

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA FINS DE RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO COM FÓSFORO E POTÁSSIO PARA A CULTURA DO CAFEIEIRO

CORRÊA, J.B.¹; FERNANDES, L.A.²; GUIMARÃES, P.T.G.³; CARVALHO, J.G.⁴ e REIS JÚNIOR, R.A.⁵

- Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ-CBP&D/Café -

¹ Professor DCS/UFLA - Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG, <jbcorrea@ufla.br>; ² Professor Núcleo de Ciências Agrárias UFMG, Montes Claros-MG; ³ Pesquisador EPAMIG/CTSM, Lavras-MG; ⁴ Professora DCS/UFLA; ⁵ Bolsista FUNAPE/CBP&D/Café.

RESUMO: O experimento foi conduzido em condições de campo, na fazenda experimental da EPAMIG, no município de Três Pontas (MG), num Latossolo Vermelho-Escuro, no período de janeiro a dezembro de 1998, com o objetivo de definir a profundidade, o local e a época de amostragem do solo para fins de recomendação de calagem e adubação com fósforo e potássio para o cafeeiro em produção. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com cinco repetições, sendo as parcelas os locais de amostragem (projeção da copa e entrelinhas de plantio), e as subparcelas, as profundidades (0-10, 0-15, 0-20, 20-40, 5-10, 10-15 e 15-20 cm). As amostras de solo foram coletadas em três épocas: antes e após a arruação e após a esparramação do cisco. Pelos resultados obtidos, verificou-se que, tanto para recomendação de calagem quanto para adubação com fósforo e potássio, a melhor época de amostragem foi antes da arruação, na projeção da copa e na camada de 0-20 cm de profundidade.

Palavras-chave: café, amostra de solo, amostragem, calagem, fertilização.

SOIL SAMPLING FOR RECOMMENFATION OF LIMING AND P, K FERTILIZERS FOR COFFEE

ABSTRACT: The experiment was carried out at Experimental Station of EPAMIG, Três Pontas (MG) country, in an Oxisol, from January to December of 1998, with the objective to define the depth, place and date of soil samples to liming and fertilization with potassium and phosphorus recommendations of coffee plants. The experimental design utilized was randomic blocs, in split plots, with five replications, being in the plots, the places (cup projection and interlineation), and in the subplots, the depths (0-10; 0-15; 0-20; 20-40; 5-10; 10-15 and 15-20 cm). The soil samples were collected in three dates: before and after squaring and after trash dispersion. The results indicated that to liming and

fertilization recommendation, the best date was after squaring, in the canopy projection and 0-20 cm of depth.

Key words: coffee, soil samples, liming, fertilization.

INTRODUÇÃO

A comercialização mundial do café movimentou considerável quantia de recursos financeiros, fazendo com que este comércio se situe em segundo lugar internacionalmente, superado apenas pelo petróleo (Mendes, 1996). O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e, apesar de ter diminuído temporariamente a sua participação no total exportado, este cultivo ainda continua sendo de fundamental importância para a economia brasileira (Anuário Estatístico do Café, 1998).

Para o Estado de Minas Gerais, que responde por mais de 50% da produção nacional, o cultivo do cafeeiro apresenta enorme importância, tanto econômica quanto social. Estudo realizado pela FAEMG (1996) mostra que os cafezais ocupam, em média, 15,4% da área das propriedades produtoras de café do Estado (Silva, 1998).

Até a década de 60, os cafezais brasileiros eram implantados em áreas ocupadas por matas de média a alta fertilidade. A partir daí, com a diminuição e também proibição do uso das áreas sob floresta natural e o alto custo das terras mais férteis, as áreas com cafeeiros expandiram para os solos com menor fertilidade, onde problemas nutricionais começaram a aparecer (Guimarães e Lopes, 1984), surgindo a necessidade de se fazer a correção da fertilidade desses solos.

A análise química do solo é o instrumento básico para a transferência de informações sobre calagem e adubação da pesquisa para o agricultor. É possível, através de uma análise de solo bem feita, avaliar o grau de deficiência de nutrientes e determinar as quantidades a aplicar nas adubações. A análise do solo para fins de fertilidade tem como objetivo conhecer o nível de fertilidade do solo para uma adequada recomendação de corretivos e fertilizantes, visando sempre a produção, sendo atualmente de largo emprego.

Para que seus objetivos sejam atingidos, é necessário a realização de várias etapas, que vão desde a amostragem do solo até a recomendação do corretivo ou do adubo, sendo a amostragem uma das mais importantes (Chitolina, 1982; Boareto et al., 1988) e a que mais influencia os erros finais (Jorge, 1982).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo definir a profundidade, o local e a época de amostragem do solo para fins de recomendação de calagem e adubação com fósforo e potássio para o cafeeiro em produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, no município de Três pontas (MG), num Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado, com baixos teores naturais de cálcio e elevada saturação por alumínio. A cultivar de cafeeiro utilizada foi a Mundo Novo LCP 379-19 em espaçamento 4 x 1 m, com uma planta por cova e com seis anos de idade.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcela subdividida, com cinco repetições, sendo as parcelas os locais de amostragem (projeção da copa e entrelinhas de plantio) e as profundidades (0-5, 0-10, 0-15, 0-20, 20-40, 5-10, 10-15 e 15-20 cm) as subparcelas. Cada parcela experimental foi constituída de 60 plantas (quatro linhas com 15 plantas cada uma), sendo as 20 plantas centrais (duas linhas com 10 plantas cada) consideradas como parcela útil. As amostragens foram feitas em três épocas: antes e após a arruação e depois da esparramação de cisco.

Foram coletadas 10 amostras simples por parcela para se fazer uma amostra composta, que, após seca ao ar e passada em peneira de 2 mm, foi submetida às análises químicas para pH em água, alumínio trocável, cálcio, magnésio, potássio e fósforo, conforme metodologia de EMBRAPA (1997).

Por ocasião da amostragem do solo foram coletadas amostras de folhas, para determinação dos teores de Ca, Mg, P e K, conforme Malavolta (1997).

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey. Foram também realizadas análises de correlações simples entre os teores de Ca, Mg, P e K no solo com os respectivos teores nas folhas do cafeeiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH em água, em todas as profundidades estudadas, foram superiores nas amostras coletadas na entrelinha antes da arruação (Tabela 1). Os menores valores encontrados na projeção da copa são resultantes, provavelmente, da acidificação do solo pelos fertilizantes, principalmente pelos nitrogenados, uma vez que as adubações são realizadas nesse local.

Os fertilizantes aplicados ao solo, após reação destes, produzem significativa alteração do pH, sendo a maior alteração do pH promovida pelos fertilizantes nitrogenados amoniacais, ou por aqueles que resultam na formação de amônio no solo, como é caso da uréia (Bartlett e Simpson, 1967; Blackmer et al., 1989). As plantas podem também alterar o pH do solo. As raízes alteram o pH através da liberação de íons H^+ ou OH^- , em função do balanço entre absorção de cátions e ânions, dada a necessidade do balanço eletroquímico tanto no citoplasma das células da raiz quanto na solução do

solo. Ainda relacionado com as plantas, deve-se considerar que o próprio processo de colheita representa uma importante fonte de acidificação dos solos, devido à remoção de bases do sistema solo.

Tabela 1 - Valores de pH em água para as amostras de solo coletadas nas três épocas estudadas na entrelinha e projeção da copa, nas diferentes profundidades

Prof. (cm)	Antes da arruação		Após arruação		Após esparramação	
	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa
0-5	6,18aA	4,02abB	4,12abA	4,66bcA	5,04aA	4,80aA
0-10	6,20aA	4,04abB	5,78aA	5,12abcA	5,00aA	5,00aA
0-15	6,00aA	4,28abB	5,60aA	4,52cA	5,00aA	5,00aA
0-20	6,10aA	4,30abB	5,50aA	5,88abA	5,18aA	5,26aA
20-40	6,10aA	4,56aB	4,56aA	4,06cA	5,30aA	4,26aA
5-10	6,18aA	4,04abB	5,54aA	6,12aA	5,14aA	5,02aA
10-15	6,04aA	3,90bB	4,54abA	4,50cA	5,22aA	5,22aA
15-20	6,28aA	4,06abB	5,58aA	6,02aA	5,38aA	5,14aA
CV (%)	3,37		7,40		5,80	

Medias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Nas demais épocas avaliadas, após a arruação e após esparramação, não foi verificada diferenças estatísticas entre os valores de pH em água determinado nas amostras coletadas na entrelinha e na projeção da copa (Tabela 1), provavelmente pelo fato de que, tanto na operação de arruação quanto de esparramação, ocorre homogeneização das camadas superficiais do solo da linha com o da projeção da copa, diluindo a acidez da projeção da copa. Quanto à profundidade de amostragem, houve pequena diferença estatística entre os valores de pH.

Para os valores de alumínio trocável, ao contrário do pH, os maiores valores foram observados na projeção da copa, principalmente na época antes da arruação (Tabela 2). Com a diminuição do pH do solo pelos fertilizantes e pelo processo de absorção de nutrientes pelas raízes, o alumínio precipitado pela reação do calcário no solo pode retornar à forma trocável (Rao et al., 1997). Quanto a profundidade de amostragem, os maiores valores foram verificados nas camadas mais superficiais do solo, provavelmente pelas mesmas razões que contribuiriam para o abaixamento do pH nessas camadas, discutidas anteriormente.

Os valores de cálcio e magnésio trocáveis foram, na época antes da arruação, menores na projeção da copa, possivelmente pela maior absorção destes nesse local, uma vez que a maior parte das raízes se encontra nessa região (Tabelas 3 e 4). Nas outras épocas de amostragem, a pequena ou ausência de diferença significativa dos valores de cálcio e magnésio trocáveis da projeção da copa com o da entrelinha pode também ser atribuída a uma homogeneização das camadas superficiais dos solos dessas áreas.

Tabela 2 - Valores de alumínio trocável para as amostras de solo coletadas nas três épocas estudadas, na entrelinha e projeção da copa, nas diferentes profundidades

Prof. (cm)	Antes da arruação		Após arruação		Após esparramação	
	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa
0-5	0,00aB	1,38aA	1,20aA	0,82bA	0,46aA	0,64aA
0-10	0,00aB	1,38aA	0,00bA	0,00cA	0,54aA	0,34bB
0-15	0,00aB	1,10abA	1,30aA	1,60aA	0,26bB	0,42abA
0-20	0,00aB	0,86abA	0,00bA	0,00cA	0,28bA	0,123cB
20-40	0,00aB	0,60bA	1,10aA	1,72aA	0,16cA	0,00dD
5-10	0,00aB	1,22abA	0,00bA	0,00cA	0,50aA	0,34bB
10-15	0,00aB	1,48aA	1,20aA	0,92bA	0,44abA	0,24bcB
15-20	0,00aB	1,14aA	0,00bA	0,00cA	0,12cB	0,32bA
CV (%)	2,61		4,22		3,40	

Medias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3 - Valores de cálcio trocável para as amostras de solo coletadas nas três épocas estudadas, na entrelinha e projeção da copa, nas diferentes profundidades

Prof. (cm)	Antes da arruação		Após arruação		Após esparramação	
	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa
0-5	4,26aA	1,66aB	1,58dA	1,12cdA	2,34aA	2,32aA
0-10	3,64aA	1,14aB	3,86aA	1,44bcdA	2,10aA	2,28aA
0-15	3,54aA	1,42aB	1,36dA	1,12cdA	2,54aA	2,04aA
0-20	3,38aA	1,66aB	3,40abA	2,40aA	2,12aA	2,62aA
20-40	2,16cA	1,52aB	1,84cdA	0,74dA	1,64dA	1,12bB
5-10	3,20bA	1,58aB	2,70bcA	2,26abA	1,86bB	2,08aA
10-15	3,50abA	1,08aB	1,24dA	1,02cdA	1,92abB	2,22aA
15-20	3,14bcA	1,18aB	2,52bcA	1,74abcA	1,80bA	1,72bA
CV (%)	14,10		3,12		11,20	

Medias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 4 - Valores de magnésio trocável para as amostras de solo coletadas nas três épocas estudadas na entre linha e projeção da copa, nas diferentes profundidades

Prof. (cm)	Antes da arruação		Após arruação		Após esparramação	
	E. linha	P. copa	E. linha	P. copa	E. linha	P. copa
0-5	1,48abA	0,40aB	0,62bcA	0,30dB	1,00aA	1,10aA
0-10	1,54abA	0,44aB	1,64aA	0,72bcdA	0,84aA	0,84aA
0-15	1,68aA	0,45aB	0,60bcA	0,56bcdA	0,66bA	0,66bA
0-20	1,50abA	0,56aB	1,20abcA	1,56aA	0,82abcA	0,82abcA
20-40	1,02cA	0,46aB	0,64bcA	0,30dD	0,66bB	0,66bA
5-10	1,54abA	0,44aB	1,40aA	1,06abB	0,80abA	0,80abA
10-15	1,36abcA	0,46aB	0,30cA	0,42cdA	0,88abA	0,88abA
15-20	1,18bca	0,56aB	1,04abA	1,02abcA	0,84abA	0,84abA
CV (%)	3,10		3,71		13,10	

Medias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o cálcio e magnésio houve diferença significativa estatisticamente entre as profundidades nas camadas coletadas após a arruação. Considerando que a época mais adequada para amostragem é antes da arruação, na projeção da copa, as amostras devem ser coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade, uma vez que os métodos de recomendação de calagem foram desenvolvidos para essa camada; no presente estudo, não houve diferença significativa até essa profundidade.

Para os nutrientes fósforo e potássio, determinados nas amostras de solo coletadas na época antes da arruação, os maiores valores foram verificados na projeção da copa, onde se faz a aplicação desses nutrientes (Tabelas 5 e 6), ao contrário do cálcio e do magnésio, uma vez que a calagem foi feita uniformemente em toda a área por ocasião da instalação da lavoura. Nas demais épocas de amostragem não houve diferenças significativas entre os valores de fósforo e potássio determinados na projeção da copa e na entrelinha.

Quanto à profundidade de amostragem, os maiores valores foram verificados nas camadas mais superficiais (0-5 e 0-10), na época antes da arruação, na projeção da copa, enquanto, de modo geral, nas demais épocas não houve diferenças significativas. Da mesma forma que para a calagem, as tabelas de recomendação de adubação são desenvolvidas para a camada de 0-20 cm de profundidade. Caso a amostragem seja feita nessa camada, a quantidade de nutriente a ser recomendada deve ser dividida por dois, visto que não há uma incorporação do nutriente até 20 cm de profundidade. Nesse caso, pode haver diluição dos teores de P e K, que são maiores nas camadas mais superficiais.

Tabela 5 - Valores de fósforo para as amostras de solo coletadas nas três épocas estudadas, na entrelinha e projeção da copa, nas diferentes profundidades

Prof. (cm)	Antes da arruação		Após arruação		Após esparramação	
	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa
0-5	6,2aB	56,6aA	8,4aA	1,6aB	7,8bB	15,0aA
0-10	3,4aB	39,2abA	8,6bA	1,2aB	12,4aA	4,0cB
0-15	3,4aA	25,0bcA	5,5aA	28,8aB	10,2aA	4,6cB
0-20	3,5aB	21,9bcA	5,6bA	2,6aB	4,8bcA	4,0cA
20-40	3,6aB	12,0cA	7,4bA	7,6aB	1,7ca	1,0bA
5-10	4,0aB	24,0bcA	4,0bA	1,2aB	6,8bA	8,6bA
10-15	3,8aB	17,0cA	11,0bA	10,6aA	6,8bA	4,6cA
15-20	3,6aB	13,0cA	2,2bA	1,0aB	2,8cA	3,6cA
CV (%)	7,2		13,0		12,7	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 6 - Valores de potássio trocável para as amostras de solo coletadas nas três épocas estudadas, na entre linha e projeção da copa, nas diferentes profundidades

Prof. (cm)	Antes da arruação		Após arruação		Após esparramação	
	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa
0-5	155aB	236abA	349abA	178aB	220aA	184aB
0-10	164aB	242aA	275abA	139aB	220aA	200aA
0-15	158aA	171cA	288abA	251aA	197aA	152aAB
0-20	147aA	147cA	220abA	175aB	191aA	143aAB
20-40	133aA	163cA	568aA	207aB	139bA	121aA
5-10	159aB	242aA	207bA	166aB	197aA	180aA
10-15	163aB	236abA	239abA	207aA	199aA	199aA
15-20	135aB	181bcA	197bA	153aB	175abA	157aA
CV (%)	3,8		6,9		12,3	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na Tabela 7 são apresentados os coeficientes de correlação entre os teores de nutrientes na folha e os respectivos teores no solo. Verifica-se que as melhores correlações foram obtidas na época antes da arruação e na projeção da copa, indicando que as amostras do solo coletadas nesse local refletem melhor o estado nutricional da planta.

Tabela 7 - Coeficientes de correlação entre os teores de nutrientes no solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, e os respectivos teores na plantas

Nutriente	Antes arruação		Após arruação		Após esparramação	
	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa	Entrelinha	P. copa
Ca	0,45ns	0,98ns	-0,12ns	-0,20ns	0,58ns	0,54ns
Mg	0,38ns	0,79*	0,34ns	0,16ns	0,37ns	0,45ns
P	0,26ns	0,88*	0,23ns	0,41ns	0,52ns	0,62ns
K	0,56ns	0,93**	0,41ns	0,39ns	0,61ns	0,73*

** e * significativo em nível de 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de t.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, verificou-se que, tanto para recomendação de calagem quanto para adubação com fósforo e potássio, a melhor época de amostragem foi antes da arruação, na projeção da copa e na camada de 0-20 cm de profundidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. **Coffee business**. 4. ed. Rio de Janeiro, 1998. 137p.
- BARTLETT, R.J.; SIMPSON, T.J. Interaction of ammonium and potassium in a potassium-fixing soil. **Soil Science American Proceedings**, 31:219-222, 1967.
- BLACKMER, M.; POTTKER, D.; CERRATO, M.E.; WEBB, J. Correlations between soil nitrate concentrations in late spring and corn yields in Iowa. **Journal Proceedings Agricultural**. 2:107-109, 1989.
- BOARETO, A.C.; CHITOLINA, J.C.; CRUZ, A. de P. Fundamentos para a amostragem de solo. In: SIMPÓSIO SOBRE INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO E PLANTA PARA FINS DE ADUBAÇÃO, 1988, Botucatu: UNESP. **Anais**.
- CHITOLINA, J.C. **Contribuição de alguns fatores nos resultados da análise química de terra e seus efeitos nas recomendações de adubação e calagem**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1982. 200p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais**. Belo Horizonte: FAEMG, 1996. 52p.

- GUIMARÃES, PT.G.; LOPES, A. S. Solos para o cafeeiro: características, propriedades e manejo. In. RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). **Cultura do cafeeiro e fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.115-149.
- JORGE, H.D. **Amostragem do solo para análise química**. Porto Velho: EMBRAPA, 1982. 11p. (Circular técnico, 8).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997, 289p.
- MENDES, A.N.G. **Economia cafeeira**: O agribusiness. Lavras: UFLA/FAEPE. 1996. 59p. (Curso de Cafeicultura Empresarial Produtividade & Qualidade).
- RAO, I.M.; BORRERO, V.; RICAURTE, J.; GARCIA, R.; AYARZA, M.A. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils. III. Differences in phosphorus acquisition and utilization as influenced by varying phosphorus supply and soil type. **Journal of Plant Nutrition**, New York, 20:155-180, 1997.
- SILVA, S. de M. **Competitividade do agronegócio do café na região sul de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 1998. 125p. (Dissertação - Mestrado em Administração da Empresa Rural).