

EFEITOS DO PRIMING DE SEMENTES COM PUTRESCINA NA FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA *a* EM PLÂNTULAS DE MILHO GERMINADAS SOB ESTRESSE HÍDRICO

Christiany Chagas Toledo¹

Mônica Corrêa Del Peloso²

Leandro Donizete da Silva³

Thiago Corrêa de Souza⁴

Plínio Rodrigues dos Santos-Filho⁵

Agroecologia e Produção Agrícola Sustentável

Resumo

Tendo em vista as mudanças climáticas e o crescimento populacional exponencial, apresenta-se relevante o estudo de tecnologias que promovam um sistema de produção agrícola mais sustentável, capaz de enfrentar as adversidades – como a limitação hídrica – que as culturas encaram, e suprir a demanda crescente por alimentos. Uma dessas tecnologias é o tratamento de sementes com moléculas como as poliaminas, que já tiveram seus efeitos comprovados no aumento da tolerância a seca em várias culturas. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi o de analisar o efeito do priming com putrescina nos parâmetros de fluorescência de clorofila *a* em plântulas de milho dos híbridos contrastantes (DKB 390 (tolerante) e BRS 1030 (sensível)) à seca submetidos ao estresse. As sementes foram embebidas em soluções de água destilada ou putrescina, e posteriormente postas para germinar em rolos de papel umedecidos com água destilada ou manitol a -0,6 Mpa. Os tratamentos foram: controle, priming de sementes com putrescina a 10 µM (Put 10) e a 100 µM (Put 100), estresse hídrico (-0,6 Mpa), estresse hídrico + priming de sementes com putrescina a 10 µM (-0,6 Mpa + Put 10) e a 100 µM (-0,6 Mpa + Put 100). A putrescina reduziu os efeitos do estresse hídrico nas plântulas de milho no aparato fotossintético, principalmente na concentração de 10 µM e no BRS 1030, híbrido sensível, que revelou parâmetros, na maioria das vezes, estatisticamente semelhantes aos do híbrido tolerante, o que demonstra seu potencial para uso frente a situações de estresse hídrico.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; Poliaminas; Seca; Mudanças climáticas.

¹ Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

² Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

³ Aluno do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), leandro.doniz.silva@gmail.com.

⁴ Prof. Dr., Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Instituto de Ciências da Natureza (ICN), thiago.souza@unifal-mg.edu.br

⁵ Prof. Dr., Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Departamento de Bioquímica (DBOq), plinio.santos@unifal-mg.edu.br.

INTRODUÇÃO

O enfrentamento de estresses bióticos e abióticos é um dos principais desafios no contexto para uma produção agrícola mais sustentável, uma vez que tais situações diminuem a capacidade vegetal de expressar seu pleno potencial fisiológico (TAIZ et al., 2017). Dentre esses, o estresse hídrico é o mais preocupante, especialmente na atual conjuntura das mudanças climáticas; sugere-se que há uma tendência de que esses acontecimentos levarão a um aumento na ocorrência, duração e intensidade de períodos de seca (FELLER; VASEVA, 2014). Logo, fica evidente que se faz necessária a busca por novas tecnologias e moléculas para auxiliar no enfrentamento a tais situações, visando diminuir seus efeitos deletérios nas plantas (BALESTRINI et al., 2018). Assim sendo, o *priming* de sementes com biomoléculas como as poliaminas, por exemplo, tem se demonstrado como uma alternativa viável, com efeitos já comprovados em pesquisas prévias (HASSAN; EBEED; ALJAARANY, 2020; SADEGHIPOUR, 2019).

Entretanto, não obstante a relevância do tema, ainda existem diversas lacunas a serem preenchidas a esse respeito, uma vez que ainda são escassas as investigações nesse seguimento. Portanto, tendo em vista o explicitado anteriormente, o presente trabalho teve por objetivo estudar os efeitos do *priming* de sementes com a poliamina putrescina nos parâmetros de fluorescência de clorofila *a* em plântulas de milho de híbridos contrastantes à seca submetidas a estresse hídrico.

METODOLOGIA

Foram utilizados dois híbridos de milho (*Zea mays* L.) com tolerância contrastante à seca: DKB 390 (tolerante) e o BRS 1030 (sensível). Para estabelecimento do *priming*, as sementes foram embebidas à temperatura ambiente por 20 horas em soluções de putrescina a 10 ou 100 μM e água destilada como controle. Em seguida, 25 sementes foram colocadas em rolos compostos por três folhas de papel Germitest® umedecidos com água destilada ou solução de manitol a $-0,6\text{MPa}$ em um volume correspondente a 2,5 vezes o peso do rolo de papel (BRASIL, 2009). Os rolos de papel contendo as sementes foram colocados em

beckers fechados com sacos plásticos para evitar a evaporação da água e mantidos em uma câmara do tipo DBO a 30 °C, e lá permaneceram por 7 dias. Ao final deste período, imediatamente foram realizadas as medidas de fluorescência da clorofila.

Foi utilizado um fluorímetro portátil de luz modulada modelo Mini-PAM (Heinz Walz, Effeltrich, Alemanha) para as medidas de fluorescência da clorofila *a*. Após uma adaptação de 30 minutos no escuro foi medida a fluorescência mínima (F_o) com uma luz suficientemente baixa evitando reações fotoquímicas, e também a fluorescência máxima (F_m), aplicando-se por 0,8 segundos um pulso de luz saturante de 7000 μm de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Nas amostras adaptadas no escuro, a máxima eficiência do fotossistema (PSII) foi estimada pela razão F_v/F_m . Em seguida, as folhas foram iluminadas com luz actínica com intensidade de 1500 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ por 20 minutos. Então a fluorescência constante (F_s) foi obtida e em seguida outro pulso de luz saturante de luz foi aplicado por 1 s para obtenção da fluorescência máxima emitida pelas folhas (F_m'). A luz actínica foi removida e as folhas foram então irradiadas com luz vermelho-distante, para obtenção de F_o adaptado a luz (F_o'). O quenching fotoquímico foi calculado como $qP = (F_m' - F_s)/(F_m' - F_o')$, o quenching não fotoquímico como $NPQ = (F_m - F_m')/F_m'$, e o rendimento quântico efetivo do Fotossistema II como $Y_{II} = F_m' - F_s / F_m' = \Delta F/F_m'$ (VAN KOOTEN; SNEL, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral, verifica-se que a imposição do estresse hídrico, em relação às respectivas testemunhas, causou um decréscimo nos parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, principalmente no híbrido sensível (BRS 1030), que é verificado pelos valores numericamente reduzidos do rendimento quântico efetivo do Fotossistema II (Y_{II}), quenching fotoquímico (Q_y) e da eficiência quântica máxima (F_v/F_m) (Fig. 1 A, C, D). O híbrido tolerante (DKB 390) suportou melhor a seca, tendo somente apresentado um aumento no quenching não fotoquímico (Fig. 1 B). Por outro lado, o priming com a putrescina, principalmente na concentração de 10 μM , promoveu a manutenção do aparato fotossintético mesmo sob em situação de estresse hídrico, ocasionando resultados no híbrido sensível que se assemelharam estatisticamente aos do tolerante (Fig. 1 A, B, C, D).

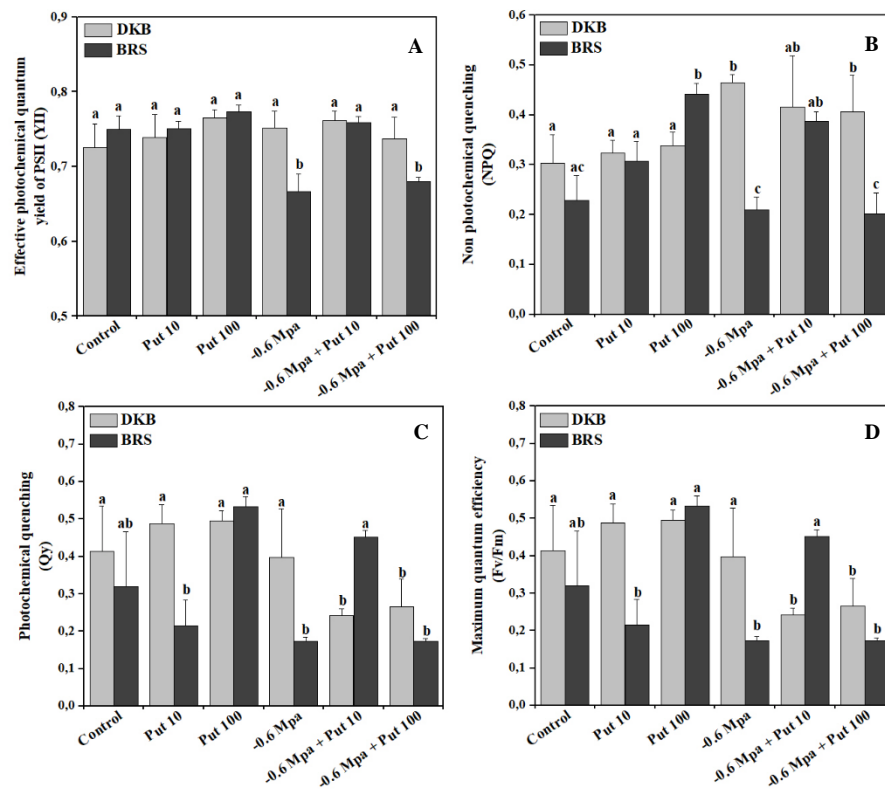


FIGURA 1. Rendimento quântico efetivo do Fotossistema II (YII) (A), quenching não fotoquímico (NPQ) (B), quenching fotoquímico (Qy) (C), e eficiência quântica máxima do Fotossistema II (Fv/Fm) (D), de plântulas de milho de híbridos contrastantes à seca (BRS 1030 – sensível e DKB 390– tolerante), submetidas aos tratamentos controle (Control), priming de sementes com putrescina a 10 μ M (Put 10) e a 100 μ M (Put 100), estresse hídrico (-0,6 Mpa), estresse hídrico + priming de sementes com putrescina a 10 μ M (-0,6 Mpa + Put 10) e a 100 μ M (-0,6 Mpa + Put 100).

Em trigo, foi verificado que o priming de sementes com putrescina diminuiu o extravasamento de eletrólitos celulares, a peroxidação lipídica e o acúmulo de peróxido de hidrogênio, enquanto aumentou a atividade da catalase em situação de estresse hídrico (HASSAN; EBEED; ALJAARANY, 2020). Em situação parecida, mas em feijão, o uso da putrescina em tratamento de sementes elevou o nível de prolina e o teor relativo de clorofila (SADEGHIPOUR, 2019). Esses resultados, que indicam uma possível redução no estresse oxidativo, podem ter provavelmente ocorrido de forma semelhante nas plântulas de milho do presente trabalho. A detoxificação das EROs, que pode ter ocorrido em decorrência do

priming com putrescina, é um importante processo porque as espécies reativas de oxigênio, que acabam se acumulando em condições de estresse hídrico, causam sérios danos no aparato do Fotossistema II, que pode ter suas proteínas degradadas e seu funcionamento comprometido, e por isso terem seus parâmetros diminuídos (DEMIDCHIK, 2015).

CONCLUSÕES

O *priming* de sementes com putrescina aliviou os efeitos danosos do estresse hídrico no aparato fotossintético das plântulas de milho, principalmente no híbrido sensível e na concentração de 10 μM , se mostrando uma técnica viável contra esse tipo de estresse.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da FAPEMIG (APQ 01671-17)

REFERÊNCIAS

- BALESTRINI, R. et al. Improvement of plant performance under water deficit with the employment of biological and chemical priming agents. **Journal of Agricultural Science**, v. 156, n. 5, p. 680–688, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 399 p., 2009.
- DEMIDCHIK, V. Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology. **Environmental and Experimental Botany**, v. 109, p. 212–228, 2015.
- FELLER, U.; VASEVA, I. I. Extreme climatic events: Impacts of drought and high temperature on physiological processes in agronomically important plants. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, n. OCT, p. 1–17, 2014.
- HASSAN, N.; EBEED, H.; ALJAARANY, A. Exogenous application of spermine and putrescine mitigate adversities of drought stress in wheat by protecting membranes and chloroplast ultra-structure. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 26, n. 2, p. 233–245, 2020.
- SADEGHIPOUR, O. Polyamines protect mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] plants against drought stress. **Biologia Futura**, v. 70, n. 1, p. 71–78, 2019.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed. 2017.
- VAN KOOTEN, O.; SNEL, J. F. H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, v. 25, n. 3, p. 147–150, set. 1990.

26/07/2020 - BANCO DO BRASIL - 11:38:29
065400654 0002

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: LEANDRO DONIZETE DA SILVA
AGENCIA: 0654-8 CONTA: 18.693-7

=====

BANCO BRADESCO S.A.

23791229285000552392864000046900683190000006000

BENEFICIARIO:

PAGAR.ME PAGAMENTOS

NOME FANTASIA:

PAGAR.ME PAGAMENTOS

CNPJ: 18.727.053/0001-74

SACADOR AVALISTA:

EVEN3

CNPJ: 17.688.085/0001-45

PAGADOR:

LEANDRO DONIZETE DA SILVA

CPF: 445.721.368-31

NR. DOCUMENTO	70.801
DATA DE VENCIMENTO	17/07/2020
DATA DO PAGAMENTO	08/07/2020
VALOR DO DOCUMENTO	60,00
VALOR COBRADO	60,00

=====

NR.AUTENTICACAO 4.B75.007.BEF.3AD.2F7