

Influência de doses de cádmio na emergência e no crescimento do feijoeiro

Influence of doses of cadmium in emergency and growth of beans

*Ana Paula dos Santos*¹; *Evandro Binotto Fagan*²; *Walquíria Fernanda Teixeira*³;
*Luis Henrique Soares*⁴; *Marina Rodrigues dos Reis*⁵; *Louranny Tavares Corrêa*⁵

¹ Graduanda do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG

² D. Sc., Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
e-mail: evbinotto@yahoo.com.br

³ Doutoranda em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), SP. e-mail: walquiria_bio@yahoo.com.br

⁴ Mestrando em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), SP. e-mail: luishenriqueagro@hotmail.com.

⁵ Graduandas do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG. e-mail: louranny_tavares@hotmail.com

Resumo: A contaminação do solo por metais pesados, como o cádmio, vem causando danos em diversas culturas. Nesse sentido, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de cádmio na emergência e no crescimento inicial do feijoeiro. O estudo foi realizado em câmara de crescimento localizada no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP), do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), utilizando plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) que foram cultivadas em vasos de 10 litros, preenchidos com substrato areia lavada. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0, 50, 100, 150 e 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de Cádmio) e quatro repetições. Foram avaliados a percentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência, a fitomassa seca de raiz, o caule, as folhas e o índice SPAD. Os resultados mostraram que o aumento de doses de cádmio provoca a diminuição da fitomassa seca de plantas de feijão e no índice SPAD. Além disso, o cádmio afetou de forma negativa a emergência e o índice de velocidade de emergência dessas plantas. Concluiu-se que o cádmio diminui o crescimento, o teor de clorofila e a emergência em *Phaseolus vulgaris* L.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Cd. Crescimento.

Abstract: Soil contamination by heavy metals, such as cadmium, has caused damage in the cultures. In this sense, the present work aimed to evaluate the effect of different doses of cad-

mium on emergence and early growth of bean plants. The study was conducted in a growth chamber located at the Núcleo de Pesquisas em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP) at the Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), using bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). We used a completely randomized design with five treatments (0, 50, 100, 150 and 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ Cadmium) and four replications. We evaluated the percentage of emergence, the speed of emergence index, the dry weight of root, the stem, the leaves and the SPAD. The results show that increasing doses of cadmium causes the decrease of the dry weight of bean plants and the SPAD. Moreover, the cadmium negatively affected emergence and emergence rate index of these plants. It was concluded that cadmium reduces the growth, the chlorophyll content and the emergence in *Phaseolus vulgaris* L.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L. Cd. Growth.

Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado a espécie mais cultivada entre as demais do gênero *Phaseolus*, envolvendo cerca de 107 países produtores em todo o mundo, sendo que o Brasil se destaca como maior produtor desta cultura, seguido pelo México (EMBRAPA, 2010).

Diante do aumento da população ao longo das últimas décadas, de forma desorganizada e com falta de infraestrutura adequada, ocorreram intensas mudanças no meio ambiente. Dentre essas mudanças destacam-se a degradação de áreas florestais e a poluição do solo e principalmente das águas por resíduos que podem conter grandes quantidades de metais pesados (MPs) (IBGE, 2006).

A contaminação do solo por metais pesados frequentemente é resultado de atividades humanas, especialmente aquelas relacionadas com mineração, vazamento de resíduos industriais, fertilizantes e pesticidas no meio agrícola (MALAVOLTA, 1994).

O cádmio (Cd) é o metal pesado que apresenta as mais expressivas taxas de aumento no ambiente, principalmente durante as duas últimas décadas (ALLOWAY, 1990). Este metal pode alterar a absorção de minerais pelas plantas por meio dos seus efeitos sobre a disponibilidade dos mesmos no solo, ou por meio de uma redução na população de microrganismos benéficos (MORENO *et al.*, 1999).

Segundo Ramos *et al* (2002), a concentração de Cd em plantas é na maioria das vezes maior nas raízes do que nos tecidos sob o solo. O Cd é absorvido pelas raízes através do tecido cortical, sendo transportado até o xilema através da via apoplástica ou simplástica. Pequenas quantidades atingem a parte aérea, uma vez que a maior parte de seus íons fica retida nas raízes (CATALDO *et al.*, 1983). Sendo assim, o teor de Cd em plantas diminui das raízes até as sementes respectivamente (BLUM, 1997).

O efeito tóxico do Cd em plantas pode ser ocasionado por diversos fatores. Fordor (1995) verificou que plantas de trigo (*Triticum* spp) e girassol (*Helianthus annuus*) tratadas com cádmio apresentam alterações na funcionalidade das membranas, resultando na peroxidação lipídica. Nesses experimentos, o estresse oxidativo proporcionou uma senescência acelerada das plantas. A absorção de íons de Cd parece estar em competição com a membrana transportadora mesmo na presença de nutrientes como Potássio, Cálcio, Magnésio, Ferro, Manganês, Cobre, Zinco e Níquel (HIRSCH *et al.*, 1998).

Porém, ainda são necessários estudos que comprovem a ação deste metal em plantas, como é o caso do feijoeiro. Neste contexto, o presente estudo tem por intuito avaliar o efeito de diferentes doses de cádmio na espécie *Phaseolus vulgaris* L. cultivadas em câmara de crescimento.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento localizada no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP), do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Minas Gerais, no ano de 2010.

A espécie utilizada foi o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivada em câmara de crescimento, que apresentava prateleiras de ardósia de 1m de altura por 5m de comprimento. Nessas, o estrato superior das plantas permanecia a uma altura de 0,15m do sistema de lâmpadas fluorescentes. Estas são fixadas em suportes colocados nas pedras de ardósia de 0,40m de largura e 5m de comprimento. As lâmpadas foram acionadas por um temporizador ("Timer"), simulando um fotoperíodo de 12 horas e uma radiação solar incidente de aproximadamente 1000 W m^{-2} . A câmara de crescimento foi mantida na temperatura noturna de aproximadamente 18°C e diurna de 30°C .

O sistema de cultivo foi constituído por vasos plásticos, de cor preta, e estes foram preenchidos com substrato areia lavada com malha de 5 mm, sendo a massa inicial de cada vaso mais o substrato aferida para o controle da quantidade de água pelo método gravimétrico. A nutrição das plantas foi realizada por meio da aplicação da solução nutritiva proposta por Johnson *et al.* (1957), de acordo com a necessidade da cultura ao longo do ciclo. A dose de água aplicada diariamente se manteve em torno de 250 mL por planta.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos constituídos por doses de cádmio (Tabela 1), com quatro repetições totalizando 20 parcelas experimentais, sendo que as doses de cádmio foram aplicadas em uma única vez, antes da semeadura.

Tabela 1. Tratamentos (doses de cádmio) usados no experimento com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em câmara de crescimento. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2010.

Tratamentos	Doses de Cádmio ($\mu\text{mol L}^{-1}$)
T ₁	0
T ₂	50
T ₃	100
T ₄	150
T ₅	200

A determinação de fitomassa seca de raiz, caule e folha foi realizada aos 15 dias, após a emergência. Para isto, cada órgão da planta foi acondicionado separadamente, em sacos de papel, e a secagem das diferentes partes da planta foi realizada utilizando-

se o método padrão de secagem em estufa com circulação de ar forçada e com temperatura de 65°C, até massa constante. As pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,001 gramas (FAGAN, 2005).

Para determinar a quantidade de clorofila nas folhas, foi utilizado medidor portátil de clorofila (clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD-502), que permite leituras instantâneas do teor indiretamente relativo de clorofila na folha sem destruí-la, sendo que esta análise também foi realizada 15 dias após a emergência das plântulas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Os dados obtidos evidenciam que o aumento nas doses de cádmio afetam a percentagem de emergência (%E) e o índice de velocidade de emergência das plantas (Figura 1A e 1B, respectivamente).

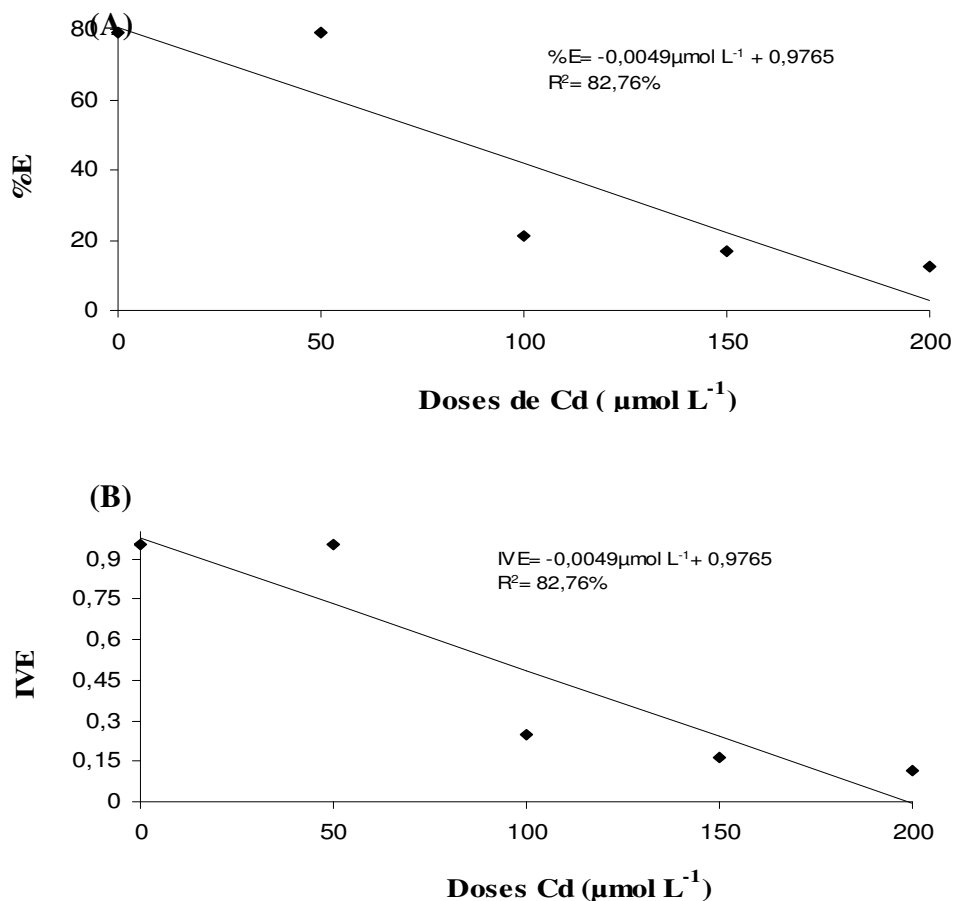


Figura 1. A- Percentagem de Emergência (%E); B- Índice de velocidade de emergência (IVE) em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. submetidas a diferentes concentrações de cádmio (Cd). Patos de Minas, UNIPAM 2010.

Na figura 1A é possível constatar que, conforme ocorre um aumento das doses de cádmio, existe uma diminuição na taxa de emergência, sendo que este foi em média de 0,20 e, no índice de velocidade de emergência, foi em média de 16,56 (Figura 1B). De acordo com Rossi e Lima (2001), o cádmio causa efeito fitotóxico nas plantas, levando a desarranjos no desenvolvimento, na diferenciação celular e no crescimento por meio de alterações na atividade da enzima peroxidase, o que mostra que o cádmio provoca estresse na germinação de sementes de feijão.

De acordo com a (Figura 1B), houve uma diminuição na velocidade de emergência, em que nos tratamentos com 0 e 50 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cádmio, as sementes germinaram normalmente, enquanto que nos tratamentos com 100, 150 e 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ praticamente não houve germinação, mostrando assim que quanto maior é a dosagem de cádmio presente no solo menor será a taxa de germinação.

Os sintomas de toxicidade observados em plantas submetidas a quantidades excessivas de metais pesados podem ser devido a uma série de interações em nível celular (BENAVIDES, 2005). A toxicidade pode resultar da ligação de metais para grupos sulfídricos de proteínas, levando à inibição da atividade ou à ruptura de estruturas destas (ROSSI; LIMA, 2001).

Analisando a Figura 2, nota-se um decréscimo linear no índice de SPAD com o aumento das doses de Cd. Na testemunha, o valor observado foi de 40,78, enquanto que nas plantas submetidas a maior dose (200 $\mu\text{mol L}^{-1}$), o valor observado foi de 40,1. De acordo com Santos (2006), o índice SPAD é uma ferramenta que possibilita o diagnóstico do teor de clorofila foliar de várias culturas, caracterizando assim a eficiência de adubação, bem como possíveis efeitos de fitotoxicidade, como o observado neste trabalho.

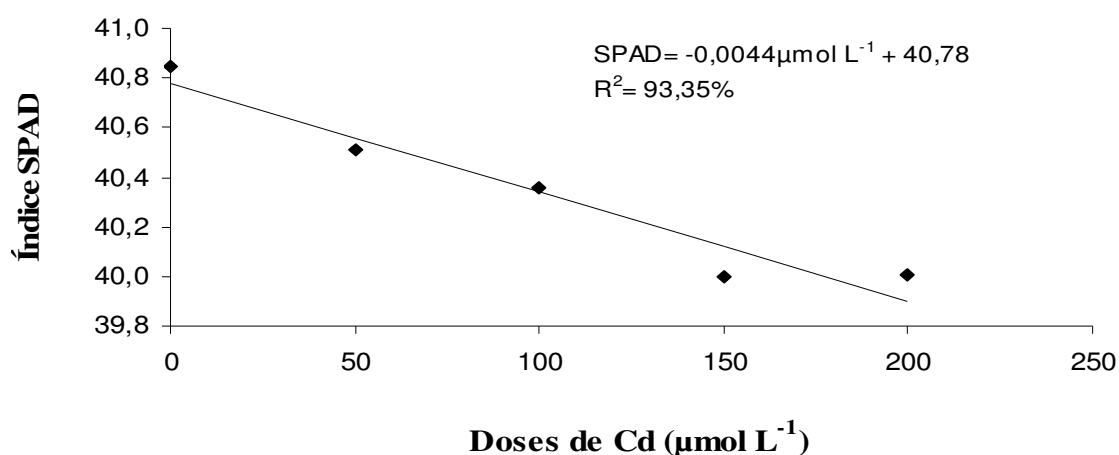
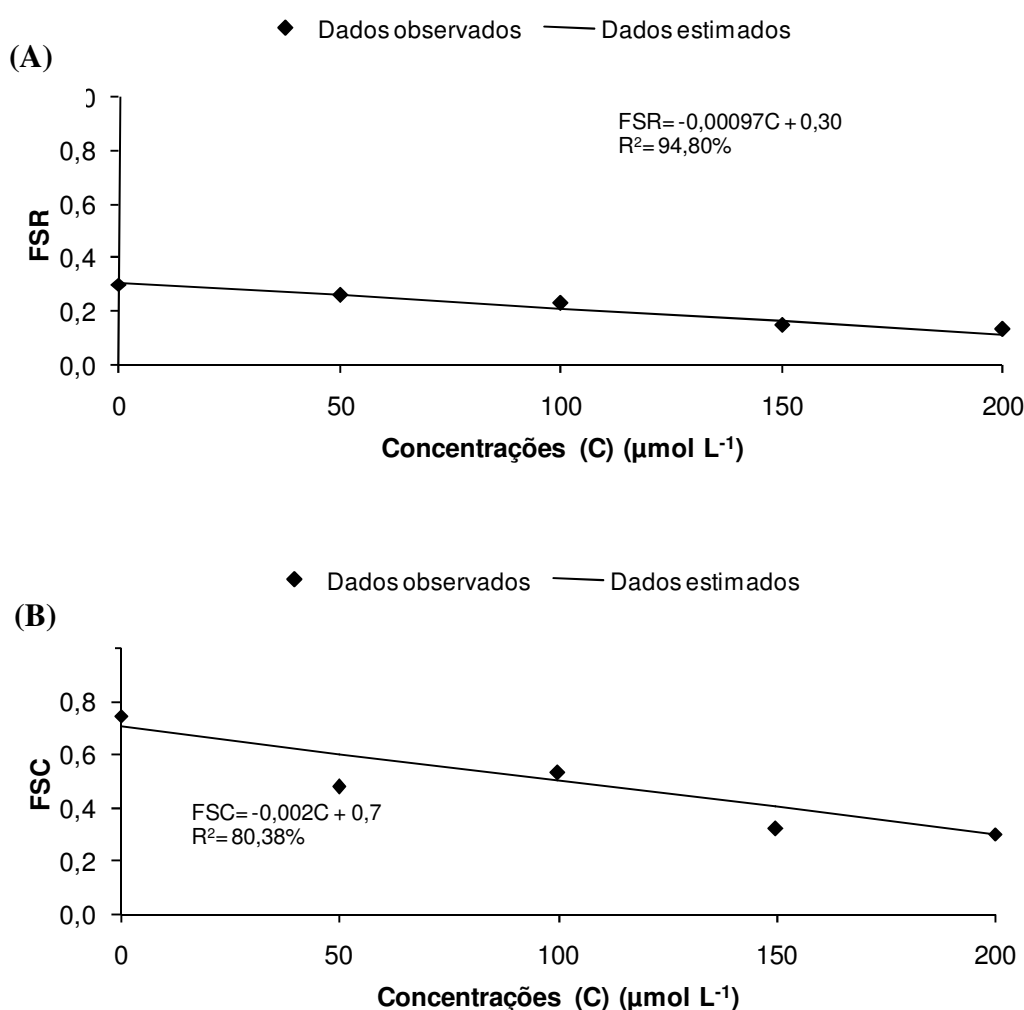


Figura 2. Valores de Índice SPAD em *Phaseolus vulgaris* L. mantido sobre diferentes concentrações de cádmio aos 15 dias após o término da aplicação dos tratamentos. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2010.

O decréscimo no teor de clorofila ocasionado pelo Cd visualizado através do índice de SPAD pode diminuir a taxa fotossintética, e consequentemente a produção de sacarose, que é transportada para os diversos órgãos como raiz, caule e frutos. Além disso, o cádmio também pode afetar a abertura estomática, o que acarreta menor disponibilidade de carbono para a fotossíntese, ocasionando redução das taxas de crescimento (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Com relação ao acúmulo de fitomassa seca de raiz, caule e folhas, observa-se que o aumento nas concentrações de Cd ocasiona um decréscimo linear (Figura 3A, 3B e 3C, respectivamente). A média do decréscimo de raiz, de caule e de folhas foi de 0,04. Isso demonstra que o efeito fitotóxico é mais acentuado com a aplicação de 50 $\mu\text{mol L}^{-1}$, mantendo-se com o incremento dessas doses. O decréscimo no crescimento provavelmente está ligado a alterações ocasionadas na produção de clorofila, uma vez que o decréscimo no teor de clorofila (Figura 2) proporciona uma menor taxa fotossintética, e consequentemente, um decréscimo na produção e translocação de açúcar para os órgãos (raiz, caule e folhas), resultando assim na diminuição no crescimento dos órgãos.



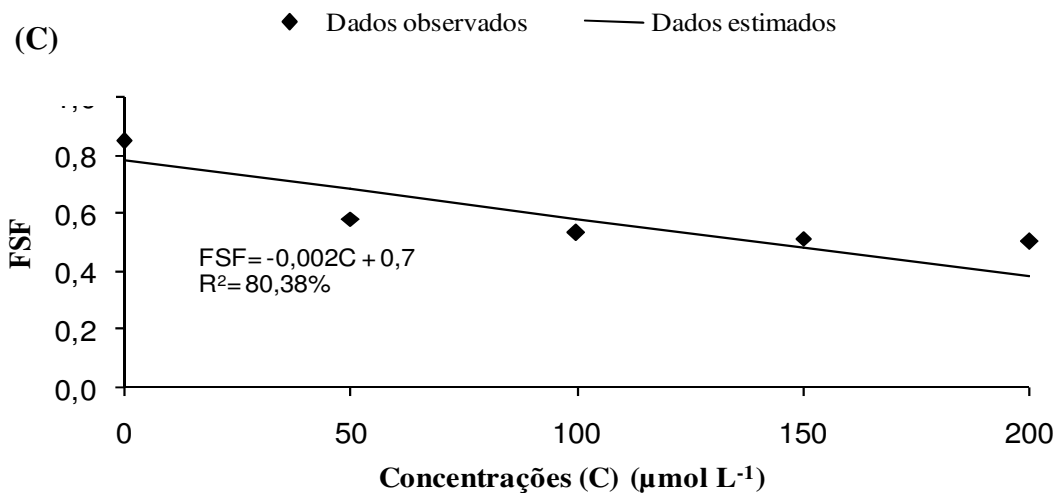


Figura 3. Efeito de diferentes concentrações de cádmio sobre as fitomassas secas de caules (A), folhas (B) e raízes (C) em *Phaseolus vulgaris* L aos 15 dias após o término da aplicação dos tratamentos. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2010.

Segundo Rossi *et al* (1998), a absorção de cádmio pode causar diminuição do crescimento da folhas e raízes em feijoeiro, o que é ocasionado pela inibição de processos fisiológicos importantes, tais como a fotossíntese, a translocação de açúcares no floema e a transpiração, causados pela presença de metais pesados.

Conclusões

A partir do estudo realizado, foi possível constatar que aplicações de 50 a 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cádmio em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. diminuem a emergência, o índice de velocidade de emergência e o crescimento, além de reduzir o teor de clorofila.

Referências

ALLOWAY, B.J. Cadmium. In: Alloway, B.J. (ed). **Heavy metals in soils**. New York: J. Willery, p. 100-120, 1990.

BENAVIDES, M. P.; GALLEGOS, S. M.; TOMARO, M. L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 17, p. 131-136, 2005.

BLUM, W.H. Cadmium uptake by higher plants. In: **Proceedings of extend abstracts from the Fourth International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements**, Berkeley, USA. University of California, p. 109-110, 1997.

CATALDO D.A; GALAND, T.R; WILDUNG, R.E. Cadmium uptake kinetics in intact soybean plants. **Plant Physiology**, v. 73 p. 844-848, 1983.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao>. Acesso em 06 de agosto de 2010.

FAGAN, EB. **Regime de irrigação e densidade de frutos na produção do melão hidropônico**. 2005.60f. Dissertação de Mestrado em Agronomia Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

FORDOR, A; SZABÓ, N.A; ERDEI, L. The effects of cadmium on the fluidity and activity of plasma membrane from sunflower and wheat roots. **Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 787-792, 1995.

GUIMARÃES, M.A.; SANTANA, T.A.; SILVA, E.V.; ZENZEN, I.L.; LOUREIRO, M.E. Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas. **Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas**, n. 3, pag. 58, 2008.

HIRSCH R.E; LEWIS D.B; SPALDING, E.P; SUSSMAM, M.R. A role for the AKT1 potassium channel in plant nutrition. **Science**, v. 280, p. 918-921, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/>. Acesso em 06 de agosto de 2010.

JOHNSON, C.M.; STOUT, P.R.; BROYER, T.C.; CARLTON, A.B. Comparative chlorine requirement of different plant species. **Plant and Soil**, v. 8, n. 3, p. 337-353, 1957.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados – mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: Petroquímica, 1994. 153p.

MORENO, J.L, HERNANDEZ, T, GARCIA, C. Effects of a cadmium-containing sewage sludge compost on dynamics of organic matter and microbial activity in an arid soils. **Biol. Fert. Soils**, v. 28 p. 230-237, 1999.

RAMOS, I; ESTEBAN, E; KUCENA, J.J; GARATE, A. Cadmium uptake and subcellular distribution in plants of *Lactuca* sp. **Plant Science**, v. 162, p. 761-767, 2002.

ROSSI, C; LIMA, G.P.P. Cádmio e a atividade de peroxidase durante a germinação de sementes de feijoeiro. **Scientia Agricola**, v. 58 n. 1. Piracicaba jan./mar. 2001.

ROSSI, C.; PADILHA, P.M.; PADILHA, C.C.F. Absorção de cádmio e crescimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. carioca. **Scientia Agricola**, v. 55, p. 332-337, 1998.

SANTOS, D. M. A. **Adubação nitrogenada e recomendação com medidor portátil de clorofila em algodão**. Dissertação (Mestrado em Sistema de produção) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 54p. 2006.