



Teores de clorofila em mudas de aboboreira submetidas interação fósforo e alumínio

Aglair Cardoso Alves⁽¹⁾; **Fábio Nascimento de Jesus**⁽²⁾; **Anacleto Ranulfo dos Santos**⁽³⁾.

⁽¹⁾ Pós-graduando em Agronomia (Solos e qualidade de ecossistemas) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA; agro.aglair@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pós-graduando em Agronomia (Ciências Agrárias) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA; fabiorock222@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor Doutor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA; anacleto@ufrb.com.br

RESUMO: A presença de alumínio na solução do solo diminui a disponibilidade do fósforo para as plantas, ocasionando redução na síntese de clorofila. Diante disso, realizou-se o estudo como o objetivo de avaliar os teores de clorofila a, b e total em aboboreira submetida a doses de fósforo na presença e ausência de alumínio. As mudas foram cultivadas durante 30 dias em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 4 X 2, sendo quatro doses de fósforo (0; 15,5; 31, 62, mg L⁻¹) com duas concentrações de alumínio (0; 27,0 mg L⁻¹). Aos 30 dias foram coletados os teores de clorofila a, b e total (a+b) das mudas de abóbora. Em relação à clorofila a, as mudas de abóbora submetidas à dose de fósforo 31 mg L⁻¹ apresentaram as maiores médias tanto na presença quanto na ausência de alumínio, enquanto que os teores de clorofila b apresentaram maiores incrementos na ausência de alumínio na dose 31 mg L⁻¹. As mudas que estavam sob ausência do alumínio apresentaram maiores sínteses de clorofila total. A dose 31 mg L⁻¹ promove maior síntese de clorofila a em mudas de aboboreira.

Termos de indexação: *Cucurbita moschata*., pigmentos fotossintéticos, nutrição de plantas.

INTRODUÇÃO

Entre as hortaliças mais cultivadas no país, tem-se a abóbora (*Cucurbita moschata*), originária das Américas é conhecida e cultivada em todos os continentes. Pertencente à família das cucurbitáceas quando madura é uma excelente fonte de pró-vitamina A e carboidratos (Pasqualetto, 2001). No Brasil, especificamente na região Nordeste, concentram-se os maiores produtores desta cultura, agrupando também os maiores estados consumidores, como Pernambuco, Piauí, Maranhão e Bahia (Ramos et al., 2009).

Segundo Cravo et al. (2007) dentre as cucurbitáceas a aboboreira é umas das plantas que menos exigem nutriente para o seu desenvolvi-

mento, no entanto a utilização do nutriente fósforo é de essencial importância para boas resposta de produção

Os solos brasileiros em geral são solos ácidos, velhos e com baixa fertilidade, isso devido aos processos e fatores os quais foram exposto no momento de sua formação, em solos com essas características os teores de alumínio são elevados. O Al é um elemento tóxico que não possui nenhuma função metabólica em plantas superiores, e em regiões com clima subtropical e tropical é um agente limitante na produção agrícola.

Nos solos a presença de alumínio prejudica a absorção do elemento fósforo pelas raízes das plantas, e dessa forma restringe a sua translocação para a o caule e folhas das plantas. Segundo Clarkson, (1966) o alumínio liga-se ao fósforo tanto na superfície quanto no interior das células formando compostos de baixa solubilidade.

Nas folhas o fósforo é um elemento que desempenha importante papel na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular, dentre outros processos que ocorrem na planta (Dechen & Nachtigall, 2007).

Jiang et al. (2009) em trabalho com mudas de *Citrus grandis* constatou que a presença do alumínio diminui a assimilação de CO₂, atividade rubisco e conteúdo clorofila nas plantas prejudicando o processo fotossintético das plantas.

Esta pesquisa, portanto, teve como objetivo avaliar os teores de clorofila a, b e total em aboboreira submetida a diferentes doses de fósforo na presença e ausência de alumínio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, em casa de vegetação, no Município de Cruz das Almas, Bahia, no período de setembro a outubro de 2012. Foram utilizadas sementes de abóbora (*Curcubita moschata*), cultivar calabasa maranhão. As mudas foram produzidas a partir de sementes, em bandejas

de polietileno, utilizando-se como substrato areia lavada + composto orgânico na proporção 2:1, onde as plântulas foram mantidas durante duas semanas, onde eram irrigadas com água destilada.

Após 10 dias as mudas foram selecionadas, procurando-se uniformizar, ao máximo, através da escolha das mudas com parte aérea e o sistema radicular com padrão de crescimento semelhante, e transplantadas para vasos com capacidade para 3 dm^{-3} , contendo areia como substrato.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 4 X 2, sendo quatro doses de fósforo (0; 15,5; 31, 62, mg L^{-1}) adicionado como KH_2PO_4 em combinação com duas concentrações de alumínio (0; 27 mg L^{-1}) adicionado como AlCl_3 (Tabela 1). Totalizando 8 tratamentos, cada parcela experimental foi constituída por uma planta.

Aos 30 dias foram coletados os teores de clorofila *a*, *b* e total (*a+b*) (ICF – Índice de Clorofila Folker) utilizando o medidor eletrônico de teor de clorofila Folker modelo-CFL1030. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com significância ($p < 0,05$), empregando o programa estatístico SISVAR[®] 5.3 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre as doses de fósforo e a presença ou ausência de alumínio interferiu nos teores de clorofila *a*, *b* e total das mudas de abóbora, sendo observadas diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) entre todos os parâmetros avaliados.

Os teores de clorofila *a*, das mudas de abóbora submetidas à dose de fósforo 31 mg L^{-1} apresentaram as maiores médias, tanto na presença (27,90 ICF) quanto na ausência de alumínio (27,97 ICF), porém não diferiram entre si para o parâmetro avaliado, evidenciando que a presença de alumínio não se mostra tóxica para as mudas de abóbora nesta dose.

A dose 31 mg L^{-1} diferenciou estatisticamente das demais doses, nas duas condições as quais as mudas foram submetidas com ausência e presença de Al^{+3} .

Oliveira et al. (2012) em trabalhos com aplicação de fósforo em feijão comum em solos de cerrado que possuem alta concentração de alumínio, observou as doses de fósforo não influenciaram de forma diferenciada nos genótipos avaliados para o índice de clorofila *a*.

Nos tratamentos onde as mudas de abóbora estavam sob omissão do elemento fósforo na presença de alumínio foi observada a menor média (19,17 ICF). Esta representa uma redução de aproximadamente 15,18 % quando comparada as

mudas que estavam somente na ausência de fósforo (Tabela 2).

Ferreira, (2004) em trabalho ressalta a importância do elemento fósforo quando observa que plantas cultivadas em substrato deficiente em P têm crescimento inicial lento.

O Al tóxico reduziu os teores de clorofila *b*, sendo as mudas de abóbora sensíveis ao Al, pois como observado os teores de clorofila *b* apresentaram menores médias na presença de alumínio. As maiores médias (11,10 e 11,50 ICF) foram obtidas quando as mudas estavam sendo mantidas na ausência do alumínio, sendo possível verificar reduções de 42,61 e 16,52 %, respectivamente para as mesmas doses de fósforo.

De acordo com Ramirez & Berengel (1984), com a adição de Al na solução nutritiva, ocorre diminuição nos teores de P da parte aérea. Com isso os teores de fosfato nucléico que estão presente nos cloroplastos diminuem (Bielecki & Ferguson, 1983).

A menor média (6,37 ICF) de clorofila *b* foi observada quando as mudas estavam sendo cultivadas na ausência de fósforo e presença de alumínio, o que demonstra a fragilidade das mudas de abóbora quando se encontram em situações de estresse por alumínio na ausência do nutriente fósforo (Tabela 2). Oliveira et al. (2012) não constatou diferença significativa entre os ambientes com doses de fosforo na síntese de clorofila *b* das plantas de feijão comum.

O teor de clorofila *b* das mudas de abóbora submetidas a toxidez de alumínio foi inferior ao verificado nas mudas cultivadas na ausência do elemento, independente da dose de fosforo aplicada, evidenciando que o mineral fósforo reagiu com o alumínio complexando e tornando, o mesmo indisponível para a absorção (Tabela 2).

Verificou-se que os índices de clorofila *a* foram superiores em relação à clorofila *b*, tal observação ocorre devido a uma maior proporção do fotossistema I onde há maior quantidade de clorofila *a*, esse fator está relacionado com a capacidade das plantas em maximizar a captura de luz em condições normais de luminosidade (Critchey, 1999).

Martins e Pitelli. (2000) também constataram decréscimo dos índices de clorofila com aplicação de fósforo, o mesmo foi verificado nas mudas de abóbora que estavam na ausência de alumínio na dose de 62 mg L^{-1} .

Souza et al. (2011) em trabalhos observaram que a concentração de clorofila aumentou com as doses de P, sendo que à elevação de N no tecido foliar foi proporcionada pela adubação fosfatada, favorecendo a síntese de clorofila.

Quanto aos teores de clorofila total, as mudas sob



ausência de alumínio apresentaram maiores sínteses de clorofila em todas as doses as quais foram submetidas, quando comparadas as mudas sob condição de toxidez de alumínio. A doses 31 mg L⁻¹ apresentou a maior média (39,40 ICF), proporcionando um incremento de aproximadamente 4,8 % em relação as mudas que estavam sob a mesma dose na presença de alumínio (Tabela 2).

Segundo Codognotto et al. (2002), em experimento sobre influência do alumínio nos teores de clorofila em feijão-mungo e labe-labe, não verificaram efeito significativo da presença do alumínio nos teores de clorofila.

CONCLUSÕES

A dose 31 mg L⁻¹ promove maiores síntese de clorofila *a* em mudas de aboboreira.

A presença de alumínio não influencia a síntese de clorofila *a* de mudas submetidas a dose de fósforo de 31 mg L⁻¹.

Os parâmetros clorofila *b* e total são altamente sensíveis à toxidez de alumínio.

REFERÊNCIAS

- BIELESKI, R.L. & FERGUSON, I.B. Physiology and metabolism of phosphate and its compounds. In: LAUCHLI, A. & BIELESKI, R.L., eds. Encyclopedia of plant physiology: Inorganic plant nutrition. Berlin, Springer-Verlag, 1983. p.422-429.
- CLARKSON, D.T. Effect of aluminum on the uptake and on metabolism of phosphorus by barley seedlings. *Plant Physiol.*, 41:165-172, 1966.
- CODOGNOTTO, L. M.; SANTOS, D. M. M.; LEITE, I. C.; MARIN, A.; MADALENO, L. L.; KOBORI, N. N.; BANZATTO, D. A. Efeito do alumínio nos teores de clorofilas de feijão-mungo e labe-labe. *Revista Ecossistema, Espírito Santo do Pinhal*, v. 27, n. 1/2, p. 2730, 2002.
- CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J.M.; BRASIL, E. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 262p.
- CRITCHLEY, C. Concepts in photobiology: photosynthesis and photomorphogenesis. New Delhi: Narosa publishing House, 1999. 587 p.
- DECHEN AR; NACHTIGALL GR. 2007. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VVH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: SBCS/UFV. p. 92-132.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium, Lavras*, v. 6,p. 36-41, 2008.
- FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. De M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de enxofre e micronutrientes na mamoneira (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004 a. CD.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exp. STA. Cir*, 347p., 1950
- MARTINS, D. e PITELLI, R. A. Efeito da adubação fosfatada e da calagem nas relações de interferência entre plantas de soja e capim-marmelada. *Revista de Plantas Daninhas*, v.18, n.2, 2000.
- PASQUALETTO, A.; SILVA, N. F. DA.; ORDONEZ, G. P.; BARCELOS, R. W. Produção de frutos de abóbora híbrida pela aplicação de 2,4-d nas flores *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 31(1): 23-27, 2001 – 25
- RAMOS, S. R. S; LIMA, N. R. S; ANJOS, N. R. S.et al.. Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil, documentos, pág.7. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.33p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 154).
- RAMIREZ, R. y T. BERENGUEL. 1984. Influencia del Al sobre la acumulación y distribución de P, Ca, Mg y Al en líneas de maíz. *Agronomía Trop.* 34(4-6):143-152.
- JIANG, J.X.; TANG, N.; ZHENG, J.G.; LI, Y.; CHEN, L.S. Phosphorus alleviates aluminum-induced inhibition of growth and photosynthesis in *Citrus grandis* seedlings. *Physiologia Plantarum* v. 137, n. 3, p. 298–311, Nov. 2009.
- OLIVEIRA, T. C.; SILVA, J.; SALGADO, H. M.; SOUSA, S. A.; FIDELIS, R. R. Eficiência e resposta à aplicação de fósforo em feijão comum em solos de cerrado revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa. (Mossoró – RN – Brasil) v.7, n.1, p. 16 – jan.2012.
- SOUZA, G. S.; SILVA, J. S.; SANTOS, A. R.; GOMES, D. G.; OLIVEIRA, U. C. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em alfavaca cultivada sob malhas coloridas e adubação fosfatada. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v.7, n.13, 2011.

Tabela 1 - Volume (ml) das soluções estoque para formar 1 L de soluções nutritiva modificada de Hoagland & Arnon (1950). Utilizando diferentes dosagens de fósforo e alumínio, conforme os respectivos tratamentos.

| Solução Estoque (1M) | 0 Al | | | | 27 Al | | | |
|---------------------------------|--------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| | 0 P | 15 P | 31 P | 62 P | 0 P | 15 P | 31 P | 62 P |
| | mg.L ⁻¹ | | | | | | | |
| KH ₂ PO ₄ | - | 0,5 | 1 | 2 | - | 0,5 | 1 | 2 |
| NH ₄ NO ₃ | 5 | 5 | 5 | 5,5 | 5 | 5 | 5 | 5,5 |
| KNO ₃ | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| AlCl ₃ | - | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 2 |
| CaCl ₂ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| MgSO ₄ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| KCl | 1 | 0,5 | - | - | 1 | 0,5 | - | - |
| Ferro-EDTA* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Micronutriente** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

*Solução de Ferro-EDTA: Serão dissolvidos 26,1g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH 1N + 24,9g de FeSO₄.7H₂O e aerado por uma noite.

**Solução de micronutrientes (g/l): H₃B₃O₃ = 2,86; MnCl₂ 4H₂O = 1,81; ZnCl₂ = 0,10; CuCl₂ = 0,04; H₂MoO₄ H₂O = 0,02

Tabela 2: Médias dos índices de clorofila *a* e *b* e total de mudas de aboboreira submetidas ao fósforo na presença e ausência do alumínio. Cruz das Almas, Bahia. 2013.

| Doses de P (mg L ⁻¹) | Clorofila a (ICF) | | Clorofila b (ICF) | | Clorofila Total (ICF) | |
|-------------------------------------|-------------------|----------|-------------------|---------|-----------------------|----------|
| | 0 | 27 | 0 | 27 | 0 | 27 |
| 0 | 22,60 Ca | 19,17 Db | 11,10 ABa | 6,37 Cb | 33,70 Ca | 25,54 Cb |
| 15,5 | 26,41 Ba | 28,87 Ba | 10,60 Ba | 9,95 Ab | 37,07 Ba | 36,82 Aa |
| 31 | 27,90 Aa | 27,97 Aa | 11,50 Aa | 9,60 Ab | 39,40 Ba | 37,52 Ab |
| 62 | 26,87 Ba | 25,32 Cb | 9,32 Ca | 8,30 Bb | 36,20 Ba | 33,62 Bb |
| CV % | 1,99 | | 2,87 | | 1,93 | |

*Letras maiúsculas na coluna comparam o efeito das doses de fósforo dentro de cada dose de alumínio. Letras minúsculas na linha comparam o efeito do alumínio dentro de cada dose de fósforo. Letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade.