



Efeito de bentonita no acúmulo de cobre em plantas de milho irrigadas com água de qualidade inferior ⁽¹⁾.

Gilvanise Alves Tito²; Lúcia Helena Garófalo Chaves³; Josely Dantas Fernandes⁴; Dimas Vicente Ferreira Filho⁵; Austro José Faustino Tavares⁵

(1) Trabalho executado com recursos da Capes

(2) Pesquisadora, bolsista PNPd, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Campina Grande, Paraíba, Email: gilvanisetito@yahoo.com.br; (3) Professora, UFCG, Email: lhgarofalo@hotmail.com; (4) Pesquisador, Universidade Estadual da Paraíba, Email: joselysolo@yahoo.com.br; (5) Graduando, bolsista Pibic, UFCG-PB, Email: dymas.ferreira@hotmail.com; austro_tavares17@hotmail.com.

RESUMO: A atividade industrial tem contribuído muito para um aumento significativo nas concentrações de íons metálicos em águas e solo. A bentonita por ser um argilo-mineral, com alta capacidade de troca catiônica vem sendo avaliada como sorvente alternativo na remoção de metais de diversos ambientes. Com esse trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de bentonita Bofe no acúmulo de cobre (Cu) em plantas de milho irrigado com água de qualidade inferior. Cada unidade experimental constou de um vaso plástico com 14 kg de solo, classificado como areia franca, misturado com doses crescente de bentonita equivalentes a 0; 30; 60 e 90 t ha⁻¹, com quatro repetições. A semeadura foi feita diretamente no vaso, deixando duas plantas por vaso; as mesmas foram irrigadas com água contendo 1 mg L⁻¹ de Cu. As plantas foram colhidas aos 60 dias, separadas em parte aérea e raiz. Avaliados os teores de cobre nos tecidos vegetais. A QPA e QR aumentou com as doses de bentonita na ordem de 253,18 e 122,57% da maior dose em relação a menor dose. Doses crescentes de bentonita promoveram um pequeno aumento na altura das plantas, variando de 90,37 a 107,75 cm para as doses de bentonita 0 e 90 t ha⁻¹, respectivamente. O índice de translocação médio foi de 71,26%. A bentonita não reduziu a QPA e QR do milho. A incorporação de bentonita favoreceu o desenvolvimento do milho. Doses crescentes de bentonita reduziram a translocação do cobre para a parte aérea.

Termos de indexação: metal pesado, reuso de água, argila.

INTRODUÇÃO

Um dos problemas que afetam o meio ambiente é a poluição química decorrente dos despejos residenciais e industriais. A contaminação do meio ambiente por metais pesados é resultado, principalmente de atividades industriais, agrícolas e

descarte de resíduos. Diante de uma política ambiental cada vez mais severa, as indústrias têm sido levadas a ajustar os processos existentes, buscando procedimentos que possam reduzir ou eliminar os poluentes presentes em seus efluentes.

O uso de águas residuárias para irrigação, a utilização do lodo de esgoto na agricultura como fonte de nutrientes para as plantas e o uso exagerado de insumos agrícolas, representam perigosas fontes poluidoras, principalmente no que diz respeito à adição de metais pesados ao solo e na água. Segundo Paganini et al. (2004) as plantas se constituem no principal ponto de entrada de metais pesados na cadeia alimentar, uma vez que eles são facilmente absorvidos pelas raízes.

Predominantemente, as bentonitas são compostas por argilominerais do grupo da esmectita e impurezas de quartzo. Em algumas variedades encontram-se também caulinita e illita (Gopinath et al., 2003); são encontradas em grandes depósitos em Boa Vista-PB. Estas argilas por ser um sólido aniônico têm uma notável afinidade com metais, particularmente metais pesados em solução. A bentonita do tipo Bofe não possui todas as características requeridas pelas indústrias, por isso é menos comercializada.

Portanto, considerando o que foi apresentado, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de bentonita Bofe no acúmulo de cobre em plantas de milho irrigado com água de qualidade inferior.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste experimento foi utilizado um solo, classificado como areia franca, tendo como atributos químicos (EMBRAPA, 1997): pH_(H₂O) = 6,0; C.E. = 0,16 (mmhos cm⁻¹); Ca = 2,10 cmolc kg⁻¹; Mg = 2,57 cmolc kg⁻¹; Na = 0,06 cmolc kg⁻¹; K = 0,14 cmolc kg⁻¹; H+ AL = 1,78 cmolc kg⁻¹; carbono orgânico = 5,5 g kg⁻¹; P = 45,0 mg kg⁻¹; Cu = 0,071 mg kg⁻¹.

As amostras de bentonita, conhecida regionalmente por Bofe, foram coletadas na jazida Primavera localizada no município de Boa Vista-



PB; secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com malha de 2mm.

O experimento foi realizado em casa de vegetação, utilizando quatro doses de bentonita: 0, 30, 60 e 90 t ha⁻¹, denominadas por B0, B30, B60 e B90, respectivamente, com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado, num total de 16 unidades experimentais. A concentração de cobre contida na água utilizada foi 1,0 mg L⁻¹ (concentração máxima admissível para efluentes, pela Resolução do CONAMA).

Cada unidade experimental constou de um vaso plástico com 14 kg de solo misturado com a dose de bentonita correspondente aos tratamentos. A adubação de fundação para NPK foi segundo Novais et al. (1991). A semeadura do milho (*Zea mays L.*) foi feita no próprio vaso e em seguida foi iniciada a irrigação com água de abastecimento, mantendo-se a umidade próxima a capacidade de campo. Dez dias após a semeadura foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso e iniciado a irrigação com água de qualidade inferior. Ao final do experimento, 60 dias após a semeadura, as plantas foram medidas as alturas, colhidas e separadas em parte aérea e raízes, secadas em estufa, pesadas em balança de precisão e moídas. Foi feita a digestão do material para determinação dos metais nos extratos por ICP-OES, segundo a metodologia realizado por Oliva et al. (2003).

A quantidade acumulada do Cu na parte aérea (QPA) e raízes (QR) das plantas (mg/vaso) foi calculada pela expressão QPA ou $QR = \{BSPA, \text{ ou } BSR (g) \times \text{Concentração do elemento (mg kg}^{-1})\} / 1000$, onde BSPA = biomassa seca da parte aérea; BSR = biomassa seca das raízes. Calculou-se o índice de translocação (IT %) do elemento, pela relação $IT = \{QPA / (QPA+QR)\} \times 100$, de acordo com Abicheque & Bohnen (1998).

Os resultados foram submetidos às análises de variância e de regressão por polinômios ortogonais utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os tratamentos 0; 30; 60 e 90 t ha⁻¹ de bentonita no solo, foram observadas as seguintes concentrações de cobre na parte aérea do milho 9,87; 2,47; 2,12 e 2,07 mg kg⁻¹ e na raiz 10,36; 4,10; 3,70 e 4,07 mg kg⁻¹, respectivamente. Isso mostra que doses crescentes de bentonita diminuíram as concentrações do metal na planta, provavelmente devido à adsorção do cobre no solo/bentonita.

As doses crescentes da bentonita influenciaram significativamente ao nível de 5% a quantidade

acumulada de cobre na parte aérea (QPA), na raiz (QR) e altura de planta (ALT) (**Tabela 1**), cujos dados se ajustaram melhor ao modelo linear, com exceção da QR que apresentou melhor resultado no modelo quadrático (**Figura 1**). O índice de translocação (IT) mostrou significância em nível de 5% quando fez a regressão.

Tabela 1: Resumo da análise de variância da quantidade acumulada de cobre na parte aérea (QPA) e na raiz (QR), índice de translocação (IT) e altura (ALT) do milho, com doses crescente de bentonita.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		QPA ¹	QR ¹	IT	ALT
Bentonita	3	23,52*	49,22*	179,98ns	229,0*
Linear	1	59,512**	86,19*	488,07*	543,40**
Quadrático	1	7,371ns	54,16*	40,25ns	83,26ns
Desvio	1	3,698ns	7,30ns	11,62ns	60,37ns
Erro	12	4,61	9,19	74,52	39,2
CV (%)		46,34	29,43	12,12	6,18
Média geral		4,634	10,3062	71,2575	101,34

¹Dados transformados em 1/x; ns, * e **, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente

Conforme a equação de regressão referente a quantidade acumulada de cobre na parte aérea (**Figura 1 A**), verifica-se que houve efeito linear crescente. Esse acúmulo variou de 2,044 mg/vaso (0 t ha⁻¹ de bentonita) a 7,219 mg/vaso (90 t ha⁻¹ de bentonita), correspondendo a um aumento de 253,18% da maior dose em relação a menor dose (testemunha). Esse acréscimo se deu devido, provavelmente, ao crescimento linear da biomassa seca da parte aérea bastante acentuada, uma vez que a quantidade acumulada do elemento na planta é calculada com base na biomassa seca, crescendo proporcional a mesma.

Ao analisar a equação de regressão para a quantidade acumulada de Cu na raiz (**Figura 1 B**), em função das doses de bentonita, verifica-se que o modelo de regressão que se ajustou melhor foi o quadrático, onde o maior incremento da concentração se deu na dose de 30 t ha⁻¹ de bentonita. No entanto, pode-se dizer, verificando na mesma figura, que praticamente não houve diferença entre as doses B30, B60 e B90, apenas entre a testemunha e as doses com bentonita, promovendo um aumento de 122,57% da B90 em relação a testemunha (B0). O maior valor médio da quantidade acumulada do Cu foi na raiz do milho (**Tabela 1**) indicando um mecanismo de proteção de algumas plantas para reduzir os efeitos da contaminação. Segundo Marsola et al. (2005), a grande diferença entre as concentrações da parte aérea e da raiz sugere que a planta possui mecanismo de reduzir a difusão do cátion pelo



interior do tecido, protegendo-o da intoxicação. No entanto, os valores médios apresentados na **tabela 1** para a QPA e QR estão abaixo dos teores de cobre na planta que causam sintomas de fitotoxicidades (Marques et al. 2002).

O IT é representado pela porcentagem da quantidade total absorvida, que foi transferida para a parte aérea (Abichequer & Bohnen, 1998), pois quanto maior o IT, maior a quantidade translocada para a parte aérea. Baseado nesta definição (**Figura 1C**) as doses crescentes de bentonita reduziram a translocação do Cu para a parte aérea, permanecendo uma boa parte do elemento na raiz evitando que alta concentração de Cu seja translocado para os grãos e contamine toda a cadeia alimentar. Condição essa, benéfica no caso do milho, uma vez que a parte comestível se encontra na parte aérea da planta.

Ainda na **figura 1 D**, verifica-se que a aplicação das doses de bentonita foi benéfica para o desenvolvimento inicial do milho irrigado com água de qualidade inferior, uma vez que proporcionou um aumento na sua altura na ordem de 19,1%, variando de 90,37 a 107,75 cm para as doses de bentonita 0 e 90 t ha⁻¹, respectivamente.

CONCLUSÕES

Para as condições apresentadas nesta pesquisa, a bentonita reduziu as concentrações de cobre na parte aérea e na raiz do milho.

A incorporação de bentonita ao solo irrigado com água de qualidade inferior, contaminada com Cu, favoreceu o desenvolvimento inicial do milho.

Doses crescentes de bentonita reduziram a translocação do cobre para a parte aérea.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de bolsas à primeira autora e ao CNPq pela concessão de bolsas de Pibic.

REFERÊNCIAS

ABICHEQUER, A. D. & BOHNEN, H. Eficiência de absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:21-26, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., São Carlos, SP, 2000. Anais. São Carlos: Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p.255-258.

GOPINATH, T.R.; CRUZ, V.C.A.; FREIRE, J.A. Estudo comparativo da composição química e as variedades de argilas bentoníticas da região de Boa Vista, Paraíba. *Revista de Geologia*, 16:35-48, 2003.

MARQUES, M.O.; MELO, W.J. de; MARQUES, T.A. Metais pesados e o uso de biossólidos na agricultura. In: Biossólidos na agricultura. 2ª ed., São Paulo: ABES/USP/UNESP, 2002. p.365-403.

MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M. L.; PAVAN, M. A. Acumulação de cobre e zinco em tecido do feijoeiro em relação do extraído do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9:92-98, 2005.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OIVEIRA, A. J. (ed.) Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. 1991. p. 189-253.

OLIVA, S. R.; RAITIO, H.; MINGORANCE, M. D. Comparison of two wet digestion procedures for multi-element analysis of plant samples. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34:2913-2923, 2003.

PAGANINI, W. S.; SOUZA, A.; BOCCHIGLIERI, M. M. Avaliação do comportamento de metais pesados no tratamento de esgotos por disposição no solo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 9: 225-239, 2004.

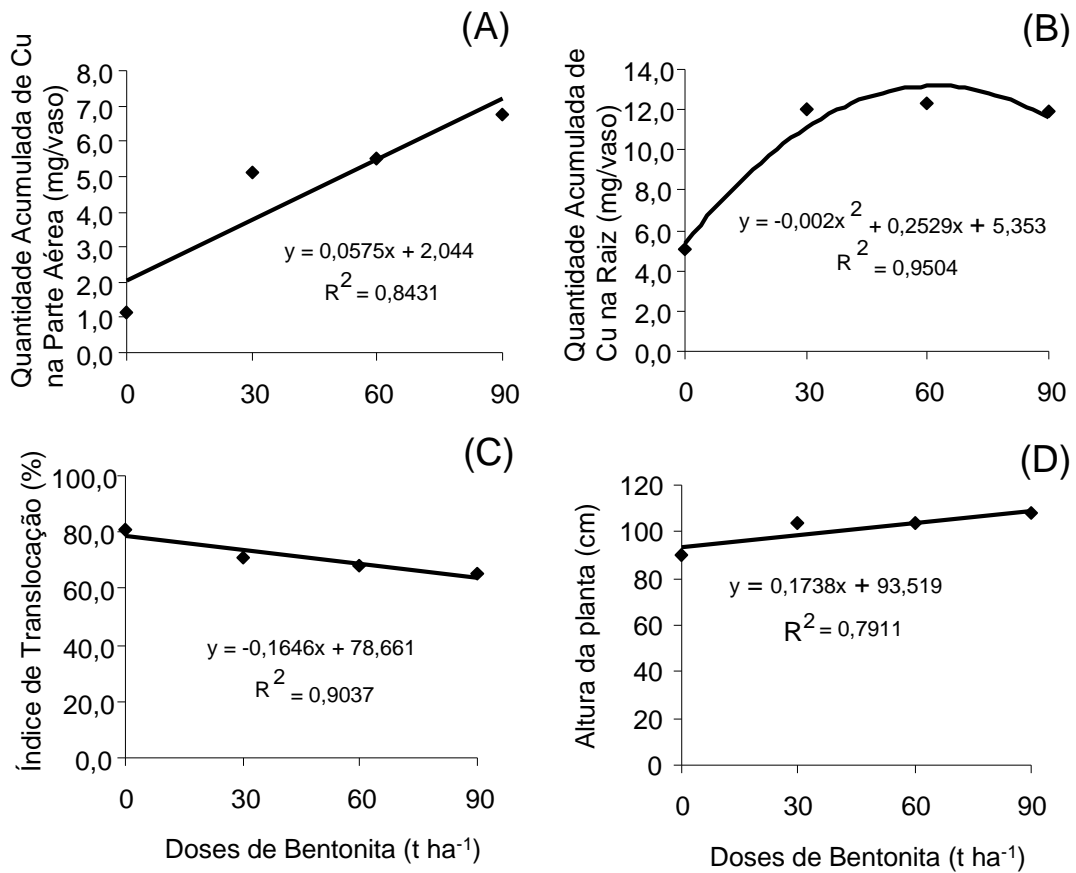


Figura 1 – Quantidade acumulada de Cu na parte aérea (A) e na raiz (B), índice de translocação (C) e altura da planta (D), em função das doses crescentes de bentonita.