

ASPECTOS BIOQUÍMICOS E FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA A EM PLANTAS DE MINIMELANCIA HIDROPÔNICA SOB ESTRESSE SALINO*

LAÍS MONIQUE GOMES DO Ó¹, ALIDE MITSUE WATANABE COVA², PETTERSON COSTA CONCEIÇÃO SILVA³, HANS RAJ GHEYI⁴, ANDRÉ DIAS DE AZEVEDO NETO⁵, ROGÉRIO FERREIRA RIBAS⁶

¹Doutoranda em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, s/n, Cruz das Almas, Bahia, Brasil laisnique@hotmail.com.

²Pós-Doutoranda no Programa de Pós-graduação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, s/n, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, alidewatanabe@yahoo.com.br.

³Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, s/n, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, petter.ufrb@gmail.com.

⁴Professor Visitante, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, hgheyi@gmail.com.

⁵Professor Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, s/n, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, andre@ufrb.edu.br.

⁶Professor Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, s/n, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, ecofisiologia@gmail.com.

*Este artigo é proveniente da tese de doutorado do primeiro autor.

1 RESUMO

A salinidade é um dos principais estresses abióticos que induz distúrbios bioquímicos e fisiológicos em diversas culturas. O objetivo do trabalho foi investigar os efeitos da salinidade da solução nutritiva (CESol) sobre a produção, acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos e fluorescência da clorofila a em plantas de minimelancia cv. Sugar Baby. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. As plantas foram cultivadas em sistema hidropônico com cinco níveis de CESol: 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹. Foram avaliados: massa do fruto, biomassa da parte aérea, teores de clorofilas a e b, fluorescência da clorofila a e teores de solutos orgânicos e inorgânicos. A massa do fruto e a biomassa seca da parte aérea foram influenciadas negativamente pela CESol. Houve redução na concentração de carboidratos solúveis totais, aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina livre com o aumento da CESol. Os íons sódio, cloreto e razão sódio/potássio aumentaram com a salinidade e os teores de potássio foram reduzidos. O incremento da salinidade aumentou linearmente o teor de clorofila b e reduziu linearmente o rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII promovendo um ligeiro aumento no rendimento quântico da perda de energia regulada do FSII.

Palavras-chaves: biomassa, carboidratos, íons tóxicos, estresse abiótico.

Ó, L. M. G.; COVA, A. M. W.; SILVA, P. C. C.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO NETO, A. D. de; RIBAS, R. F.

BIOCHEMICAL ASPECTS AND CHLOROPHYLL A FLUORESCENCE IN HYDROPONIC MINI WATERMELON PLANTS UNDER SALT STRESS

2 ABSTRACT

Salinity is one of the main abiotic stresses that induce biochemical and physiological disorders in diverse crops. This study investigated the effects of nutrient solution salinity (ECsol) on production, accumulation of organic and inorganic solutes and chlorophyll *a* fluorescence in mini watermelon plants cv. Sugar Baby. The experimental design was completely randomized with four replications. The plants were grown in a hydroponic system with five levels of ECsol: 2.5; 3.5; 4.5; 5.5 and 6.5 dS m⁻¹. The variables evaluated were the mass of the fruit, the biomass of the aerial parts, contents of chlorophylls *a* and *b*, fluorescence of chlorophyll *a*, and contents of organic and inorganic solutes. The mass of the fruit and dry biomass of the aerial parts was negatively influenced by ECsol. There was a reduction in the concentration of total soluble carbohydrates, free amino acids, soluble proteins and free proline with the increase in ECsol. The sodium, chloride and sodium/potassium ratio increased with ECsol and potassium levels were reduced. The increase in ECsol linearly increased the chlorophyll *b* content and reduced the quantum yield of the photochemical energy conversion of the PSII promoting a slight increase in the quantum yield of the regulated energy loss of the PSII.

Keywords: abiotic stress, biomass, carbohydrates, toxic ions.

3 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus L.*) é uma espécie da família Cucurbitaceae de grande importância para a economia nacional, pois o Brasil é o quarto maior produtor de melancia do mundo (FAOSTAT, 2020). No Brasil, a região Nordeste destaca-se ao longo dos anos como a maior produtora de melancia (OLIVEIRA et al., 2016; SOUZA; SILVA, 2021), por apresentar condições climáticas propícias para o cultivo. No entanto, em regiões semiáridas são frequentemente encontradas irregularidade na distribuição de chuvas ao longo do ano, má qualidade de água advinda de poços perfurados ou captada de mananciais com alta concentração de sais, solos degradados e alta insolação (SILVA JÚNIOR et al., 2017). Esses fatores podem acelerar o processo de salinização dos solos agrícolas.

A salinidade é um estresse abiótico que pode resultar em distúrbios bioquímicos e fisiológicos (POMPEIANO et al., 2016; BAI et al., 2019; SHOUKAT et al., 2019) que, por

sua vez, afetam o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Entre os mecanismos utilizados pelas plantas para aclimação ao estresse salino está o ajustamento osmótico, que consiste no aumento líquido do conteúdo de solutos nas células. Os íons inorgânicos são compartimentalizados no vacúolo e os solutos orgânicos são acumulados no citosol, no entanto a eficiência como este mecanismo é realizado varia dentro de cada espécie e entre as espécies (Taiz et al., 2017). Entre os solutos orgânicos (também chamados osmólitos compatíveis ou osmoprotetores) avaliados nas culturas sob condições de estresse destacam-se: a prolina, os carboidratos solúveis, as proteínas solúveis e os aminoácidos livres (MASTROGIANNIDOU et al., 2016; COVA et al., 2020).

Quando as plantas são expostas à alta salinidade, ocorrem alterações no estado funcional das lamelas dos cloroplastos provocando mudanças nas características dos sinais de fluorescência (WANG et al., 2018). Assim é possível observar a degradação de

pigmentos fotossintéticos, e redução na taxa fotossintética líquida (OLIVEIRA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2020).

Para os problemas decorrentes da salinidade do solo e/ou da água, é preciso encontrar medidas que reduzam seus efeitos em culturas socioeconomicamente importantes para regiões semiáridas. Diversas alternativas são capazes de amenizar os efeitos deletérios do sal, como a utilização da irrigação por pulsos (ZAMORA et al., 2019), aplicação foliar de peróxido de nitrogênio (SILVA et al., 2019), uso de cobertura morta (LIMA et al., 2020) e a técnica de hidroponia, que tem se destacado como uma alternativa para minimizar tais efeitos (Ó et al., 2020).

Neste contexto, objetivou-se no presente trabalho avaliar a produção de frutos, biomassa seca, acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos e fluorescência da clorofila *a* em plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico tipo *Floating* utilizando solução nutritiva de Furlani sob diferentes níveis de salinidade da água.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, BA, localizada a 12° 40' 19''S, 39° 06' 23''O, altitude de 220 m. O experimento foi conduzido de setembro a dezembro de 2018. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo quente e úmido (Af) (ALVARES et al., 2013). Durante o estudo as temperaturas do ar médias máximas e mínimas na casa de vegetação foram, respectivamente, 36,5 e 19,8 °C e a umidade relativa do ar média igual a 51%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. As plantas de minimelancia cv. Sugar Baby foram cultivadas em sistema hidropônico do tipo *floating*, submetidas a cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol): 2,5 (controle); 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹. A solução nutritiva (SN) foi baseada na recomendação de Furlani (1999) para frutos (Tabela 1).

Tabela 1. Concentrações dos nutrientes na solução nutritiva.

Recomendações de Furlani para fruto												
N-NH ₄	N-NO ₃	K	P	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Concentrações em mol 1000 L ⁻¹												
25,1	152,7	224,9	40,3	153	24	31,2	0,61	0,02	2,16	0,92	0,5	0,25

Fonte: Furlani (1999)

Para a preparação da SN foi utilizada água de abastecimento municipal, com condutividade elétrica (CEa) de 0,5 dS m⁻¹. Nos tratamentos com CEsol superior a 2,5 dS m⁻¹ foi adicionado NaCl em quantidade

adequada para o preparo da solução com a CEsol desejada, conforme a Equação 1, obtida de Richards (1954):

$$Q \text{ NaCl (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

Em que:

Q é a quantidade de sal a ser dissolvido na água; e

CEa é a condutividade elétrica da solução desejada.

Após o preparo das soluções nutritivas a CEsol foi conferida e ajustada utilizando-se um condutivímetro de bancada.

As mudas de minimelancia foram produzidas em copos plásticos de 0,2 L contendo fibra de coco e uma semente inserida no substrato a 0,02 m de profundidade. Inicialmente a irrigação das mudas foi realizada com água de abastecimento local (CE = 0,50 dS m⁻¹) e após sete dias, com solução nutritiva de Furlani (1999) à meia força.

O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam o primeiro par de folhas definitivas (15 dias após a semeadura). O sistema hidropônico *floating* foi composto por um recipiente contendo 10 L de solução nutritiva, coberto com folha de isopor (poliestireno) com um orifício no centro para fixação da planta e redução da evaporação. O volume da SN foi completado e computado diariamente com água de abastecimento local e a renovação completa das soluções nutritivas foram realizadas a cada 10 dias. O pH foi monitorado e mantido em 6,0 ± 0,5 com o uso de KOH (1,0 M) ou HCl (1,0 M). O sistema teve aeração intermitente de 15 minutos a cada hora, por meio de compressor de ar acoplado a um temporizador. Foi utilizado o espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas.

As ramas foram conduzidas verticalmente com fitilhos plásticos amarrados a arames localizados a 2,0 m de altura do solo. As plantas foram tutoradas com duas hastes e

um fruto na haste principal, conforme descrito por Ó et al. (2020).

As variáveis analisadas foram: massa fresca do fruto, biomassa seca da parte aérea, teores de solutos orgânicos (carboidratos solúveis, prolina livre, aminoácidos livres e proteínas solúveis) e inorgânicos (sódio - Na⁺, potássio - K⁺, razão sódio/potássio (Na⁺/K⁺) e cloreto - Cl⁻) nas folhas, teor de clorofilas *a* e *b* e fluorescência da clorofila *a*.

A determinação da massa fresca do fruto foi realizada ao final do período experimental em balança semi-analítica (0,001 g). A determinação da biomassa seca da parte aérea foi realizada ao final do período experimental, após secagem em estufa a 65 °C até massa seca constante. Os solutos orgânicos foram determinados aos 50 dias após transplântio (DAT), em amostra de folha situada entre o 8° e 10° nó a partir da base (folha adjacente ao fruto). O material vegetal coletado foi lavado com água deionizada, imediatamente congelado em nitrogênio líquido, armazenado em ultra freezer (-80 °C), liofilizado e triturado em almofariz. Os solutos inorgânicos também foram determinados em amostras das folhas situadas entre o 8° e 10° nó, as quais foram secas em estufa de 65 °C e trituradas em moinho.

Para o preparo do extrato foi macerado 0,1 g dos tecidos liofilizados de folhas com 5 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M com pH 7,0, contendo EDTA 0,1 mmol L⁻¹. Após maceração, o homogeneizado foi filtrado em tecido de nylon de malha fina e centrifugado a 12000 × g por 0,25 h. O sobrenadante foi armazenado em ultra freezer (-80 °C) e utilizado para as determinações de carboidratos solúveis, prolina livre, aminoácidos livres e proteínas solúveis. Todas estas determinações foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS, modelo SF200DM (Bel Engineering, Piracicaba, Brasil).

A determinação de carboidratos solúveis foi realizada a (490 nm) em uma alíquota de 0,5 mL do extrato, pelo método do fenol-ácido sulfúrico, utilizando-se a D-(+) - glucose como padrão (DUBOIS et al., 1956). A prolina livre foi determinada a 520 nm, em uma alíquota de 1,0 mL do extrato, utilizando-se a ninhidrina a 2,5% em ácido acético (glacial) e ácido fosfórico 6,0 M e a prolina pura como padrão (BATES; WALDREN; TEARE 1973). Os aminoácidos livres totais foram determinados pelo método da ninhidrina (570 nm), em uma alíquota de 0,5 mL do extrato, utilizando-se a L-leucina pura como padrão (YEMM; COCKING, 1955). As proteínas solúveis foram determinadas a 595 nm pelo método de ligação ao corante, em uma alíquota de 0,1 mL do extrato, utilizando-se a albumina de soro bovino pura como padrão (BRADFORD, 1976).

Para a determinação dos teores de Na^+ , K^+ e Cl^- , os extratos aquosos foram preparados como descrito por Jones Júnior (2001), com pequenas modificações. Os teores de Na^+ e K^+ foram determinados em fotômetro de chama, modelo B462 (Micronal S.A., São Paulo, Brasil) e os de Cl^- por espectrofotometria a 480 nm conforme metodologias propostas por Faithfull (2002) e Gaines, Parker e Gascho (1984), respectivamente.

As avaliações dos índices de concentração de clorofilas *a* e *b* e da fluorescência da clorofila *a* foram realizadas nas mesmas folhas utilizadas para análises de solutos, aos 50 DAT. Os índices de concentração de clorofilas foram obtidos utilizando o medidor eletrônico de teor de clorofila modelo ClorofiLOG CFL1030 (Falker Automação Agrícola Ltda, Porto Alegre, RS) e os valores foram expressos em ICF (índice de clorofila Falker).

As variáveis de fluorescência da clorofila *a* foram medidos utilizando o fluorômetro portátil modulado modelo OS5p (Opti-Sciences, Hudson, USA). Em folhas adaptadas por 30 minutos ao escuro foram medidas a fluorescência mínima (F_0), máxima (F_m) e o rendimento quântico potencial do fotossistema II - FSII (F_v/F_m) de acordo com método de pulso de saturação (SCHREIBER; BILGER; NEUBAUER, 1995). Em folhas adaptadas ao claro foram avaliados os rendimentos das vias competitivas de desexcitação da energia absorvida no FSII: o rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII (Y_{II}) e os rendimentos quânticos de dissipação regulada (Y_{NPQ}) e não regulada (Y_{NO}) de energia não fotoquímica no FSII, de acordo com Kramer et al. (2004) e Klughammer e Schreiber (2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F. No caso do efeito significativo os níveis de salinidade foram submetidos à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), para obtenção do modelo mais adequado aos dados. A análise estatística foi realizada com auxílio do software estatístico SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A salinidade afetou significativamente todas as variáveis estudadas, exceto o índice de clorofila *a* (Cl *a*), fluorescência mínima (F_0), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e rendimento quântico de dissipação não regulada de energia no FSII (Y_{NO}) (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo do teste de Fisher (F) e das médias observadas para as variáveis estudadas

FV	Teste F								
	MF	MSPA	CH	PL	AA	PS	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ /K ⁺
Salinidade	**	**	**	*	*	*	**	**	**
Linear	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média	1,51	36,52	575,9	0,62	99,72	33,99	13,36	37,37	0,42
CV %	14,8	18,6	15,5	18,6	12,1	12,8	31,1	17,0	42,7
FV	Cl ⁻	Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	F ₀	F _m	F _v /F _m	Y _{II}	Y _{NPQ}	Y _{NO}
Salinidade	*	ns	**	ns	ns	ns	*	**	ns
Linear	**	ns	**	ns	ns	ns	**	**	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Média	58,4	39,7	19,7	261,3	1.119,0	0,76	0,27	0,53	0,19
CV %	8,2	3,3	12,5	4,9	3,9	2,0	9,8	5,5	8,4

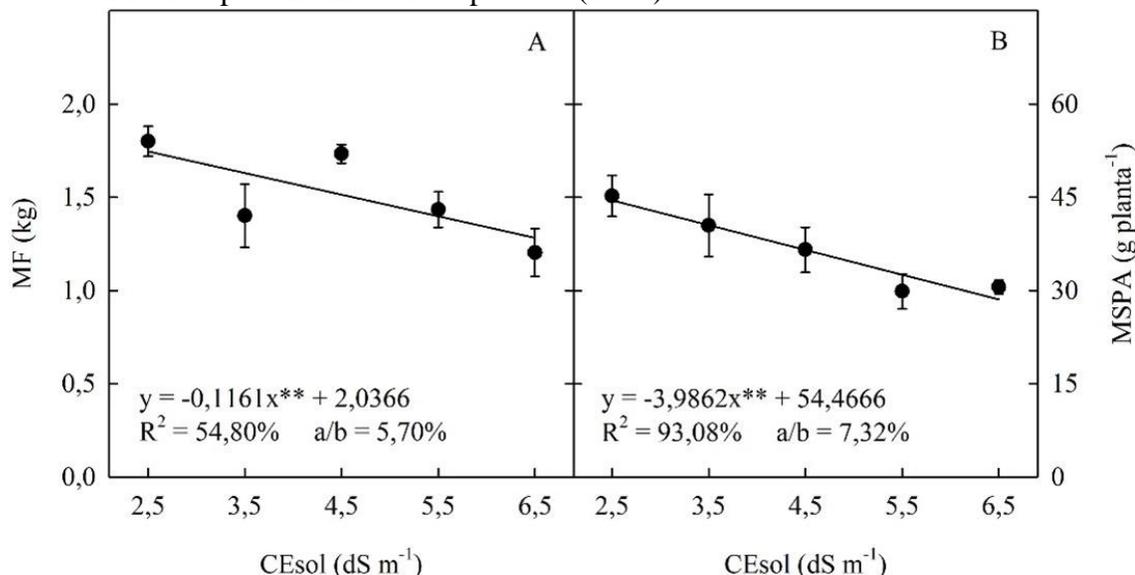
*, ** - significativo em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo.

FV- fonte de variação, CV- coeficiente de variação (expresso em porcentagem), MF - massa fresca do fruto (kg), MSPA - massa seca parte aérea (g planta⁻¹), CH - carboidratos solúveis (μmol g⁻¹ MS), PL - prolina livre (μmol g⁻¹ MS), AA - aminoácidos solúveis (μmol g⁻¹ MS), PS - proteína solúveis (mg g⁻¹ MS), Na⁺ - teor de sódio na folha (mmol g⁻¹ MS), K⁺ - teor de potássio na folha (mmol g⁻¹ MS), Na⁺/K⁺ - razão sódio potássio, Cl⁻ - teor de cloreto na folha (mmol g⁻¹ MS), Cl *a* - teor de clorofila *a*, Cl *b* - teor de clorofila *b*, F₀ - fluorescência mínima, F_m - fluorescência máxima, F_v/F_m - rendimento quântico potencial do fotossistema II, Y_{II} - rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII, Y_{NPQ} - rendimento quântico de dissipação regulada e Y_{NO} - rendimento quântico de dissipação não regulada de energia no FSII.

O aumento da salinidade na solução nutritiva reduziu linearmente a MF (Figura 1A) e MSPA (Figura 1B) das plantas de minimelancia, com redução de 5,70 e 7,32%, respectivamente, por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva. Ao comparar

as plantas do tratamento de CEsol = 6,5 dS m⁻¹ com as do tratamento controle (CEsol = 2,5 dS m⁻¹) nota-se uma redução de 26,60% na massa fresca do fruto e 35,83% na biomassa seca.

Figura 1. Massa fresca do fruto - MF (A) e massa seca da parte aérea - MSPA (B) de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



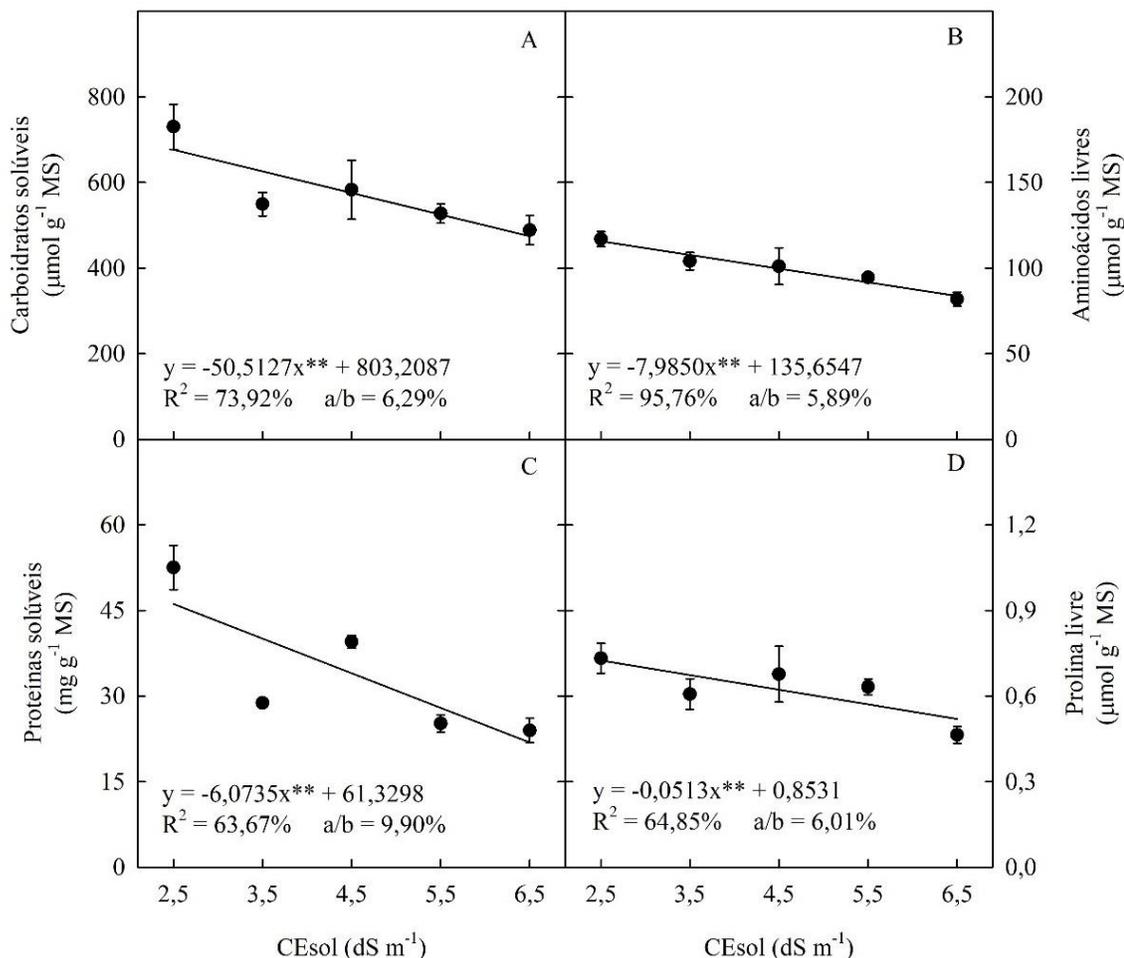
De modo geral, as plantas respondem à salinidade reduzindo o crescimento, ou seja, a produção de biomassa seca, em consequência dos distúrbios osmóticos e iônicos, contudo os danos dependem da concentração e composição do sal, do estágio fisiológico da planta e da espécie vegetal (MASTROGIANNIDOU et al., 2016). A redução da biomassa em resposta à salinidade também pode ser atribuída ao desvio de energia do crescimento para a aclimação, por exemplo, exclusão dos íons tóxicos Na⁺ e Cl⁻ e síntese de solutos compatíveis (MUNNS; TESTER, 2008).

Em minimelancias cultivadas com fibra de coco em casa de vegetação, Ó et al. (2020) observaram resultado semelhante, com diminuição de 4,28% da MF por aumento unitário da CEsol. Adicionalmente, Oliveira et al. (2015) afirmam que a redução da MSPA

em plantas sob estresse salino pode ocorrer devido à diminuição da eficiência fotossintética durante o crescimento vegetal. Esta diminuição da fixação de CO₂ pode ser o resultado do comprometimento enzimático causado pela toxidez iônica, com redução da formação de esqueletos carbônicos para a formação de biomassa (PEREIRA et al., 2020). Esta redução também foi constatada por Ekbic et al. (2017) e Silva Júnior et al. (2017) em melancias submetidas à salinidade.

O aumento da CEsol reduziu linearmente os teores de CH, AA, PS e PL, respectivamente em 6,29, 5,89, 9,90 e 6,61% por aumento unitário da CEsol (Figura 2). Dentre os solutos orgânicos avaliados, observa-se então que as PS foram relativamente mais afetadas pelo aumento da salinidade que os demais solutos avaliados.

Figura 2. Teores de carboidratos solúveis - CH (A), aminoácidos livres - AA (B), proteínas solúveis - PS (C) e prolina livre - PL (D) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* aos 50 dias após transplante em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



Segundo Silva et al. (2010) as plantas realizam osmorregulação para tolerar algum estresse abiótico, sendo a acumulação de carboidratos solúveis um importante indicador deste mecanismo. No presente estudo, os resultados sugerem que a minimelancia cv. Sugar Baby não realizou ajustamento osmótico, comportamento observado pela constatação da redução na acumulação deste composto.

Alternativamente, esses decréscimos podem estar relacionados com a posição da folha utilizada para as determinações, uma vez que as amostras foram coletadas em folhas adjacentes aos frutos em formação. O sentido da translocação de solutos é sempre do órgão produtor (fonte - folha) para o órgão consumidor (dreno - fruto), sempre que houver demanda. Assim, é possível que a translocação de solutos orgânicos para o fruto tenha sido priorizada, em detrimento do seu

acúmulo na folha (SOUZA et al., 2013). Sobre isso, Lins et al. (2013) mencionam que em melancieiras os frutos após a polinização são considerados drenos principais, o que leva a alterações na relação fonte-dreno durante a fase de desenvolvimento, influenciando na formação de fotoassimilados.

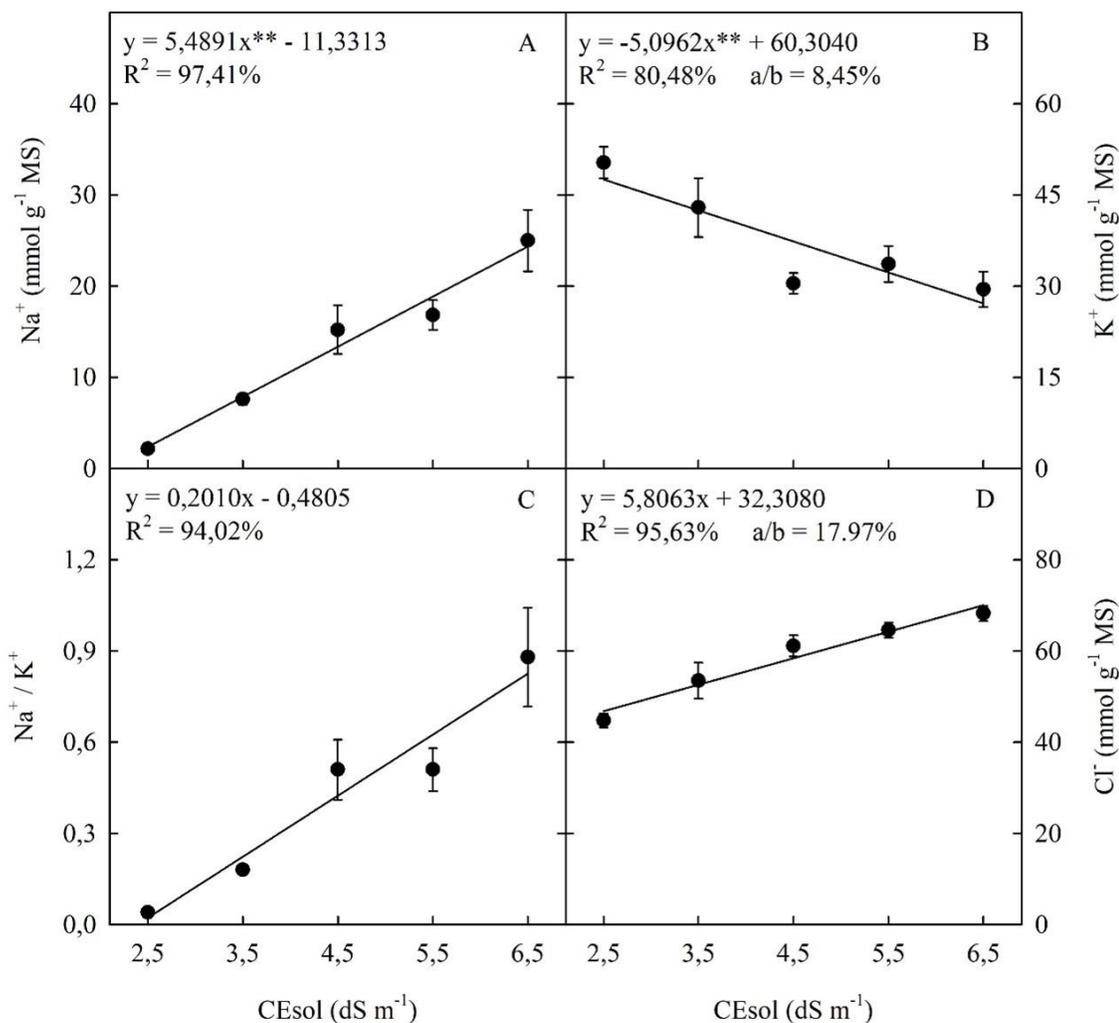
Nesse estudo observa-se que a salinidade reduziu os teores de AA nas folhas (Figura 2B), o que pode estar associado à inibição da sua biossíntese ou aumento da degradação (SILVA et al., 2008). É frequentemente reportado que solutos orgânicos de baixo peso molecular são acumulados em plantas sob estresse salino (COVA et al., 2016; 2020; MENEZES et al., 2017). Em contraste, os dados deste trabalho mostraram que o estresse salino reduziu o conteúdo de PS (Figura 2C), fenômeno também observado por Gondim et al. (2011), trabalho no qual, os autores enfatizam que sob alta salinidade algumas plantas diminuem o teor de PS. Diferentes condições de estresse frequentemente alteram as taxas de biossíntese e de degradação dos aminoácidos, aumentando ou diminuindo sua disponibilidade para a síntese de proteínas ou

produção de metabólitos secundários (BATISTA-SILVA et al., 2019). Dessa forma, os dados sugerem que a redução induzida pelo sal nas PS foi um resultado da redução da síntese proteica devido à diminuição do conteúdo de aminoácidos (Figura 2B).

Assim como os carboidratos solúveis, acredita-se que o acúmulo de prolina facilita a osmorregulação sob estresse salino (PARIDA; DAS, 2005). Entretanto, no presente estudo, o conteúdo de prolina na folha decresceu linearmente com o aumento da salinidade (Figura 2D), indicando que este aminoácido não desempenhou papel osmorregulador nas plantas de melancia cv. Sugar Baby.

As concentrações de Na^+ e a relação Na^+/K^+ aumentaram 10,18 e 37,54 vezes, respectivamente, quando comparados os tratamentos de 2,5 e 6,5 dS m^{-1} (Figura 3A e 3C). Similarmente, os valores de Cl^- tiveram um aumento de 1,50 vezes ao comparar o tratamento controle ($\text{CE}_{\text{sol}}=2,5 \text{ dS m}^{-1}$) com o de maior salinidade da solução nutritiva (6,5 dS m^{-1}), representando um aumento de 17,97% por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva (Figura 3D).

Figura 3. Teores de Na^+ (A), K^+ (B), razão Na^+/K^+ (C) e Cl^- (D) em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CESol) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* aos 50 dias após transplante em casa de vegetação sob diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CESol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



Em contraste, os teores de K^+ nas folhas das plantas ajustaram-se a um modelo linear decrescente (Figura 3B). Os valores de K^+ tiveram reduções de 8,45% por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva, correspondendo a uma redução total de 42,86% ao comparar o teor de K^+ no tratamento de 6,5 dS m⁻¹ com o do controle.

As altas concentrações de Na^+ no meio radicular podem reduzir as concentrações intracelulares de K^+ nas plantas (CHRYSARGYRIS et al., 2019), devido à inibição competitiva de absorção entre estes íons (MEKAWY et al., 2015). Nesse sentido, Tang et al. (2015) enfatizam que a manutenção de uma alta concentração de K^+ e baixa concentração de Na^+ no citosol desempenha

um importante papel na tolerância das plantas ao estresse salino.

Em relação aos teores de Cl^- nas folhas, observa-se que foram consideravelmente maiores que os de Na^+ , independentemente do tratamento considerado. Os elevados valores de Cl^- podem estar relacionados com uma maior absorção ou translocação desse íon para as folhas (BOSCO et al., 2009).

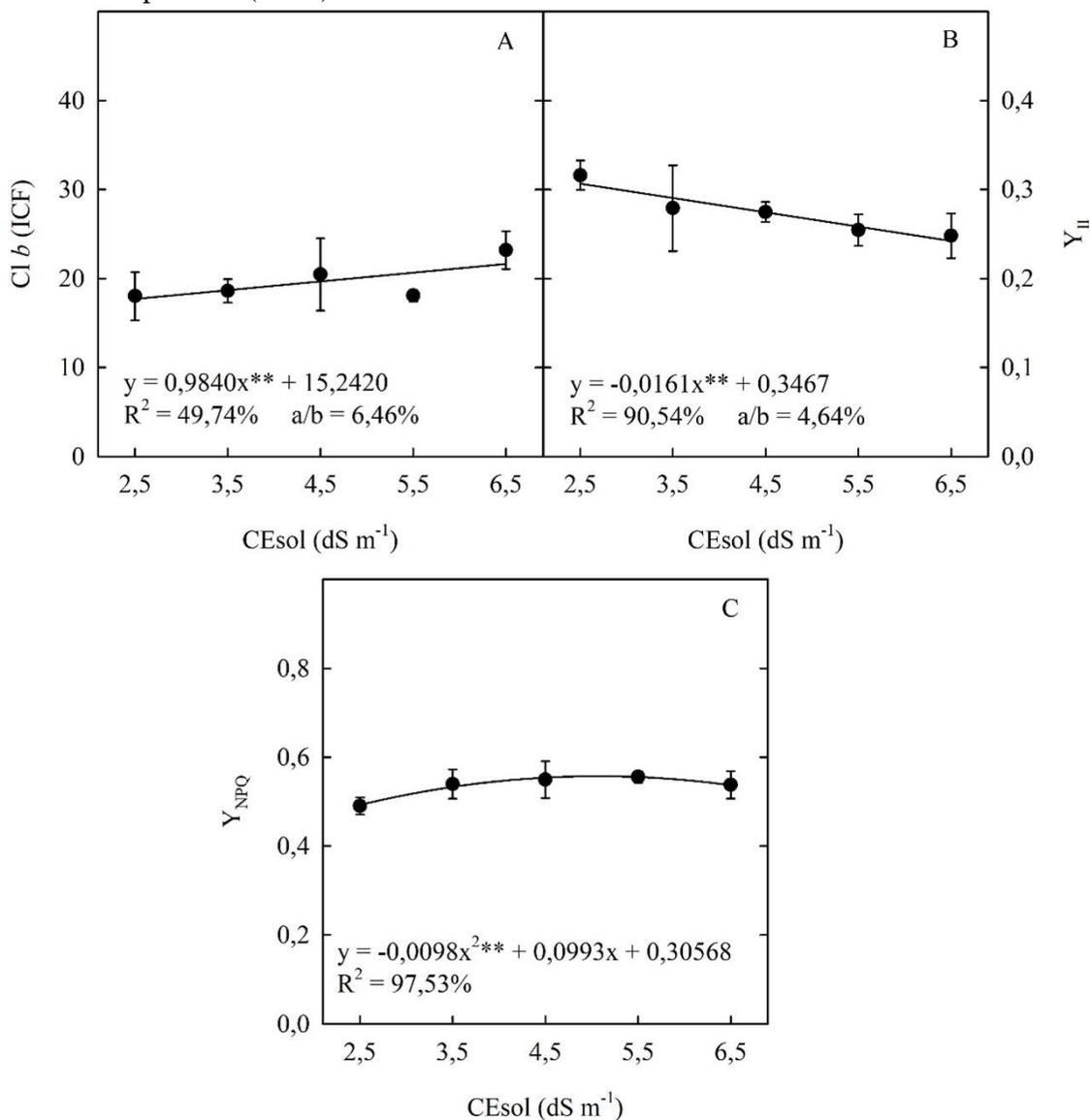
Algumas espécies de plantas tendem a acumular solutos orgânicos nos diferentes órgãos para tolerar os estresses ambientais (SLAMA et al., 2015). Contudo, solutos inorgânicos como o Na^+ e Cl^- podem ser tóxicos e seu acúmulo nas folhas depende da capacidade de exclusão e/ou compartimentalização desses íons em órgãos como o caule e as raízes (SPERLING et al., 2014), o que pode levar a um aumento do gasto energético e consequente redução do crescimento (BAI et al., 2019). Resultados semelhantes foram observados por Silva Júnior et al. (2017), que reportaram aumento gradual do teor dos íons de Na^+ nas folhas de melancia à medida que elevaram o nível da salinidade da água utilizada na irrigação. Cova et al. (2016) também observaram decréscimo no teor de K^+ em folhas de noni (*Morinda citrifolia*) com elevação da CEsol.

A relação Na^+/K^+ está altamente relacionada com a tolerância das culturas à

salinidade, e pode ser utilizada como índice para a toxicidade do sódio, sendo que valores iguais ou menores que 1,0 são necessários para uma ótima eficiência metabólica em plantas não-halófitas (GREENWAY; MUNNS, 1980). No presente estudo, observou-se um aumento linear com o incremento da salinidade, o qual foi decorrente do aumento da concentração de sódio e diminuição da concentração de K^+ , sendo verificado um valor de 0,83 no tratamento de $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1C). Esse valor (abaixo de 1,0) sugere que o metabolismo celular não foi afetado até o nível de salinidade estudado e que a redução da MF e/ou da MSPA não pode ser atribuída ao desequilíbrio na relação Na^+/K^+ . Como sugerido previamente, estas reduções podem estar relacionadas ao desvio de energia do crescimento para a manutenção, isto é, a diminuição da MF e da MSPA pode refletir a redução no ganho de carbono associada ao custo metabólico de energia para aclimatação ao estresse salino (MUNNS; TESTER, 2008; BAI et al., 2019).

A Figura 4 mostra que houve um aumento linear no índice de clorofila *b* com o aumento da salinidade da solução nutritiva, correspondendo a um aumento de 22,23% ao comparar o tratamento controle com o tratamento de maior salinidade (CEsol = $6,5 \text{ dS m}^{-1}$).

Figura 4. Índice de clorofila *b* - $Cl\ b$ (A), rendimento quântico da conversão de energia fotoquímica do FSII - Y_{II} (B) e rendimento quântico da perda regulada de energia - Y_{NPQ} (C) em folhas de plantas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivadas em sistema hidropônico *floating* aos 50 dias após transplante em casa de vegetação em função das condutividades elétricas da solução nutritiva (CESol). Barras verticais representam os erros-padrões (n = 4).



Comparando os efeitos da salinidade nas variáveis da fluorescência, observou-se uma redução no Y_{II} de 4,61% por incremento unitário da CESol (Figura 4B) e um pequeno aumento no Y_{NPQ} com valor máximo estimado

de 0,56 na salinidade de 5,1 dS m⁻¹ (Figura 4C).

Acredita-se que a salinidade pode afetar os pigmentos fotossintéticos devido ao aumento no número de cloroplastos, sendo considerado um mecanismo de tolerância ao

sal (SILVA et al., 2016; COVA et al., 2020). Neste estudo, o incremento da salinidade não alterou o índice de *Cl a* nas folhas de minimelancias, indicando que a salinidade não induziu a sua síntese ou degradação nos níveis de CEsol estudados. Contudo, o acréscimo observado no índice de clorofila *b* com o aumento da salinidade na solução nutritiva pode ter ocorrido pela regulação negativa da atividade da enzima clorofila *b* redutase, responsável pela transformação da clorofila *b* em clorofila *a* (DIRAY-ARCE et al., 2015).

Os resultados não significativos dos conteúdos de fluorescência mínima (F_0), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) indicam que as doses de salinidade estudadas nas plantas de minimelancia não foram capazes de prejudicar a transferência de energia da antena para os centros de reação do FSII (BOLHAR-NORDENKAMPF; ÖQUIST, 1993), fato também observado por Ribeiro et al. (2020), neste trabalho, os autores reportaram que a eficiência do FSII e o rendimento não foram afetados pelos níveis de salinidade testados (até $4,0 \text{ dS m}^{-1}$).

O estresse salino diminuiu em 4,64% o Y_{II} a cada incremento unitário da CEsol, correspondendo a uma redução de 21% no tratamento CEsol $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ quando comparado com o tratamento controle ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$). Esta diminuição indica que, sob estresse salino, uma menor quantidade de energia de excitação foi utilizada para a síntese de ATP (adenosina trifosfato) e NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato) nos cloroplastos (TAIZ et al., 2017). Menores valores de Y_{II} são frequentemente atribuídos ao desbalanço na taxa de transporte de elétrons e à redução do consumo de ATP e NADPH durante o processo de assimilação de CO_2 (SILVA et al., 2012; POMPEIANO et al., 2016) e podem, ao menos em parte, explicar a redução da MF e MSPA com o incremento da CEsol.

Diferentemente aos resultados obtidos para Y_{II} , o rendimento de dissipação regulada (Y_{NPQ}) aumentou com o estresse salino, indicando que a salinidade favoreceu a dissipação de energia não fotoquímica. Y_{NPQ} representa a dissipação do excesso de energia na forma de calor através do ciclo das xantofilas (SHOUKAT et al., 2019). Em condições de estresse salino este ciclo atua como mecanismo fotoprotetor, ajudando a manter o alto estado oxidativo dos aceptores primários de elétrons do FSII e reduzindo a probabilidade de fotodano e de estresse foto-oxidativo nos cloroplastos (SILVA et al., 2012).

6 CONCLUSÕES

A salinidade da solução nutritiva aumenta a dissipação de energia pelo ciclo das xantofilas e reduz a energia de excitação disponível para a fotossíntese o que, ao menos em parte, explica a redução da biomassa da parte aérea e a massa do fruto da minimelancia cv. Sugar Baby.

Os solutos orgânicos não contribuem para o ajuste osmótico das folhas de minimelancia cv. Sugar Baby cultivada em condições de salinidade.

A razão Na^+/K^+ indica que a CEsol de até $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ não afeta a homeostase iônica nas folhas da minimelancia cv. Sugar Baby.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo a primeira autora, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo apoio financeiro.

8 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BAI, X.; DAI, L.; SUN, H.; CHEN, M.; SUN, Y. Effects of moderate soil salinity on osmotic adjustment and energy strategy in soybean under drought stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 139, n. 1, p. 307-313, 2019.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.

BATISTA-SILVA, W.; HEINEMANN, B.; RUGEN, N.; NUNES-NESE, A.; ARAÚJO, W. L.; BRAUN, H. P.; HILDEBRANDT, T. M. The role of amino acid metabolism during abiotic stress release. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 42, n. 5, p. 1630-1644, 2019.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; ÖQUIST, G. Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research. In: HALL, D. O.; SCURLOCK, J. M. O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, R. C.; LONG S. P. (ed.). **Photosynthesis and production in a changing environment**. Dordrecht: Springer, 1993. p. 193-206.

BOSCO, M. R.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 157-164, 2009.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, Amsterdam, v. 72, n. 7, p. 246-254, 1976.

CHRYSARGYRIS, A.; PAPAKYRIAKOU, E.; PETROPOULOS, S. A.; TZORTZAKIS, N. The combined and single effect of salinity and copper stress on growth and quality of *Mentha spicata* plants. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 368, n. 1, p. 584-593, 2019.

COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D.; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R.; MENEZES, R. V. Effect of salt stress on growth and contents of organic and inorganic compounds in noni (*Morinda citrifolia* L.). **African Journal of Biotechnology**, Abraka, v. 15, n. 1, p. 2401-2410, 2016.

COVA, A. M. W.; AZEVEDO NETO, A. D.; SILVA, P. C. C.; MENEZES, R. V.; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R. Physiological and biochemical responses and fruit production of noni (*Morinda*

citrifolia L.) plants irrigated with brackish water. **Scientia Horticulturae**, Viterbo, v. 260, n. 1, p. 108852, 2020.

DIRAY-ARCE, J.; CLEMENT, M.; KHAN, M. A.; NIELSEN, B. L. Transcriptome assembly, profiling and differential gene expression analysis of the halophyte *Suaeda fruticosa* provides insights into salt tolerance. **BMC Genomics**, Chichester, v. 16, n. 353, p. 1-24, 2015.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, DC, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

EKBIC, E.; CAGIRAN, C.; KORKMAZ, K.; KOSE, M. A.; ARAS, V. Assessment of watermelon accessions for salt tolerance using stress tolerance indices. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 6, p. 616-625, 2017.

FAITHFULL, N. T. **Methods in agricultural chemical analysis**: a practical handbook. Wallingford: CABI Publishing, 2002. 266 p.

FAOSTAT. **Crops**. Rome: FAO, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>. Acesso em: 28 set. 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Jaboticabal, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 72 p.

GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 1, p. 371-374, 1984.

GONDIM, F. A.; GOMES-FILHO, E.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T. Efeitos do H₂O₂ no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 373-381, 2011.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 31, n. 1, p. 149-190, 1980.

JONES JÚNIOR, B. **Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis**. Boca Raton: CRC Press, 2001. 363 p.

KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence 355 parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. **PAM Application Notes**, Effeltrich, v. 1, n. 2, p. 27-35, 2008.

- KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. E. New fluorescence parameters for the determination of QA redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v. 79, n. 2, p. 209-218, 2004.
- LIMA, A. F.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; SILVA JUNIOR, F. B.; GOMES, S. P.; MAGALHÃES, C. L. Cultivo do milho irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas. **Irriga**, Botucatu, v. 25, n. 2, p. 347-360, 2020.
- LINS, H. A.; QUEIROGA, R. C. F.; PEREIRA, A. M.; SILVA, G. D.; ALBUQUERQUE, J. R. T. Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de alterações na relação fonte-dreno. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 3, p. 143-149, 2013.
- MASTROGIANNIDOU, E.; CHATZISSAVVIDIS, C.; ANTONOPOULOU, C.; TSABARDOUKAS, V.; GIANNAKOULA, A.; THERIOS, I. Response of pomegranate cv. Wonderful plants to salinity. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, La Frontera, v. 16, n. 3, p. 621-636, 2016.
- MEKAWY, A. M. M.; ASSAHA, D. V. M.; YAHAGI, H.; TADA, Y.; UEDA, A.; SANEOKA, H. Growth, physiological adaptation, and gene expression analysis of two Egyptian rice cultivars under salt stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 87, n. 1, p. 17-25, 2015.
- MENEZES, R. V.; AZEVEDO NETO, A. D.; RIBEIRO, M. O.; COVA, A. M. W. Growth and contents of organic and inorganic solutes in amaranth under salt stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 1, p. 22-30, 2017.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.
- Ó, L. M. G.; COVA, A. M. W.; GHEYI, H. R.; SILVA, N. D.; AZEVEDO NETO, A. D. Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 3, p. 766-774, 2020.
- OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 11, n. 2, p. 1-6, 2015.
- OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PEREIRA, F. H. F.; ARAÚJO, F. N.; PAIVA, E. P.; ALMEIDA, J. P. N. Comportamento fisiológico e crescimento de plantas de melancia sob diferentes concentrações de solução nutritiva. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 439-448, 2016.

OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, H. H. F.; MELO, V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 2592-2603, 2018.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PEREIRA, F. H. F.; SILVA, L. J. S.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S. Trocas gasosas, eficiência fotoquímica e potencial osmótico de plantas de tomate submetidas a condições salinas. **Revista Pesquisagro**, Confresa, v. 3, n. 1, p. 36-51, 2020.

POMPEIANO, A.; LANDI, M.; MELONI, G.; VITA, F.; GUGLIELMINETTI, L.; GUIDI, L. Allocation pattern, ion partitioning, and chlorophyll *a* fluorescence in *Arundo donax* L. in responses to salinity stress. **Plant Biosystems**, Rome, v. 151, n. 4, p. 613-622, 2016.

RIBEIRO, J. E. S.; SOUSA, L. V.; SILVA, T. I.; NOBREGA, J.; FIGUEIREDO, F. R. A. BRUNO, R.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. e6638, 2020.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).

SCHREIBER, V.; BILGER, W.; NEUBAUER, C. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. *In*: SCHULZE, E. D.; CALDWELL, M. M. (ed.). **Ecophysiology of photosynthesis**. Berlin: Springer, 1995. p. 49-70.

SHOUKAT, E.; ABIDEEN, Z.; AHMEDA, M. Z.; GULZARA, S.; NIELSEN, B. L. Changes in growth and photosynthesis linked with intensity and duration of salinity in *Phragmites karka*. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 162, n. 1, p. 504-514, 2019.

SILVA JÚNIOR, E. G.; SILVA, A. F.; LIMA, J. S.; SILVA, M. F. C.; MAIA, J. M. Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon under salinity stress on organic substrates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 12, p. 1149-1157, 2017.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; CHAGAS, K. L. Photosynthetic pigments and leaf water potential in young plants of the coconut palm under water and salt stress. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 63, n. 1, p. 147-157, 2008.

SILVA, E. N.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 69, n. 3, p. 279-285, 2010.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; SILVA-FERREIRA, S. L.; VIEIRA, S. A.; PONTE, L. F. A.; SILVEIRA, A. G. Coordinate changes in photosynthesis, sugar accumulation and anti-oxidative enzymes improve the performance of *Jatropha curcas* plants under drought stress. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 270-279, 2012.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; LUCENA, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, n. 1, p. e54822, 2019.

SLAMA, I.; ABDELLEY, C.; BOUCHEREAU, A.; FLOWERS, T.; SAVOURÉ, A. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. **Annals of Botany**, Oxford, n. 115, v. 3, p. 433-447, 2015.

SOUZA, D. C.; SILVA, S. **Melancia**: Brasil é o quarto maior produtor. Uberlândia: Campos & Negócios Hortifrúti (Online), 2021. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/melancia-brasil-e-o-quarto-maior-produtor/>. Acesso em: 03 out. 2021.

SOUZA, E. R.; RIBEIRO, V. G.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P. Variação de carboidratos em folhas da videira 'Itália' submetida a diferentes de níveis de desfolhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 4, p. 535-539, 2013.

SPERLING, O.; LAZAROVITCH, N.; SCHWARTZ, A.; SHAPIRA, O. Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p. 100-109, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MYLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 858 p.

TANG, X.; MU, X.; SHAO, H.; WANG, H.; BRESTIC, M. Global plant-responding mechanisms to salt stress: physiological and molecular levels and implications in biotechnology. **Journal Critical Reviews in Biotechnology**, Cardiff, v. 35, n. 4, p. 425-437, 2015.

WANG, P.; LI, X.; TIAN, L.; GU, Z.; YANG, R. Low salinity promotes the growth of broccoli sprouts by regulating hormonal homeostasis and photosynthesis. **Horticulture Environment and Biotechnology**, Jeonbuk, v. 60, n. 1, p. 19-30, 2018.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **Analyst**, Kansas, v. 80, n. 1, p. 209-213, 1955.

ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; DIMAS MENEZES, D.; MENEZES, S. M. Gotejamento por pulsos e lâminas de fertirrigação nas relações hídricas do coentro. **Horticultura Brasileira**, Vitória de Conquista, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.