpretação, para ambos os solos, de acordo com RAIJ (1975).

Os resultados obtidos para o fósforo concordam com o encontrado por PISKULA (1971) que mostrou a influência da secagem proporcionando um aumento na disponibilidade do elemento, porém não constatou efeito do armazenamento após 3 a 5 meses. O trabalho de GUPTA & RORISON (1974) mostrou que o armazenamento foi um fator que influenciou no teor de fósforo, com um aumento significativo sobre a disponibilidade do elemento para amostras armazenadas, semelhante ao obtido no presente trabalho com as amostras secas em estufa a 60°C, até os 16 dias de armazenamento, e confirmando o trabalho de MOLLOY & LOCKMAN (1979), onde os autores demonstraram que a temperatura afeta positivamente o teor de fósforo.

Análise de agrupamento visando determinar a influência dos fatores nos resultados analíticos

As combinações possíveis entre os fatores embalagem, armazenamento e secagem resultaram em 24 unidades taxonômicas operacionais (OTU), sendo as mesmas apresentadas na Figura 1.

A análise de agrupamento forneceu 2 gráficos sequenciais hierárquicos, denominados fenogramas (Figuras 2 e 3). Através destes fenogramas pode-se estabelecer, dentre os fatores estudados, aquele que exerce maior influência nas análises químicas.

Para a TE, considerando-se o nível hierárquico $d = 0,99$, foram estabelecidos 6 agrupamentos, cada qual formado por um determinado número de grupos. Assim, pela figura 2, pode-se verificar que o agrupamento I é constituído pelos grupos $G_1, G_9, G_{21}, G_{16}, G_{17}, G_{11}$ e G_4 , o agrupamento III pelos grupos G_2, G_{14}, G_6, G_8 e

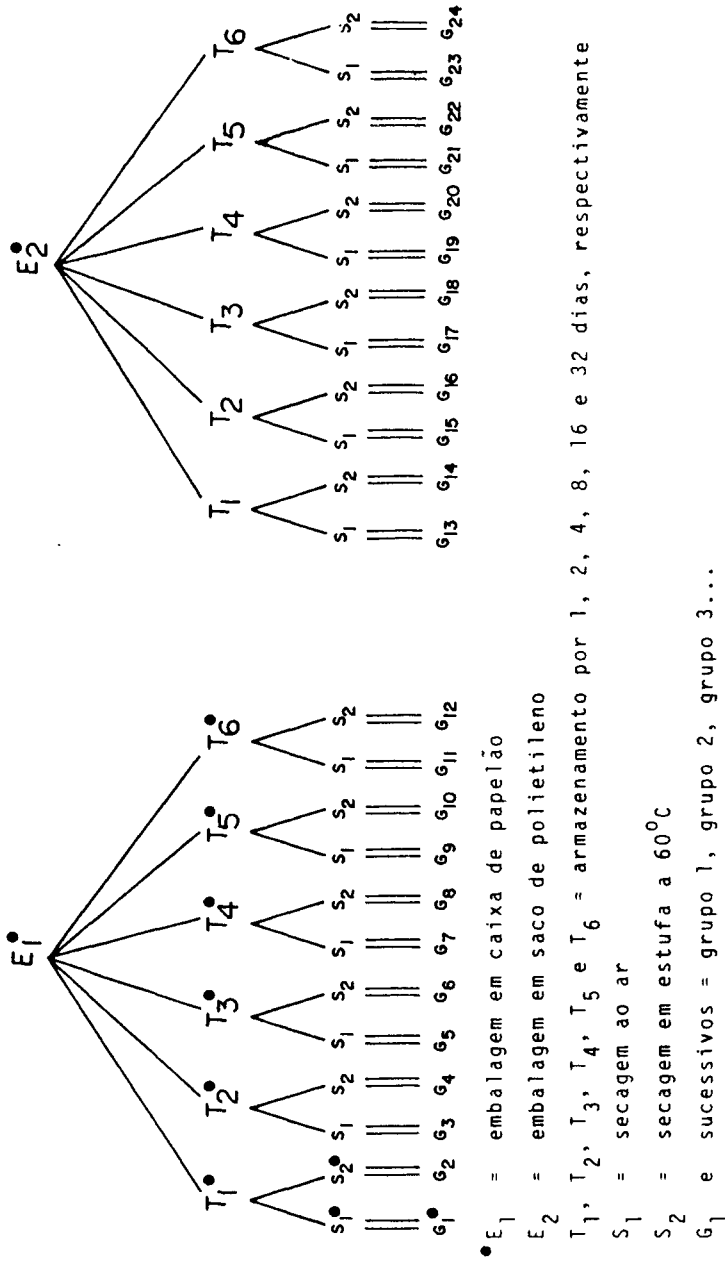


Fig. 1. Esquema experimental utilizado para a definição das unidades (OTU's) para a análise de agrupamento

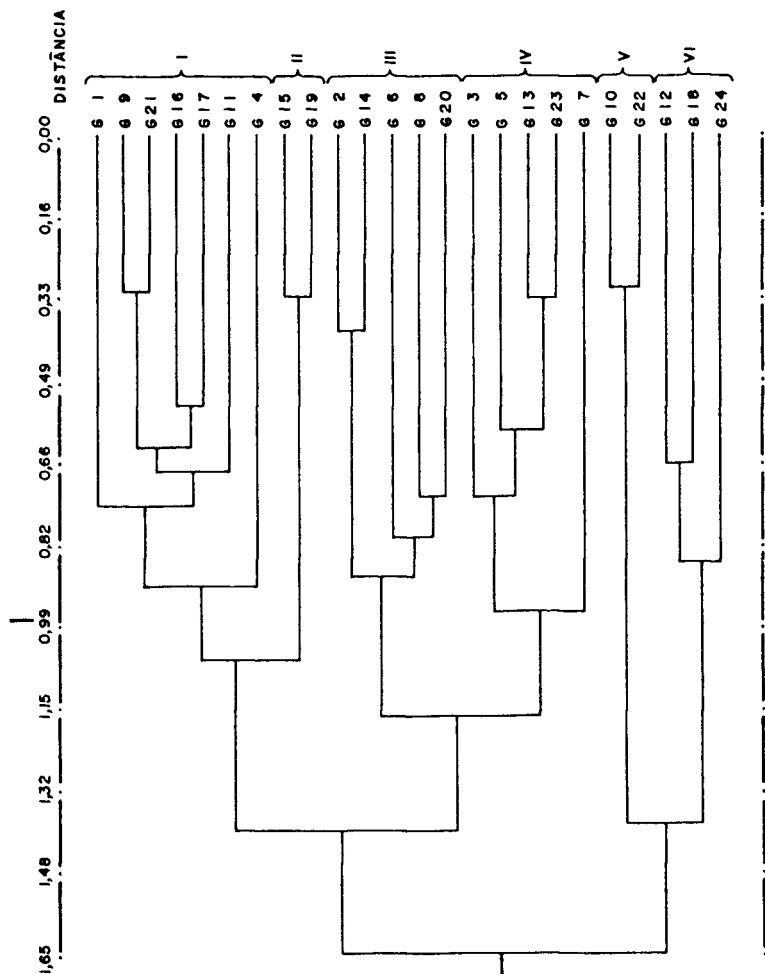


Fig. 2. Fenograma obtido pelo método U.A.L., usando a distância como medida de semelhança, mostrando o interrelacionamento dos diversos OTU's (grupos) obtidos pela combinação dos fatores embalagem, secagem e armazenamento para uma Terra Roxa Estruturada
 Coeficiente de correlação cofenética = 0,99

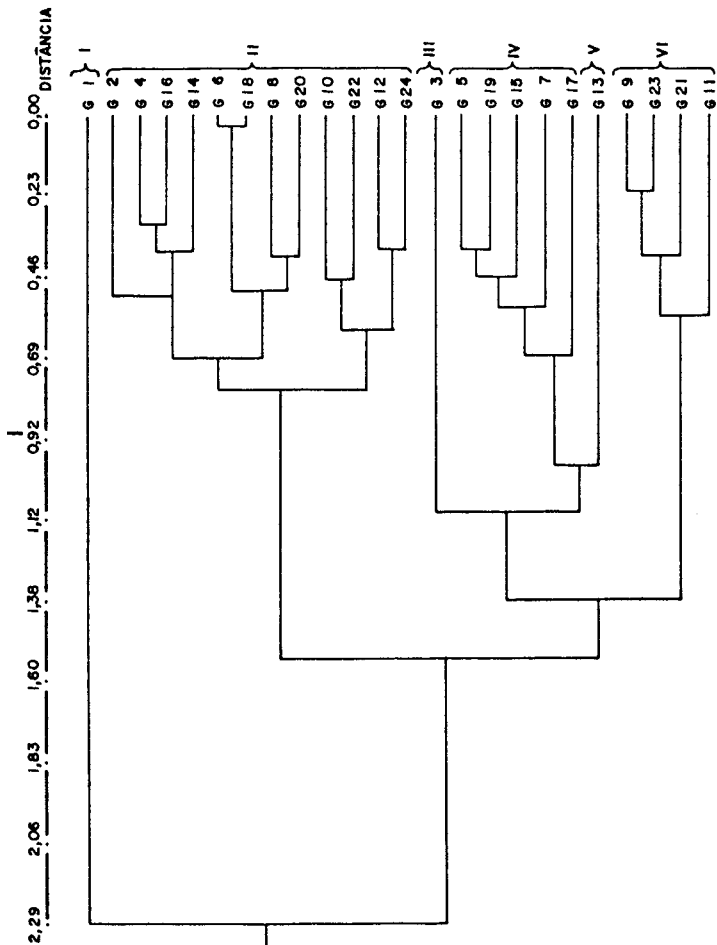


Fig. 3. Fenograma obtido pelo método U.A.L., usando a distância como medida de semelhança, mostrando o interrelacionamento dos diversos OTU's (grupos) obtidos pela combinação dos fatores embalagem, secagem e armazenamento para um Latossol Vermelho Escuro - textura média. Coeficiente de correlação cofenética = 0,92

G_{20} , o agrupamento IV pelos grupos G_3 , G_5 , G_{13} , G_{23} e G_7 , o agrupamento V pelos grupos G_{10} e G_{22} e o agrupamento VI pelos grupos G_{12} , G_{18} e G_{24} .

Agora pode-se estabelecer o fator ou fatores comuns a cada agrupamento, utilizando-se a Figura 1 para identificar os três fatores que compõem cada grupo.

Considere-se o agrupamento III como exemplo. O mesmo é formado pelos grupos G_2 , G_{14} , G_6 , G_8 e G_{20} . Pela figura 1 verifica-se que:

G_2	—————	$E_1 T_1 S_2$
G_{14}	—————	$E_2 T_1 S_2$
G_6	—————	$E_1 T_3 S_2$
G_8	—————	$E_1 T_4 S_2$
G_{20}	—————	$E_2 T_4 S_2$

de onde se observa que o fator comum a todos os grupos é S_2 , ou seja, secagem em estufa, sendo este fator considerado o que mais influencia a análise química.

Procedendo-se da mesma forma para os outros grupos, verifica-se que para o agrupamento I o fator comum é S_1 , para o II os fatores são E_2 e S_1 , para o IV o fator comum é S_1 , para o V os fatores comuns são T_2 e S_2 e para o VI é S_2 .

Pode-se observar que o fator secagem é o elemento comum dentro dos agrupamentos, podendo-se concluir que para a Terra Roxa Estruturada a secagem é o que mais influencia os resultados analíticos das sete variáveis estudadas, isto é, matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo.

Considerando o LEm verifica-se que, adotando-se o nível hierárquico $d = 0,92$, também foram estabelecidos 6 agrupamentos (figura 3), sendo que 3 deles (I, III e V) apresentam comportamento individualizado, isto é, são

formados por um único grupo. Os agrupamentos II, IV e VI, formados por vários grupos, apresentam como fatores comuns S_2 , S_1 e S_1 , respectivamente.

Assim, da mesma forma que para TE, o fator secagem é o elemento comum dentro dos agrupamentos sendo, portanto, este fator o que mais influencia os resultados analíticos para o LEm.

Pode-se dizer que, para os dois solos considerados, o processo de secagem da amostra reveste-se de importância no procedimento analítico para amostras de terra, principalmente com relação ao pH e fósforo, visto que as alterações provocadas poderão resultar em interpretação diferente, com relação às classes de nutrientes no solo, com conseqüente reflexo na recomendação de adubação (TABELAS, 1977).

CONCLUSÕES

1. No preparo da amostra para análise a secagem ao ar e em estufa a 60°C determinaram-se variações nos resultados analíticos para o pH e fósforo, com as demais características químicas, praticamente, não apresentando variações. Foram obtidos valores de pH sistematicamente mais baixos quando as amostras foram secas em estufas, em comparação às amostras secas ao ar, sendo as diferenças observadas de 0,3 a 0,6 unidades de pH. O contrário ocorreu com o fósforo, onde foram obtidos teores sistematicamente mais elevados para as amostras secas em estufa. Não se notou influência da embalagem nos resultados, ao passo que o tempo de armazenamento apresentou influência para o fósforo.

2. A aplicação de análise de agrupamento aos resultados permitiu afirmar que a secagem foi o fator que mais influenciou os resultados analíticos, principalmente com relação ao pH e teor de fósforo trocável.

3. As variações dos resultados para pH, em função da secagem, e fósforo, em função da secagem e tempo de armazenamento, foram de ordem a alterar a interpretação

da fertilidade quanto aos limites de classes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTOE, O.J. Potassium fixation and release in soils occurring under moist and drying conditions. *Proceedings. Soil Science Society of America*, Madison, 11:145-9, 1946.
- CARVALHO, W.A.; SPINDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da fazenda Lageado - estação experimental Presidente Médici. *Boletim Científico*, Botucatu, 1:1-95, 1983.
- CATANI, R.A. *Avaliação da fertilidade do solo; métodos de análise*. Piracicaba, Livroceres, 1974. 61p.
- GUPTA, P.L. & RORISON, I.J. Effects of storage on the soluble phosphorus and potassium content of some Derbyshire soils. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, 11(3):1185-92, 1974.
- HANWAY, J.J. & SCOTT, A.D. Soil potassium moisture relations. *Proceedings. Soil Science Society of America*, Madison, 21:501-4, 1957.
- JAIYEBO, E.O. Effect of drying and storage on the exchangeable potassium content of some western Nigeria soils. *Soil Science*, New Jersey, 106(5):399-404, 1968.
- LIEROP, W.V. & MACKENZIE, A.F. Soil pH measurement and its application to organic soils. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, 57(1):55-64, 1977.
- MOLLOY, M.G. & LOOCKMAN, R.B. Soil analysis as affected by drying temperatures. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 10(3):545-50, 1979.
- PEVERILL, K.I.; BRINEER, G.P.; DOUGLAS, L.A. Changes in extractable sulphur and potassium levels in soils due to oven drying and storage. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, 13(1):69-75, 1975.

- PISKULA, K. Effect of different drying and storing soil samples on available phosphorus and potassium contents and pH value soil. *Pamiętnik Pulawski*, Warszawa, 42, 1971. Apud *Soils and Fertilizers*, Harpender, 35(1): 20, 1972.
- QUAGGIO, J.A. & RAIJ, B. van. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 3:181-4, 1979.
- RAIJ, B. van. *Interpretação da análise da terra*. Campinas, s.ed., 1975. 18p.
- RAIJ, B. van & ZULLO, M.A.T. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.
- REITEMEIR, R.F. The chemistry of soil potassium. *Advances in Agronomy*, New York, 3:113-59, 1951.
- SNEATH, P.H.A. & SOCKAL, R.R. *Numerical taxonomy*. San Francisco, s.ed., 1973. 450p.
- TABELAS de adubação e calagem. *Boletim*. Instituto Agrônomo, Campinas (209):1-196, 1977.

Entregue para publicação em: 09/06/89

Aprovado para publicação em: 27/12/89