



EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALUMÍNIO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE GIRASSOL

Wallace de Aquiar Nascimento¹, Kleber de Sousa Pereira¹, Patrícia Lima de Souza Santos¹, Carlos Henrique Barbosa Santos²

1. Estudantes de graduação em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (aguiarwallace@hotmail.com), Cruz das Almas, Bahia - Brasil, 44380-000
2. Pós-Graduando em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia - Brasil, 44380-000

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O girassol é uma planta muito sensível à acidez do solo, não tolerando, de modo geral, saturação por alumínio (Al) trocável superior a 5 %. Nessas condições o desenvolvimento radicular é drasticamente afetado reduzindo a capacidade das plantas de explorar maior volume de solo, conseqüentemente de água e nutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância de girassol a diferentes concentrações de alumínio. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e biológicas da UFRB. Utilizaram-se recipientes com capacidade para 2 dm³, sendo o substrato a areia lavada contendo uma planta por vaso. Os tratamentos constaram de diferentes doses de fonte de alumínio o AlCl₃ nas concentrações de: T1 = 0,0 mg L⁻¹(controle), T2 = 13,5 mg L⁻¹, T3 = 27 mg L⁻¹, T4 = 54 mg L⁻¹ e T5 = 108 mg L⁻¹. Foram avaliados: altura das plantas, comprimento de raiz, massa seca de parte aérea e massa seca de raiz. O alumínio mostrou-se deletério ao desenvolvimento do girassol a partir da menor dose testada (13,5 mg L). À medida que se elevou a concentração das doses de alumínio, houve linearmente redução das variáveis observadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus*, toxidez, alumínio, desenvolvimento.

EFFECT OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF ALUMINUM IN THE EARLY DEVELOPMENT OF SUNFLOWER PLANTS

ABSTRACT

The Sunflower is very sensitive to the acidity of the soil, not tolerating generally, the saturation of aluminum (Al) greater than 5% exchangeable. Under these conditions root growth is affected drastically reducing the ability of plants to explore a greater volume of soil and consequently water and nutrients. The objective of this study was to evaluate the tolerance of the sunflower to different concentrations of aluminum. The experiment was conducted in a greenhouse at the Center of science Agricultural Environmental and Biological of UFRB. Containers with a capacity of 2 dm³ was used, the substrate being washed sand containing one plant per pot. The treatments

consisted of different doses of aluminum source on the concentrations of AlCl₃: T1 = 0.0 mg/L-1 (control), T2 = 13.5 mg/L-1, T3 = 27 mg/L-1, mg/L-1 T4 and T5 = 54 = 108 mg / L-1. Were evaluated plant height, root length, dry weight of shoot and root dry weight. The Aluminum proved be deleterious to the development of the sunflower from the lowest dose tested (13.5 mg / L). As we increased the concentration of aluminum rates, there was a linear decrease of the observed variables.

KEYWORDS: *Helianthus annuus*, toxic, aluminum, development.

INTRODUÇÃO

O girassol comum (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, é a espécie cultivada mais importante do ponto de vista comercial dentro do gênero *Helianthus*, que compreende 49 espécies e 19 subespécies, todas nativas das Américas (SOUZA, 2010).

Algumas espécies são de ocorrência rara, elementos comuns da vegetação natural e algumas são plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem (UNGARO, 2000), sendo conhecida como “flor do sol”, devido a uma referência à característica da planta de girar sua inflorescência, seguindo o movimento deste (CASTRO *et al.*, 2005).

O cultivo do girassol vem despertando o interesse de agricultores, técnicos e empresas devido à possibilidade de utilizar seu óleo como matéria prima para fabricação de biodiesel (BACKES *et al.*, 2008). Possui ainda, uma diversidade de aplicações em diferentes áreas como produção de ração, silagem, óleo para consumo humano, floricultura, alimentação animal, além de ser uma excelente alternativa de matéria-prima para a produção de biodiesel (PEREIRA *et al.*, 2008). Além disso, o óleo possui grande potencial a ser utilizado na indústria cosmética, farmacêutica, alimentícia, fabricação de sabões, como óleo base para massagem, entre várias outras utilizações.

Segundo FAGUNDES *et al.*, (2007); ARRUDA FILHO, (2008) o girassol é quarta oleaginosa em produção de grãos no mundo. O Brasil é ainda um pequeno produtor de girassol, com uma área cultivada de 111,3 mil hectares, produção de 147,1 mil toneladas e uma produtividade média de 1.323 kg/ha (CONAB, 2009). No entanto, o Brasil é destaque no uso de biomassa, com aproximadamente 32,8% de sua matriz energética composta por esta fonte (MME, 2010).

Um dos principais entraves para o cultivo de girassol no país é sua sensibilidade à acidez do solo, e conseqüentemente, aos elevados teores de Al, características comumente encontradas nos solos brasileiros (VITORELLO *et al.*, 2005). Nestas condições, o crescimento do girassol é drasticamente afetado pela restrição do desenvolvimento do sistema radicular, diminuindo, conseqüentemente, a resistência à seca e ao acamamento, comprometendo severamente o efeito da adubação e aumentando, assim, a incidência de doenças (BATISTA *et al.*, 2010).

O Al é absorvido pelas raízes, causando fitotoxicidade, primeiramente por lesar o funcionamento normal das raízes, inibindo o seu crescimento, bloqueando os mecanismos de absorção e transporte de água e dos nutrientes (ROSSIELLO & NETTO, 2006; ALAMGIR & ARKHTER, 2009), levando a diminuição do volume de solo explorado, tornam-se mais sensíveis ao déficit hídrico e ao acamamento, reduzem a absorção de nutrientes, impedindo que a cultura expresse seu potencial produtivo (CASTRO & OLIVEIRA, 2005).

Soluções nutritivas vêm sendo amplamente usadas em estudos de fisiologia vegetal, especialmente nos relacionados aos mecanismos que coordenam o

crescimento das plantas (PARKER & NOVELL, 1999). Um método de avaliação da tolerância ao alumínio, utilizando areia como substrato foi desenvolvido por VILLAGARCIA *et al.*, (2001).

Grande parte das formulações existentes é modificação da solução original de Hoagland, desenvolvida a partir das exigências nutricionais do tomateiro (CUZZUOL, 2005). Esta última é a mais usada na investigação de problemas nutricionais de plantas e configura-se como a base para formulação de várias soluções nutritivas comerciais (FURLANI *et al.*, 1999).

Pesquisas com girassol têm sido decisivas para dar suporte tecnológico ao desenvolvimento da cultura (PORTO *et al.*, 2007). Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar a tolerância do girassol ao alumínio cultivado em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, entre os meses de setembro a outubro de 2011.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de diferentes doses de fonte de alumínio o AlCl_3 nas concentrações de: T1 = 0,0 mg L⁻¹ (controle), T2 = 13,5 mg L⁻¹, T3 = 27 mg L⁻¹, T4 = 54 mg L⁻¹ e T5 = 108 mg L⁻¹. As sementes de girassol foram postas para germinar em bandejas de poliestireno contendo areia lavada. Após, 25 dias da semeadura (DAS), às mudas foram transplantadas para recipientes plásticos com capacidade para 2 dm³ e, utilizou-se como substrato a areia lavada.

As aplicações das doses foram efetuadas no mesmo dia do transplântio. As plantas receberam como fonte nutricional a solução completa de Hoagland e Arnon – Modificada (P=3,1 mg L, N=210; P=3,1; K=234; Ca=200; Mg=48 e S=64 (mg L de solução nutritiva). A irrigação foi realizada a cada dois dias, mantendo-se a umidade do substrato sempre próximo a Capacidade de Campo (CC).

Após 15 dias da aplicação das doses de Al foram avaliadas as variáveis: altura da plantas (cm), comprimento de raiz (cm), massa seca da parte aérea (g) e massa seca da raiz (g). Para a obtenção dos dados de altura e comprimento utilizou-se régua milimétrica e, para massa seca da parte aérea e massa seca das raízes foram obtidas após a secagem em estufa com ventilação de ar forçado no período de 72 horas a 65°C, e pesadas em balança analítica.

Os dados foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão. Utilizou-se o programa estatístico Computacional de Sistema - SISVAR - DEX/UFLA (FERREIRA, 2003), para realização das análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises de variância, houve efeito significativo a nível de 1% de probabilidade para todas as variáveis: altura das plantas, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz.

Diante do efeito significativo ($P < 0,01$) entre as doses de Al para a altura das plantas, pode-se observar que na medida em que foram aumentando as doses de alumínio, o crescimento das plantas foi reduzindo. Esta redução ocorreu a partir da concentração de 13,5 mg L⁻¹ com 21cm indo até a concentração 108 mg L⁻¹ com 9,5 cm de altura, verificando-se um decréscimo de 55,4% no comprimento das plantas de girassol em relação ao controle 0,0 mg L⁻¹ (Figura 1).

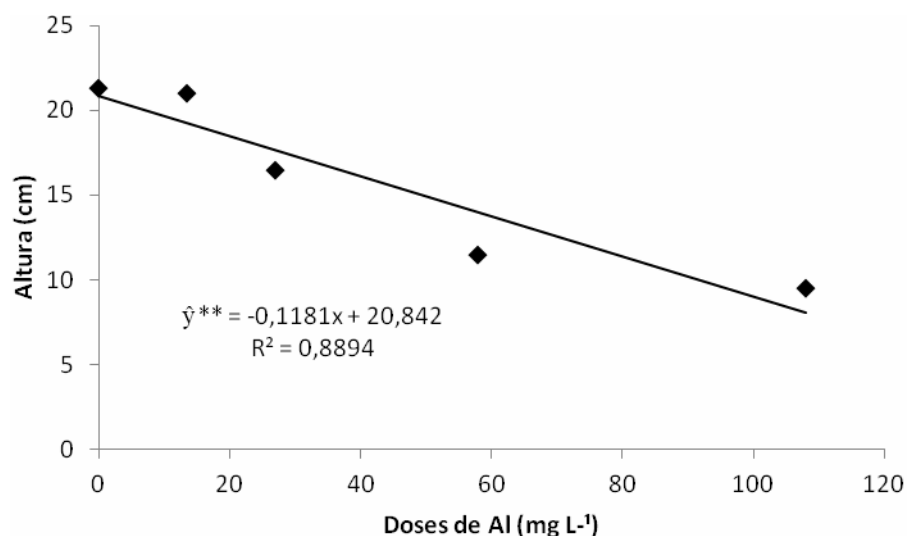


FIGURA 1: Avaliação do desenvolvimento em altura (cm) de plantas de girassol em função de diferentes doses de alumínio (mg L⁻¹).

O comprimento da raiz foi significativo ($P < 0,01$) (Figura 2) e também similar ao comportamento da altura das plantas, em que devido ao aumento das doses de alumínio, houve um decréscimo linear no comprimento das raízes de girassol. Para tal variável foi obtido uma redução de 59,5% até a dose 108 mg L⁻¹ com média de 9,5 cm em relação ao controle com 23,5 cm de comprimento. Estes resultados corroboram com SANTOS *et al.*, (2010) onde relatam que a rúcula apresentou limitação no comprimento das raízes à medida que se aumentavam as doses de alumínio tóxico na solução. MACEDO *et al.*, (2011) também relatam decréscimos no crescimento final da raiz (CFR), sendo observada uma redução linear com o aumento das doses.

Segundo KOLLMEIER *et al.*, (2000), o ápice da raiz, especificamente a região da zona de transição, é apontado como o local primário das injúrias causadas pelo alumínio. De acordo com CHANDRAN *et al.*, (2008), o sintoma primário e mais evidente da toxicidade do Al em vegetais é a inibição do alongamento radicular. Este cátion quando em contato com as raízes paralisa o crescimento radicular, tornando as raízes atrofiadas em função da morte do meristema radicular, engrossamento na porção apical, mudança na coloração das raízes, levando as plantas à morte em muitas espécies (FOY, 1976).

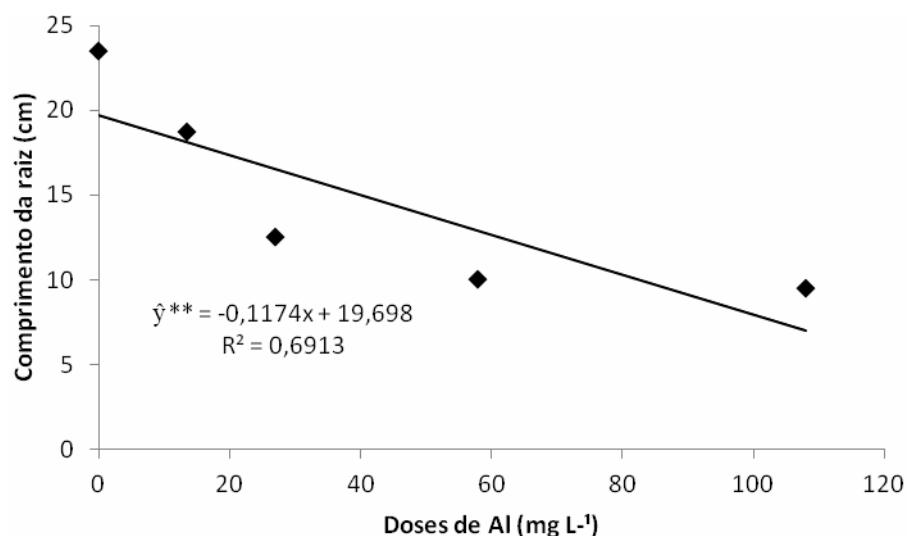


FIGURA 2: Avaliação do desenvolvimento em comprimento da raiz (cm) de plantas de girassol em função de diferentes doses de alumínio (mg L⁻¹).

Para a variável massa seca da parte aérea das plantas (Figura 3) pode-se verificar que assim como para os dados de crescimento do girassol, o aumento das doses da solução a base de Al, também provocaram uma significativa redução ($P < 0,01$) no conteúdo de massa seca. A partir do controle com peso de 2,04g até a mais elevada dose de 108 mg L⁻¹ com peso de 0,19g observou-se uma decadência de 90,6%. No estudo da fitomassa de plantas de rúcula, SANTOS *et al.*, (2010) verificaram similares resultados onde, a massa seca das folhas decresceram em função do aumento das concentrações de Al.

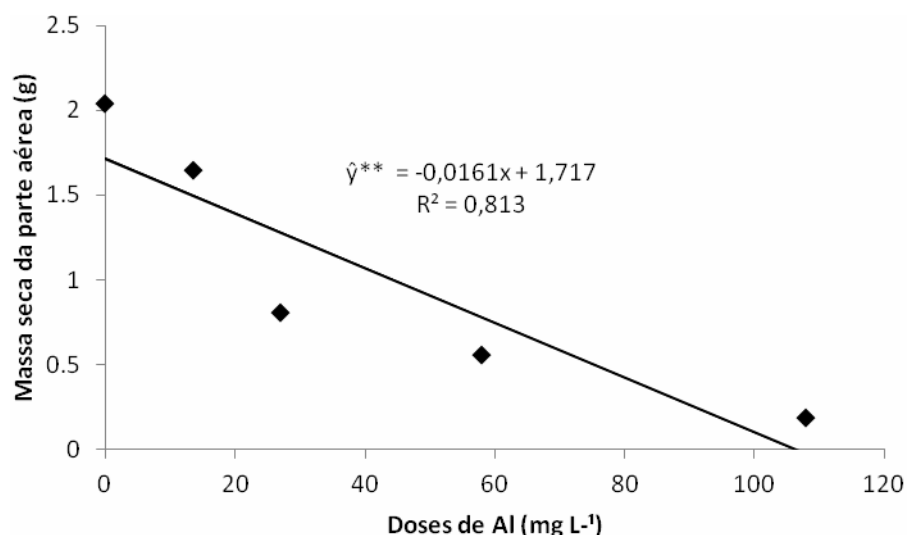


FIGURA 3: Avaliação da produção de massa seca da parte aérea (g) de plantas de girassol em função de diferentes doses de alumínio (mg L⁻¹).

Para a massa seca da raiz os resultados não foram diferentes. Houve efeito altamente significativo ($P < 0,01$) e, a queda de massa seca de raiz das plantas também foi decorrente do aumento das doses da solução a base de Al aplicadas.

Nesta variável, para cada aumento unitário no valor da concentração, a massa seca da raiz sofreu decréscimos de 0,015g de forma linear e progressiva até o valor máximo da dose de 108 mg L⁻¹ com apenas 0,25g, tendo uma queda de 87,7% quando se comparado com o tratamento 0,0 mg L⁻¹ (controle) (Figura 4). Esses resultados concordam com MENDONÇA *et al.*, (2003), que, trabalhando com duas cultivares de arroz, observaram que a massa seca de raízes, parte aérea e total apresentaram redução na presença do alumínio tóxico. SANTOS *et al.*, (2010) estudando doses de Al em plantas de rúcula, verificaram que a massa seca das raízes decresceram em função do aumento das concentrações de Al, com uma redução de 55% em relação ao controle.

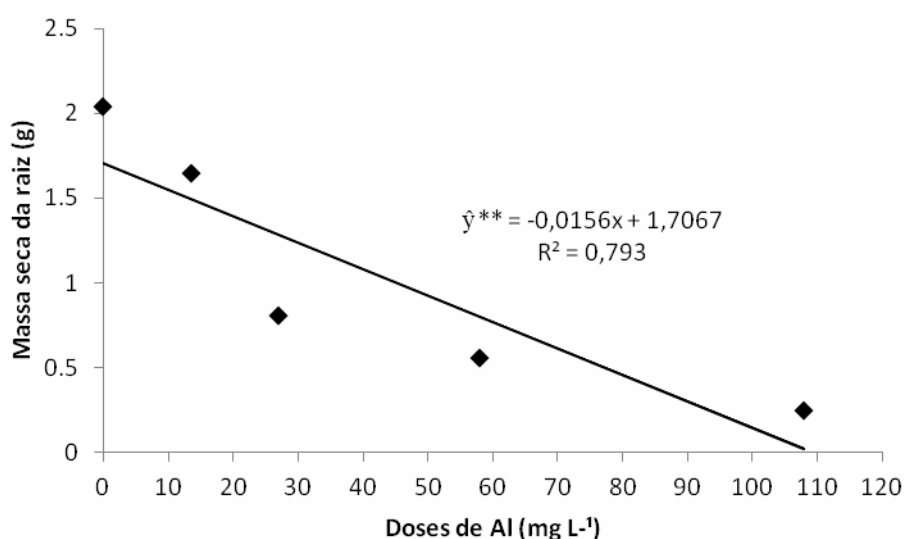


FIGURA 4: Avaliação da produção de massa seca da raiz (g) de plantas de girassol em função de diferentes doses de alumínio (mg L⁻¹).

CONCLUSÕES

Todas as doses de alumínio foram prejudiciais ao desenvolvimento do girassol em todos os aspectos observados (alturas das plantas, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz).

À medida que se elevou a concentração das doses de alumínio, houve decréscimos significativos para as variáveis de crescimento e de produção das plantas de girassol.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAMGIR, A.N.M.; AKHTER, S.; Effects of aluminium (Al³⁺) on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Bangladesh Journal Botany**, v.38 n.1 p.1-6, 2009.

ARRUDA FILHO, N.T.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, I.F.; OLIVEIRA, A.P. Aplicação de fósforo e calcário em um Latossolo: efeito sobre características produtivas da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.3, p21 -26, 2008.

BACKES, R.L., SOUZA, A.M., BALBINOT JUNIOR, A.A., GALLOTTI, G.J.M., ALVIMAR BAVARESCO, A. "Desempenho de Cultivares de Girassol em Duas Épocas de Plantio de Safrinha no Planalto Norte Catarinense", **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.41-48, 2008.

BATISTA, J. O.; OLIVEIRA, A. L.; BRITO, N. B.; MASSI, A.; QUINTAS, J. R.; MARIANO, E. D.; PELEGRINI, R. T.; COSTA, M. B. B. **Evaluación de la toxicidad del aluminio en valor de ph 6.0 a la desarrollo de semillas de girasol (*Helianthus annus* L.)**. [online]. 2010. VIII ENCUESTRO DE AGRICULTURA ORGANICA Y SOSTENIBLE E VI ASAMBLEA CONTINENTAL DEL MOVIMIENTO AGROECOLOGICO LATINOAMERICANO – MAELA. La Habana, Cuba. Disponível em: <http://blog.cca.ufscar.br/agroeco/files/2011/03/Toxicidade_Helianthus_annus-L.pdf>. Acesso em: 29 de julho de 2012.

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: CAMPOS LEITE, R. V. de et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSo. p. 163-218, 2005.

CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja. p. 318-373, 2005.

CHANDRAN, D.; SHAROPOVA, N.; VANDENBOSCH, K. A.; GARVIN, D. F.; SAMAC, D. A. Physiological and molecular characterization of aluminum resistance in *Medicago truncatula*. **BMC Plant Biology**, v. 8, n. 89, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: décimo segundo levantamento**. Brasília: Conab, 2009. 39p.

CUZZUOL, G. R. F. et al. Soluções Suções nutritivas para cultivo e produção de frutanos em plantas de *Vernonia herbacea*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.40, n.9, p.911-917, 2005.

FAGUNDES, J. D.; SANTIAGO, G.; MELO, M.; BELLÉ, R. A.; STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, V. 37, n. 4, p. 987-993, 2007.

FERREIRA D. F. Programa SISVAR. **Sistema de Análise de Variância. Versão 4.6 (Build 6.0)**. Lavras. DEX/UFLA, 2003.

FOY, C. D. Differential aluminum and manganese tolerance of plant species and varieties in soils. **Ciência e cultura**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 150-155, 1976.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. **Boletim Técnico 180**. Instituto Agrônomo: Campinas, 1999. 52p.

KOLLMEIER, M.; FELLE, H. H.; HORST, W. J. Genotypical differences in aluminium resistance of maize are expressed in the distal part of the transition zone. Is reduced

basipetal auxin flow involved in inhibition of root elongation by aluminium. *Plant Physiology*, Stanford, v. 122, p. 945-956, 2000.

MACEDO, F. L. Efeito do alumínio em plantas de Pinhão-Manso *Jatropha curcas* L.), cultivadas em solução nutritiva. Semina: *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 157-164, 2011.

MENDONÇA, R. J.; CAMBRAIA, J.; OLIVEIRA, J. A.; OLIVA, M. A. Efeito do alumínio na absorção e na utilização de macronutrientes em duas cultivares de arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 7, p. 843-846, 2003.

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional, 2010. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/>. Acessado em 29 de setembro de 2012.

PEREIRA, V. C.; AMABILE, R. F.; CARVALHO, C. G. P. de; BARBOSA, F. de S.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. Girassol em safrinha no Cerrado do Distrito Federal: desempenho de genótipos em 2006. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais: **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

PARKER, D.R. & NORVELL, W.A. Advances in solution culture methods for plant mineral nutrition research. In: SPARKS, D.L. (Ed.). **Advances in Agronomy**, New York: Academic Press, vol.65, p.151-213, 1999.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 4, p. 491-499, 2007.

ROSSIELLO, R. O. R. & NETTO, J. J. Toxidez de alumínio em plantas: novos enfoques para um velho problema. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**. p. 375-418, 2006.

SANTOS, C. A. C. et al. Rúcula em cultivo hidropônico submetida a diferentes concentrações de alumínio. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 905-912, 2010.

SOUZA, L. H. B. **Crescimento e desenvolvimento da cultura do girassol no Recôncavo da Bahia**. 2010. 100f. (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia.

UNGARO, M.R.G. Cultura do Girassol. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, Campinas, SP, 2000, n.188, 36 p.

VITORELLO, V. A.; CAPALDI, F. R.; STEFANUTO, V. A. Recent advances in aluminum toxicity and resistance in higher plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 17, n. 1, p.129-143, 2005.

VILLAGARCIA, M. R. Genotypic Rankings for Aluminum Tolerance of Soybean Roots Grown in Hydroponics and Sand Culture. ***Crop science***, vol. 41, p. 1499–1507, 2001.