



Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico

Pedro N. F. Rodrigues¹, Mário M. Rolim², Egídio Bezerra Neto², Elvira M. R. Pedrosa² & Veronildo S. Oliveira²

RESUMO

O objetivo com este trabalho foi verificar o efeito da aplicação de composto orgânico e da compactação de dois solos na matéria seca (MS) e nos macronutrientes da parte aérea do milho (*Zea mays*) cultivar Itapoã 700. Visando aprimorar este estudo se aplicaram, em 54 vasos, três doses de composto orgânico resultante do processamento de resíduos da Central de Abastecimento (CEASA), em dois solos, sendo um Argissolo Vermelho Escuro (AVE) e o outro Argissolo Vermelho Amarelo (AVA), coletados no horizonte A_p, na profundidade de 0 a 0,20 m, e sob três níveis de compactação formando um arranjo fatorial 2 × 3 × 3, com três repetições. As variáveis avaliadas foram biomassa seca e teores de N, P, K, Ca e Mg da parte aérea do milho. Os resultados obtidos mostraram que a compactação do solo não afetou o crescimento do milho mas a adubação com o composto orgânico promoveu acúmulo de K e Ca e redução de Mg nas plantas. O teor de cálcio no milho aumentou com a adubação orgânica, no solo AVE, ocorrendo o contrário com o solo AVA.

Palavras-chave: aproveitamento de resíduos, fertilizante, nutrientes, *Zea mays*

Development and mineral composition of corn as a function of soil compaction and application of organic compost

ABSTRACT

The objective of the this study was to evaluate the effect of organic compost and compaction levels of two soils on shoot dry weight and macronutrient contents of corn (*Zea mays*), cultivar Itapoã 700. In 54 pots, three doses of the processed organic compost residue from Recife Central Market were applied in two soils, one being a dark red Argis soil (DRA) and the other a yellow red Argis soil (YRA), collected in A_p horizon (0 to 0.20 m depth) and under three compaction levels in a factorial arrangement 2 × 3 × 3 with three replications. Shoot dry matter and N, P, K, Ca and Mg contents were evaluated. The results indicate that soil compaction does not affect corn growth. The organic compost application increased K and Ca but decreased Mg content in shoots. Calcium content in corn shoot increased with the organic compost in DRA soil, but was found to decrease in YRA soil.

Key words: residue use, fertilizing, nutrient, *Zea mays*

¹ Escola Agrotécnica de Iguatu, CE

² UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone: (81) 3320-6276. E-mail: rolim@dtr.ufrpe.br, elvira.pedrosa@dtr.ufrpe.br, verofat@dtr.ufrpe.br

INTRODUÇÃO

Em virtude de suas apreciáveis quantidades de nutrientes, muitas vezes desperdiçados representando elevadas perdas para o produtor, os compostos orgânicos obtidos da compostagem dos resíduos orgânicos, podem suprir as necessidades nutricionais das plantas. Esses insumos contêm macronutrientes responsáveis pelo crescimento e produtividade das plantas, além de melhorar algumas características físicas e biológicas do solo. Os benefícios, do ponto de vista químico são, em alguns casos, equiparáveis ou superiores aos obtidos com a adubação mineral tradicionalmente recomendada para as culturas (da Ros et al., 1993; Silva et al., 2001).

Pesquisas têm sido realizadas para caracterizar os compostos orgânicos produzidos no Brasil (Lima et al., 1997); entretanto, estudos avaliando respostas fisiológicas de vegetais cultivados com esse tipo de fertilizante são ainda pouco frequentes na literatura. Várias fontes de resíduos, tais como bagaço de cana-de-açúcar, cama de aviário, esterco de suíno e de bovino, palhada de feijão, lixo orgânico urbano e lodo de esgoto, têm sido citadas como adequadas para serem transformadas em adubos orgânicos (Vidigal et al., 1995; Rodrigues & Casali, 1998; Freitas et al., 1999; Teixeira et al., 2002; Galdos et al., 2004).

A matéria orgânica de origem animal ou vegetal exerce, quando fornecida em dose adequada, efeitos positivos sobre o rendimento das culturas devido principalmente ao complexo de nutrientes nela contidos. A principal reserva de nitrogênio do solo é a matéria orgânica, com grande significado para o suprimento do nutriente para a cultura do milho. O nitrogênio orgânico é mineralizado pela ação das bactérias nitrificantes e convertido em amônio ou nitrato. A matéria orgânica pode conter, na sua composição, grande diversidade de nutrientes, sendo o nitrogênio, o fósforo e o enxofre, encontrados em maiores quantidades, ficando os mesmos disponíveis para as plantas, através do processo da mineralização realizado por microrganismos (Primavesi, 1980).

Por outro lado, a utilização intensa de maquinários agrícolas pesados contribui para a compactação dos solos o que, algumas vezes, pode limitar o crescimento radicular das plantas, comprometendo sua capacidade de absorver nutriente e água (Rosolem et al., 1994a e b; Guimarães & Moreira, 2001); tais efeitos podem afetar a produtividade das culturas em maior ou menor grau, dependendo do tipo de solo, do teor de água que possui, do nível de compactação e da espécie vegetal cultivada. O sistema radicular das plantas requer condições físicas e químicas adequadas para extrair os elementos essenciais e realizar seu potencial produtivo.

Observações de Rosolem et al. (1994a e b) evidenciam que a compactação do solo afetou o crescimento radicular mas não a produção de matéria seca total da parte aérea do milho; no entanto, níveis intermediários de compactação propiciaram incremento no acúmulo de biomassa na parte aérea dessa cultura (Gediga, 1991); resultados semelhantes foram obtidos por Teles et al. (2001), no que se refere à ausência de resposta no acúmulo de matéria seca da parte aérea do milho, cultivado em um Latossolo vermelho de textura argilosa, com diferentes graus de compactação.

Considerando-se esses aspectos é que se objetivou, no presente estudo, avaliar o efeito da aplicação de doses de composto orgânico em dois solos submetidos a diferentes graus de compactação sobre o acúmulo de matéria seca da parte aérea e nos teores de N, P, K, Ca, Mg do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, Campus do Pici, Fortaleza, CE.

Os solos utilizados foram: Argissolo Vermelho Escuro textura franco arenosa (AVE) e Argissolo Vermelho Amarelo textura arenosa (AVA), provenientes do Município de Iguatu, CE. Amostras de solo foram coletadas no horizonte A_p , na profundidade de 0 a 0,20 m e os atributos físicos e químicos (Tabela 1) foram determinados utilizando-se a metodologia sugerida por EMBRAPA (1997).

O composto orgânico utilizado foi o produzido na Usina de Compostagem de Resíduos da CEASA, PE, que possui composição química: 0,70; 0,43; 0,86; 19,92; 1,48; 14,23 e 13,83% de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, umidade e matéria orgânica, respectivamente.

O milho (*Zea mays* L.), cultivar Itapuã 700, foi utilizado como planta teste, possui ciclo curto, em torno de 100 dias, resistência moderada a doenças e a seca.

O experimento foi conduzido em 54 vasos de PVC com 10 cm de diâmetro e 30 cm de altura, sendo 3 cm de material drenante no fundo do vaso, 20 cm de solo e 7 cm de folga.

Após sua coleta, os solos foram secados ao ar, destorroados e peneirados em malha de 4,76 mm, pesados e adicionados aproximadamente 10% de água em peso, com a finalidade

Tabela 1. Características físicas e químicas dos solos utilizados no experimento

Determinação	AVE	AVA
Areia grossa (g kg ⁻¹)	410	440
Areia fina (g kg ⁻¹)	250	450
Silte (g kg ⁻¹)	160	90
Argila (g kg ⁻¹)	180	20
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,42	1,48
Densidade de partículas (kg dm ⁻³)	2,68	2,73
*Umidade na CC (g 100g ⁻¹)	10,37	2,51
**Umidade no PMP (g 100g ⁻¹)	7,03	1,64
Classificação textural	franco arenosa	areia
Nitrogênio - N (g kg ⁻¹)	0,32	0,29
Fósforo - P (mg dm ⁻³)	7	55
Potássio - K ⁺ (mg dm ⁻³)	189	23
Cálcio - Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,5	1,9
Magnésio - Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,2	1,7
Carbono (g kg ⁻¹)	2,89	2,69
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	4,98	4,63
***CE na pasta saturada (dS m ⁻¹)	0,74	1,44
pH em água (1:2,5)	7,2	6,5

*Umidade na capacidade de campo; **Umidade no ponto de murcha permanente; ***Condutividade elétrica; AVE – Argissolo Vermelho Escuro; AVA – Argissolo Vermelho Amarelo

de facilitar o processo de compactação, a qual foi feita com a colocação de uma massa de solo previamente calculada, no vaso de PVC, em três camadas semelhantes, aplicando-se golpes de malho de madeira sobre o solo, em cada camada, até a altura desejada, de modo que o conjunto atingisse as densidades D1 = 1,3; D2 = 1,5 e D3 = 1,7 kg dm⁻³, correspondentes ao volume de 1,57 dm³ de solo por vaso. Depois de preparados os vasos com os solos, com as respectivas densidades, os mesmos foram lentamente saturados, através de fluxo de água vertical ascendente, com a finalidade de se evitar caminhos preferenciais da água de irrigação e raízes; em seguida, foram colocados na casa de vegetação e a eles adicionado o composto orgânico, nas doses de 0 (testemunha), 40 e 80 g dm⁻³, equivalentes, respectivamente, a 0, 80 e 160 t ha⁻¹. No terceiro dia após a aplicação do composto orgânico, fez-se a semeadura empregando-se cinco sementes de milho e, no oitavo dia, realizou-se o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso; diariamente se realizaram as irrigações, que eram interrompidas imediatamente após o primeiro sinal de drenagem, de modo que todos os vasos ficassem com teor de umidade semelhante. As plantas foram cultivadas pelo período de 25 dias, ocasião em que se realizou colheita da parte aérea das plantas, com corte do caule rente ao solo. O material colhido foi acondicionado em saco de papel, devidamente identificado e levado ao laboratório, para as determinações e análises necessárias.

A quantificação da matéria seca foi realizada após secagem a 65 °C, até peso constante, em estufa com circulação de ar forçada; após a pesagem a matéria seca foi triturada em moinho de facas e devidamente acondicionada para as determinações dos teores dos nutrientes minerais.

Para determinação do N total, as amostras foram submetidas a digestão sulfúrica e analisadas pelo método de Kjeldahl. As determinações de P, K, Ca e Mg foram realizadas no extrato nitroperclórico, sendo o P quantificado colorimetricamente pelo método do molibdo-vanadato, o K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com um fatorial 2 x 3 x 3, sendo dois tipos de solo, três níveis de compactação do solo e três doses de composto orgânico, com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (teste F) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou efeito significativo para o acúmulo de matéria seca em resposta à adubação com matéria orgânica e para a interação da adubação com a densidade (Figura 1); no entanto, não houve efeito significativo em resposta ao tipo de solo. Em relação ao efeito isolado, a adubação com a dose de 40 g dm⁻³ de composto orgânico proporcionou acréscimo de cerca de 100% na MS da parte aérea do milho, quando comparado com as plantas testemunhas, porém não diferiu significativamente da dose de 80 g dm⁻³.

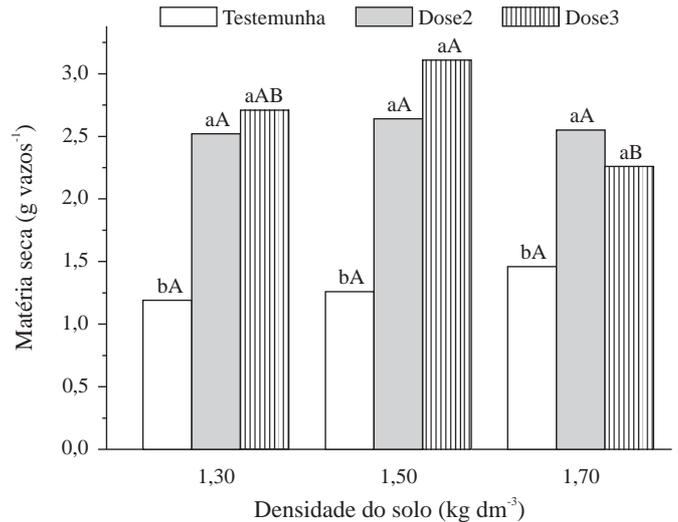


Figura 1. Acúmulo de MS da parte aérea do milho em função do grau de compactação do solo e adubação com composto orgânico
Obs.: Médias seguidas da mesma letra minúsculas para adubação e maiúsculas para compactação não diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

A ausência do efeito da compactação do solo sobre o acúmulo de biomassa pelo milho sugere que a compactação não interfere na absorção dos nutrientes minerais pelas raízes das plantas, tal como mencionado por Beutler & Centurion (2004) em relação à cultura do arroz e da soja.

Os teores de N na parte aérea do milho variaram significativamente ($P \leq 0,05$) em função do tipo de solo (Figura 2A), não ocorrendo o mesmo em relação aos tratamentos com adubação orgânica e com a compactação do solo. Como não houve resposta aos tratamentos com adubação nem à compactação do solo, pode-se considerar que o maior conteúdo de N relacionado ao tipo de solo se deve à fertilidade natural do AVE em ser superior à do AVA. O solo AVE contém mais de oito vezes o teor de potássio do solo AVA. Nota-se, portanto, um efeito sinérgico do potássio com o nitrogênio.

A ausência do efeito da compactação do solo sobre a absorção de N e sobre o acúmulo de MS na parte aérea das plantas de milho se deve, provavelmente, ao fato de se tratar de solos arenosos haja vista que, segundo Reichardt (1990), o efeito negativo da compactação do solo é mais pronunciado nos solos argilosos que nos arenosos.

A falta de resposta sobre o teor de N em função da aplicação do composto orgânico também pode estar relacionado ao tempo de avaliação do experimento, em relação ao tempo necessário à mineralização do composto, uma vez que a disponibilização de N depende deste processo (Alexander, 1977).

De acordo com Malavolta et al. (1997) os teores de N considerados adequados para a cultura do milho estão em torno de 27,5 a 32,5 mg g⁻¹. No presente experimento os teores encontrados foram 13,73 e 39,27 mg g⁻¹ para as plantas cultivadas nos solos AVA e AVE, respectivamente. Desta forma, é possível se afirmar que as plantas cultivadas no solo AVA se encontram na faixa de deficiência deste elemento e, possivelmente, uma fertilização com N prontamente disponível proporcionaria algum benefício às plantas, a exemplo do aumento de produtividade. Por outro lado, as

plantas cultivadas no solo AVE apresentaram teor de N no tecido vegetal acima da faixa de suficiência porém não demonstraram nenhum sintoma de toxidez.

A adubação orgânica mostrou efeito significativo para o acúmulo de P apenas nas plantas cultivadas no solo AVE (Figura 2B). Por sua vez, as plantas cultivadas no solo AVA acumularam mais P que as cultivadas no solo AVE, tanto com as testemunha como com a menor dose de adubação orgânica. O fato das plantas testemunhas cultivadas no solo AVA apresentarem teores de P ligeiramente superiores aos das plantas cultivadas no AVE, mostra coerência com a análise de fertilidade dos solos, haja vista que o solo AVA contém mais de 7,8 vezes o teor de fósforo do solo AVE.

O efeito da adubação orgânica sobre o teor de P só foi verificado nas plantas cultivadas no solo AVE, de forma que as doses 2 e 3 foram superiores à testemunha mas não diferiram entre si.

As plantas cultivadas no solo AVE apresentaram 1,4; 2,2 e 2,4 mg g⁻¹ de P, respectivamente, para as doses zero, 40 e 80 g dm⁻³ do composto, valores esses que se encontram abaixo dos considerados ideais (2,5 a 3,5 mg g⁻¹) para o desenvolvimento do milho (Malavolta et al., 1997). Coerentes com os resultados, observaram-se sintomas visuais de deficiência nutricional nas plantas testemunha, o que não ocorreu com as demais plantas. Os teores de P mais elevados foram encontrados nas plantas cultivadas no solo AVA, os quais oscilaram entre 2,7 e 2,8 mg g⁻¹ estando, portanto, dentro da faixa considerada adequada para a espécie, o que também justifica a falta de resposta à adubação.

O solo AVE é bastante pobre em P (Tabela 1), enquanto o AVA apresenta nível intermediário. Muito provavelmente, o baixo nível de P no AVE favoreceu as respostas positivas da adubação orgânica, haja vista que o composto orgânico é relativamente rico neste nutriente vegetal. A literatura especializada (Mazur et al., 1983) também mostra efeito significativo da adubação com composto de lixo orgânico urbano aplicado em Latossolo Amarelo, em dose equivalente a 30 t ha⁻¹, sobre o acúmulo de P na parte aérea de plantas de milho, cujo acréscimo foi cerca de quatro vezes maior que nas plantas testemunhas.

O valor da densidade do solo considerado adequado para a cultura do milho é da ordem de 1,4 kg dm⁻³ (Reichardt, 1990), porém Rosolem et al. (1994a) verificaram que valores de densidade inferior a 2,0 kg dm⁻³ não interferiram no desenvolvimento da raiz principal da planta do milho, o que pode explicar a ausência do efeito do grau de compactação do solo sobre os teores de P na MS da parte aérea do milho, no presente estudo.

Ao contrário do que ocorreu com o P, os teores de K nas plantas testemunha foram maiores no solo AVE que no AVA. A fertilização do solo com composto orgânico apresentou efeito significativo sobre o acúmulo de K, já a partir da dose de 40 g dm⁻³, mostrando-se superior à testemunha em ambos os solos (Figura 2C). Esses resultados estão de acordo com as observações de Lopes & Guilherme (1992) os quais justificam o efeito imediato da adubação orgânica sobre o acúmulo de K, pelo fato deste nutriente não participar da composição de nenhum composto orgânico, encontrando-se

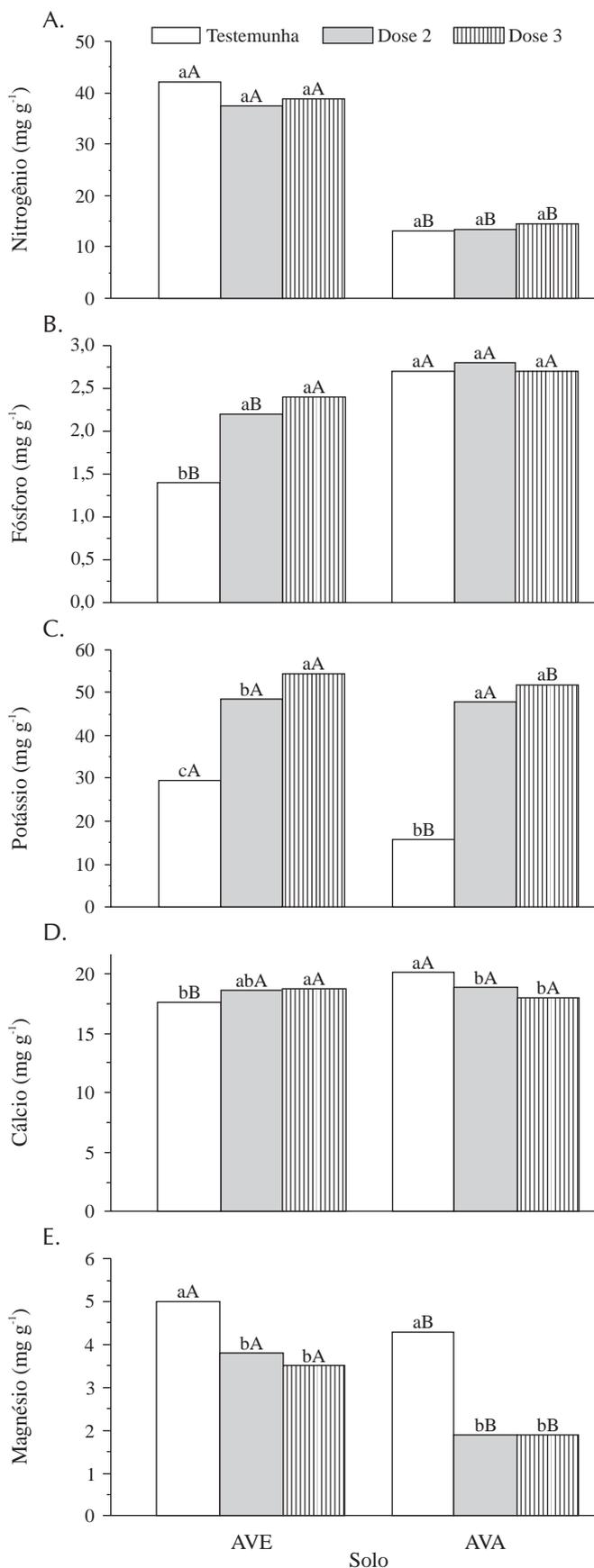


Figura 2. Teores de N (A), P (B), K (C), Ca (D) e Mg (E) na MS da parte aérea do milho em função da dose do composto orgânico e do tipo de solo. Obs.: Médias seguidas da mesma letra minúscula para adubação e maiúscula para solo, não diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

prontamente disponível para ser absorvido, sem necessidade de decomposição da matéria orgânica. Esses resultados estão coerentes com os resultados da análise química do solo, uma vez que o solo AVE é mais rico em potássio que o solo AVA. Os menores teores de K foram observados nas plantas testemunha cultivadas no solo AVA cujos valores se encontram em torno de 15 mg g^{-1} de matéria seca. Apesar de se situarem abaixo da faixa considerada adequada ($17,5$ a $22,5 \text{ mg g}^{-1}$), as plantas não apresentaram sintomas de carência deste nutriente. As plantas testemunha cultivadas no solo AVE apresentaram aproximadamente o dobro do teor de potássio das plantas cultivadas no solo AVA, o que é justificado pelo maior teor deste nutriente no solo AVE. Os valores mais elevados foram em torno de 50 mg g^{-1} , nas plantas adubadas com a dose de 80 g dm^{-3} do composto orgânico. Esses valores se encontram acima das necessidades da planta porém não chegaram a causar sintomas de toxidez. O potássio é um elemento que apresenta amplitude bastante elevada em termos de concentração no tecido vegetal, sem causar problemas de toxidez (Malavolta et al., 1997).

Não houve efeito significativo do grau de compactação do solo nem no solo AVE bem como no solo AVA, sobre o teor de potássio na parte aérea do milho (Figura 3). Porém houve um efeito significativo da interação entre a compactação com o tipo do solo, de forma que na ausência de compactação, o solo AVA não diferiu do solo AVE, no que se refere ao acúmulo de potássio pelo milho. Por outro lado, o teor de potássio na parte aérea do milho foi menor nas plantas cultivadas no solo AVA que no solo AVE, quando submetidos a compactação. Phillips & Kirkman (1962) mencionaram que, em geral, a compactação dos solos com textura arenosa e média não causa efeito significativo sobre o cultivo das plantas.

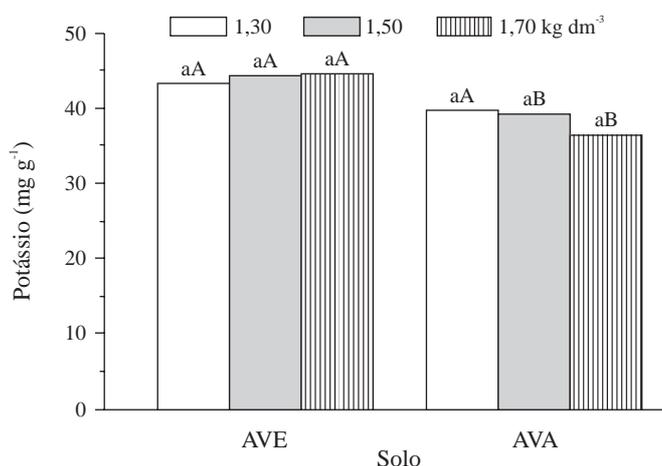


Figura 3. Teores de K na MS da parte aérea do milho em função do tipo e grau de compactação do solo

Obs.: Médias seguidas da mesma letra minúsculas para compactação e maiúsculas para tipo de solo, não diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

A adubação orgânica proporcionou aumento nos teores de Ca na MS da parte aérea das plantas cultivadas no solo AVE, enquanto nas plantas cultivadas no AVA ocorreu o contrário (Figura 2D). Tal resposta pode estar relacionada à pouca mo-

bilidade do cátion no solo, contendo elevadas concentrações apenas na superfície, haja vista que o composto não foi incorporado, dificultando a extração pela planta ou, ainda, que as maiores concentrações poderiam estar nas raízes, já que sua redistribuição entre os órgãos da planta praticamente não ocorre. Possivelmente, uma lâmina maior de irrigação e uma incubação do composto orgânico no solo por mais tempo aumentariam a disponibilidade e extração do nutriente pela planta. Casagrande (2000) também não notou efeito significativo de doses de N sobre as concentrações Ca na cultura do milho.

No milho, a concentração ideal de Ca nas folhas é de $2,5$ a $4,0 \text{ mg g}^{-1}$ (Malavolta et al., 1997); portanto, os teores médios observados na MS da parte aérea, $18,3 \text{ mg g}^{-1}$ nas plantas cultivadas no solo AVE e $19,0 \text{ mg g}^{-1}$ no AVA, se situaram acima dos teores considerados adequados para a cultura, o que é explicado pelo teor deste nutriente no composto.

Com relação à compactação do solo, deu-se efeito altamente significativo para o grau de compactação do solo e a interação do solo com a dose do composto orgânico sobre teor de Ca na MS da parte aérea da planta do milho, não houve efeito significativo para a dose do composto e demais interações. Os maiores valores de cálcio no tecido vegetal foram encontrados nas plantas testemunha cultivadas no solo AVA. No caso específico da densidade, os maiores teores de Ca foram verificados nos vasos com a D3, seguida da D1, que foi igual a D2 e esta estatisticamente diferente da primeira.

Independentemente da adubação orgânica e do grau de compactação do solo, o teor de Mg nas plantas cultivadas no solo AVE foi superior ($P \leq 0,05$) ao das plantas cultivadas no AVA (Figura 2E), resultados coerentes com a análise de fertilidade dos solos, haja vista que o AVE contém mais Mg que o AVA. A adubação com o composto orgânico provocou redução no teor de Mg das plantas de milho, em ambos os solos. Certamente, este resultado está associado ao efeito competitivo do Ca com o Mg (Raij, 1991), uma vez que o composto orgânico é altamente rico em Ca e apresenta relação Ca:Mg 13,5:1. Não existindo equilíbrio entre Ca e Mg, haverá deficiência induzida de um dos nutrientes como consequência de antagonismos na absorção (Lima et al., 1981). Arantes (1983), avaliando o equilíbrio catiônico na matéria seca da parte aérea do milho em função de diferentes relações Ca:Mg (2:1; 5:1; 15:1; 45:1) em dois níveis de corretivo (40 e 60%), concluiu que a relação 5:1 estabelecida no nível de 60% forneceu a maior produção de matéria seca.

Na ausência da adubação com o composto orgânico, as plantas apresentaram entre $3,5$ e $5,0 \text{ mg g}^{-1}$ de magnésio, valores que se encontram dentro ou ligeiramente acima da faixa ($2,5$ a $4,0 \text{ mg g}^{-1}$) considerada ideal para o milho (Malavolta et al., 1997). Os teores mais baixos foram observados nas plantas cultivadas no solo AVA, submetido à adubação do composto orgânico, cujos valores oscilam ligeiramente abaixo de $2,0 \text{ mg g}^{-1}$.

CONCLUSÕES

1. Independente do tipo de solo, a adubação orgânica não influenciou o teor de N, mas proporcionou aumento no teor

de potássio e diminuiu o teor de magnésio nas plantas de milho.

2. A compactação dos solos Argissolo Vermelho escuro e Argissolo Vermelho Amarelo, necessária para aumentar a densidade de 1,3 para 1,7 kg dm⁻³, não foi suficiente para prejudicar o crescimento do milho cultivado em vaso.

LITERATURA CITADA

- Alexander, M. Introduction to soil microbiology. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 467p.
- Arantes, E. M. Efeitos da relação Ca:Mg do corretivo e níveis de potássio na produção de matéria seca, concentrações de K, Ca, Mg e equilíbrio catiônico do milho (*Zea mays* L.). Lavras: ESAL, 1983. 62p. Dissertação Mestrado
- Beutler, A. N.; Centurion, J. F. Matéria seca e altura das plantas de soja e arroz em função do grau de compactação e do teor de água de dois Latossolos. Engenharia Agrícola, v.24, n.1, p.142-149, 2004.
- Casagrande, J. J. R. Efeito da adubação nitrogenada nas culturas de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L.) na safriinha. Jaboticabal: UNESP, 2000, 50p. Dissertação Mestrado
- da Ros, C. O.; Aita, C.; Ceretta, C. A.; Fries, M. R. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaca. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.17, p.257-261, 1993.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p. Documentos 1.
- Freitas, S. P.; Sedyama, T.; Sedyama, M. A. N.; Silva, A. A. Efeito de composto orgânico na produção da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.), na incidência de plantas daninhas e na eficiência do diuron. Revista Ceres, v.46, n.265, p.533-542, 1999.
- Galdos, M. V.; de Maria, I. C.; Camargo, O. A. Atributos químicos e produção de milho em um Latossolo Vermelho Eutroférrico tratado com lodo de esgoto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, p.569-577, 2004.
- Gediga, K. Influence of subsoil compaction on the uptake of ⁴⁵Ca from the profile and on maize yield. Soil & Tillage Research, v.19, n.2, p.351-355, 1991.
- Guimarães, C. M.; Moreira, J. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.4, p.703-707, 2001.
- Lima, J. A.; Defelipo, B. V.; Novais, R. F.; Thiébaud, J. T. L. Efeitos das relações Ca/Mg e (Ca+Mg)/K na correção da acidez de dois latossolos e na produção de matéria seca do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv Kada. Revista Ceres, v.28, n.156, p.103-115, 1981.
- Lima, J. S.; Meira, L. P. C. M.; Reis, I. S. Avaliação do efeito de fertilizante orgânico proveniente de resíduos urbanos na fisiologia do rabanete (*Raphanus* sp). In: Congresso Nacional de Botânica, 48, 1997, Crato. Resumos... Crato: 1997. p.41.
- Lopes, A. S.; Guilherme, L. R. G. Fertilizantes e corretivos agrícolas: sugestões de manejo para uso eficiente. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 20, 1992, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação Cargill, 1992. p.39-87.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- Mazur, N.; Santos, G. A.; Velloso, A. C. X. Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.7, p.153-156, 1983.
- Phillips, R. E.; Kirkham, D. Mechanical impedance and corn seedling root growth. Soil Science Society America Proceedings, v.26, p.319-322, 1962.
- Primavesi, A. O manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1980, 549p.
- Raij, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991, 343p.
- Reichardt, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1990, 188p.
- Rodrigues, E. T.; Casali, V. W. D. Resposta da alface à adubação orgânica. II. Teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. Revista Ceres, v.45, n.261, p.437-449, 1998.
- Rosolem, C. A.; Almeida, A. C. S.; Sacramento, L. V. S. Sistema radicular e nutrição de soja em função da compactação do solo. Bragantia, v.53, n.2, p.259-266. 1994a.
- Rosolem, C. A.; Vale, L. S. R.; Grasse, H. F.; Moraes, M. H. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n.18, p.491-497. 1994b.
- Silva, F. C.; Boaretto, A. E.; Berton, R. S.; Zotellih, B.; Pexe, C. A.; Bernardes, E. M. Efeito na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.5, p. 831-840, 2001.
- Teles, M. C. A.; Lyra, M. R. C.; Andrade, I. P.; Rolim, M. M. Efeito da compactação e resíduo urbano no desenvolvimento do milho. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 48, 2001, Anais... Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. 4p.
- Teixeira, L. B.; Oliveira, R. F.; Germano, V. L. C. Composição química de composto de lixo orgânico urbano de Barcarena. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 71).
- Vidigal, S. M.; Ribeiro, A. C.; Casali, V. W. D.; Fontes, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito da adubação orgânica. II ensaio em casa de vegetação. Revista Ceres, v.42, p.89-97, 1995.