

EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DA ABOBRINHA SOB DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E SALINIDADE

Layla Bruna Lopes Reges¹, Miguel Ferreira Neto¹, Cleyton dos Santos Fernandes¹, Bianca Fernandes Umbelino¹, Francisco Vanies da Silva Sá¹

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, E-mail: laylabruna69@gmail.com, miguel@ufersa.edu.br, cleyton1959@hotmail.com, biancafdes@outlook.com, vanies_agronomia@hotmail.com

Resumo: O estresse salino é um dos estresses abióticos que mais limitam produtividade das culturas agrícolas, em regiões de clima árido e semiárido. Entretanto, nessas regiões o uso de água salobras é inevitável, devido à baixa disponibilidade hídrica e os constantes períodos de estiagem, essas fontes hídricas são essenciais para manutenção da agricultura irrigada destas regiões. Assim, surge a necessidade de se incorporar estratégias de manejo e convívio com o semiárido, visando melhorar à resposta das plantas ao estresse salino. Estudos constantes vêm sendo realizado nessa temática, principalmente aqueles com potencial de melhorar a absorção e assimilação de nutrientes. A interação salinidade e adubação nitrogenada é amplamente abordada na literatura, devido ao nitrogênio ser requerido em maiores quantidades pelas plantas, e por desempenhar função estrutural em diversos compostos metabólicos, dentre eles os responsáveis pelo ajuste osmótico. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência fotoquímica de plantas de abobrinha italiana cv. Caserta submetidas ao estresse salino e adubação com fontes de nitrogênio nítricas e amoniacais em cultivo hidropônico. Por conseguinte, o experimento foi conduzido em estufa, com cobertura de polietileno, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró-RN, sob as coordenadas geográficas 5°11' S e 37°20' W, e 18 m de altitude. O experimento foi instalado em um delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco concentrações salinas da água para preparo da solução nutritiva (condutividade elétrica de 0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS.m⁻¹) e duas fontes de nitrogênio (Nítrica e Amoniacal), com quatro repetições e três plantas por repetição. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade para 6 litros, preenchidos com fibra de coco. As plantas foram conduzidas em sistema hidropônico, com todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento da cultura, variando apenas as fontes de nitrogênio. Vale salientar que as soluções da fonte amoniacal receberam inibidor de nitrificação, garantindo absorção do nitrogênio exclusivamente na forma amoniacal. As águas salinas foram produzidas pela adição de sais de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio na proporção 7:2:1. Para a aplicação da solução de irrigação foram utilizados gotejadores autocompensantes de vazão de 1,4 L.h⁻¹. A eficiência fotoquímica foi avaliada na fase de florescimento, com auxílio de um fluorômetro de pulso modulado, com o qual se determinou a fluorescência inicial (Fo), a fluorescência máxima (Fm), a fluorescência variável (Fm-Fo) e a eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm). Os resultados mostraram que as plantas nutridas com a fonte de nitrogênio amoniacal apresentaram maiores valores para fluorescência inicial e menores valores para fluorescência variável e eficiência quântica do fotossistema II. Dessa forma, conclui-se que o nitrogênio amoniacal reduz a eficiência fotoquímica de plantas de abobrinha submetidas ao estresse salino.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo*, Estresse salino, Irrigação, Fisiologia Vegetal.

INTRODUÇÃO

A abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) é pertencente à família das cucurbitáceas, e sua origem é a região central do México. No Brasil é conhecida popularmente como 'abóbora de moita', 'abobrinha italiana' e 'abobrinha de tronco' (Filgueira, 2012) e é considerada uma das dez hortaliças de maior valor econômico no país, com importância econômica elevada, principalmente no centro e sul do país. Entretanto, o seu cultivo da abobrinha está em plena expansão na região nordeste, com ênfase na região semiárida (Carpes et al., 2008; Couto et al., 2009; Filgueira, 2012).

O estresse salino é um dos fatores abióticos que mais limita o crescimento e a nutrição mineral de plantas em regiões de clima árido e semiárido (Dasgan et al., 2002). Nessas regiões, a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação é escassa, uma vez que o consumo humano é prioritário. Assim, as águas salinas são fontes hídricas essencialmente necessárias para manutenção da irrigação nessas regiões, entretanto, carecem de manejo adequado e da utilização de espécies tolerantes à salinidade (Freitas et al., 2010; Sá et al., 2015).

A necessidade de utilização de águas salinas para cultivos irrigados em regiões semiáridas torna constante a busca por estratégias de manejo que melhorem o desempenho das plantas em ambientes salinos, principalmente aquelas com potencial de melhorar a absorção e assimilação de nutrientes (Oliveira et al., 2010; Santos et al., 2016; Sá et al., 2018).

O manejo adequado do nitrogênio em ambientes salinos é uma estratégia promissora de convívio com salinidade, e a interação salinidade e nitrogênio vêm proporcionando melhorias no crescimento, fisiologia e produção das plantas submetidas ao estresse salino (Santos et al., 2016; Sá et al., 2018). No metabolismo das plantas, este macronutriente desempenha funções estruturais, como componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila, dentre outras moléculas, e está diretamente relacionado ao crescimento das plantas (Chaves et al., 2011), além de atuar no ajuste osmótico e na minimização dos efeitos das espécies reativas de oxigênio (Ashraf & Harris, 2004).

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar a eficiência fotoquímica de plantas de abobrinha italiana cv. Caserta submetidas ao estresse salino e adubação com fontes de nitrogênio nítricas e amoniacais em cultivo hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, localizada no campus Leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

(UFERSA), em Mossoró-RN, sob as coordenadas geográficas 5°11' S e 37°20' W, e 18 m de altitude.

Adotou-se delineamento experimental de blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 5×2 , com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Cada unidade experimental continha 3 plantas. Os tratamentos consistiram de cinco níveis salinos (S1 = 0,5; S2 = 2,0; S3 = 3,5; S4 = 5,0 e S5 = 6,5 dS.m⁻¹) e duas fontes de nitrogênio (Nitrato - NO₃⁻ e Amônio - NH₄⁺).

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos de 8 dm³, preenchidos com substrato de fibra de coco. Na parte inferior dos vasos colocou-se uma camada de 2 cm de brita + geotêxtil para evitar que houvesse a perda de substrato. Inicialmente, o substrato foi irrigado com água de abastecimento de modo a deixá-lo próximo à capacidade máxima de retenção de água (capacidade de campo), para em seguida se proceder à semeadura, a uma profundidade de 3 cm, onde foi colocado quatro sementes por vaso. Os vasos foram colocados sobre um suporte, a fim de evitar o contato direto com o piso da casa de vegetação, bem como para facilitar a drenagem.

Após o estabelecimento das plantas, iniciou-se a aplicação dos tratamentos, que consistiram da fertirrigação com solução nutritiva formulada com base em Furlani et al. (1999), modificada para conter nitrogênio somente sob a forma de NO₃⁻ e nitrogênio somente sob a forma de NH₄⁺, acrescidas de sais até atingir as concentrações de sais estudadas (Tabela 1). As águas salinas foram produzidas pela adição de sais de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio na proporção 7:2:1. Para evitar a nitrificação do NH₄⁺, colocou-se inibidor de nitrificação nesta solução, garantindo assim a absorção do nitrogênio exclusivamente na forma amoniacal. No preparo das soluções, utilizou-se água proveniente do sistema de abastecimento do Campus Leste da UFERSA (Tabela 2).

Tabela 1. Nutrientes utilizados na formulação da solução nutritiva utilizada no experimento.

Solução estoque	Concentração (g.L⁻¹)	100% NO₃⁻	100% NH₄⁺
KNO ₃ a 1 M	101,10	6 mL.L ⁻¹	-
Ca(NO ₃) ₂ a 1M	164,09	5 mL.L ⁻¹	-
MgSO ₄ a 1M	120,37	2,5 mL.L ⁻¹	2,5 mL.L ⁻¹
KH ₂ PO ₄ a 1M	136,09	1,5 mL.L ⁻¹	-
Fe-EDTA*	-	1 mL.L ⁻¹	1 mL.L ⁻¹
Micronutrientes**	-	1 mL.L ⁻¹	1 mL.L ⁻¹

(NH ₄) ₂ SO ₄ a 1M	132,14	-	6 mL.L ⁻¹
NH ₄ HPO ₄	115,06	-	1,5 mL.L ⁻¹
NH ₄ Cl a 1M	53,49	-	2,5 mL.L ⁻¹
KCl a 1M	74,55	-	1,5 mL.L ⁻¹
K ₂ SO ₄ a 0,5 M	87,13	-	6 mL.L ⁻¹
CaCl ₂ a 1 M	110,98	-	5 mL.L ⁻¹

Adaptada de Furlani et al. (2009)

*(EDTA dissódico + FeSO₄.7H₂O); ***(H₃BO₃ + MnSO₄ + ZnSO₄ + CuSO₄ + H₂MO₄)

Tabela 2. Caracterização físico-química da água de abastecimento utilizada no preparo das soluções nutritivas.

Parâmetros									
pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS
H ₂ O	dS.m ⁻¹	mmol _c .L ⁻¹							
7,57	0,54	0,31	3,79	1,20	0,83	2,40	0,60	3,20	4,90

pH (H₂O) - Potencial hidrogeniônico em água; CE - Condutividade elétrica; K⁺ - Potássio; Na⁺ - Sódio; Mg²⁺ - Magnésio; Ca²⁺ - Cálcio; Cl⁻ - Cloro; CO₃²⁻ - Carbonato; HCO₃⁻ - Bicarbonato; RAS - Razão de adsorção de sódio

A partir do sementeio, irrigou-se as plantas duas vezes ao dia (no início da manhã e no final da tarde), aplicando-se volume de solução necessário para repor as perdas ocorridas por evapotranspiração. A lâmina aplicada em cada irrigação foi calculada pela diferença entre a lâmina aplicada e a lixiviada (lisimetria) em vasos destinados para este fim. Para aplicação da solução nutritiva utilizou-se sistema de irrigação por gotejamento com gotejadores autocompensantes de vazão de 1,4 L.h⁻¹. Quando as plantas atingiram a fase de floração procedeu-se a polinização, realizada de forma manual, sempre nas primeiras horas da manhã.

No início da fase de floração, foi avaliada a fluorescência da clorofila *a*, usando-se o equipamento Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; utilizou-se o protocolo Fv/Fm para avaliações em condições de escuro. Nessas condições, determinou-se as seguintes variáveis de indução de fluorescência: fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv = Fm-Fo), máxima eficiência quântica do FS II (Fv/Fm), rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no FSII (Fo/Fm) e a eficiência fotoquímica no FSII (Fv/Fo) (Genty et al., 1989); o protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período 12 horas, fazendo-se leituras no amanhecer,

usando-se de um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores estivessem oxidados, ou seja, para que os centros de reação estivessem abertos.

As características avaliadas foram analisadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (Ferreira, 2014), obtendo-se as variâncias (ANOVA) e verificando-se as significâncias ao nível de 5% e 1% de probabilidade dos tratamentos por meio do teste F. Quando houve significância, procedeu-se à análise de regressão para os níveis salinos e teste de média (Tukey à 5% de probabilidade) para as fontes de nitrogênio. Quando houve interação significativa, os dados foram analisados pelo desdobramento unilateral níveis de salinidade dentro de cada fonte de nitrogênio, por meio de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis fotoquímicas de indução da fluorescência da clorofila *a* não foram influenciadas pelos níveis salinos, enquanto que as fontes de nitrogênio influenciaram significativamente a fluorescência inicial (F_o), fluorescência variável ($F_v = F_m - F_o$), máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), eficiência fotoquímica no fotossistema II (F_v/F_o) e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no fotossistema II (F_o/F_m). Ainda, houve interação significativa entre os fatores níveis salinos e fontes de nitrogênio para as variáveis fluorescência inicial (F_o), máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), eficiência fotoquímica no fotossistema II (F_v/F_o) e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no fotossistema II (F_o/F_m) (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável ($F_v = F_m - F_o$), máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), eficiência fotoquímica no fotossistema II (F_v/F_o) e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no fotossistema II (F_o/F_m) de plantas de abobrinha italiana cv. Caserta submetidas à irrigação com águas salinas e adubadas com diferentes fontes de nitrogênio.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		F_o	F_m	F_v	F_v/F_m	F_o/F_m	F_v/F_o
Bloco	3	746,3 ^{ns}	8046,2 ^{ns}	3499,7 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Níveis salinos (NS)	4	8743,2 ^{ns}	803,0 ^{ns}	58148,1 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Fontes de nitrogênio (FN)	1	38320,2 ^{**}	4010,0 ^{ns}	114733,2 ^{**}	0,0403 ^{**}	0,040 ^{**}	0,70 ^{**}
NS x FN	4	73089,7 [*]	9742,9 ^{ns}	14786,8 ^{ns}	0,0041 [*]	0,004 [*]	0,49 [*]

CV (%)	12,08	2,22	5,40	4,79	11,74	5,14
--------	-------	------	------	------	-------	------

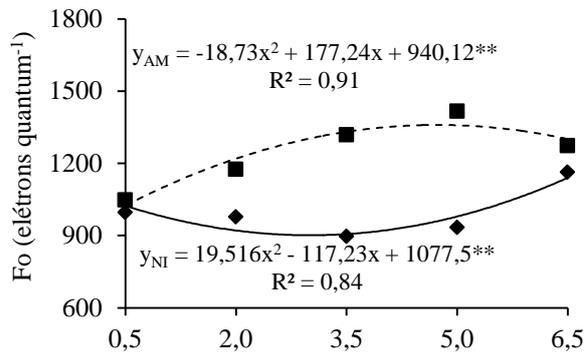
** , * e ^{ns} = Significativo a 1% (p<0,01), a 5% (p<0,05) e não significativo (p>0,05), respectivamente, de acordo com o teste F; GL = Graus de liberdade; CV = Coeficiente de variação.

Verificou-se comportamento semelhante para as variáveis fluorescência inicial (Fo) e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no fotossistema II (Fo/Fm) em função dos níveis salinos e das fontes de nitrogênio utilizadas na pesquisa. Nas plantas adubadas com NH₄⁺, os valores dessas variáveis foram crescentes até aproximadamente a salinidade de 5,0 dS.m⁻¹, decrescendo a partir desse ponto; já nas plantas adubadas com NO₃⁻ ocorreu efeito inverso, onde os valores decresceram aproximadamente até aproximadamente a salinidade de 3 dS.m⁻¹, tendendo a crescer a partir desse nível salino (Figura 1A e E).

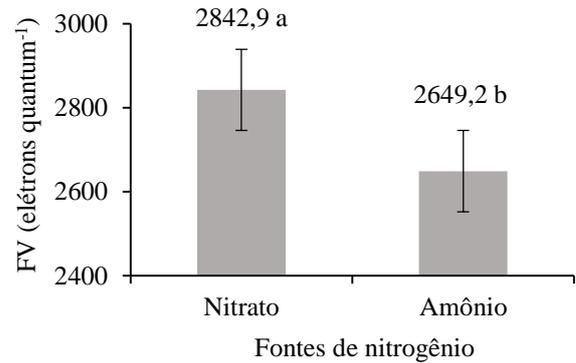
Em todos os níveis salinos a Fo foi superior nas plantas nutridas com NH₄⁺ (Figura 1A). Essa variável representa a emissão de luz pelas moléculas de clorofilas a excitadas, antes de a energia ser dissipada para o centro de reação do fotossistema II, sendo assim o componente mínimo da fluorescência e parâmetro base para as outras variáveis fotoquímicas (Vieira et al., 2010; Stirbet & Govindjee, 2011; Dias et al., 2018a). Os valores de Fo podem aumentar quando há danos ao complexo receptor de luz do fotossistema II, ou devido uma redução na transferência de energia de excitação do sistema coletor de luz para o centro de reação (Baker & Rosenqvist, 2004). Com base nessas informações, deduz-se que o NH₄⁺ proporcionou danos maiores que o NO₃⁻ ao centro de reação do fotossistema II das plantas de abobrinha, contribuindo assim para a redução da eficiência fotoquímica das plantas submetidas à adubação com essa fonte de nitrogênio.

As plantas nutridas com NO₃⁻ apresentaram Fv média de 2842,9 elétrons.quantum⁻¹, enquanto que nas plantas nutridas com NH₄⁺ essa média foi de 2649,2 elétrons.quantum⁻¹, ou seja, houve uma redução média de 193,7 elétrons.quantum⁻¹ entre os tratamentos, o que representa uma diferença de 7,3% (Figura 1B). Esses resultados indicam que as plantas nutridas com NO₃⁻ mostraram atividade fotoquímica levemente melhor que as plantas nutridas com NH₄⁺, pois a Fv reflete a capacidade da planta em transferir a energia dos elétrons ejetados das moléculas dos pigmentos para a formação do redutor NADPH, ATP e ferredoxina reduzida (Fdr). Dessa forma, plantas que apresentam maiores valores de Fv possuem maior capacidade de assimilação do CO₂ na fase bioquímica da fotossíntese (Baker, 2008; Dias et al., 2018b).

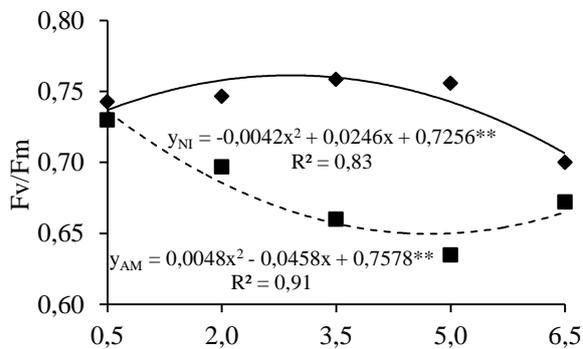
A.



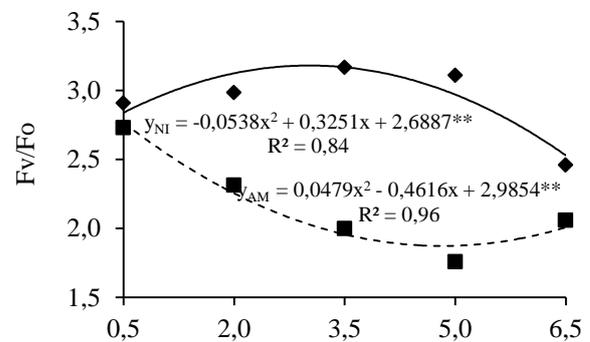
B.



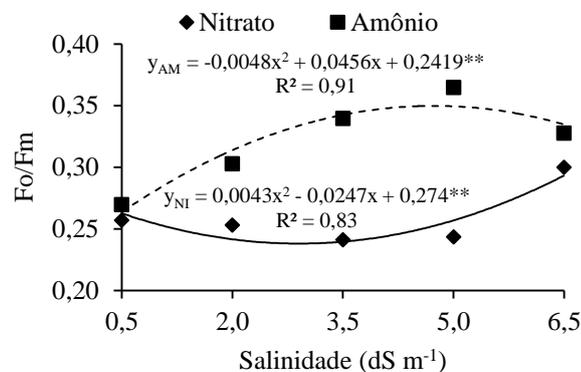
C.



D.



E.



Letras diferentes indicam diferença entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 1. Fluorescência inicial (F_o) (A), fluorescência variável (F_v) (B), eficiência quântica potencial (F_v/F_m) (C), eficiência fotoquímica no fotossistema II (F_v/F_o) (D) e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no fotossistema II (F_o/F_m) (E) de plantas de abobrinha italiana cv. Caserta submetidas à irrigação com águas salinas e adubadas com diferentes fontes de nitrogênio.

A eficiência quântica potencial (F_v/F_m) e a eficiência fotoquímica no fotossistema II (F_v/F_o) comportaram-se de forma semelhante frente aos níveis salinos e fontes de nitrogênio

nítrica e amoniacal. Para essas variáveis, houve ajuste ao modelo quadrático de regressão, em que na presença da adubação com NO_3^- , os valores cresceram até aproximadamente a salinidade de $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$, tendendo a decrescer a partir desse nível salino, enquanto que na presença da adubação com NH_4^+ ocorreu efeito inverso, com valores decrescendo até aproximadamente a salinidade de $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$, seguido de crescimento a partir desse ponto (Figura 1C e D). Observou-se ainda que as duas variáveis apresentaram maiores valores na presença da adubação com NO_3^- em todos os níveis salinos.

Todos os valores de F_v/F_m nas plantas adubadas com NH_4^+ ficaram abaixo de 0,75, indicando que houve degradação do aparato fotossintético das plantas adubadas com essa fonte de nitrogênio, pois muitos autores consideram valores entre 0,75 e 0,85 como normais em plantas não submetidas a algum tipo de estresse (Silva et al., 2014; Soares et al., 2018). Essa variável representa a razão entre a fluorescência variável e fluorescência máxima e expressa a capacidade de captura de energia de excitação pelos centros de reação abertos do fotossistema II, fornecendo assim uma estimativa da eficiência quântica do transporte de elétrons (Dias et al., 2018b). De acordo com Baker (2008) a F_v/F_m pode ser reduzida quando as plantas são submetidas a estresses abióticos, como a salinidade, e no caso desse estudo, o nitrogênio fornecido exclusivamente na forma amoniacal.

A relação F_v/F_o é comumente utilizada por vários autores como indicador da eficiência máxima no processo fotoquímico, apresentando valores entre 4 e 6 em plantas crescidas em condições ideais (Silva et al., 2015). Partindo desse pressuposto, tanto as plantas nutridas com NO_3^- quanto às plantas nutridas com NH_4^+ apresentaram baixa eficiência fotoquímica nesta pesquisa, pois em ambas as condições de adubação, os valores foram inferiores a 3,5 em todos os níveis salinos, sendo os efeitos mais severos nas plantas adubadas com NH_4^+ , chegando a atingir o valor de 1,87 na S4 (Figura 1D).

Em relação a F_o/F_m , verificou-se que em todos os níveis salinos os valores nas plantas adubadas com nitrogênio amoniacal foram superiores aos valores das plantas adubadas com nitrogênio nítrico (Figura 1E). Além disso, sob essa condição de adubação, todos os valores de F_o/F_m ficaram acima de 0,25, chegando a atingir 0,36 na S4, indicando assim que as plantas se encontravam altamente estressadas, haja vista que muitos autores preconizam o aumento dessa relação como um indicativo de estresse, sendo considerados valores entre 0,14 e 0,20 como normais em plantas não submetidas ao estresse (Roháček, 2002; Zanadrea et al., 2006).

CONCLUSÃO

O nitrogênio amoniacal reduz a eficiência fotoquímica de plantas de abobrinha cultivadas sob condição de estresse salino.

LITERATURA CITADA

- Ashraf, M.; Harris, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, v.166, p.3-16. 2004.
- Baker, B. Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.89-113, 2008.
- Carpes, R. H.; Lúcio, A. D.; Storck, L.; Lopes, S. J.; Zanardo, B.; Paludo, A. L. Ausência de frutos colhidos e suas interferências na variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana cultivada em diferentes sistemas de irrigação. *Revista Ceres*, v.55, p.590-595, 2008.
- Couto, M. R. M.; Lúcio, A. D. C.; Lopes, S. J.; Carpes, R. H. Transformações de dados em experimentos com abobrinha italiana em ambiente protegido. *Ciência Rural*, v.39, p.1701-1707, 2009.
- Dasgan, H. Y.; Aktas, H.; Abak, K.; Cakmak, I. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses. *Plant Science*, v.163, p.695-703, 2002.
- Dias, A. S.; Lima, G. S.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Fernandes, P. D.; Silva, F. A. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica do gergelim sob estresse salino e adubação com nitrato-amônio. *Irriga*, v.23, p.220-234, 2018a.
- Dias, A. S.; Lima, G. S.; Sá, F. V. S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A.; Fernandes, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, p.628-633, 2018b.
- Ferreira, D. F. *Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons*. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, p.109-112, 2014.
- Filgueira, F. A. R. *Novo manual de olericultura*. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421p.

Freitas, R. M. O.; Nogueira, N. W.; Oliveira, F. N.; Costa, E. M.; Ribeiro, M. C. C. Efeito da irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial de plântulas de jucá. *Revista Caatinga*, v.23, p.54-58, 2010.

Furlani, P. R.; Bolonhezi, D.; Silveira, L. C. P.; Faquin, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. *Informe Agropecuário*, v.20, p. 90-98, 1999.

Genty, B.; Briantais, J. M.; Baker, N. The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 990, p. 87-92, 1989.

Li, B.; Li, G.; Kronzucker, H. J.; Baluska, F.; Shi, W. Ammonium stress in Arabidopsis: signaling, genetic loci, and physiological targets. *Trends in Plant Science*, v.19, p.107-114, 2014.

Oliveira, F. A.; Oliveira, F. R. A.; Campos, M. S.; Oliveira, M. K. T.; Medeiros, J. F.; Silva, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, p.479-484, 2010a.

Roháček, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. *Photosynthetica*, v.40, p.13-29. 2002.

Sá, F. V. S.; Brito, M. E. B.; Silva, L. A.; Moreira, R. C. L.; Fernandes, P. D.; Figueiredo, L. C. Fisiologia da percepção do estresse salino em híbridos de tangerineira - Sunki Comum sob solução hidropônica salinizada. *Comunicata Scientiae*, v.6, p.463-470, 2015.

Sá, F. V. S.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S.; Paiva, E. P.; Lacerda, C. F.; Fernandes, P. D. Saline water, nitrogen and phosphorus on water relations and physiological aspects of West Indian cherry. *Comunicata Scientiae*, v.9, p.430-437, 2018.

Santos, J. B.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S.; Xavier, D. A.; Cavalcante, L. F.; Centeno, C. R. M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. *Comunicata Scientiae*, v.7, p.86-96, 2016.

Silva, F. G.; Dutra, W. F.; Dutra, A. F.; Oliveira, I. M.; Filgueiras, L. M. B.; Melo, A. S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.946-952, 2015.

Silva, L. de A.; Brito, M. E. B.; SÁ, F. V. da S.; Moreira, R. C. L.; Soares Filho, W. dos S.; Fernandes, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.S1-S7, 2014.

Soares, L. A. A.; Fernandes, P. D.; Lima, G. S.; Brito, M. E. B.; Nascimento, R.; Arriel, N. H. Physiology and production of naturally-colored cotton under irrigation strategies using salinized water. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.53, p.746-755, 2018.

Stirbet, A.; Govindjee. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and Photosystem II: Basics and applications of the OJIP fluorescence transient. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v.104, p.236-257, 2015.

Vieira, D. A. P.; Portes, T. A.; Stacciarini-Seraphin, E.; Teixeira, J. B. Fluorescência e teores de clorofilas em abacaxizeiro cv. Pérola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, p.360-368, 2010.

Wang, C.; Song, H. Z.; Pei, F. W.; Wei, L.; Jie, L. Effects of ammonium on the anti-oxidative response in *Hydrilla verticillata* L. royle plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.73, p.189-195, 2010.

Zanandrea, I.; Nassi, F. L.; Turchetto, A. C.; Braga, E. J. B.; Peters, J. A.; Bacarin, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira de Agrociências*, v.12, p.157-161, 2006.