

POTENCIAL DE ADUBAÇÃO ALTERNATIVA FRENTE A ESTRESSE HÍDRICO EM PLANTAS DE MORANGO

ELLEN CRISTINA PERIN¹; JOYCE MOURA BOROWSKI²; TAINAN LOPES DE ALMEIDA³; VANESSA GALLI⁴; CARLOS AUGUSTO POSSER SILVEIRA⁵; RAFAEL DA SILVA MESSIAS⁶

¹Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas - ellenperin@hotmail.com; ²Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas - joyceborowski@gmail.com; ³Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas - tainanalmeida.92@hotmail.com; ⁴Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular; ⁵Embrapa Clima Temperado - augusto.posser@embrapa.br; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - vane.galli@yahoo.com.br; ⁶Embrapa Clima Temperado - rafael.embrapa@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O morango encontra-se como um das mais populares frutas devido ao seu alto consumo por suas características sensoriais, nutricionais e funcionais apreciáveis. Pertencente à família das Rosaceae, do gênero *Fragaria*, abrangendo mais de 600 cultivares comerciais, que diferem no sabor, tamanho, textura e conteúdo de compostos derivados do metabolismo de fenilpropanóides que além de desempenharem funções em condições de estresse, também são compostos de interesse para saúde humana, por possuírem atividade antioxidante (ANTUNES et al., 2010; PADULA et al., 2013).

Porém é uma cultura bastante exigente em termos de aporte hídrico. Além da sua exigência quanto à disponibilidade de macro e micro nutrientes minerais para o desenvolvimento de frutos de qualidade. Logo, para ter-se maior rendimento é necessário o fornecimento adequado de nutrientes, bem como uma irrigação de qualidade na sua produção (LIU et al., 2007). Vários processos nas plantas podem ser influenciados em condições de baixa disponibilidade de água, dentre eles, o declínio na taxa de crescimento e produtividade, expressão de genes relacionados ao estresse, acúmulo de solutos antioxidantes, bem como aumento de enzimas oxidantes (SILVA et al., 2002).

De acordo com o presente exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de adubação alternativa em dois níveis de estresse hídrico em plantas de morango, através de parâmetros agrônômicos e compostos relacionados ao metabolismo dos fenilpropanóides.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Clima Temperado-Pelotas/RS (CPACT). Mudas de morango 'Camorosa' foram transplantadas para vasos de 9L contendo como substrato uma mistura de solo e vermiculita. O desenho experimental foi totalmente casualizado, constituído por seis tratamentos com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela. Os tratamentos foram: dois níveis de estresse hídrico e irrigação normal associados com duas adubações.

A irrigação utilizada foi pelo sistema de gotejamento, sendo realizado o ajuste diário do volume de água fornecido aos vasos, conforme cálculo médio semanal de evapotranspiração da cultura (ET_c) do morangueiro (MAROUELLI et al., 2008). Os estresses foram aplicados a partir do início da fase de florescimento das plantas. Foi utilizado o mesmo cálculo de ET_c, sendo no entanto disponibilizado 50% e 70% do volume total de água. Quanto às adubações, foi calculada a quantidade dos

nutrientes a serem adicionados nas diferentes adubações, pelas recomendações dadas para adubação convencional (CQFS, 2008). A diferença entre as adubações foram as fontes dos nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), sendo a adubação diferente da convencional denominada de adubação alternativa, uma vez que as fontes utilizadas foram naturais/alternativas.

A produção de morangos foi determinada pela pesagem dos frutos ao longo do experimento. Foram realizadas medições da taxa de assimilação de CO₂ com um analisador de gases com detecção por radiação infravermelha (IRGA) da marca Heinz Walz GmbH, modelo GFS 3000, sendo realizado uma avaliação inicial (antes do início dos estresses) e uma final (após a aplicação dos estresses).

Também foi avaliada a atividade da FAL (fenilalanina amônia liase) por espectrofotometria segundo CAMPOS et al. (2003) e a atividade das enzimas oxidantes PO (peroxidase) e PFO (polifenol oxidase), segundo CAMPOS; SILVEIRA (2003). O teor de compostos fenólicos totais por espectrofotometria, de acordo com metodologia adaptada de SWAIN; HILLIS (1959).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional SAS system for windows versão 9.1.3 (SAS, 2000). Foram analisados os pressupostos nos dados obtidos e posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Em caso de significância estatística, foram comparados os efeitos das adubações pelo teste t ($p \leq 0,05$), e para os efeitos do estresse hídrico, Tukey ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diminuição significativa na produção dos frutos com o aumento do nível de estresse hídrico pode ser observado na tabela 1. No entanto a adubação alternativa apresentou maior produção em relação à adubação solúvel em todos os níveis de estresse. Assim, sugere-se que a adubação alternativa apresentou efeito vantajoso, uma vez que aumentou a produção dos frutos, sem prejudicar a taxa de assimilação de CO₂, já que não apresentaram diferença significativa entre as adubações na avaliação final. Na avaliação inicial destes parâmetros não houve significância pois as plantas ainda não tinham recebido aplicação de estresse (dados não apresentados na tabela).

Quanto aos estresses, houve uma diminuição significativa da capacidade fotossintética, que está relacionada a uma diminuição na produção total dos frutos. Sabe-se que a produção é afetada em situações de estresse hídrico (FIOREZE et al., 2011), assim como a redução da perda de água, sendo estes, mecanismos de resposta ao déficit hídrico (HARB et al., 2010).

Tabela 1. Produção (g) total dos frutos e taxa de assimilação de CO₂.

| Níveis de irrigação | Produção (g) | | Taxa de assimilação de CO ₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) | |
|---------------------|------------------------|------------------------|--|---------|
| | Alternativa | Solúvel | Alternativa | Solúvel |
| IN | 1358,89 [*] a | 1045,86 [*] a | 10,70 ^{ns} a | 11,15 a |
| EM | 917,73 [*] b | 676,61 [*] b | 7,58 ^{ns} b | 7,46 b |
| ES | 670,65 [*] c | 435,75 [*] c | 4,42 [*] c | 5,33 c |

^{*}ns significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$) e não significativo respectivamente, comparando adubação (alternativa e solúvel). ^{1/}ns Médias acompanhadas por letra diferente na coluna, comparando níveis de

irrigação, em cada adubação, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), e não significativo, respectivamente.

Outro mecanismo desenvolvido pelas plantas em situações de estresses é o acúmulo de solutos antioxidantes; nessas condições as plantas são capazes de modular respostas de defesa, sintetizando compostos do metabolismo especializado (SOARES; MACHADO, 2007). Neste trabalho, o aumento da atividade da enzima FAL, que é a enzima chave na rota dos fenilpropanóides, foi acompanhado pelo incremento dos compostos fenólicos, com o aumento do nível de estresse hídrico, diferenciando estatisticamente entre os níveis de estresse (Fig. 2a). Além disso, ocorreu um incremento da atividade das enzimas PO e PFO, relacionado com o aumento no nível estresse. Um dado interessante a ser analisado é que a adubação alternativa parece ter respondido melhor a situação de estresse, uma vez que para o nível de estresse hídrico mais baixo, a atividade da PO foi menor do que comparado à adubação solúvel. É importante ressaltar que essas enzimas são fundamentais para obtenção de frutos de qualidade. Contudo, são necessários mais estudos relacionados à adubação alternativa e aos benefícios que esta pode ocasionar, tanto em relação à biofortificação dos frutos quanto aos seus efeitos em plantas submetidas ao estresse, devido a sua alta gama de nutrientes.

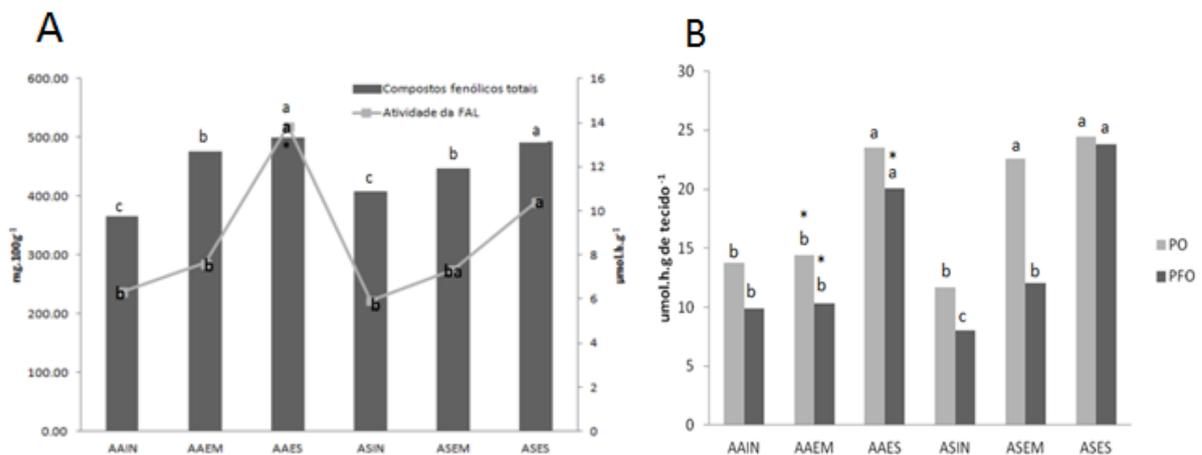


FIGURA 2 – (A) Compostos fenólicos totais (mg.100g⁻¹) e Atividade da FAL (µmol.h.g⁻¹). (B) Atividade da PO e PFO (µmol.h.g⁻¹) de frutos de morango.

*significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$), comparando adubação (alternativa e solúvel) em cada nível de estresse. Médias acompanhadas por letras diferentes, comparando níveis de irrigação, em cada adubação, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÕES

A adubação alternativa aumentou a produção dos frutos de morango sem alterar a taxa de assimilação de CO₂, apresentando potencial para futuras pesquisas e uso na agricultura. As plantas desenvolveram respostas de defesa frente ao estresse abiótico aplicado; a adubação alternativa parecer ter respondido melhor à esta situação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N.C.; KROLOW, A.C.R.; CARPENEDO, S.; JÚNIOR, C.R. Yield and quality of strawberry cultivars. *Horticultura Brasileira*, 28, p.222-226, 2010.

CAMPOS, Â. D et al. Induction of chalcone synthase and phenylalanine ammonia-lyase by salicylic acid and *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean. **Brazilian Journal of Plant Physiol**, v.15, p. 129-134, 2003.

CAMPOS, Â.; SILVEIRA, E. M. da L. Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas. **Comunicado Técnico ISSN 1806-9185**, 2003.

CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo- RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.

FIOREZE, S.L.; PIVETTA, L.G.; FANO, A.; MACHADO, F.R.; GUIMARÃES, V.F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v.58, n.3, p. 342-349, 2011.

HARB, A.; KRISHNAN, A.; AMBAVARAM, M. M. R.; PEREIRA, A. Molecular and Physiological Analysis of Drought Stress in Arabidopsis Reveals Early Responses Leading to Acclimation in Plant Growth. **Plant Physiology**, v.154, p. 1254-1271, 2010.

LIU, F.; SAVIÉ, S. JENSEN, C. R.; SHAHNAZARI, A.; JACOBSEN, S. E.; STIKIÉ, R; ANDERSEN, M. N. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. **Scientia Horticulturae**, v. 111, p. 128-132, 2007.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. 2.ed. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças**, 2008. 150 p.

PADULA, M. C.; LEPORE, L.; MILELLA, L.; OVESNA, J.; MALAFRONTI, N.; MARTELLI, G.; TOMMASI, N.de. Cultivar based selection and genetic analysis of strawberry fruits with high levels of health promoting compounds. **Food Chemistry**, 140, p.639-646, 2013.

SAS, Statistical Analysis System. **SAS users guide: Statistics**. SAS Institute, Cary, NC USA, 2000.

SILVA, S. R. S.; DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. de A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A.; PINHEIRO, A. L. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Maringá**, v.24, n.5, p. 1363-1368, 2002.

SOARES, A. M. dos S.; MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.1, n.1, p.9, 2007.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. Quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal Science and Food Agricultural**, n.10, p. 63-68, 1959.