

EFEITO DA BAIXA TEMPERATURA NA FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA EM PLANTAS DE *Ricinus communis*

ULYSSES DA FONTOURA¹; DAVI SILVA DALBERTO², EMANUELA GARBIN MARTINAZZO³, JUNIOR BORELLA⁴; MARCOS ANTONIO BACARIN⁵

¹UFPel-FAEM Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPQ – fontouraulysses@hotmail.com

² Universidade Federal do Amapá - biodavi@gmail.com; ³Universidade Federal do Rio Grande - emartinazzo@gmail.com; ⁴Universidade Federal de Pelotas – borellaj@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – bacarin@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Euphorbiaceae, a espécie *Ricinus communis* L. tem sua origem na Etiópia. Possui características de uma árvore ou arbusto perene, podendo chegar acima dos 10 m de altura, entretanto, os genótipos de cultivo anual crescem entre 60-120 cm. Apresenta grande rusticidade, também é uma planta tipicamente tropical, porém seu rendimento está fortemente ligado com as condições ambientais, tais como, regimes pluviais, umidade relativa do ar e temperatura, que apresentam influência em sua produtividade final (SAVY FILHO, 2004). Sendo o Brasil o sexto maior produtor mundial de mamona, com uma produção de 119,5 mil toneladas de baga, apresentando um rendimento médio de 227 kg há⁻¹ baga (FAO, 2013). Usualmente cultivada em regiões marginais de clima tropical, a cultura da mamona tem expandido suas fronteiras para regiões de clima subtropical e temperado, onde frequentemente os cultivos agrícolas estão sujeitos a baixas temperaturas, principalmente no início do ciclo. Esse tipo de situação é preocupante considerando-se que plantas com origem evolutiva de regiões tropicais, como a mamona, são propensas à sensibilidade a temperaturas abaixo de 15°C, sendo considerada uma espécie sensível ao frio (ADAM; MURTHY, 2014).

O estresse por baixa temperatura causa danos às membranas e desidratação dos tecidos (THEOCHARIS et al., 2012). Plantas submetidas ao resfriamento podem apresentar baixo grau de insaturação dos lipídeos que compõe as membranas, diminuindo a fluidez destas e afetando a atividade metabólica que ocorrem nesses locais (POIRE et al., 2010). Plantas sensíveis ao frio apresentam modificações da organização estrutural do cloroplasto, do conteúdo e composição de pigmentos fotossintéticos, da atividade dos fotossistemas I e II, da taxa de transporte de elétrons, do conteúdo de ribulose-1,5-bisfosfato e da atividade das enzimas do ciclo de Calvin (ISLAM et al., 2011; PLOSCHUK et al., 2014), reduzindo a capacidade fotossintética e a produtividade da cultura (ADAM; MURTHY, 2014).

Dentre as estratégias de avaliação do estado funcional do aparato fotossintético, a medição da fluorescência transiente da clorofila a tem se consolidado como técnica eficiente de detecção de estresse (HUTHER et al., 2013). 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 casa de vegetação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material vegetal e condução do ensaio

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com temperatura média de $25 \pm 4^\circ\text{C}$ e com condições de irradiação que alcançaram a média máxima de aproximadamente 370 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativo durante o período experimental. Sementes de mamona

(*Ricinus communis* L.), cultivares AL Guarany 2002, BRS Gabriela e IAC Guarani, foram semeadas em vasos de 10 L. Quando 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 como controle, e as demais foram colocadas a campo sob condições ambientais naturais de baixa temperatura por seis dias, retornando às condições de casa de vegetação, sendo avaliadas por 10 dias no período de recuperação (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de temperatura mínima (°C), máxima (°C), média do ar (°C), temperatura mínima da relva (°C) e insolação (horas e décimos)

Dia de exposição às baixas temperaturas	Temperatura (°C)			Temperatura mínima da relva (°C)	Insolação (horas e décimos)
	Mínima	Máxima	Média diária		
1	7,6	10,1	9,0	7,4	0,0
2	7,4	12,0	9,0	6,0	0,0
3	7,4	12,0	8,4	-2,6	7,6
4	4,5	16,8	9,4	-0,4	4,8
5	6,9	11,4	8,9	3,0	0,3
6	5,5	12,5	7,7	4,2	7,4

Dados agrometeorológicos obtidos junto as Estação Agroclimatológica de Pelotas (Coordenadas Geográficas da Estação: Latitude - 31° 52' 00" S; Longitude - 52° 21' 24" W. GRW; Altitude: 13,24 m) distante 1000 m do local do ensaio

2.2. Análise da fluorescência da clorofila a

A emissão da fluorescência da clorofila a foi medida com fluorômetro portátil, modelo HandyPEA (Hanstech, King's Lynn, Norkfolk, Reino Unido). As medidas foram realizadas no período da manhã em folhas previamente adaptadas ao escuro por 30 minutos. A fluorescência transiente foi obtida mediante a emissão de um pulso de luz saturante (intensidade de 3.000 $\mu\text{mol fôtons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), 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 do Teste JIP (STRASSER; STRASSER, 1995). As leituras de fluorescência transiente da clorofila a foram realizadas após o primeiro dia do início do estresse, sendo repetidas diariamente durante cinco dias, e nos dias 1, 5 e 10 após o retorno das plantas para a casa de vegetação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de intensidade de fluorescência e fluorescência variável relativa das plantas submetidas às baixas temperaturas e mantidas sob condições controladas. As plantas de mamona que permaneceram em casa de vegetação durante todo o período experimental apresentaram curva OJIP típica, indicando que estavam fotossinteticamente ativas. Mudanças expressivas foram observadas na intensidade de fluorescência de todas as cultivares avaliadas com o decorrer do estresse, quando comparadas às plantas controle. Nas plantas que foram expostas às baixas temperaturas, a forma da curva foi drasticamente alterada em todas cultivares, principalmente ao final de cinco dias de baixa temperatura (Figuras 1A, C e E). Houve redução da intensidade de fluorescência nos passos J, I e P com o decorrer do estresse, sendo que os passos intermediários ficaram menos aparentes.

A normalização entre os passos O e P foi realizada de forma a obter as curvas de fluorescência relativa variável (V_t), para comparar as diferentes amostras

e alterações provocadas pelo tratamento na cinética de emissão da fluorescência (Figuras 1B, D e F). O estresse por baixas temperaturas provocou aumento expressivo na intensidade de fluorescência no passo J (V_J) nas plantas das três cultivares. A intensidade de fluorescência no passo J aumentou ao longo do tempo, tornando-se próximo do nível do passo P, semelhante ao comportamento observado com crescentes doses de inibidores do transporte de elétrons do FSII, como DCMU e bentazon (SOUZA et al., 2014). Pequeno aumento também é observado na intensidade de fluorescência do passo I (V_I) nas plantas das três cultivares, principalmente no 5º dia de estresse.

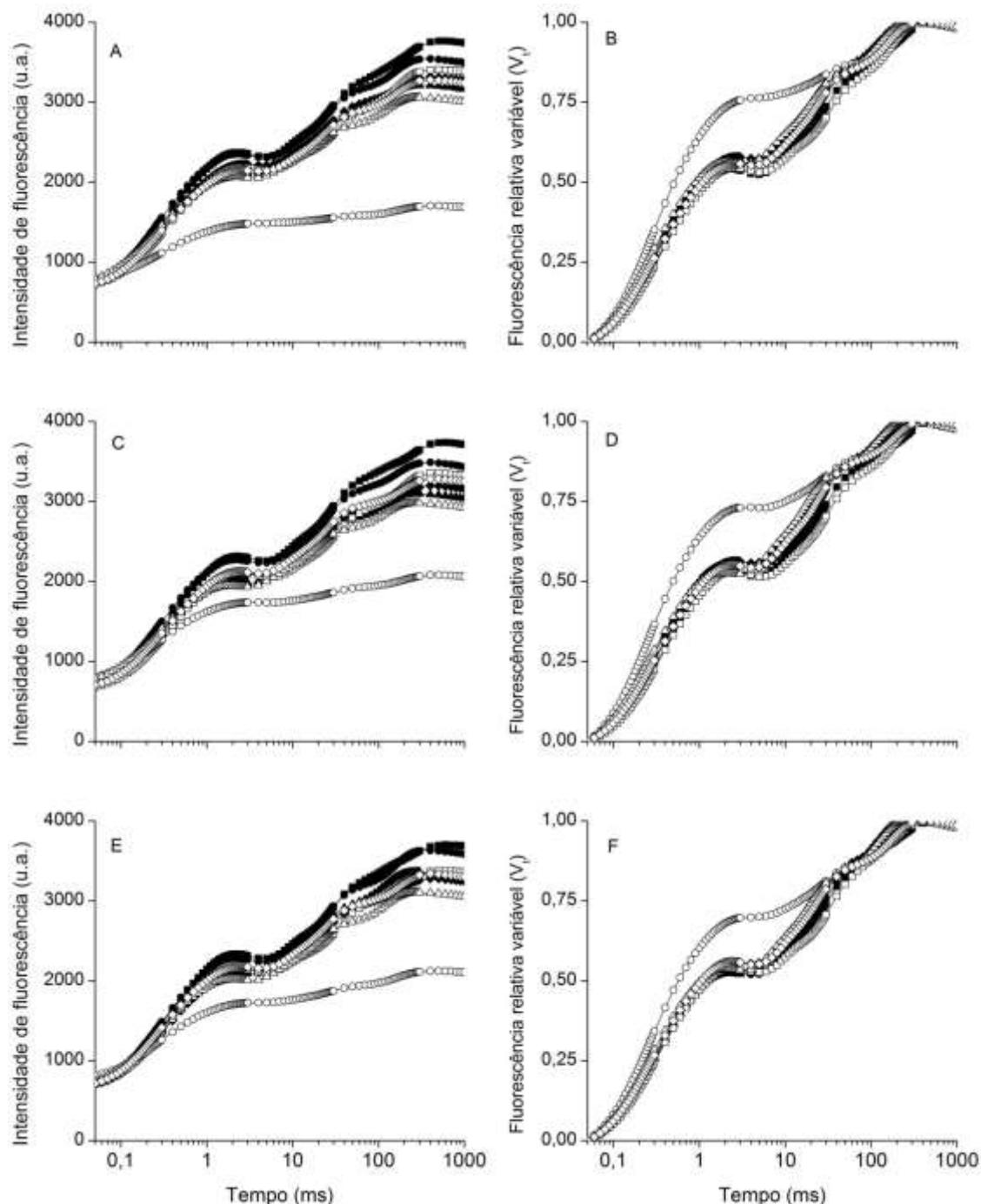


Figura 1. Intensidade de fluorescência (A, C e E) e fluorescência variável relativa (B, D e F) em plantas de mamona submetidas ao frio (símbolos abertos) e controle (símbolos preenchidos) das cultivares AL Guarany 2002 (A e B), BRS Gabriela (C e D) e IAC Guarani (E e F). 1º (□) e 5º (○) dia de estresse e 5º (△) e 10º (◇) dia após o retorno a casa de vegetação.

As baixas temperaturas afetam negativamente a fotossíntese de plantas sensíveis, reduzindo a atividade fotoquímica, transporte de elétrons e assimilação de carbono. Esses efeitos são mais acentuados quando ocorrem na presença de maior intensidade luminosa, aumentando a susceptibilidade à fotoinibição e danos ao aparato fotossintético (GOH et al., 2012). Neste trabalho, as maiores modificações no formato da curva OJIP, ocorreram concomitantemente à redução da temperatura mínima e de relva, associada ao aumento da insolação no mesmo período.

4. CONCLUSÃO

A exposição às baixas temperaturas prejudica a atividade fotossintética de plantas de mamona, com diminuição da atividade do fotossistema II, do fluxo de elétrons no intersistema e da constante de redução dos aceptores finais de elétrons, acompanhada do aumento da inativação de centros de reação e da dissipação de energia.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

6. 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.
- GOH, C. H.; KO, S. M.; KOH, S.; KIM, Y. J.; BAE, H. J. Photosynthesis and environments: photoinhibition and repair mechanisms in plants. **Journal of Plant Biology**, v. 55, p. 93-101, 2012.
- HUTHER, C. M.; RAMM, A; ROMBALDI, C. V.; BACARIN, M. A. Physiological response to heat stress of tomato 'Micro-Tom' plants expressing high and low levels of mitochondrial sHSP23.6 protein. **Plant Growth Regulation**, v. 70, p. 175-185, 2013.
- ISLAM, S.; IZEKOR, E.; GARNER, J. O. Effect of chilling stress on the chlorophyll fluorescence, peroxidase activity and other physiological activities in *Ipomoea batatas* L. genotypes. **American Journal of Plant Physiology**, v. 6, p. 72-82, 2011.
- PLOSCHUK, E. L.; BADO, L. A.; SALINAS, M.; WASSNER, D. F.; WINDAUER, L. B.; INSAUSTI, P. Photosynthesis and fluorescence responses of *Jatropha curcas* to chilling and freezing stress during early vegetative stages. **Environmental and Experimental Botany**, v. 102, p. 18-26, 2014.
- POIRE, R.; SCHNEIDER, H.; THORPE, M. R.; KUHN, A. J.; SCHURR, U.; WALTER, A. Root cooling strongly affects diel leaf growth dynamics, water and carbohydrate relations in *Ricinus communis*. **Plant, Cell & Environment**, v. 33, p. 408-417, 2010.
- SAVY FILHO, A. **Mamona Tecnologia Agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p
- SOUSA, C. P.; FARIA, M. E.; SCHOCK, A. A.; BACARIN, M. A. Photosynthesis of soybean under the action of a photosystem II-inhibiting herbicide. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 36, p. 3051-3062, 2014.
- STRASSER, B.J; STRASSER, R.J. Measuring fast fluorescence transients to address environmental questions: The JIP-test. In: MATHIS, P. **Photosynthesis: from Light to Biosphere**. Montpellier, France, p. 977– 980, 1995.
- THEOCHARIS, A.; CLÉMENT, C.; BARKA, E. A. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures. **Planta**, v. 235, p. 1091-1105, 2012.