

Índice SPAD em plantas de pinhão manso submetidos a doses de alumínio⁽¹⁾

Laiz de Oliveira Silva⁽²⁾; Fabiano Barbosa de Souza Prates⁽³⁾; Danielle Perez Palermo⁽²⁾; Leonardo de Andrade Martins Coelho⁽²⁾; Glaucio Genuncio da Cruz⁽⁴⁾; Everaldo Zonta⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e PETROBRAS.

⁽²⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Seropédica, RJ, laizliveira@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Doutorado do Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo/CPGA-CS; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

RESUMO: O pinhão manso destaca-se por possuir a capacidade de produzir óleo vegetal além de ser tolerante ao déficit hídrico, pouco exigente em nutrientes e apresentar boa capacidade de recuperação de áreas degradadas. Em algumas espécies, observa-se que a toxidez do Al causa queda na condutância estomática e nas reações bioquímicas de fixação de CO₂. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o índice SPAD nas folhas de pinhão manso submetidos a doses crescentes de alumínio sob cultivo hidropônico. Foi implantado um experimento em solução nutritiva, seguindo um delineamento blocos casualizados com três repetições, num esquema fatorial 4 x 5. Os tratamentos corresponderam a quatro acessos, sendo dois com alto teor e dois com baixo teor de éster de forbol e cinco doses de alumínio: 0,0; 12,5; 25,0; 50,0 e 100,0 µM L⁻¹. Não houve interação entre as doses e os acessos em relação aos teores de clorofila; houve diferenças significativas dos acessos nos teores de clorofila a, b, a/b e total; não houve diferenciação ao teor de clorofila total e clorofila a nas crescentes doses de Al⁺³, exceto na maior dose (100 µmol Al⁺³). Na maior dose de alumínio para clorofila b há a redução já nas doses de 12 e 25 o Al⁺³. O teor de alumínio se mostra como fator determinante na quantidade de clorofila a, b e total presentes nas folhas de pinhão manso. Os acessos providos de sementes com altos teores de éster de forbol apresentaram os piores resultados de clorofila em resposta as doses de Al⁺³.

Termos de indexação: Clorofila, Oleaginosa, Biodiesel

INTRODUÇÃO

O pinhão manso, arbusto suculento e caducifólio, destaca-se por possuir a capacidade de produzir óleo vegetal além de ser tolerante ao déficit hídrico, pouco exigente em nutrientes e

apresentar boa capacidade de recuperação de áreas degradadas, em função de suas raízes se aprofundarem no solo (Teixeira, 2005). Esta planta pertence à família das Euforbiáceas, procedente da América do Sul, possivelmente com origem no Brasil, sendo praticamente encontrada em todas as regiões do país, adaptando-se em condições edafoclimáticas variáveis, propagando-se, sobretudo nos Estados do Nordeste, Goiás e Minas Gerais. Uma característica interessante da cultura é sua boa adaptação a solos de baixa fertilidade (EMBRAPA, 2006).

Em estudos realizados por Arruda et al. (2004) foi constatado que em solos ácidos, com pH abaixo de 4,5 as raízes do pinhão manso não se desenvolvem satisfatoriamente. Os efeitos do Al sobre o crescimento da parte aérea podem ocorrer como consequência secundária. A redução do crescimento da planta pode ser resultante da diminuição da atividade fotossintética, que por sua vez pode estar relacionada tanto com fatores estomáticos como não estomáticos.

Em algumas espécies, observou-se que a toxidez do Al causa queda na condutância estomática e nas reações bioquímicas de fixação de CO₂. Também causa injúrias na formação e na função do cloroplasto, afetando as membranas do tilacoide e o transporte de elétrons interferindo de forma direta na taxa de assimilação de CO₂ (Fonseca et al. 2009).

Tradicionalmente os métodos utilizados para determinação do teor de clorofila requerem destruição das folhas, o que é uma desvantagem em estudos que visem determinar o efeito da ontogenia da folha no grau de esverdeamento. Além disso, esses métodos são muito demorados e onerosos. Na década de 90 foi disponibilizado um equipamento capaz de gerar grandezas relacionadas com os teores de clorofila, o

clorofilômetro *Soil Plant Analysis Development* (SPAD-502, Minolta, Japão) (Jesus & Marenco, 2008).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o índice SPAD nas folhas de pinhão manso submetidos a doses crescentes de alumínio sob cultivo hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi implantado um experimento na UFRRJ, em Seropédica, na casa de vegetação localizada na área experimental do Instituto de Agronomia em solução nutritiva, seguindo um delineamento blocos casualizados com três repetições, num esquema fatorial 4 x 5. Os tratamentos corresponderam a quatro acessos, sendo dois com alto teor e dois com baixo teor de éster de forbol e cinco doses de alumínio: 0,0; 12,5; 25,0; 50,0 e 100,0 $\mu\text{M L}^{-1}$. Cada unidade experimental consistiu de um vaso contendo duas plantas.

Foram utilizadas sementes de acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da UFRRJ para plantas com alto teor de éster de forbol e as sementes com baixo teor de éster de forbol serão de procedência cedida do BAG da Embrapa Agroenergia. As sementes foram colocadas para germinar em bandejas contendo areia lavada, as quais foram diariamente irrigadas com água destilada. Após 15 dias, as plântulas foram retiradas da areia e selecionadas quanto à homogeneidade do comprimento radicular e da altura da parte aérea.

As plantas então foram transferidas para vasos plásticos com capacidade para 3L, providos de tampas perfuradas, permitindo a submersão das raízes na solução nutritiva para os diferentes tratamentos, contendo solução nutritiva adaptada de Hoagland & Arnon (1950), com as seguintes concentrações: macronutrientes (mg L^{-1}) Ca $(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 472,26$; $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 40,0$; $\text{KNO}_3 = 252,64$; $\text{K}_2\text{SO}_4 = 0,125$; $\text{KH}_2\text{PO}_4 = 68,04$ e $\text{MgSO}_4 = 68,04$ e para fornecimento de micronutrientes foi utilizado a quantidade de 2,5 mg L^{-1} do produto comercial Conmicros Standard®, cujas concentrações de micronutrientes são (mg L^{-1}): Fe-EDTA = 1,81; Cu-EDTA = 0,45; Zn-EDTA = 0,18; Mn-EDTA = 0,45; B = 0,45; Mo = 0,09; Ni = 0,09. Após quatro dias de adaptação, as plantas foram submetidas a concentrações de alumínio (Al^{+3}) de 0,0; 12,5; 25,0; 50,0 e 100,0 $\mu\text{M L}^{-1}$. O Al foi adicionado na forma de $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. O pH da solução (4,00 \pm 0,05) foi monitorado diariamente e ajustado, quando necessário, utilizando-se NaOH 0,1 mol

L^{-1} ou HCl 0,1 mol L^{-1} . As plantas foram mantidas sob arejamento a cada 30 minutos.

Após 10 dias da aplicação dos tratamentos, foi determinado o índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) de cada tratamento, foi uma maneira de estimar os teores de pigmentos cloroplastídicos, responsáveis pela execução do processo fotossintético, nas folhas de forma rápida, fácil e não destrutiva. Em cada parcela foram selecionadas duas folhas totalmente expandidas, sendo uma em cada planta e realizadas dez leituras de clorofila a, b e total através do clorofilômetro eletrônico modelo CFL 1030 da marca Falker®, onde o resultado final foi uma média desses pontos.

As variáveis respostas foram submetidas à análise de variância para verificar a significância das doses de Al^{+3} e dos acessos, utilizando o procedimento Anova do “software” SAEG (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre as doses e os acessos em relação aos teores de clorofila, conforme é apresentado na **tabela 1**.

Pode ser observado também na **tabela 1** que houve diferenças significativas dentro dos blocos e dos acessos nos teores de Clorofila a, Clorofila b, Clorofila a/ Clorofila b e Clorofila total.

Tabela 1. Análise de variância das características clorofila a, clorofila b, relação clorofila a/b, e clorofila total, de 4 acessos de pinhão manso sob cultivo hidropônico e doses crescentes de alumínio

FV	GL	Quadrado Médio			
		Clorofila a	Clorofila B	Clorofila a/b	Clorofila total
Bloco	2	16,84*	11,33*	0,66*	20,00*
Acesso	3	28,37*	44,20*	0,69*	132,22*
Dose	4	17,93*	16,93*	0,20*	62,34*
Acesso x Dose	12	2,83 ^{ns}	2,23 ^{ns}	0,064 ^{ns}	7,28 ^{ns}
Resíduo	98	3,56	3,45	0,081	9,68
CV (%)		7,92	15,81	13,72	8,73
Médias		35,66	11,76	23,81	2,08

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Destacando os resultados da **tabela 2**, observa-se que não houve diferenciação ao teor de clorofila total e clorofila a nas crescentes doses de Al^{+3} , exceto na maior dose (100 $\mu\text{mol Al}^{+3}$).

Em relação ao teor de clorofila b, a maior dose de alumínio segue apresentando redução significativa, não diferindo nas doses de 12,5 e

25 $\mu\text{mol Al}^{+3}$ (**Tabela 2**).

Lana et al. (2009) concluíram que a concentração de alumínio em solução nutritiva reduz linearmente o número de folhas, altura de planta, área foliar, massa seca da parte aérea e de raiz, e comprimento da raiz primária de plântulas de pinhão-manso. Os efeitos do Al são confirmados nos trabalhos de Basso et al. (2003) onde fica evidente que as brotações em geral, apresentaram gradiente de vigor inverso ao aumento da dose de alumínio ao meio de cultura, isto é, as brotações cultivadas na presença do metal mostraram alterações estruturais na parte aérea e no acúmulo de matéria seca.

Tabela 2. Médias dos índices de clorofila a (Cla), de clorofila b (Clb), relação entre índices de clorofilas a/b (Cla/b) e total de clorofila (Clt), em função das doses crescentes de Al^{+3} em pinhão manso sob cultivo hidropônico.

Dose Al^{+3} (μmol)	Clt	Cla	Clb	Cla/b
0	36,03 a	23,92 a	12,03 a	2,04
12,5	36,19 a	24,94 a	11,89 ab	2,08
25	36,66 a	24,00 a	11,58 ab	2,10
50	37,40 a	24,57 a	12,80 a	1,96
100	33,02 b	22,33 b	10,49 b	2,21

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre os 4 acessos de pinhão manso sob cultivo hidropônico e doses crescentes de alumínio, o acesso CNPAE 170 apresentou os maiores resultados em relação aos teores de Clb e Clt, já os acessos CNPAE 190 e UFRRJ 346 não diferiram para todos os valores de clorofila, sendo superiores ao acesso UFRRJ 858, que apresentou os menores valores de clorofila (**Tabela 3**).

Tabela 3. Médias dos índices de clorofila a (Cla), índice de clorofila b (Clb), relação entre índices de clorofilas a/b (Cla/b) e índice total de clorofila (Cltotal), de 4 acessos de pinhão manso sob cultivo hidropônico

Acesso	Cltotal	Cla	Clb	Cla/b
CNPAE 170	38,09 a	24,82 a	13,23 a	1,91 b
CNPAE 190	35,39 b	23,73 ab	11,62 b	2,06 b
UFRRJ 346	36,15 ab	24,19 a	11,90 b	2,07 b
UFRRJ 858	33,01 c	22,52 b	10,27 c	2,28 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre os acessos utilizados, o acesso com alto teor de éster de forbol, UFRRJ 858, apresentou os menores resultados das variáveis analisadas, conforme é apresentado na **tabela 3**.

CONCLUSÕES

A dose de 100 $\mu\text{MOL AL}^{+3}$, conferiu uma redução nos índices de clorofilas avaliadas nos acessos utilizados.

O acesso provido de sementes com altos teores de éster de forbol, UFRRJ 858, apresentou índices mais baixos de clorofilas.

AGRADECIMENTOS

A UFRRJ, CPGA-CS, CNPq, PETROBRAS, Embrapa Solos e Embrapa Agroenergia pela infraestrutura e recursos que possibilitaram a obtenção de resultados.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido Nordeste. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, PB, v.8, n. 1, p. 789-799, jan-abril, 2004.

BASSO, L. H. M.; GONÇALVES, A. N.; SILVEIRA, L. V. A.; LIMA, G. P. P.; Efeito do alumínio no crescimento de brotações de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* cultivadas in vitro. Scientia Forestalis. n. 63, p. 167-177, jun. 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Pinhão manso, opção de biodiesel no semi-árido. 2006. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/noticias/banco_de_noticias/folder.2006/setembro/foldernoticia200-09-06.0580910313/noticia.2006-09-25.0180290792/mostra_noticia>. Acesso em: 13/04/2013

FONSECA, L. C. N.; CRUZ, F. J. R.; NEVES, H. K. B.; SILVA, H. A. S.; LOPES, M. J. S.; COSTA, R. C. L.; Efeito do alumínio sobre os teores de clorofila total em plantas de sorgo cultivadas na presença e ausência de alumínio. UFRA - 61ª Reunião Anual da SBPC, 2009.

HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular 347:1-32. 1950

JESUS, S. V. & MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila



em espécies frutíferas. Acta Amazônica, vol. 38(4)
2008: 815 – 818.

LANA, M. C.; STEINER, F.; FEY, R.; FRANDOLOSO,
J. F.; ZOZ, T.; Tolerância de plântulas de pinhão-
mango a toxicidade de alumínio em solução nutritiva.
I: desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular.
Synergismus scyentifica, UTFPR, Pato Branco, 04 (1).
2009.

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para
produção de biodiesel. Informe Agropecuário, Belo
Horizonte: EPAMIG, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005