

## ÁGUA SALINA E ÉPOCA DE CULTIVO INTERFEREM NA FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA 'A' EM FOLHAS DE MELANCIEIRAS

## SALINE WATER AND GROWING SEASON INTERFERES ON CHLOROPHYLL 'A' FLUORESCENCE IN MELANCHOLY LEAVES

Bezerra, FTC<sup>1</sup>; Pereira, WE<sup>1</sup>; Bezerra, MAF<sup>1</sup>; Cavalcante, LF<sup>1</sup>; Silva, AR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, CP 66, 58397-000, Areia-PB. Brasil.

[bezerra\\_ftc@yahoo.com.br](mailto:bezerra_ftc@yahoo.com.br); [walterufpb@yahoo.com.br](mailto:walterufpb@yahoo.com.br); [marlene\\_agro@hotmail.com](mailto:marlene_agro@hotmail.com);  
[lofeca@cca.ufpb.br](mailto:lofeca@cca.ufpb.br)

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", CP 9, 13418-900, Piracicaba-SP. Brasil. [aldeironaldo@hotmail.com](mailto:aldeironaldo@hotmail.com)

**RESUMO:** A maior limitação para a agricultura, na maior parte do Nordeste brasileiro, está relacionada a baixa disponibilidade de água em quantidade e qualidade. Dessa forma o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a salinidade da água, a prática da cobertura morta do solo e a aplicação de potássio, em cultivo de primavera e verão, sobre a fluorescência da clorofila 'a' em folhas de plantas de melancia cv. Crimson Sweet. Os tratamentos foram organizados em parcela subdividida, sendo a parcela principal constituída pela condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>), e as subparcelas nas combinações entre níveis de cobertura do solo (sem e com) e doses de potássio (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), obedecendo o respectivo esquema 2 x 2 x 4. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados. As avaliações foram determinadas no início da frutificação e mensuradas com fluorômetro portátil modelo OS-30p da Opti-Sciences®. Os dados foram submetidos as análises de variância. As condições ambientais na primavera foram mais estressantes às plantas, evidenciadas pela menor eficiência quântica do fotossistema II, maior fluorescência inicial e máxima da clorofila a. A aplicação de potássio e a cobertura morta não alteraram a cinética quântica da fluorescência, enquanto a irrigação com água salina reduziu apenas a fluorescência variável da clorofila a na época do verão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estresses abióticos; Doses de potássio; *Citrullus lanatus*; Cobertura do solo;

**INTRODUÇÃO:** A melanciaira, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai, pertencente à família Cucurbitaceae é originária de regiões quentes da África. Na Ásia se concentra a maior produção (84,0%), seguida da África (5,8%), Américas (5,4%), Europa (4,8%) e Oceania (0,2%) (FAOSTAT, 2014). Em 2014 o Brasil foi o quarto maior produtor mundial (FAOSTAT, 2014), tendo-se na região Nordeste a maior área plantada, 28%, e produção, 25%, com o estado da Paraíba como o oitavo maior produtor desta região e o vigésimo terceiro em nível nacional, com área plantada de 214 hectares, produção de 4.292 toneladas e produtividade de 20,06 t ha<sup>-1</sup>. Uma das maiores limitações à agricultura na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde se inclui a maior parte de estado paraibano, é a disponibilidade de água; onde às chuvas são espaço-temporalmente desuniformes (SILVA et al., 2011) e as fontes de água muitas





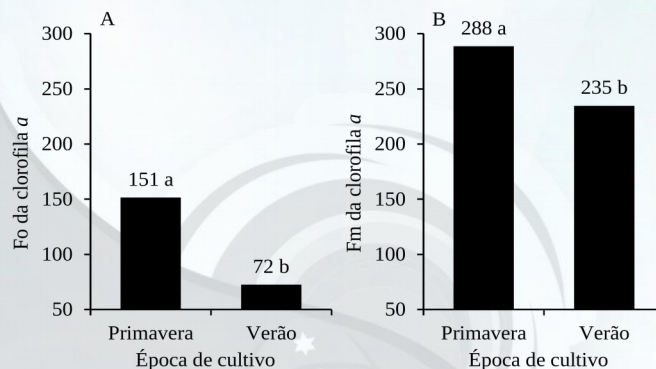
vezes possuem restrições para o uso agrícola devido ao excesso de sais. De acordo com Prisco e Gomes Filho (2010), a salinidade prejudica diretamente os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas. Na cultura da melancia, entre outras, o aumento da salinidade promove diversas alterações fisiológicas (LUCENA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016). Com a cultura do tomate Tatagiba et al. (2013), observaram reduções na fluorescência inicial e máxima da clorofila 'a' e na eficiência fotoquímica do fotossistema II ocasionadas pelo aumento da salinidade. A avaliação da fluorescência da clorofila 'a' é uma ferramenta adequada na avaliação de situações estressantes em plantas (BAKER, 2008). Para mitigar os estresses ambientais deve-se adotar medidas que reduzam seus efeitos. Como, por exemplo, o uso de cobertura morta no solo pode favorecer na atenuação do excesso de sais; à medida que esta prática aumenta a eficiência no uso da água (CARVALHO et al., 2011), reduz a demanda hídrica (SILVA et al., 2015), e também pode favorecer a diluição dos sais pois contribui na manutenção da umidade do solo. Um adequado manejo da adubação, orgânica e mineral, também pode mitigar os efeitos negativos do excesso de sais. Diante do exposto, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a salinidade da água, a prática da cobertura morta do solo e a aplicação de potássio, em cultivo de primavera e verão, sobre a fluorescência da clorofila 'a' em folhas de plantas de melancia cv. Crimson Sweet.

**METODOLOGIA:** O experimento foi desenvolvido no sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil. Foi realizado um cultivo na primavera de 2015 e outro no verão de 2016. Os tratamentos, em cada cultivo, foram organizados em parcela subdividida, no esquema 2 x 2 x 4, correspondente à condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>), parcela principal, e aos níveis de cobertura morta sobre o solo (sem e com) e às doses de potássio (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), respectivamente. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados. O solo da área experimental foi caracterizado como Neossolo Regolítico eutrófico de textura areia franca. A adubação foi baseada nas recomendações de Cavalcanti (2008). Na irrigação utilizou-se fita gotejadora e a frequência de irrigação foi diária, com a lâmina baseada nos coeficientes de cultivo (kc) das diferentes fases da cultura, na evapotranspiração de referência, na faixa de molhamento de 0,5 m e na eficiência do sistema de 94%. As variáveis foram determinadas no limbo foliar das plantas, entre o horário de 8:00 as 12:00 da manhã, com fluorômetro portátil modelo OS-30p da Opti-Sciences®. Para as mensurações das fluorescências, parte da área do limbo foliar permaneceu no escuro, como auxílio de presilhas plásticas, por 30 minutos e, após a aplicação de um feixe de luz saturante determinou-se a fluorescências inicial (F<sub>o</sub>) e a máxima (F<sub>m</sub>). A partir destas calculou-se a fluorescência variável (F<sub>v</sub> = F<sub>m</sub> - F<sub>o</sub>) e a eficiência quântica do fotossistema II (Φ = F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>). Os resultados de cada época de cultivo foram inicialmente submetidos à análise de variância e, em seguida, avaliados quanto à homogeneidade dos erros. Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o teste F (p ≤ 0,05), para se verificar os efeitos dos fatores isoladamente e suas interações. No desdobramento das interações dos fatores qualitativos também se utilizou do teste F para comparação de médias, admitindo-se erro de até 5% de probabilidade. Os efeitos quantitativos das doses de potássio foram testados por meio de regressão linear, com o teste F (p ≤ 0,10) para se verificar o ajuste aos modelos. A regressão foi realizada independentemente dos efeitos dos demais fatores, sendo avaliada no desdobramento dos fatores qualitativos quando esses foram significativos. As análises dos dados foram realizadas utilizando o software SAS/STAT® versão 9.3.





**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As variâncias residuais, entre épocas de cultivo, foram homogêneas para as variáveis fluorescências da clorofila *a* inicial ( $F_{\text{Hartley}} = 0,37$ ), máxima ( $F_{\text{Hartley}} = 0,37$ ) e variável ( $F_{\text{Hartley}} = 0,41$ ), e eficiência quântica do fotossistema II ( $F_{\text{Hartley}} = 0,68$ ) mensuradas em folhas de plantas de melancia cv. Crimson Sweet, conforme o teste F de Hartley ( $p \leq 0,05$ ). As fluorescências inicial ( $F = 43,9$ ;  $p = 0,0026$ ) e máxima ( $F = 8,8$ ;  $p = 0,0418$ ) da clorofila *a* foram afetadas apenas pela época de cultivo. A fluorescência inicial da clorofila *a* foi de, em média, 151 na primavera e de 72 no verão, com redução de 52% da primeira para a segunda época de cultivo (Figura 1A). A fluorescência máxima da clorofila *a* também foi reduzida entre a primeira, primavera, e segunda, verão, época de cultivo, com redução de 18%, ou seja, passou de 288 para 235, respectivamente (Figura 1B).

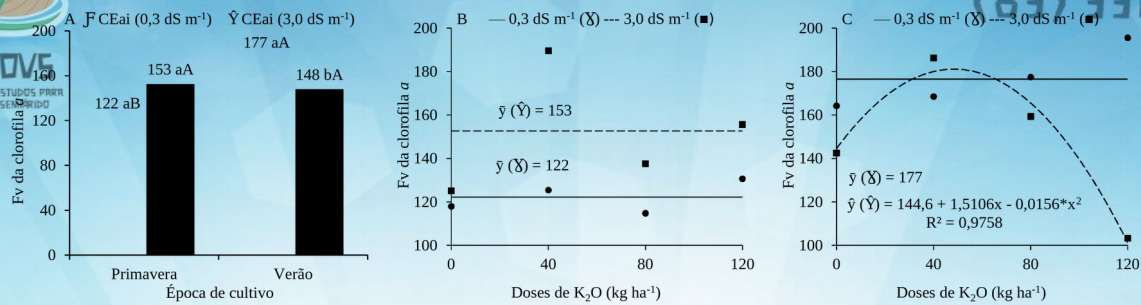


**Figura 1** - Fluorescência inicial (A) e máxima (B) da clorofila *a* em folhas de plantas de melancia cv. Crimson Sweet em cultivos de primavera e verão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ).

A fluorescência variável da clorofila *a* foi afetada pela época de cultivo ( $F = 30,1$ ;  $p = 0,0136$ ) como pela interação desse fator com a condutividade elétrica da água de irrigação ( $F = 58,4$ ;  $p = 0,0055$ ). Na primavera não se obteve efeito da condutividade elétrica da água de irrigação sobre a fluorescência variável da clorofila *a* (Figura 2A). No verão obteve-se para a fluorescência variável da clorofila *a*, em média, 177 e 148 nas áreas irrigadas com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  e  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente com redução de 16% ocasionada pela água de maior condutividade elétrica. Na comparação entre épocas de cultivo, nas áreas irrigadas com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , observou-se aumento na fluorescência variável em 45%, passando de 122, na primavera, para 177, no verão. Nas áreas irrigadas com água de  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$  não se observou diferença na fluorescência variável entre épocas de cultivo. Os efeitos das doses de potássio sobre a fluorescência variável da clorofila *a* podem ser observados na Figura 2 (B e C). Na primavera os dados de fluorescência variável da clorofila *a*, independentemente da condutividade elétrica da água de irrigação, não se ajustaram a regressão em função das doses de potássio (Figura 2B). No verão, apenas nas áreas irrigadas com água de  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ , observou-se que a fluorescência variável da clorofila *a* aumentou de 144,6, sem adubação potássica, para o valor máximo de 181,2, sob a dose estimada de  $48 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , e o mínimo de 101,2, sob a dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (Figura 2C).

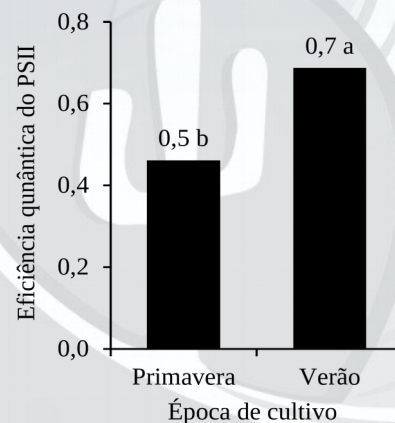






**Figura 2** - Fluorescência variável (Fv) da clorofila *a* em folhas de plantas de melancia cv. Crimson Sweet em relação a interação entre água salina e época de cultivo (A) e, em função de doses de potássio, em cultivos de primavera (B) e verão (C), sob irrigação com água de condutividade elétrica de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e 3,0 dS m<sup>-1</sup>. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e maiúscula entre épocas de cultivo, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). \*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A eficiência quântica do fotossistema II foi influenciada pela época de cultivo ( $F = 51,4$ ;  $p = 0,0019$ ). A menor eficiência quântica do fotossistema II foi obtida na primavera com, em média 0,5 em comparação à 0,7 obtido no verão, representando aumento de 40% (Figura 3).



**Figura 3** - Eficiência quântica do fotossistema II (PSII) em folhas de plantas de melancia cv. Crimson Sweet em cultivos de primavera e verão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Entre os fatores estudados a época de cultivo foi o que mais afetou a cinética da fluorescência. Essas variações devem estar associadas às evoluções meteorológicas reinantes durante as épocas de cultivo. As condições atmosféricas de maior temperatura média do ar e evapotranspiração, e menor umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica da primavera em comparação ao verão foram mais estressantes às plantas. Visto que na localização em que o trabalho foi realizado; a irradiância (20 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>) praticamente não se altera, ocorrendo apenas redução na insolação diária de aproximadamente 8 horas, na primavera, para 7 horas, no verão (TIBA, 2000). Azevedo Neto et al. (2011), avaliando genótipos de girassol, também verificaram que o aumento da fluorescência inicial da clorofila *a* ou a redução na eficiência quântica do fotossistema II como indicativos de estresse. O excesso de sais solúveis é um dos fatores ambientais que alteram o comportamento e a produção das culturas. Tatagiba et





al. (2013) observaram redução na fluorescência inicial e máxima da clorofila *a*, na eficiência quântica do fotossistema II, entre outros parâmetros, proporcionado pelo aumento da salinidade. Uma vez que salinidade da água de irrigação reduz o crescimento e compromete a nutrição de melancieiras (LUCENA et al., 2011), proporcionando estresse tanto de caráter hídrico como salino.

**CONCLUSÕES:** As condições ambientais na primavera foram mais estressantes às plantas, evidenciadas pela menor eficiência quântica do fotossistema II, maior fluorescência inicial e máxima da clorofila *a*. A aplicação de potássio e a cobertura morta não alteraram a cinética quântica da fluorescência, enquanto a irrigação com água salina reduziu apenas a fluorescência variável da clorofila *a* na época do verão.

**AGRADECIMENTOS:** Ao INCTSal.

#### REFERÊNCIAS:

AZEVEDO NETO, A. D. de et al. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 893–897, 2011.

BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis In Vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 89–113, 2008.

CARVALHO, J. F. de et al. Produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 256–263, 2011.

CAVALCANTI, F. J. A. (Ed.). **Recomendações de Adubações para o Estado de Pernambuco**. 2ª aproxim ed. Recife: IPA, 2008. 212p.

FAOSTAT. **Crops**. Disponível em: <fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 28 jan. 2017.

LUCENA, R. R. M. DE et al. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia “Quetzale” cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 34–42, 2011.

OLIVEIRA, F. A. de et al. Comportamento fisiológico e crescimento de plantas de melancia sob diferentes concentrações de solução nutritiva. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 1, p. 439–448, 2016.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, G. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. de S.; LACERDA, C. F. de (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 143–159.

SILVA, E. M. P. DA et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da melancia em solo sob palhada e preparo convencional. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 154–164, 2015.

SILVA, V. P. R. DA et al. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 131–138, 2011.

TATAGIBA, S. D. et al. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 2, p. 138–149, 2013.

TIBA, C. (ED.). **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados terrestres**. Recife: Universitária da UFPE, 2000. 111p.

