

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO ESTRESSE PELO EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS EM CULTIVARES DE *Ricinus communis* L.

DOUGLAS ANTÔNIO POSSO¹; DAVI SILVA DALBERTO²; MONICA TAMIRES TEJADA¹; EMANUELA GARBIN MARTINAZZO³; MARCOS ANTONIO BACARIN^{1*}

¹Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Biologia, Instituto de Botânica -
douglasposso@hotmail.com *bacarin@ufpel.edu.br

²Universidade Federal do Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais

³Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de oleaginosas tem adquirido considerável interesse nos últimos anos devido ao aumento da demanda por fontes renováveis de energia (FAZIO e BARBANTI, 2014), com destaque para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.). Esta espécie possui potencial para a produção de biodiesel, podendo ser usada como substituinte de derivados do petróleo (SEVERINO e AULD, 2013).

Geralmente cultivada em regiões de clima tropical, a cultura da mamona tem expandido suas fronteiras para regiões de clima subtropical e temperado, como a região sul do Brasil, onde frequentemente os cultivos estão sujeitos a baixas temperaturas.

Sendo a fotossíntese o metabolismo essencial para a produção de biomassa, crescimento e desenvolvimento, plantas que não estão em condições de clima favoráveis, terão seu desempenho fotossintético prejudicado, reduzindo a capacidade fotossintética e a produtividade das culturas (ADAM e MURTHY, 2014). Análises de fluorescência da clorofila *a*, são utilizadas para a detecção de problemas no aparato fotossintético, por ser uma técnica eficiente na detecção do estresse, além de um método não-invasivo e de fácil mensuração, fornecendo grande quantidade de informações (STRASSER et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade do aparato fotossintético através da medição da fluorescência da clorofila *a* em plantas jovens de mamona expostas às baixas temperaturas em condição de campo.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com condições de irradiância que alcançaram a média de 370 μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos durante o período experimental. Sementes de mamona, das cultivares AL Guarany 2002, BRS Gabriela e IAC Guarani, foram semeadas em vasos de 10 L (cinco sementes por vaso) contendo mistura de solo e areia, na proporção de 3:1. Uma semana após a emergência procedeu-se o desbaste, deixando uma planta por vaso. Três vezes por semana foi adicionada 50 mL de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950). Quando as plantas apresentaram o par de folhas primárias completamente expandido iniciaram-se os tratamentos, sendo que metade das plantas foram mantidas em condições de casa de vegetação (controle), e as demais foram colocadas a campo (baixas temperaturas) por seis dias, retornando às condições de casa de vegetação, sendo avaliadas por 10 dias no período de recuperação.

Os dados meteorológicos de temperaturas mínima, máxima e média diária, e insolação do período correspondente à realização do ensaio foram coletados na Estação Agroclimatológica de Pelotas Convênio EMBRAPA/UFPEL.

A emissão da fluorescência da clorofila *a* foi medida com fluorômetro portátil, modelo Handy PEA (Hanstech Instruments, UK). A fluorescência transiente foi obtida mediante a emissão de um pulso de luz saturante ($3.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), entre 50 μs e 1 s, obtendo a intensidade dos passos O (50 μs , fluorescência inicial, F_0), J (2 ms), I (30 ms) e P (fluorescência máxima, F_M), utilizados para os cálculos dos parâmetros da fluorescência da clorofila *a* para o Teste JIP (TSIMILLI-MICHAEL e STRASSER, 2008).

Neste experimento foram utilizadas 20 plantas de cada cultivar (10 plantas controle e 10 plantas submetidas ao frio, com posterior retorno à casa de vegetação), sendo realizadas duas medições de fluorescência por planta, totalizando 20 leituras por tratamento. Para análise dos parâmetros do Teste JIP, os dados foram normalizados em relação aos respectivos controles.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos seis dias que as plantas de mamona foram expostas ao frio, de forma natural, em ambiente aberto, as temperaturas médias diárias variaram de 7,7 a 9,4°C, sendo a temperatura mínima registrada em 4,5°C e a máxima 16,8°C nos dias do experimento. Simultaneamente, a temperatura mínima da relva variou de -2,6 a 7,4°C e a insolação registrada variou entre 0,0h até 7,6h (insolação máxima). Pode-se verificar uma diminuição das temperaturas registradas no decorrer dos dias em que as plantas encontraram-se em tratamento, não ocorrendo geada.

Os dados dos parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, para as três cultivares de mamona (controle e mantidas em baixa temperatura), estão apresentados abaixo nas Figuras 1, 2 e 3.

Durante o período de exposição às baixas temperaturas, o fluxo de captura por centro de reação ativo (TR_0/RC) manteve-se estável, enquanto houve diminuição do fluxo de transporte de elétrons (ET_0/RC) e da redução dos aceptores finais do FSI (RE_0/RC) nas plantas das três cultivares.

Foi verificado aumento da absorção (ABS/RC) e da dissipação (DI_0/RC), sendo mais intenso nas plantas da cultivar AL Guarany 2002 (Figura 1A) do que nas plantas das outras cultivares. Esse aumento de ABS/RC é atribuído ao processo de inativação dos centros de reação, aumentando o sistema antena disponível para os centros de reação ativos restantes. Dessa forma, a energia absorvida excedente, ou seja, que não foi capturada pelos centros de reação ativos, é dissipada na forma de calor, fluorescência ou transferida para outros sistemas (STRASSER et al., 2004), proporcionando aumento de DI_0/RC nas plantas estressadas.

Os valores do índice de performance relativos à absorção (PI_{ABS}), que combina, em uma equação, a densidade de centros de reação ativos no sistema antena (RC/ABS), a performance das reações fotoquímicas e do transporte de elétrons (STRASSER et al., 2004), sofreram intenso decréscimo nas plantas expostas ao frio. No entanto, o índice de performance total (PI_{TOTAL}), ainda mais completo que o índice de performance anterior por levar em consideração a performance da redução dos aceptores finais do FSI, compreendendo toda a cadeia transportadora de elétrons (TSIMILLI-MICHAEL e STRASSER, 2008), apresentou aumento no primeiro dia de estresse, com posterior redução abaixo dos níveis do controle com o decorrer do estresse.

Após a exposição, as plantas retornaram à casa de vegetação, para avaliação do potencial de recuperação da atividade do aparato fotossintético. Foi observada a recuperação dos valores de fluxo específicos que sofreram alteração durante o período de estresse (ABS/RC , Dl_0/RC , ET_0/RC e RE_0/RC), dos rendimentos quânticos (ϕ_{P_0} , ϕ_{E_0} , ϕ_{R_0} e ϕ_{D_0}) e das eficiências (Ψ_{E_0} e δ_{R_0}), alcançando valores similares ao controle nas três cultivares testadas (Figuras 1B, 2B e 3B), evidenciando a capacidade de recuperação de plantas de mamona ao estresse causado por frio.

Ao final do período de avaliação, foi possível notar que os valores dos índices de performance (PI_{ABS} e PI_{TOTAL}) retornaram aos níveis do controle, demonstrando o potencial de recuperação da capacidade fotossintética das plantas de mamona submetidas ao estresse por baixas temperaturas.

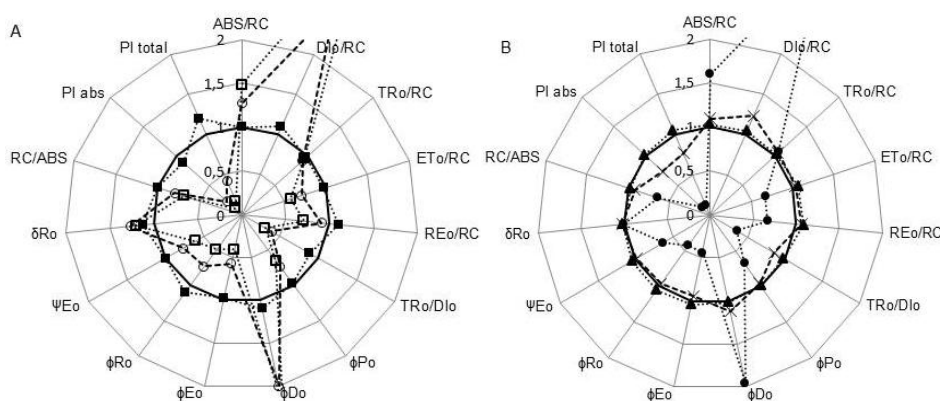


Figura 1. Parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, calculados através do Teste JIP em plantas de *Ricinus communis* cultivar AL Guarany 2002 expostas ao frio (A) no 1º (■), 3º (○) e 5º (□) dia de estresse e retorno à casa de vegetação (B) no 1º (▲), 5º (×) e 10º (●) dia após o retorno à casa de vegetação.

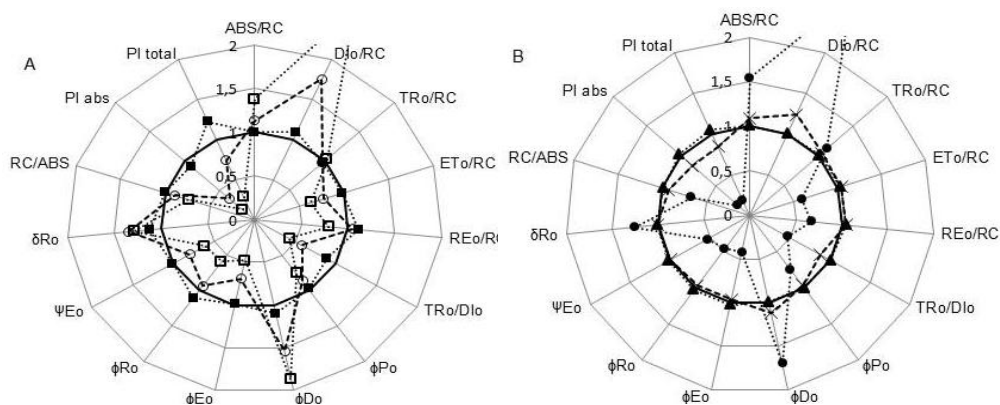


Figura 2. Parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, calculados através do Teste JIP em plantas de *Ricinus communis* cultivar BRS Gabriela expostas ao frio (A) no 1º (■), 3º (○) e 5º (□) dia de estresse e retorno à casa de vegetação (B) no 1º (▲), 5º (×) e 10º (●) dia após o retorno à casa de vegetação.

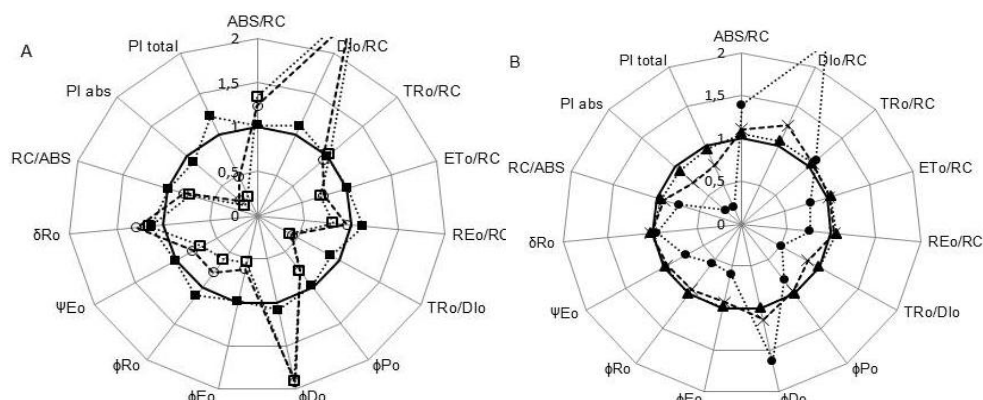


Figura 3. Parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, calculados através do Teste JIP em plantas de *Ricinus communis* cultivar IAC Guarani expostas ao frio (A) no 1º (■), 3º (○) e 5º (□) dia de estresse e retorno à casa de vegetação (B) no 1º (▲), 5º (×) e 10º (●) dia após o retorno à casa de vegetação.

4. CONCLUSÕES

O estresse por baixas temperaturas afeta as três cultivares de forma semelhante, porém, com menor intensidade nas plantas da cultivar BRS Gabriela, do que em 'AL Guarany 2002' e 'IAC Guarani'.

As plantas de mamona submetidas às baixas temperaturas possuem capacidade de recuperação da atividade fotossintética após o retorno às condições de adequadas de temperatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, S.; MURTHY, S. D. S. Effect of Cold Stress on Photosynthesis of Plants and Possible Protection Mechanisms. In: GAUR, R .K.; SHARMA, P. **Approaches to Plant Stress and their Management**. Springer India, 2014. p. 219-226.
- FAZIO, S.; BARBANTI, L. Energy and economic assessments of bio-energy systems based on annual and perennial crops for temperate and tropical areas. **Renewable Energy**, v. 69, p. 233-241, 2014.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agriculture Experimental Station Circular**, v. 347, p. 1-32, 1950.
- SEVERINO, L. S.; AULD, D. L. A framework for the study of the growth and development of castor plant. **Industrial Crops and Products**, v. 46, p. 25- 38, 2013.
- STRASSER, R. J.; TSIMILLI-MICHAEL, M.; SRIVASTAVA, A., Analysis of the chlorophyll a fluorescence transient. In: PAPAGEORGIOU, G .C.; GOVINDJEE. **Chlorophyll a Fluorescence: A Signature of Photosynthesis**. Dordrecht: Spring, 2004. p. 321-362.
- TSIMILLI-MICHAEL, M; STRASSER, R. J. In vivo assessment of plants vitality: applications in detecting and evaluating the impact of Mycorrhization on host plants. In: A. VARMA, A. **Mycorrhiza**. Uttar Pradesh: Springer, 3ª. Ed., 2008. p.679-703.