

## CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NA PARTE AÉREA DO CAFEIRO EM DIFERENTES GRAUS DE COMPACTAÇÃO E CLASSES DE SOLOS

CORRÊA, J.B.D.<sup>1</sup>; MELLO, B.<sup>2</sup>; SOUZA, C.A.S.<sup>3</sup> e ALVES, V.G.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Professor DAG da UFLA, Cx.P. 37, CEP: 37200.000, Lavras-MG, <correa@ufla.br>; <sup>2</sup>Professor do ICIAG/UFU Uberlândia-MG; <sup>3</sup>Professor DAG da UFLA, Lavras-MG; <sup>4</sup>Aluno de Pós-Graduação DAG/UFU, Lavras-MG.

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo estudar os efeitos da compactação do solo na concentração de nutrientes no cafeeiro, em casa de vegetação. O experimento foi conduzido no DCS/ UFLA por 150 dias. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial (5x3), sendo cinco níveis de compactação (50; 62,5; 75; 87,5; e 100%) da densidade máxima atingida na curva de proctor normal e três classes de solos (Latosolo Roxo – LR; Latossolo Vermelho-Amarelo textura média - LVm e Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso - LVr), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de vasos de cano de PVC – 150 mm de diâmetro, compostos de três anéis, aplicando-se os graus de compactação no anel central. A adubação básica foi feita com P, K, N, S, Fe, Mn, Cu, Zn e B, nas doses de 280; 148; 100; 34; 1,56; 3,66; 1,39; 5,0; e 0,82 mg/kg de solo. Conduziram-se duas plantas da cultivar Acaia cerrado MG 1474 por vaso, avaliando-se a concentração de nutrientes na parte aérea. Os resultados mostraram que o aumento do nível de compactação de até 75% no LR e 66% no LVm aumentou o rendimento de matéria seca da parte aérea, não influenciando o LVr. A concentração de K e N aumentou com o aumento do grau de compactação nos solos LR e LVr, respectivamente. Para o fósforo, verificou-se redução no LVm e praticamente não houve efeito no LR e LVr. Para o S, o aumento da compactação reduziu a concentração, independentemente do solo. A concentração de Mg foi reduzida com o aumento da compactação, independentemente da classe de solo.

**Palavras-chave:** macronutrientes, cafeeiro, compactação, solos.

### CONCENTRATIONS OF MACRONUTRIENTS IN THE SHOOT OF THE COFFEE TREE IN DIFFERENT DEGREES OF COMPACTION AND SOIL CLASSES

**ABSTRACT:** This work was designed to study the effects of soil compaction on the concentration of nutrients in the coffee tree under greenhouse conditions . The experiment was conducted in the DCS/ UFLA for 150 days . The experimental design was randomized blocks in a 5 x 3 factorial scheme, 5 being

the compaction degree ( 50; 62.5; 75; 87.5 and 100% ) of the maximum density reached on the normal proctor curve and three soil classes ( Red Dusky Latosol – LR, medium textured Yellow Red Latosol – LVm and clayey Red yellow Latosol – LVr) with four replicates. The plots were made up of PVC tube pots – 150 mm in diameter, composed of three rings , the compaction degrees being applied on the central ring . The basic fertilization was done with P, K, N, S, Fe, Mn , Cu, Zn and B at the doses of ( 280, 148; 100; 34; 1.56; 3.66; 1.39; 5.0 and 0.82) mg/kg of soil . Two plants of the cultivar Acaia cerrado MG 1474 per pot were conducted , by evaluating the concentration of nutrients in the shoot. The results showed that the increased compaction degree raised dry matter yield in the shoot up to 75% in the LR and 66% in the LVm, not influencing the LVr. The concentration of K and N increased with the rise f the compaction degree on the soils Lr and LVr, respectively. For phosphorus , reduction in LVm was found and practically there was no effect on the LR and LVr. Fr S , increased compaction reduced the concentration independent of the soil. The concentration of MG was reduced with increasing compaction independent of the soil class.

**Key words:** macronutrients, coffee, compaction, soil.

## INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma das principais culturas cultivadas no Brasil e no mundo, sendo o café um dos principais produtos agrícolas de exportação de países como Brasil, Colômbia, México e Costa Rica, e em vários outros ele é alvo de pesquisa e avanços tecnológicos constantes. Atualmente a cultura está sendo mecanizada em todas as suas etapas, desde a implantação até a colheita, o que induz à necessidade da utilização de máquinas e implementos agrícolas durante todo o ciclo da cultura, independentemente das condições de clima e solos. O uso inadequado de máquinas e equipamentos na cultura pode induzir à compactação do solo em diferentes profundidades e intensidade. O mais preocupante é que a compactação do solo e seus efeitos prejudiciais não têm sido avaliados pela pesquisa nem mesmo em nível de propriedade rural.

A compactação do solo pode afetar diretamente a absorção de nutrientes pelas plantas, uma vez que reduz os espaços vazios do solo, por onde circula e é absorvida a solução do solo. O papel da solução do solo como fonte de nutrientes e a maneira como sua concentração é mantida nas vizinhanças da raiz é assunto de muita relevância na nutrição de plantas. As raízes ocupam apenas uma pequena fração do volume total do solo, sendo a velocidade com que os nutrientes alcançam a superfície radicular muito

importante para sua absorção. Os nutrientes atingem os lugares de absorção da raiz se movimentando com a água, para satisfazer as exigências transpiratórias da planta (fluxo de massa), ou se movendo independentemente da solução (difusão) para a superfície radicular; há uma exaustão nessa região, criando um gradiente de concentração com a solução do solo mais distante da raiz.

Não é fácil determinar exatamente a influência da compactação sobre os mecanismos de movimento iônico. A condutividade hidráulica do solo saturado é maior em solos menos compactados. Para um mesmo solo, em condição não-saturada, a diminuição do conteúdo de água provoca queda menos acentuada da condutividade hidráulica num solo compactado do que num solo não-compactado. Assim, por exemplo, se a condutividade do solo não-saturado aumenta com a compactação, o fluxo de massa será maior, carreando mais rapidamente os íons da solução. Nesse caso, por esse mecanismo, a compactação aumentará o transporte de íons até a superfície de absorção. Isso ocorre com o íon nitrato, por exemplo, visto que o fluxo de massa é muito importante para o seu movimento.

Mandal et al. (1990), trabalhando em um solo franco-arenoso com 80 g/kg de argila, estudaram o efeito dos níveis moderadamente compactado ( $DS = 1,79 \text{ g/cm}^3$ ) altamente compactado ( $DS = 1,85 \text{ g/cm}^3$ ) e sem compactação ( $DS = 1,52 \text{ g/cm}^3$ ), na lixiviação de nitrato, aplicado na forma de nitrato de potássio (20 kg de nitrogênio por hectare). Após as sucessivas irrigações, observou-se, que quando se aumentou a compactação, a concentração mais alta de nitrato foi encontrada em menores profundidades e que a perda de nitrato por lixiviação foi três a quatro vezes menor nos níveis mais altos de compactação. Concluiu-se neste trabalho que, em solos de textura grosseira, a adubação nitrogenada pode ser economizada por compactação mecânica, desde que em níveis toleráveis.

A influência da compactação na difusão de nutrientes (íons que se movem principalmente por difusão no solo e reagem com a superfície das partículas, como o potássio e, em certas condições, o fósforo) ainda não é muito clara. Existem experimentos nos quais a compactação aumenta e outros nos quais ela diminui o coeficiente de difusão dos íons. O coeficiente de difusão do rubídio (substituindo o potássio) chegou a aumentar três vezes, para uma mesma umidade, com o aumento da densidade de um solo franco-arenoso de densidade de 1,36 para  $1,95 \text{ g/cm}^3$  (Graham-Bryce, 1965).

Cornish et al. (1984) observaram que a compactação, medida pela variação da densidade do solo, afetou de maneira contrastante a habilidade de raízes de centeio de extrair fósforo do solo. No valor mais alto de densidade, mais fósforo foi colocado em contato com as raízes, aumentando, assim, potencialmente, sua disponibilidade. Entretanto, houve redução no comprimento das raízes, devido à menor taxa de alongação, reduzindo a virtual disponibilidade do elemento para a planta. O conteúdo de água foi o fator determinante, no campo, da predominância de um efeito sobre o outro.

As raízes menores que aparecem num solo compactado exudam uma quantidade abundante de mucilagem, que as une às partículas adjacentes do solo (Baligar et al., 1975). A íntima conexão entre a raiz e o solo, nessas circunstâncias, aumentou a habilidade da aveia em absorver manganês, em um solo deficiente neste elemento e mais compactado, no qual as plantas cresceram bem mais rapidamente (Passioura & Leeper, 1963).

Diante do exposto, pode-se observar que as informações sobre os efeitos da compactação do solo na concentração de nutrientes no cafeeiro são escassas na literatura existente, carecendo de elucidações técnicas e científicas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de nutrientes na parte aérea do cafeeiro aos 150 dias após o transplante, sob diferentes graus de compactação, em três classes de solos, em casa de vegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, no período de outubro de 1998 a março de 1999. Utilizaram-se materiais de Latossolo Vermelho-Amarelo textura média (LVm), Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso (LVr) e Latossolo Roxo muito argiloso (LR), coletados no município de Lavras /MG. Foram retiradas amostras deformadas, para realização de análises químicas e granulométricas, e amostras com estrutura indeformada, para determinação da densidade do solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Os resultados das análises químicas e granulométricas são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Resultados de análises químicas e granulométricas da camada de 0-20 cm dos três tipos de solos utilizados no experimento(\*), UFLA,1997

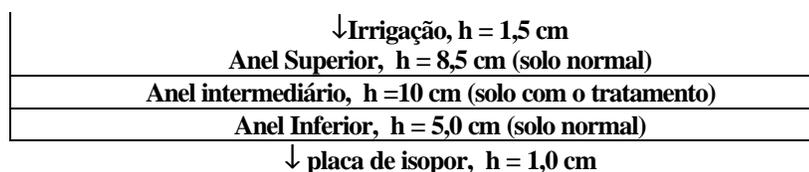
Solo	pH	P	K	Al	Ca	Mg	T	V	M.O.	Areia	Silte	Argila
-	-	mg/dm <sup>3</sup>	mmolc/dm <sup>3</sup>					%	g/kg			
LVm	5,2	1,0	0,8	2,0	4,0	2,0	27,8	24	8,0	69	9	22
LR	4,2	2,0	0,8	19,0	4,0	2,0	2118	3,2	61,0	17	12	70
LVa	4,8	1,0	0,7	4,0	11,0	3,0	77,7	19	21,0	47	10	42

(\*)- P e K = extrator Mehlich; Al, Ca e Mg = KCl 1N; pH = em água (1 / 2,5).

O material do solo foi seco e peneirado em malha de 5 mm. A seguir receberam calagem com calcário dolomítico PRNT 100% (38% de CaO e 14% de MgO ), em doses necessárias para elevar a saturação por bases de cada solo a 60%, ficando incubado por 60 dias, mantendo-se com

aproximadamente 90% da umidade da capacidade de campo. Cada vaso, com capacidade de  $3,98 \text{ dm}^3$ , foi constituído pela sobreposição de três anéis de PVC de 15 cm de diâmetro. O anel superior tinha uma altura de 10,0 cm, e os 1,5 cm superficiais foram deixados livres, sem solo, destinados à irrigação. O anel intermediário tinha 10,0 cm de altura e o anel inferior 5 cm. Os anéis foram unidos por fita adesiva (PVC) e o fundo do vaso (anel inferior) foi vedado por uma placa de isopor de 1 cm, conforme Figura 1.

O delineamento foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 3$ , com quatro repetições, envolvendo cinco graus de compactação e três classes de solos (LVm, LR e LVr). Os graus de compactação foram equivalentes a 50%, 62,5%, 75%, 87,5% e 100% da densidade máxima atingida por cada solo na curva obtida através do “Proctor Normal”, conforme Dias Júnior (1996), e foram aplicados apenas no anel central de cada vaso (Figura 1). As densidades correspondentes aos graus de compactação foram, respectivamente: 1,06; 1,33; 1,59; 1,86 e  $2,12 \text{ g/cm}^3$ , no LVm; 0,97; 1,21; 1,46; 1,70 e  $1,94 \text{ g/cm}^3$ , no LVa; e 0,94; 1,17; 1,40; 1,64 e  $1,87 \text{ g/cm}^3$ , no LR, sendo que se iniciou com o grau de compactação de 50%, pelo fato de as densidades dos solos, seco ao ar e peneirado, terem ficado iguais ou muito próximas de 50%. Para fazer a compactação, foi usado um anel confeccionado de ferro fundido com diâmetro maior e que permitia o ajuste ao tubo, para servir de proteção aos anéis de PVC, evitando assim rachaduras nos anéis. Os níveis de compactação foram obtidos através de golpes de um soquete com peso de 4,5 kg, sendo efetuados em três camadas de aproximadamente 3,3 cm de altura cada uma, com 25 golpes por camada.



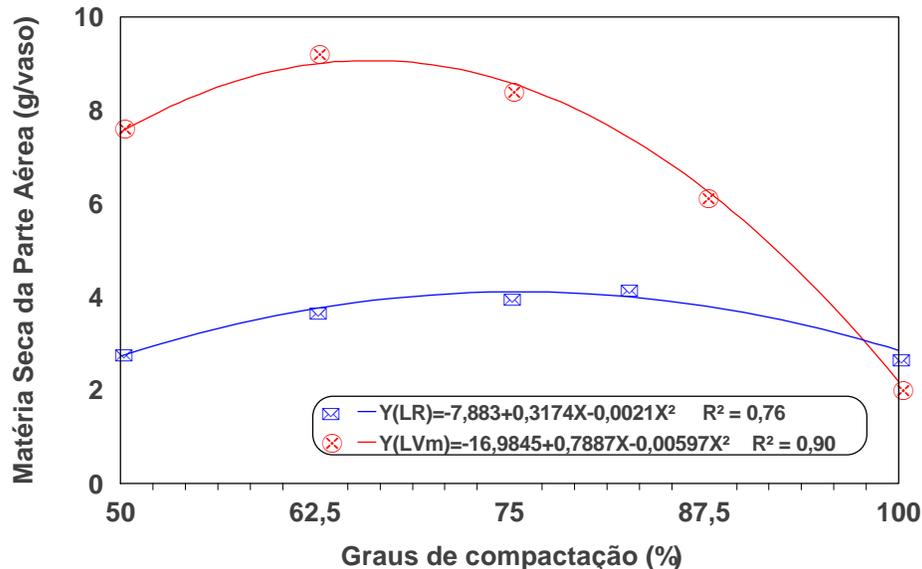
**Figura 1** - Esquema do vaso, formado pela sobreposição de três anéis de PVC de 150mm.

Os materiais dos solos receberam a seguinte adubação básica: P, K, N, S, Fe, Mn, Cu, Zn e B, correspondentes a 280; 148; 100; 34; 1,56; 3,66; 1,39; 5,0; e 0,82 mg/kg de solo, respectivamente. Após a formação dos vasos, fez-se a irrigação com um volume de água necessário para atingir 70% da capacidade de campo, ficando durante três dias antes do plantio recebendo esta mesma irrigação, para estabilização da umidade. Duas mudas de cafeeiro cultivar Acaia cerrado MG-1474, no estágio de palito de fósforo, foram transplantadas para o vaso. As irrigações foram realizadas diariamente, visando manter o solo próximo da capacidade de campo. Aos 40 e 80 dias após o plantio foram realizadas adubações em cobertura, com 20 mg de N e 50 mg de K/kg de solo. Aos 150 dias após o transplante, o experimento foi colhido e avaliou-

se a concentração de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea, segundo a metodologia de Sarruge & Haag (1974). Os dados obtidos foram submetidos às análises estatísticas cabíveis, conforme Gomes (1990). Para testar o efeito dos graus de compactação, foram realizadas análises de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos, verifica-se pela análise da produção de matéria seca (Figura 2), que o aumento da compactação não teve efeito significativo na produção de matéria seca no LVr; no LR houve efeito positivo da compactação até 75% do grau de compactação ( $DS= 1,4 \text{ g/cm}^3$ ), vindo a decrescer a partir daí; no LVm, o efeito foi crescente até 66% do grau de compactação ( $DS= 1,4 \text{ g/cm}^3$ ), vindo a decrescer bruscamente a seguir, mostrando maior efeito no solo com textura mais arenosa do que nos solos argilosos.



**Figura 2** - Efeito do grau de compactação na produção de matéria seca do cafeeiro em três classes de Solos.

Na Figura 3 são apresentados os resultados para concentração de N, P, K e S na parte aérea do cafeeiro no Latossolo Roxo. Para o P e o S praticamente não houve efeito da compactação na concentração destes elementos na parte aérea do cafeeiro. Quanto ao nitrogênio, houve certo declínio na concentração com o aumento da compactação, porém não muito acentuado, o que pode ser atribuído a retenção do N na camada superficial do solo. Verifica se pela figura 4, que no Latossolo Vermelho-Amarelo textura média, a medida que aumentou o grau de compactação houve redução na concentração de

P, K, e S, possivelmente em função da redução de espaços vazios nesta classe de solos, bem como em função de sua textura mais arenosa.

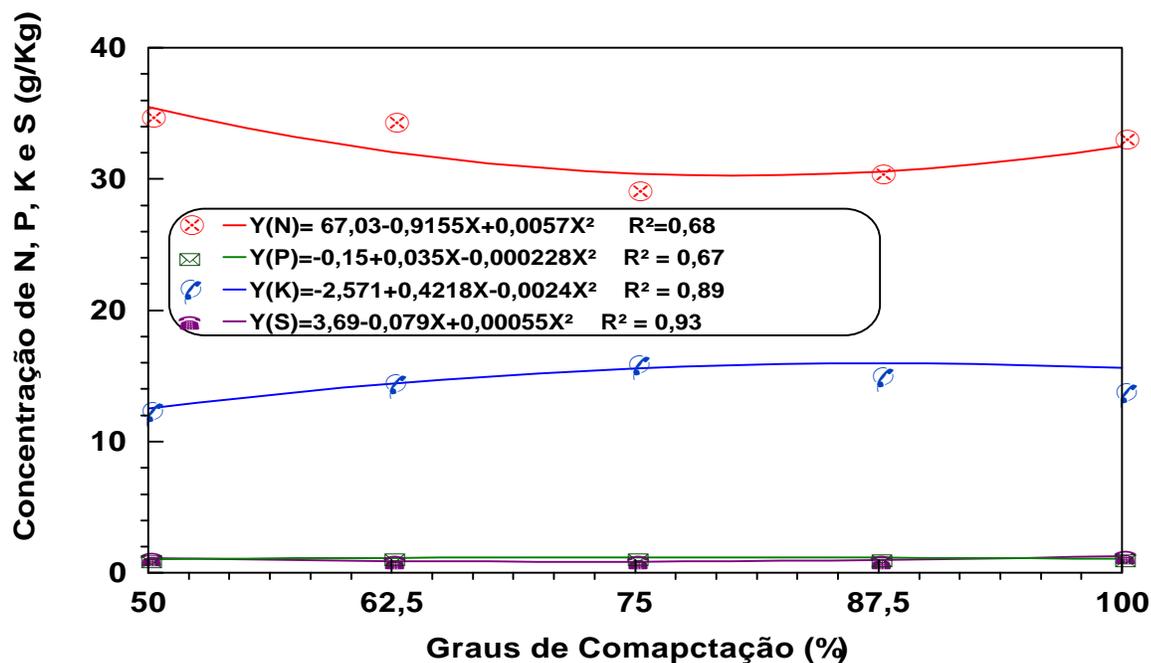


Figura 3 - Concentração de N, P, K e S na parte aérea da cafeeira em função do grau de compactação no LR.

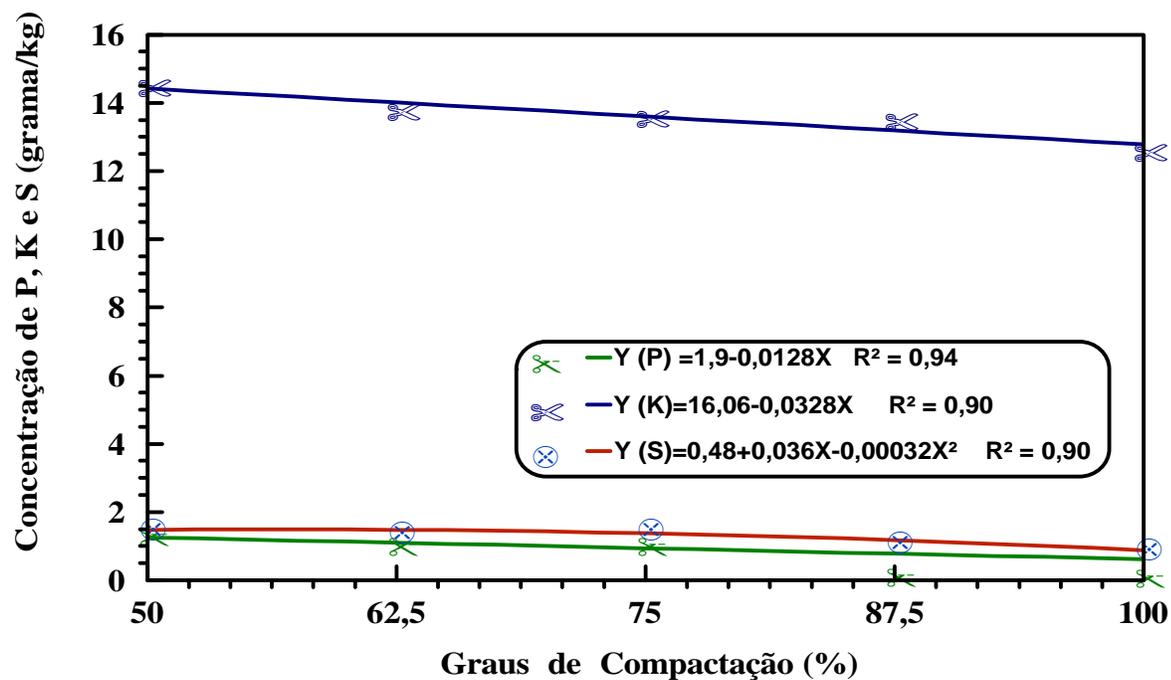
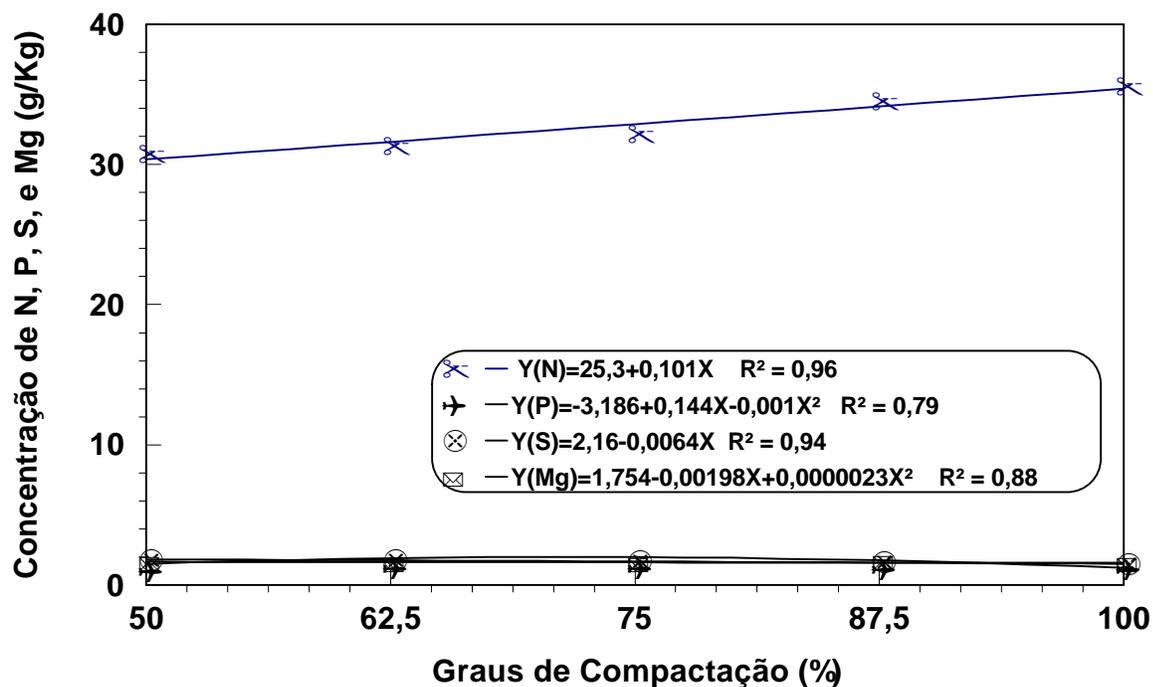


Figura 4 - Efeito do grau de compactação na concentração de nutrientes na parte aérea do cafeeiro em um LVm.

No LVr, observa-se que houve aumento da concentração de N à medida que aumentou o grau de compactação. Para o S, houve pequena redução à medida que aumentou o grau de compactação. Para o P e Mg pode-se inferir que os efeitos foram praticamente insignificativos em termos de concentração (Figura 5). Em se tratando do cálcio, não se observou efeito significativo em nenhuma das três classes de solos.



**Figura 5** - Concentração de N, P, K, S e Mg na parte aérea do cafeeiro em função do grau de compactação em um LVr.

## CONCLUSÕES

- O aumento do grau de compactação foi benéfico para a produção de matéria seca da parte aérea do cafeeiro até 1,4 g/dm<sup>3</sup> no LR e LVm; não houve efeito no LVr.
- Houve redução na concentração de N, P, K, S e Mg em praticamente todos os solos com o aumento do grau de compactação, exceto para o N no Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, em que houve aumento quando aumentou o grau de compactação, e para o K no Latossolo Roxo, que aumentou a concentração com o aumento da compactação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIGAR, V.C.; BASH, V.E.; HARE, M.L. & PRICE, J.A. Soybean root anatomy as influence by soil bulk density. **Agron. J.**, Madison, 67:842-844, 1975.
- DIAS JÚNIOR, M. de S. **Notas de aulas de física do solo**, UFLA, Lavras-MG, 1996, 168p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba, SP 12. ed. 1987. 467p.
- GRAHAM-BRYCE, I. J. Diffusion of cations in soils. **Vienna, Int. Atm. Ener. Agency**, 1965. p.42-56.
- MANDAL, D.K.; KAR, S. & SHARMA, S.K. Effect of compactation on nitrogen mobility in coarse textured lateritic soil. **J. Indian Soc. Soil. Sci.**, New Delhi, 38 (1) : p.145-147, 1990.
- PASSIOURA, J.B. & LEEPER, G.W. Soil compactation and magnese deficiency. **Nature**, London, 200, p.29-30, 1963.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análise químicas em plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1974. 56 p.