

ESTRESSES HIPOXÍTICO E ANOXÍTICO EM PLANTAS DE MAMONEIRA

Napoleão Esberard de M. Beltrão¹, Amanda Micheline A. de Lucena^{1,2}, Gibran A. Silva, Maria Isaura P. de Oliveira¹

¹Embrapa Algodão, napoleao@cnpa.embrapa.br, UFCG², UFPB³, oliveira_mip@yahoo.com.br

RESUMO - A maioria das plantas glicófilas, como a mamoneira, necessita de pelo menos 10 % de oxigênio na atmosfera do solo. A planta de mamona apresenta diversas alterações morfológicas e anatômicas quando submetida a estresses hipoxíticos e anoxíticos. Sintomas da falta de oxigênio por compactação do solo impede que a raiz pivotante se desenvolva enquanto uma raiz lateral tem expressivo crescimento, como estratégia para aumentar a absorção do ar. Sem oxigênio, o metabolismo vegetal produz etanol e danifica as membranas celulares e causa a morte das células. Na parte aérea, o estresse anoxítico provoca coloração amarela das folhas, que, depois ficam crestadas e com áreas mortas. O estresse hídrico, tanto por deficiência como excesso reduz a altura das plantas, a fitomassa total, a relação raiz/parte aérea e fotossíntese da planta, bem como o processo respiratório oxidativo, além de alterações no metabolismo da planta.

Palavras-chave: *Ricinus comunis* L., deficiência de oxigênio, ausência de oxigênio, alterações morfológicas e anatômicas

INTRODUÇÃO

Entre as plantas oleaginosas cultivadas no Brasil, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) destaca-se pela rusticidade e boa qualidade de adaptação a condições adversas de clima e solo, pelo rápido crescimento, elevada produção e considerável teor de óleo em suas sementes.

A maioria das plantas glicófitas, como a mamoneira, necessita de pelo menos 10 % de oxigênio na atmosfera do solo (ALMEIDA et al. 1992; AZEVEDO; BELTRÃO et al. 2007). Naturalmente, o solo tem baixos teores de oxigênio, decorrente da respiração de raízes, de animais e de microorganismos, e sua difusão é lenta no meio edáfico. Por isso, é comum a ocorrência de deficiência de O₂, agravada por fatores geralmente associados à compactação e ao encharcamento do solo (FERNANDES, 2007).

As plantas, em condições naturais ou experimentais, podem ser submetidas à disponibilidade de O₂ que varia desde os teores normais (normoxia), passando pela deficiência (hipoxia) ou até mesmo pela ausência (anoxia). Apesar da intensidade destes estresses, existem várias espécies de plantas, especialmente aquelas mais adaptadas a ambientes alagados, que respondem favoravelmente a uma baixa oxigenação do solo, com a formação de aerênquima (DREW, 1997).

Vários processos metabólicos são afetados pela deficiência de O₂, porém os eventos mais estudados são aqueles relacionados à respiração e ao metabolismo de N. Na ausência de um aceptor

eletrônico terminal na cadeia de transporte de elétrons, o ciclo do ácido tricarboxílico passa a funcionar parcialmente e em ambas as direções. Ocorre a acidificação do citosol e o piruvato, produto da glicólise, é transformado em lactato e etanol, que representam as principais reações fermentativas das plantas. A alanina é o terceiro mais importante produto do metabolismo anaeróbico, sendo resultante de altas taxas de interconversão entre os aminoácidos em que as transaminases, tais como alanina aminotransferase, desempenham um papel importante (SOUSA; SODEK 2002).

A mamoneira apresenta extrema sensibilidade ao estresse por anoxia (encharcamento do solo) como verificado por Moraes e Severino (2004) e Severino et al. (2004). Reconhecidamente sensível ao encharcamento do solo, a cultura da mamona carece de muitas informações sobre os efeitos causados pelo encharcamento e também de mais entendimentos sobre a quantificação dos danos.

Objetiva-se com este trabalho apresentar alguns efeitos causados na mamoneira por estresses ambientais, em particular deficiência (hipoxia) e ausência (anoxia) de oxigênio no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata de uma pesquisa de natureza basicamente bibliográfica. A pesquisa bibliográfica desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros, artigos científicos, bem como de observações dos autores em campos de mamona em vários locais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A mamoneira é considerada uma planta xerófila, com boa capacidade de resistência à seca (WEISS, 1983), requerendo entre 2000 a 3800 °C de unidade de graus/dia e umidade do ar podendo variar em uma ampla faixa (40-65%), porém não inferior a 30% (MOSHKIN, 1986). Ocorrendo estresse anoxítico em condições de alta temperatura, por exemplo, pois quando ela aumenta de 18 °C para 28 °C a necessidade de O₂ aumenta 300%. A pequena quantidade de energia produzida nesta condição torna-se insuficiente para o desenvolvimento da planta e induz precocemente sua senescência (YEN; YANG, 1998) (Figura 1).

A planta de mamoneira é extremamente sensível à deficiência de oxigênio no solo. Especificamente, em mamoneira, a anoxia causa modificações profundas no metabolismo da planta, afetando o crescimento e desenvolvimento (Figuras 1) e a produtividade das plantas (Figuras 2).

Precipitações pluviais durante a colheita também são muito prejudiciais à cultura, podendo causar grande redução na qualidade do produto e na produtividade, pois os frutos podem apodrecer no cacho (Figura 3). Na parte aérea da planta, verifica-se que o estresse anoxítico altera a coloração das

folhas, que ficaram amareladas e depois crestadas, e com áreas mortas, como pode ser observado na Figura 4 (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Um dia de falta de oxigênio nas raízes já é suficiente para causar efeitos danosos, dois dias causam forte redução na fotossíntese e danos irreversíveis (mesmo que o motivo do estresse seja retirado) e alguns dias de anoxia causam morte do caule (Figura 5).

Normalmente, a planta de mamona apresenta sistema radicular do tipo axial, com uma raiz pivotante grossa, oca e de elevada capacidade de penetração (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007), podendo chegar a mais de 1,5 m de profundidade. A raiz pivotante tem estreita relação com elevada resistência à seca dessa espécie. Solos compactados impede a raiz pivotante (Figura 7) se desenvolver, enquanto que a raiz lateral tem expressivo crescimento (Figura 8).

Em solo compactado, as raízes além de estarem sujeitas a estresse de impedimento físico, ficam também em baixa concentração de oxigênio. Em hipoxia e anoxia, em vez de oxidação de produtos orgânicos, são eles desviados para uma desassimilação anaeróbica, resultando em etanol (com desprendimento de CO₂) ou ácido láctico, sem perda de carbono, em ambos os casos sem formação de ATP. Voltando o oxigênio a ser disponível, ocorre recuperação da atividade respiratória com produção de energia.

Segundo Beltrão et al. (2001) o estresse hídrico, tanto por deficiência como excesso reduz a altura das plantas, a fitomassa total e a relação raiz/parte aérea, fotossíntese da planta, bem como o processo respiratório oxidativo, além de alterações no metabolismo da planta, como redução da atividade da invertase, enzima chave no metabolismo dos açúcares, transformando a sacarose em glicose e frutose, e incremento da atividade da enzima α -amilase, especialmente com o excesso de água no solo, e deficiência de oxigênio.

CONCLUSÃO

A planta de mamona é extremamente sensível à deficiência de oxigênio no solo, não suportando a hipoxia. Aparentemente a baixa tolerância da mamoneira ao excesso de água no solo seria fator de predisposição para instalação do problema nessa espécie devido as alterações morfofisiológicas sofridas na planta sob deficiência de oxigênio no solo. Ações futuras que visam ao entendimento desse problema devem basear-se em estudos de natureza fisiológica e bioquímica onde sejam integradas as influências dos agentes abióticos no desempenho da espécie, cultivada sob uma combinação de estresses abióticos, como anoxia do sistema radicular e a elevada compactação do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A. de; BELTRÃO, N. E. de M.; GUERRA, H. O. C. Crescimento, desenvolvimento e produção de algodoeiro herbáceo em condições de anoxia do meio edáfico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 9, p. 1259-1277, 1992.
- AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. 2 ed. rev. amp. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 506 p.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L. AZEVEDO, D. M. P. de VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de LIMA, E. F. (Ed). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37-61.
- DREW, M. C. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 48, p. 223-250, 1997.
- FERNANDES, P. D. Metabolismo do algodoeiro em ambientes adversos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...Uberlândia**, 2007. 1 CD-ROM.
- MORAES, C. R. A.; SEVERINO, L. S. Influência da saturação hídrica do solo sobre o desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais... Campina Grande**: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.
- MOSHKIN, V. A. Flowering and pollination. In: MOSHKIN, V. A. (d.). **Castor**. New Delhi: Amerind. 1986, p.43-49.
- SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V. A. Mamoneira submetida a encharcamento do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais... Campina Grande**: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.
- SOUSA, C. A. F.; SODEK, L. The metabolic response of plants to oxygen deficiency. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 14, n. 2, p. 83-94, 2002.
- YEN, C. H.; YANG, C. H. Evidence for programmed cell death during leaf senescence in plants. **Plant Cell Physiology**, v. 39, p. 922-927, 1998.
- WEISS, E. A. Castor. In: WEISS, E. A. **Oilseed Crops**. London: Longman, 1983. p. 31-39.



Figura 1. Planta que por estresse anoxítico, se desenvolveu, sem ter crescido.



Figura 2. Cacho da mamoneira com curvatura devido ao estresse hipoxítico na sua formação.



Figura 3. Cacho de mamoneira perdido por causa do estresse anoxítico nas raízes.



Figura 4. Folhas de mamoneira amareladas e com crestamento e necrose decorrentes do estresse anoxítico.

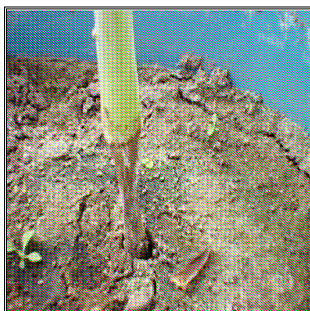


Figura 5. Caule da mamoneira afetado estresse anoxítico.



Figura 6. Raiz da mamoneira em resposta ao estresse anoxítico (densidade do solo: 2,0 g/cm³).



Figura 7. Raiz pivotante da mamoneira atrofiada em resposta ao estresse anoxítico (densidade do 1,6 g/cm³)



Figura 8. Raízes deformadas em virtude do impedimento físico do solo e surgimento de raízes adventícias em resposta ao estresse anoxítico (densidade do 2,0 g/cm³)