

INFLUÊNCIA DA ROTAÇÃO DE CULTURAS NO SISTEMA RADICULAR DO MILHO E EM ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DISTRÓFICO DA REGIÃO DE SETE LAGOAS

Carlos Alberto Vasconcellos¹

Luiz Marcelo Aguiar Sans¹

Edson Bolivar Pacheco¹

RESUMO

Em experimento envolvendo rotação de culturas e adubação verde na cultura do milho, em um latossolo Vermelho-Escuro distrófico, observou-se, após um período de estiação prolongada durante a fase de florescimento de milho, sintomas acentuados de murcha em áreas de cultivo contínuo com milho. Em áreas onde se efetuava a rotação de cultura soja-milho, mucuna-milho, milho + mucuna intercalar-milho, este sintoma não se repetia. Procurando avaliar os benefícios de rotação de culturas sobre o monocultivo, coletou-se amostras de solo de uma área com 0,20 m², tendo-se como ponto central a linha de milho. O volume amostrado foi obtido através das seguintes profundidades: 0-2 cm, 2-4 cm, 4-6 cm, 6-10 cm, 10-14 cm, 14-18 cm, 18-26 cm, 26-34 cm e 34-42 cm. Após a coleta do solo + raízes, estas foram separadas e quantificadas (peso) e o solo analisado quimicamente. Os resultados permitiram concluir que a rotação soja-milho e mucuna-milho, promoveram maior aumento de peso de plantas de milho e maior quantidade de raízes abaixo de 30 cm de profundidade em relação ao milho contínuo e milho com mucuna intercalar. A rotação soja-milho promoveu uma melhor distribuição de bases nas camadas mais profundas do solo, aumentando a saturação de cálcio. Houve, nas áreas com rotação mucuna-milho, maiores teores de potássio, cálcio e magnésio, em relação aos demais manejos (soja-milho, milho contínuo e milho após milho + mucuna intercalar).

INFLUENCE OF CROP ROTATION ON THE CORN ROOT SYSTEM AND ON SOME CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A DARK RED LATOSSOL DYSTROPHIC OF THE REGION OF SETE LAGOAS, MG.

ABSTRACT

In a field experiment carried out in a Dark Red Latosol dystrophic, Cerrado phase, the effect of crop rotation and green manure on water stress tolerance, during the tasseling period was evaluated. After a long period of no rainfall between the tassel and silking stages of corn, the plants were strongly wilted when corn was planted continuously. However, in the crop rotation systems of soybean-corn, mucuna-corn and corn-mucuna + corn, wilting was not observed.

In order to evaluate the effect on soil fertility and root distribution, the soil was sampled at different depths (0-2 cm, 2-4 cm, 4-6 cm, 6-10 cm, 10-14 cm, 14-18 cm,

892

¹ Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, C.P. 151, 35700 Sete Lagoas, MG.

18-26 cm, 26-34 cm, 34-32 cm). In each sample the roots were separated to determine the root density, being the remaining soil sample chemically analysed.

The results indicate that soybean-corn and mucuna-corn rotation systems, increased both corn plant weight and root density in the 30 cm below soil surface layer, in comparison to the continuous corn and corn + mucuna systems. The soybean-corn rotation increased the soil Ca, Mg and K concentrations in the deeper soil layers thus increasing calcium saturation. The soil concentration of K, Ca e Mg in the mucuna-corn system were the highest.

INTRODUÇÃO

Em experimento envolvendo rotação de culturas e adubação verde (mucuna-preta) na cultura do milho, constatou-se, após um período de estiagem prolongada, durante a fase de florescimento feminino, sintomas acentuados de murcha em plantas de milho cultivadas em áreas onde, anteriormente, havia sido cultivado com milho. Este sintoma não se repetia em áreas onde o milho estava sendo cultivado com soja ou mucuna-preta no ano anterior. Conforme Mello et al. (1979), a adição de restos culturais de milho em cinco diferentes solos de Piracicaba (São Paulo), influenciou nas características físico-químicas estudadas, aumentando o pH, reduzindo o alumínio trocável e aumentando a retenção de umidade dos solos. É evidente que, além destes benefícios, o fornecimento de nutrientes oriundos da decomposição do material incorporado traduz-se em benefícios para as culturas subsequentes (Karde, 1976; Almeida, et al. 1982; Wade & Sanchez, 1983). Além destes efeitos, há a redução de nematóides como mencionado por Sharma et al. (1982) e de possíveis benefícios com associações endo-micorrízicas (Aguilar & Van Diest, 1981).

Apesar destes benefícios descritos na literatura, procurou-se avaliar o desenvolvimento do sistema radicular do milho em diferentes manejos de cultura discutindo-os em relação as modificações químicas do solo em diferentes profundidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura argilosa fase cerrado, do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, foi instalado um ensaio onde se procura construir um histórico envolvendo rotação de culturas (milho-soja e milho-mucuna), adubação verde com mucuna intercalar ao milho, em comparação com tratamentos onde se avalia o cultivo contínuo de milho.

As características químicas iniciais do solo foram: pH 5,1; Al = 0,29 meq/100 cc; Ca = 2,62 meq/100 cc; Mg = 0,58 meq/100 cc; K = 40 ppm e P = 6 ppm. A amostragem foi efetuada na profundidade de 0-20 cm e seguiu-se a metodologia descrita por Vettori (1969), sendo o cálcio e o magnésio determinado por absorção atômica e, o fósforo, por colorimetria.

Durante três anos sucessivos as culturas de milho, soja e mucuna, receberam 70 kg de P_2O_5 /ha, na forma de superfosfato simples e 60 kg de K_2O /ha na forma de cloreto de potássio, no sulco de plantio. O milho, recebeu 60 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, sendo 1/3 aplicado no plantio e 2/3 em cobertura, 30-40 dias após o plantio.

Em 01 de novembro de 1985, o milho (híbrido Cargill 111S) foi semeado na densidade de 7-8 sementes/m no espaçamento de 1 m entre linha; a soja vara Doko, foi semeada na densidade de 26 sementes/m, no espaçamento de 0,60 m; a mucuna solteira, foi semeada na densidade de 6 à 7 sementes/m, no espaçamento de 0,60 m. A mucuna intercalar ao milho, foi semeada na densidade de 4-5 sementes/ha, em sulcos distanciados de 0,20 m de cada linha do milho. O plantio da mucuna foi efetuado por ocasião do pendoamento do milho.

Após a colheita de grãos de milho e de soja, os restos culturais foram distribuídos na superfície do terreno. De modo análogo, a mucuna foi cortada por ocasião da formação das primeiras vagens e a massa vegetal deixada na superfície do terreno. Ambos os restos vegetais foram incorporados por ocasião do plantio de milho da próxima safra. Desta forma, estes resíduos permaneceram na superfície do terreno por 4 meses.

Para se avaliar o desenvolvimento de raízes de milho cultivado após milho, soja, mucuna e milho e mucuna intercalar e as modificações químicas do solo, retirou-se amostras de solo de uma área com 0,20 m², tendo-se como parte central a linha de milho. O volume amostrado foi obtido através das seguintes profundidades: 0-20 cm; 2-4 cm; 4-6 cm; 6-10 cm; 10-14 cm; 14-18 cm; 18-26 cm; 26-34 cm para milho cultivado em áreas após milho e milho + mucuna intercalar. Nos demais tratamentos, em função da distribuição de raízes, amostrou-se, também, de 34 a 42 cm.

Com o volume de solo coletado por profundidade, separou-se as raízes e efetuou-se as determinações analíticas, como descritas por Vettori (1969).

Cada tratamento foi avaliado em duas repetições. Com relação aos dados de produção, em três plantas escolhidas ao acaso, foram determinadas a área foliar e o peso seco total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do Quadro 1, pode-se verificar que o milho cultivado após soja e mucuna apresentam maior peso de plantas. Em relação ao milho contínuo, o milho cultivado após soja e após mucuna foi superior, respectivamente, 31% e 46%. Deve-se observar que, quando após mucuna, não houve exportação de nutrientes no ano anterior. A Figura 1, por exemplo, demonstra os maiores teores de potássio no tratamento após mucuna em relação aos demais. Tendo-se como referência a profundidade de 10 cm, é possível, com base na formação triângulo, calcular que nos tratamentos onde se comportou grãos no ano anterior, há uma disponibilidade de 115 ppm de K. No tratamento após mucuna, esta disponibilidade é de 140 ppm de K. Houve, portanto, uma perda de 50 kg de k/ha (60 kg de K₂O /ha), equivalente a adubação potássica empregada. De modo geral, a soja reporta 36 kg de k/t de grãos, Bataglia et al. (1976); o milho, 6 kg de K/t de grão (Malavolta & Dantas, 1978).

Com relação ao fósforo, dado as menores quantidades exportadas pelos grãos de soja e de milho (5 e 4 kg/t de grãos respectivamente) e, ainda, pela "fixação" de fósforo, os resultados obtidos são similares entre tratamentos, Figura 2.

QUADRO 1 — Peso seco total de plantas de milho e área foliar. Planta⁻¹ como função do manejo de culturas. LE, fase cerrado. Sete Lagoas, 1980.

Milho após	Area	Peso seco
	Foliar — cm ²	Total — g planta ⁻¹
Soja	6045 (100) ¹	138 (85)
Mucuna	6039 (99)	162 (100)
Milho + Mucuna	4882 (1)	106 (65)
Milho	3946 (65)	88 (54)

¹ Refere-se ao percentual em relação ao melhor tratamento.

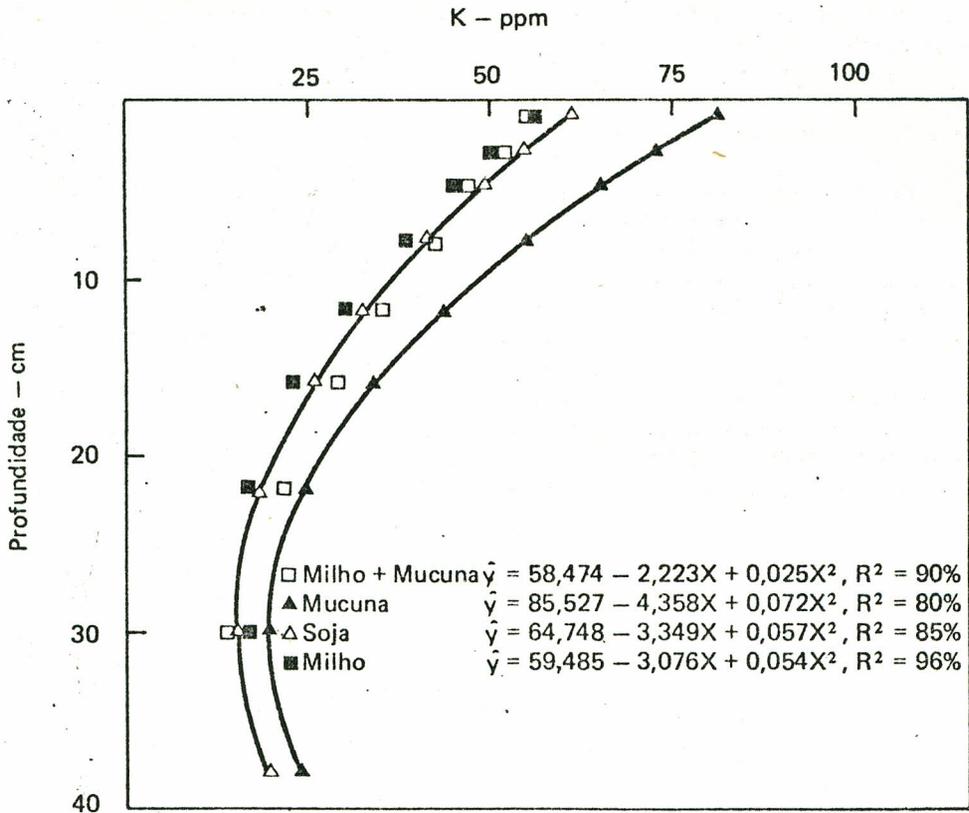


Figura 1 - Distribuição do potássio "disponível", em LEd, fase cerrado, em função do manejo de culturas. Sete Lagoas, MG.

A Figura 3 demonstra, principalmente, a maior concentração de raízes nos primeiros 15 cm quando o milho foi cultivado após milho, milho + mucuna intercalar e mucuna. Neste último tratamento, o sistema radicular explorou um volume de solo composto por uma profundidade média de 40 cm. Nos tratamentos após milho e após milho + mucuna intercalar, esta profundidade foi limitada aos 30 cm, portanto, mais sujeita ao estresse hídrico.

Quando o milho foi cultivado após soja, observou-se, em todas as profundidades, menores quantidades de raízes do que o tratamento após mucuna. Todavia, não se constatou diferenças entre a profundidade do sistema radicular do milho após soja e após mucuna.

Os maiores pesos de planta de milho obtidos nestes dois tratamentos podem ser justificados, portanto, pela maior profundidade do sistema radicular. Todavia, dado a relação C/N, mais baixa para os restos culturais do milho, pode inferir limitações no desenvolvimento inicial das plantas e, conseqüentemente, o desenvolvimento de plantas menores tanto na parte aérea como no sistema radicular. De qualquer modo, em ambos os racionos houve o efeito da rotação de culturas, como mencionado entre outros, por Mascarenhas et al. (1979) e Cruz (1982).

Os dados da distribuição dos teores de cálcio e de magnésio, em profundidade, apresentados no Quadro 2, demonstraram que os teores de cálcio e de magnésio são maiores no tratamento após mucuna. Este fato, pode ser justificado pela não exportação de nutrientes através de grãos. No tratamento milho após milho + mucuna intercalar observou-

se maiores teores de magnésio, em relação aos tratamentos após milho e após soja, provavelmente, a mucuna esteja reciclando nutrientes das camadas mais profundas para as mais superficiais.

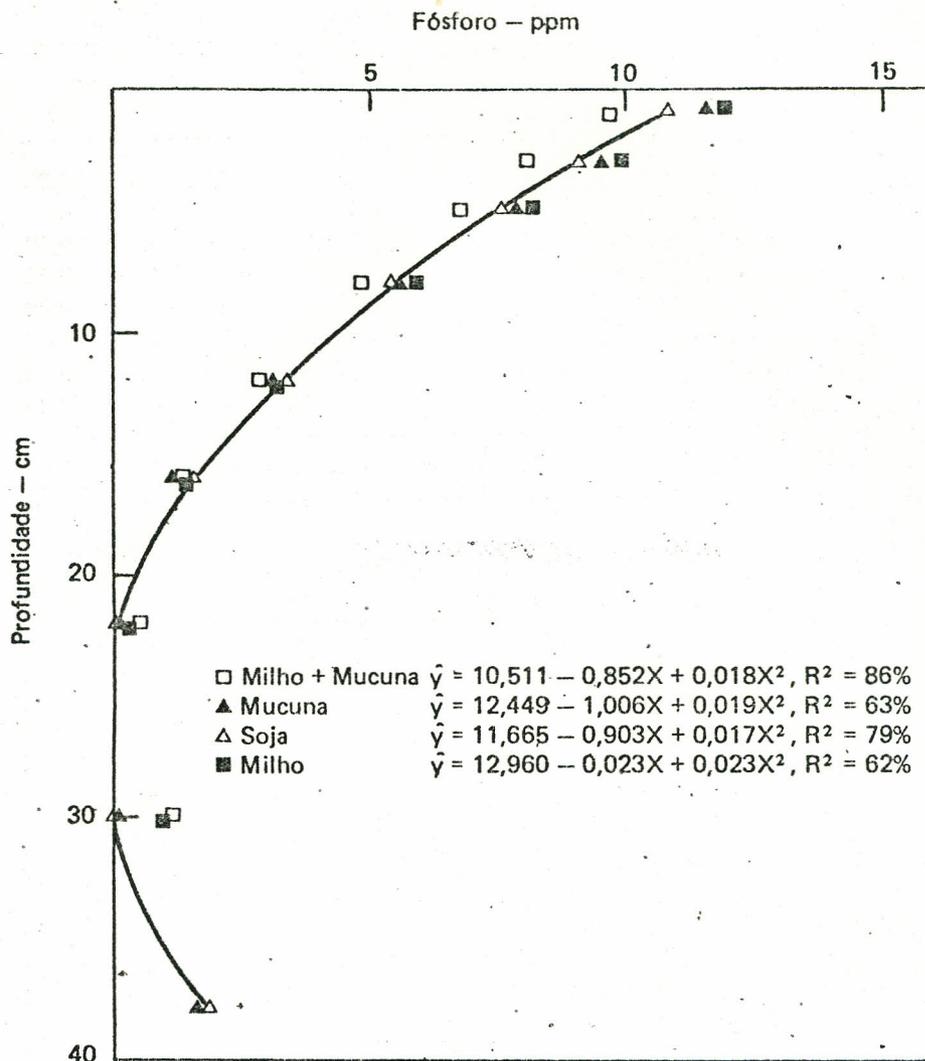


Figura 2 – Distribuição do fósforo "disponível", em LEd, fase cerrado, em função do manejo de culturas. Sete Lagoas, MG.

Em relação aos demais tratamentos, no solo cultivado com milho após soja, houve uma melhor distribuição de cálcio e de magnésio em profundidade, como comprovado na Figura 4B e 4C. Houve uma maior porcentagem de saturação de cálcio, em relação aos demais tratamentos, principalmente, após dez primeiros centímetros. Inicialmente, contudo, a saturação de alumínio é maior (Figura 4A).

Na equação da reta entre a saturação de alumínio (γ) e a profundidade (x), o valor de b indica o acréscimo da saturação de Al^{+3} . cm^{-1} de solo. No caso da saturação de cálcio,

QUADRO 2 — Distribuição dos teores de cálcio e de magnésio, em profundidade e em função do manejo de culturas. LEd, fase cerrado. Sete Lagoas.

Profundidade	Milho após							
	Milho + Mucuna		Milho		Mucuna		Soja	
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
0 – 2	2,15	0,35	1,91	0,27	2,50	0,71	1,67	0,23
2 – 4	2,09	0,35	2,02	0,25	2,44	0,35	1,72	0,20
4 – 6	2,14	0,37	2,13	0,24	2,52	0,38	1,76	0,20
6 – 10	2,01	0,37	2,02	0,29	2,15	0,36	1,70	0,20
10 – 14	1,53	0,28	1,72	0,26	1,07	0,24	1,89	0,24
14 – 18	0,72	0,15	1,00	0,16	1,03	0,22	1,44	0,19
18 – 26	0,63	0,16	0,50	0,09	0,55	0,16	0,82	0,13
26 – 34	0,43	0,14	0,29	0,06	0,45	0,13	0,93	0,23
Total	11,70	2,17	11,59	1,62	12,71	2,25	11,93	1,62

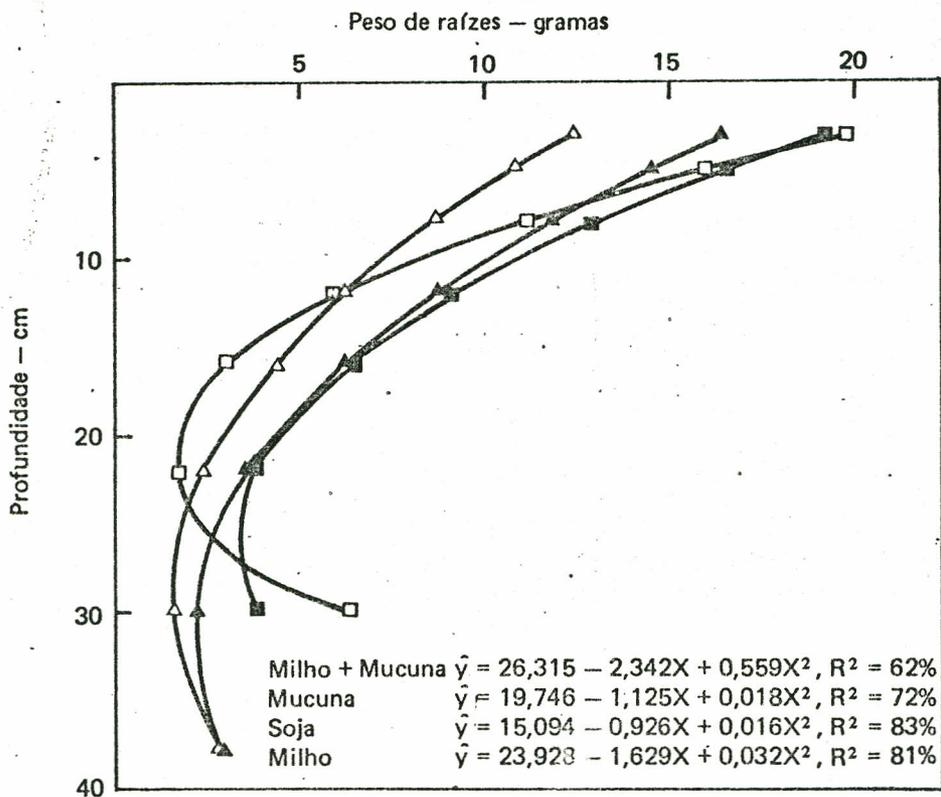


Figura 3 — Distribuição do peso de raízes de milho, em solo LEd, fase cerrado, em função do manejo de culturas. Sete Lagoas, 1986.

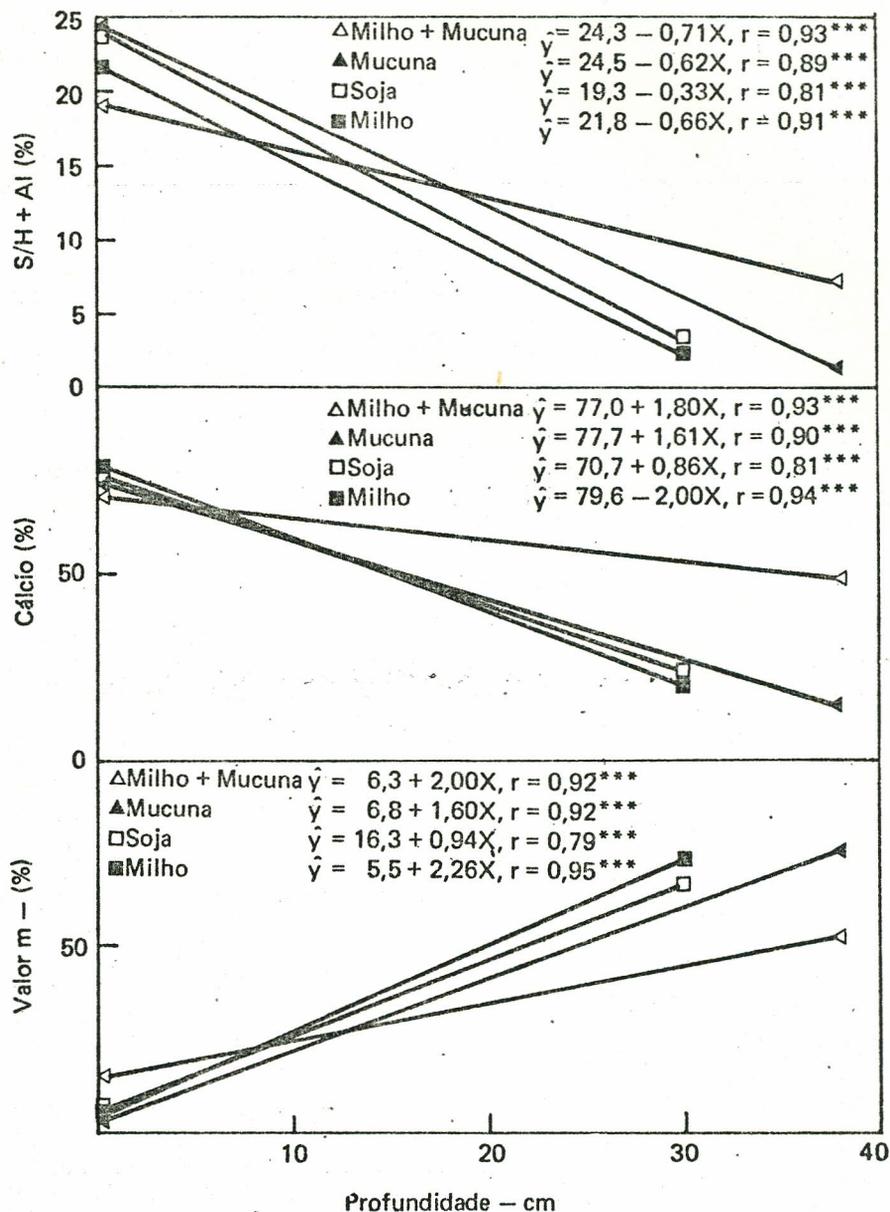


Figura 4 – Distribuição da saturação de alumínio (valor m – %), da porcentagem da saturação de cálcio e do percentual de bases em relação ao $H^+ + Al^{+++}$ extraído por acetato de cálcio. LED, fase cerrado. Sete Lagoas, MG.

indica o decréscimo desta saturação com a profundidade. A relação entre ambos os valores de b, demonstra a magnitude com que o alumínio aumenta em relação ao decréscimo de cálcio. Esta relação apresenta um valor médio de 1,11 e foi independente do manejo de culturas.

Em ambos os tratamentos houve um decréscimo linear de relação S (soma de base)/ $H^+ + Al^{+++}$ (acetato de cálcio), demonstrando a possibilidade de se aumentar as bases ao longo do perfil do solo. Esta relação inicia com apenas 25% e chega a valores inferiores a 2%, com 38 cm de profundidade. Houve indicativos de que a rotação com soja, permite ampliar, em maiores profundidades, a porcentagem de bases em relação ao $H^+ + Al^{+++}$

CONCLUSÕES

A rotação de culturas soja-milho e mucuna-milho, promoveram maior aumento de peso de plantas de milho e maior quantidade de raízes abaixo de 30 cm de profundidade em relação ao milho contínuo e milho com mucuna intercalar.

Houve, nas áreas com rotação mucuna-milho, maiores teores de potássio, cálcio e de magnésio, em relação aos demais manejos.

A rotação soja-milho promoveu uma melhor distribuição de bases nas camadas mais profundas do solo, aumentando a saturação de cálcio.

Em relação ao $H^+ + Al^{+++}$ (acetato de cálcio 1N), a soma de bases nas primeiras camadas do solo foi de apenas 25, decrescendo linearmente com a profundidade, alcançando valores inferiores a 2% a 40 cm de profundidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, S.A.; VAN DIESTE, A. Rock-phosphate mobilization induced by the alkaline uptake pattern legumes utilizing symbiotically fixed nitrogen. *Plant & Soil*, the Hague, **61** : 27-42. 1981.
- ALMEIDA, L.D.; MIYASAKE, S.; BULISANI, E.A.; LAUN, C.P.R.; CRUZ, L.S.P.; VEIGA, A.A. Efeitos da época de incorporação ao solo de restos vegetais de soja comum (*Glycine max*, (L.) Merrill) sobre a produção do feijoeiro. *Bragantia* Campinas, **31** : 17-40. 1972.
- BATABLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F.; RISSELI, FILHO, O. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em soja, cultivar Santa Rosa. *Bragantia*, Campinas, **35**(21) : 237-247. 1976.
- CRUZ, J.C. Effect of crop rotation and tillage systems on properties, root distribution and crop production. West Lafayette, Purdue University, 1982. 220 p. (Tese Ph.D.).
- KARDE, J.R. Hastening decomposition of incorporated green-manure. *Indian Journal of Agronomy*. **10** : 443-446. 1965.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. Nutrição e adubação de milho. In: Fundação Cargill. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*, Piracicaba, ESALQ. p. 427-479. 1978.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.L.; POMMER E.V.; SAWASAKI, E. Efeito do nitrogênio residual de soja na produção de milho. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 1. Londrina, 1978. Anais . . . Londrina. CNPSo, 1979. p. 307-18.
- MELLO, F. de A.F. de.; CUNHA, R.J.P.; JARA, P.A.; CARRETERO, M.V.; ZAMBELLO JÚNIOR, E.; ARZOLA, S. Efeito de incorporação de restos de cultura do milho (*Zea mays* L.) sobre algumas propriedades químicas e físicas de cinco séries de solos do município de Piracicaba. *R. agric. Piracicaba*, **54** (1-2) : 35-49. 1979.
- SHARMA, R.D.; PEREIRA, J.; RESK, D.V.S. Eficiência de adubos verdes no controle de nematóides associados à soja nos cerrados. *Boletim de Pesquisa* nº 13. CPAC. Brasília, 30 p. 1982.
- VETTORI, L. Métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, EPE. 1960. 24 p (Bol. Téc. nº 7).
- WADE, M.K.; SANCHEZ, P.A. Mulching and green manuring application for continuous crop production in the Amazon Basin. *Agron J.*, Madison, **75** (1) : 39-45. 1983.