

FISIOLOGIA DA MAMONEIRA, CULTIVAR BRS 149 NORDESTINA, NA FASE INICIAL DE CRESCIMENTO, SUBMETIDA A ESTRESSE HÍDRICO¹

NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO², JOSÉ GOMES DE SOUZA³, JOSÉ WELLINGTON DOS SANTOS³, JEANE FERREIRA JERÔNIMO⁴, FABIANA XAVIER COSTA⁵, AMANDA MICHELINE AMADOR DE LUCENA⁵ e UILMA CARDOSO DE QUEIROZ⁵

RESUMO: Um experimento em condições de casa-de-vegetação foi conduzido em Campina Grande, PB, com o objetivo de verificar os efeitos do estresse hídrico (natureza do estressor e sua duração) na fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina, na sua fase juvenil. Testaram-se sete tratamentos em delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições e esquema fatorial 2 x 3 + 1, cujos fatores foram duas condições do estresse hídrico, deficiência e excesso de água e três períodos de duração do estresse, 2, 4 e 6 dias, mais uma testemunha sem estresse. Verificou-se que o estresse hídrico alterou significativamente a área foliar, em especial o excesso, que a reduziu em mais de 26% quando comparado com a testemunha. A fotossíntese foi reduzida quando se induziu o estresse hídrico, em especial por anoxia, sendo que a redução foi linear com o incremento do tempo de exposição do estresse. A respiração oxidativa mitocondrial foi alterada menos do que a fotossíntese, pelo estresse hídrico considerando-se os fatores estudados, e a fase inicial das plantas da mamoneira.

Termos para indexação: fotossíntese, respiração mitocondrial, anoxia, deficiência hídrica, área foliar, *Ricinus communis* L.

CASTOR BEAN PHYSIOLOGY, CULTIVATE BRS 149 NORDESTINA, IN INITIAL PHASE OF THE GROWTH SUBMITTED TO WATER STRESS

ABSTRATC: An experiment in green house conditions was driven in Campina Grande, PB, aiming at to verify the effects of the water stress (nature of the estressor and his duration) in the physiology of the castor been, to cultivate BRS 149 Nordestina, in her jovial phase. Seven treatments were tested in blocks at random with five repetitions and outline of factorial 2 x 3 + 1, being the factors two conditions of the water stress, deficiency and excess of water, and three periods of duration of the stress, 2, 4 and 6 days, one more witness without stress. It was verified that the water stress altered significantly the foliar area, especially the excess, that reduced the same in more than 26% when compared with the witness. The photosynthesis was reduced when the water stress was induced, especially for anoxia, and the reduction was lineal with the increment of the time of exhibition of the stress. The oxidative respiration was affected by treatments.

Index terms: photosynthesis, mitochondrial respiration, anoxia, water stress, leaf area, *Ricinus communis* L.

INTRODUÇÃO

A mamoneira é uma planta de morfologia e fisiologia complexas, de crescimento dicotômico, polimórfica, e de metabolismo fotossintético C3, ineficiente, com elevada taxa de

¹Aceito para publicação em 02 de Dezembro de 2002.

²Eng. Agr. D.Sc. Embrapa Algodão, CP 174, CEP: 58107-720, Campina Grande, PB, e-mail: nbaltrao@cnpa.embrapa.br

³Eng. Agr. M.Sc. Embrapa Algodão.

⁴Estagiária do Setor de Estatística da Embrapa Algodão.

⁵Estudante de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG e estagiária da Embrapa Algodão.

fotorrespiração, apesar de se tratar de uma espécie que gosta de sol(heliófila) e que apresenta 12 estádios de desenvolvimento (MAZZANII, 1983, WEISS, 1983, MOSHKIN, 1986 e BELTRÃO et al. 2001). É um fitossistema de elevado nível de organização morfológico, com forte e penetrante sistema radicular, atingindo profundidades superiores a três metros, podendo chegar a até seis metros (POPOVA e MOSHKIN, 1986) e considerada como sendo uma planta de elevada resistência a seca, e xerófila (AMORIM NETO et al., 2001), porém sensível ao excesso de umidade por períodos prolongados, segundo Hemerly (1981), em especial na fase inicial e na fase de frutificação (SILVA, 1981). Na verdade, há poucas ou quase nenhuma informação sobre o estresse hídrico, por deficiência ou excesso na planta da mamoneira, em particular nas fases iniciais, considerando-se o balanço de dióxido de carbono e a dimensão do aparelho assimilatório, domínio da área foliar. Desta forma objetivou-se, com este trabalho, verificar e quantificar os efeitos do estresse hídrico por deficiência e por excesso na mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina, na sua fase inicial de quatro a seis folhas, 50 dias da emergência das plântulas em condições de casa-de-vegetação, nas variáveis fotossíntese líquida, respiração oxidativa e área foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa-de-vegetação pertencente à Embrapa Algodão, localizada em Campina Grande, Paraíba, no ano de 2001. Utilizou-se a cultivar de mamona (*Ricinus communis* L.) BRS 149 Nordestina, que tem porte médio, ciclo de 235 dias, sementes grandes (média de 68g/100 sementes), frutos semi-indeiscentes e de boa produtividade, acima de 1200 kg/ha de bagas em condições de sequeiro no Nordeste brasileiro (EMBRAPA, 1999). Testaram-se sete tratamentos delineados em blocos ao acaso com quatro repetições, com esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo os fatores: natureza do agente estressor, hídrico, deficiência e excesso, e tempo de duração do estresse (dois, quatro e seis dias), mais uma testemunha absoluta, sem estresse

hídrico. O experimento foi estabelecido no dia 19 de junho de 2001, e as avaliações das variáveis (fotossíntese líquida, respiração oxidativa mitocondrial e área foliar por planta) foram tomadas aos 50 dias da emergência das plântulas. A área foliar foi estimada via método de Wendt (1967), com a fórmula $\log Y = -0,346 + 2,152 \log X$, sendo Y a área foliar e X o comprimento da folha. A fotossíntese líquida foi estimada com o auxílio de uma sonda de oxigênio, através da metodologia descrita por Walker (1987) com uso de um analisador de oxigênio, bem como a respiração oxidativa, estimada também nas folhas, em discos foliares (retirados da terceira folha a partir do ápice da planta). Nas Figuras 1 e 2 podem ser vistos



FIG. 1. Detalhe do disco foliar e equipamento para medição da fotossíntese e da respiração oxidativa.



FIG. 2. Vista geral da sonda de oxigênio para medição da fotossíntese e da respiração celular.

detalhes dos discos foliares e do equipamento usado na determinação da fotossíntese e da respiração. Os dados das variáveis computadas foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade (fator qualitativo) e análise de regressão para o fator quantitativo, de acordo com Gomes (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resumos das análises de variância dos dados das variáveis estudadas, área foliar, fotossíntese líquida e respiração oxidativa mitocondrial, denotando-se efeitos significativos a nível de 1% de teste F para as três variáveis, considerando-se o fator período do estresse e para área foliar e fotossíntese líquida para o fator natureza ou tipo do estresse. A interação entre os dois fatores estudados não foi significativa para as três variáveis, denotando-se independência entre os fatores. Constatou-se ainda, que o efeito médio do experimento (fatorial), diferiu significativamente da testemunha, como pode ser visto na Tabela 1 considerando o contraste fatorial vs testemunha para todas as variáveis estudadas. Na Tabela 2 podem ser verificadas

as médias dos tratamentos considerando as variáveis estudadas para cada fator e o contraste entre o fatorial e a testemunha. Para a área foliar o estresse por excesso de água, que leva à hipoxia ou anoxia (LARCHER, 2000) foi bem mais danoso que o estresse por deficiência hídrica, com redução de mais de 25%; fato semelhante ocorreu quando se comparou a testemunha com o efeito médio do fatorial, com redução de 26% na área foliar, independente do tipo do estresse hídrico. Na Figura 3 pode ser observada a relação entre o tempo de duração do estresse, independente da natureza do estressor, e a área foliar, com efeito linear e com elevado coeficiente de determinação, baixa alienação. Com a redução da área foliar, a produção de assimilados é reduzida e pode ser refletido na capacidade produtiva da planta, caso o estresse leve a um "strain" plástico, como afirma Levitt (1972). Quanto a fotossíntese líquida verificou-se que o estresse hídrico reduziu bastante esta reação, considerada a principal da natureza e geradora de todas as substâncias orgânicas. Constata-se na Tabela 2 que a redução da assimilação clorofiliana foi maior quando se permitiu o estresse por excesso de água, causando hipoxia que conduz a planta a profundas alterações no

TABELA 1. Resumos das análises de variância dos dados das variáveis área foliar por planta (cm^2) aos 50 dias da emergência das plântulas, taxa fotossintética líquida foliar ($\mu\text{.moles O}_2\text{. m}^{-2}\text{. s}^{-1}$) e taxa respiratória foliar ($\mu\text{.moles O}_2\text{. m}^{-2}\text{. s}^{-1}$) ambas aos 50 dias da emergência das plântulas e na 3ª folha a partir do ápice da mamoneira, BRS 149 Nordestina. Campina Grande, PB. 2001.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Área foliar	Fotossíntese	Respiração
Períodos de tempo (PT)	2	40959126,43*	100,01**	1,58**
Tipos de estresse (TE)	1	53013813,33*	61,17**	0,24 ^{ns}
PT x TE	2	785380,03 ^{ns}	8,02 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Fatorial vs testemunha	1	43942418,30**	330,23**	0,70*
Blocos	3	978498,07 ^{ns}	7,15 ^{ns}	1,16**
Erro	18	2948960,74	3,21	0,11
Coeficiente de Variação C.V.)		18,05	15,38	12,23

ns: Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

*: Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

** : Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

TABELA 2. Médias dos tratamentos das variáveis área foliar por planta (cm^2) aos 50 dias da emergência das plântulas, taxa fotossintética líquida foliar ($\mu\text{moles O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) e taxa respiratória oxidativa foliar ($\mu\text{moles O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) ambas aos 50 dias da emergência das plântulas e na 3ª folha a partir do ápice, em função dos fatores tipo de estresse hídrico no solo (deficiência e excesso) e duração do estresse na mamoneira, cultivar BRS 149-Nordestina. Campina Grande, PB. 2001.

Fatores	Variáveis		
	Área foliar	Fotossíntese	Respiração
Períodos do estresse			
2	11306,7	13,11	2,98
4	8457,4	11,15	2,81
6	7392,3	6,92	2,23
Tipo de estresse hídrico no solo			
Deficiência	10381,47 a	11,82 a	2,77 a
Excesso	7722,80 b	8,96 b	2,54 a
Testemunha	12254,20 a	19,17 a	3,08 a
Fatorial	9052,13 b	10,39 b	2,68 b

Em cada coluna para o fator tipo de estresse e a testemunha vs fatorial, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator período de estresse, dados quantitativos, análise de regressão e coeficiente de determinação.

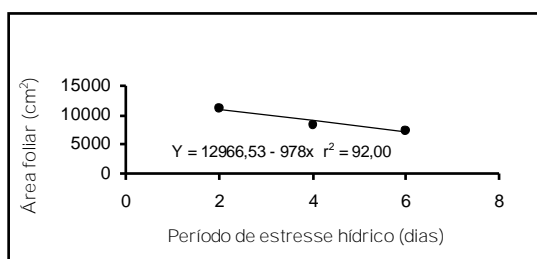


FIG. 3. Relacionamento entre a área foliar e o tempo de duração do estresse hídrico. Campina Grande, PB. 2001.

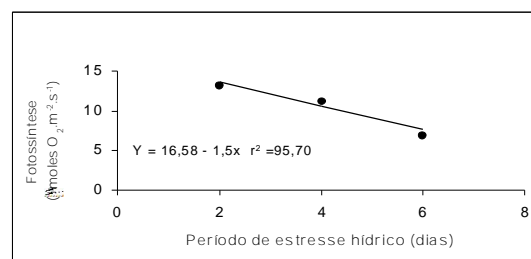


FIG. 4. Relacionamento entre a taxa fotossíntese e a duração do estresse hídrico. Campina Grande, PB. 2001.

seu metabolismo (LARCHER, 2000), independente da duração do estresse. O estresse hídrico por deficiência também alterou, para menos, a fotossíntese líquida (Tabela 2), fato também verificado por diversos autores em outras culturas como gergelim e algodão herbáceo (SOUZA et al. 1997, SOUZA et al. 2000 e BELTRÃO et al., 2000). Na Figura 4 pode-se observar o relacionamento entre o tempo de duração do estresse hídrico e a taxa fotossintética líquida medida pela evolução do oxigênio, sendo de natureza linear, com baixa alienação e boa determinação, independente da natureza do agente estressor. Este fato evidencia que, mesmo sendo resistente ao estresse hídrico,

a mamoneira é na sua fase inicial, muito sensível as alterações do status de umidade e oxigênio no solo, podendo ter a sua produção de assimilados comprometida e dependendo da duração do estresse, de uma maneira plástica. No tocante a respiração oxidativa ou mitocondrial, verifica-se, na Tabela 2 que ela não foi tão sensível quanto à fotossíntese líquida ao estresse hídrico, tanto por falta como por excesso de umidade, porém a tendência foi cair com o aumento da duração do estresse, independente da natureza do agente estressor, pois não houve interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 1). Na Figura 5 pode-se observar o relacionamento entre a duração

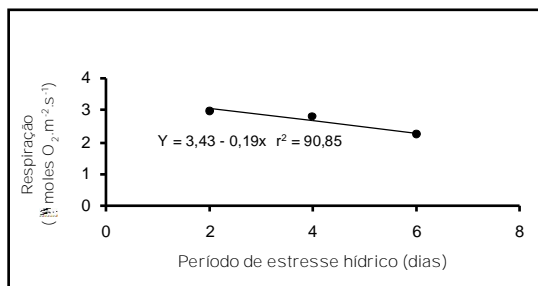


FIG. 5. Relacionamento entre a taxa respiratória oxidativa e a duração do estresse hídrico. Campina Grande, PB, 2001.

do estresse hídrico e a taxa respiratória das folhas da mamoneira, evidenciando-se o que foi relatado anteriormente. De maneira global, pode-se dizer que estresses hídricos, em especial por excesso no início da vida das plantas da mamoneira podem reduzir o crescimento das plantas por diminuírem a área foliar e a fotossíntese líquida, com redução também da respiração oxidativa mitocondrial.

CONCLUSÕES

1. A mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS 149 Nordestina é muito sensível ao estresse hídrico na sua fase inicial do desenvolvimento e do crescimento, com quatro a cinco folhas, em especial se o estresse for mais demorado, como por exemplo de seis dias;
2. A área foliar por planta foi bastante reduzida pelo estresse hídrico em resposta ao estresse hídrico, principalmente pelo excesso, devido a hipoxia;
3. A fotossíntese líquida ou aparente foi reduzida linearmente com a duração do estresse hídrico, independente se por excesso ou deficiência de água no ambiente edáfico;
4. A fotossíntese líquida da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina, foi mais reduzida com o excesso de água no meio edáfico do que quando se permitiu o estresse hídrico por deficiência de água no solo;

5. Na cultivar de mamona BRS 149 Nordestina, na sua fase inicial, com as plantas com quatro a cinco folhas, a respiração oxidativa mitocondrial foi reduzida, porém não tanto como a fotossíntese, quando se permitiu o estresse hídrico, por deficiência ou excesso, independente da duração do estresse.

REFERÊNCIAS

- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A.E. de; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds. tec.). O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37-61.
- 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. (eds. tec.). O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37-61.
- BELTRÃO, N.E. de M.; SOUZA, J.G. de; SANTOS, J.W. dos. Consequências da anoxia temporária radicular no metabolismo do gergelim. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v. 4, n. 3, p. 153-161, ago-dez. 2000.
- EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB). BRS 149 Nordestina: nova cultivar de mamona para o Nordeste brasileiro. 1999. (Folder).
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 11ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 466p.
- HEMERLY, F.X. Mamona: comportamento e tendências no Brasil. Brasília, Embrapa-DID, 1981. 69p. (EMBRAPA-DTC. Documentos, 2).
- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. p. 341-478.
- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. New York: Academic Press, 1972. p. 531-534.

- MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas: tártago. In: MAZZANI, B. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983. p. 277-360.
- MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). Castor. New Delhi: Amerind. 1986. p. 54-64.
- POPOVA, G.M.; MOSHKIN, V.A. Botanical classification. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). Castor. New Delhi: Amerind, 1986. p. 11-27.
- SILVA, W.J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, mamona e amendoim. Informe Agropecuário, v. 7 n. 82, p. 24-33, aut. 1981.
- SOUZA, J.G. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SANTOS, J.W. dos. Influência da saturação hídrica do solo na fisiologia do algodão em casa-de-vegetação. Revista de Oleaginosas e Fibras, v.1. n. 1, p.63-71, dez, 1997.
- SOUZA, J.G. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SANTOS, J.W. Fisiologia e produtividade do gergelim em solo com deficiência hídrica. Revista de Oleaginosas e Fibras, v.4, n.3, p. 163-168, ago-dez. 2000.
- WALKER, D. The use of the oxygen electrode and fluorescence probes in simple measurements of photynthesis. Chichester: Oxygraphics, 1987. 145 p.
- WEISS, E.A. Castor. In: WEISS, E.A. Oilseed crops. London: Longman, 1983, p. 31-99.
- WENDT, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castor (*Ricinus communis* L.), and Sorghum (*Sorghum vulgare* L.). Agronomy Journal, v.59, p. 485-487, 1967.