



## TROCAS GASOSAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE CULTIVO DE MELÕES CANTALoupES SOB ESTRESSE SALINO

R. E. M. Lima<sup>1</sup>, L. F. de L. Farias<sup>2</sup>, L. F. de Araújo<sup>3</sup>, M. A. Bezerra<sup>4</sup>

**RESUMO:** Devido ao aumento da área de cultivo de melão cantaloupe na região Nordeste, reflexo da grande demanda internacional, houve uma inserção constante de novos híbridos no mercado, tornando-se necessário o estudo desses materiais em resposta aos problemas de salinidade que afetam a região produtora. O objetivo foi avaliar as trocas gasosas e a eficiência intrínseca de uso da água de novos híbridos de cantaloupes, quando cultivados com águas salinas. As plantas foram cultivadas em Neossolo Quartzarênico, utilizando um sistema com gotejadores de 5,0 Lh<sup>-1</sup>. As variáveis de fotossíntese, transpiração foliar, condutância estomática e eficiência instantânea do uso da água foram avaliadas em plantas dispostas em delineamento de parcelas subdivididas, o qual o fator principal tratou dos níveis de salinidade da água de irrigação: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dSm<sup>-1</sup> e o fator secundário tratou de dois híbridos de melão cantaloupe: Zielo e SV1044. As variáveis foram analisadas no início do cultivo (19 dias após transplante - DAT) e ao final (61DAT). O impacto da salinidade sobre as trocas gasosas foi mais evidenciado na fase final do ciclo da cultura, em que a assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, decresceu com o aumento da salinidade, independente do híbrido em questão.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucumis melo* L., Fotossíntese, Transpiração

## GAS EXCHANGE IN DIFFERENT STAGES OF CANTALoupES MELONS DEVELOPMENT UNDER SALT STRESS

**SUMMARY:** Due to the increase in the area of cantaloupe melon in the Northeast, reflecting the great international demand, there was a constant insertion of new hybrids making it necessary to study these materials at the expense of the salinity problems that affect the producing region. The objective was to obtain information about gas exchange and water use efficiency of new cantaloupe hybrids when cultivated with saline waters. The plants were cultivated in soil classified as Quartzarenic Neosol using a drip system with 5.0 Lh<sup>-1</sup> drippers.

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, CEP: 60511-110, Fortaleza, CE. Fone (85) 3391.7255. E-mail: marlos.bezerra@embrapa.br.

<sup>2</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

<sup>3</sup> Enga Agrônoma, UFC, Fortaleza, CE

<sup>4</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

The variables of assimilation of CO<sub>2</sub> (photosynthesis), leaf transpiration, stomatal conductance and immediate water use efficiency were statistically evaluated from the interpretation of a split-plot design, the main factor being salinity levels: 0.5; 2.0; 3.5 and 5.0 dSm<sup>-1</sup>, and the secondary factor treated two cantaloupe hybrids: Zielo and SV1044. The variables were analyzed at the beginning of the culture (19 days after transplanting-DAT) and at the end (61DAT). The impact of salinity on gas exchange was more evident in the final phase of the crop cycle, where the net assimilation of CO<sub>2</sub> decreased with increasing salinity, regardless of the hybrid in question.

**KEYWORDS:** Cucumis melo L., Photosynthesis, Transpiration

## INTRODUÇÃO

Dentre os 54 tipos diferentes de frutas exportados pelo Brasil no ano de 2014, o melão ocupou o primeiro lugar nas exportações e o terceiro lugar em vendas, com participação de US\$ 154,3 milhões, representando 15,7% dos valores. Para este mesmo ano, em termos de peso líquido do produto, foram exportadas 223,7 mil toneladas de melão, com um crescimento de 13,66%, comparado ao ano anterior (IBRAF, 2017).

O melão cantaloupe é um tipo considerado nobre, caracterizado por apresentar polpa salmão com aroma forte e agradável (ALVES et al., 2000), é produzido em escala mundial e no Brasil tem acrescido expressivamente sua área de cultivo devido à alta demanda nas exportações por maior preferência no mercado internacional, tanto o norte-americano como o europeu.

Devido ao aumento da área de cultivo de melão cantaloupe nessa região, houve uma inserção constante de novos híbridos tornando-se necessário o estudo e conhecimento do comportamento desses novos materiais quando cultivados nessa região, que atualmente é vulnerável à problemas da salinidade da água de irrigação.

Um dos principais problemas enfrentados pelos produtores, além da salinidade da água, é o baixo teor de sólidos solúveis dos frutos. O mínimo de sólidos solúveis exigido pelo mercado europeu e norte-americano equivale à 10 °Brix no ato da colheita, portanto, qualquer alteração seja ela biótica ou abiótica, que afete as trocas gasosas poderá influenciar no acúmulo de açúcares e, conseqüentemente, na qualidade dos frutos.

Mediante o explanado acima, o objetivo foi obter informações sobre trocas gasosas e eficiência de uso da água de novos híbridos de melões cantaloupes quando cultivados com águas salinas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical, coordenadas de 4°10'S e 38°27'W, altitude de 60 m, distante 55 km de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil, com clima classificado como Aw, segundo Köppen, e solo classificado como Neossolo Quartzarênico. A precipitação ao longo do período de avaliação experimental foi monitorada e quantificada em 70,8 mm.

As mudas de meloeiro para ambos os experimentos foram semeadas em bandejas plásticas (polipropileno) de 200 células contendo substrato comercial Forth Condicionador de Floreiras. O preparo da área experimental constou inicialmente de duas gradagens leves. Posteriormente as leiras foram erguidas e espaçadas a cada dois metros e receberam adubação de fundação segundo análise do solo realizada pelo Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical (Tabela 1). Após a adubação de fundação e instalação do sistema de irrigação por gotejo, as leiras receberam um filme de polietileno dupla-face preto e prata (Mulching), com o lado prata voltado para cima.

A área experimental utilizada foi composta de linhas de irrigação disposta no campo de forma aleatória espaçadas a cada 2 m em delineamento de tratamentos do tipo parcelas subdivididas com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando dezesseis parcelas e trinta e duas subparcelas. O fator principal de ordem quantitativa constou de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>), o qual cada nível continha quatro linhas de irrigação representando cada linha uma repetição (16 parcelas). Para obtenção dos níveis 2,0 ao 5,0 dS.m<sup>-1</sup> foi utilizada a água do nível 0,5 dS.m<sup>-1</sup> com adição de cloreto de sódio (NaCl), monitorados com um condutivímetro. O fator secundário de ordem qualitativa foram dois diferentes híbridos de meloeiro cantaloupe (Zielo e SV1044), os quais foram dispostos na linha de irrigação no espaçamento 0,8 m representando a subparcela.

As águas salinas para abastecimento da área experimental foram preparadas e armazenadas de forma independente em caixas d'água de 5.000 L. A tubulação que direcionou as soluções salinas das caixas até a área era de PVC com diâmetro interno de 3/4". Ao chegar na área experimental a tubulação de PVC citada findava com uma estrutura de multiplicação de ductos do tipo "aranha" com seis saídas de 16 mm. Para cada nível salino havia uma "aranha" e a partir dessa saíram quatro linhas de irrigação de polietileno flexível com diâmetro de 16 mm.

As linhas de irrigação possuíam emissores de água autocompensantes com vazão de 5,0 L.h<sup>-1</sup> do modelo Katif® correspondendo a um gotejador por planta. A eficiência de distribuição da água através do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) obtido foi de 95,5%. Para os cálculos da necessidade hídrica da cultura foi utilizada uma planilha eletrônica da Embrapa Agroindústria Tropical, IrrigaMelão. Esta planilha leva em consideração os dados coletados em uma estação do tipo automática para determinação da Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>) segundo metodologia de Penman-Monteith proposta pela FAO (ALLEN et al., 1998). Além da ET<sub>o</sub>, considerou-se os coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) para a cultura do melão determinado para condições do Estado do Ceará (MIRANDA et al., 1999). O produto entre esses dois dados determinou a Evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>). Devido ao sistema utilizado ser pontual um fator de ajuste foi utilizado. Adotou-se a porcentagem de água molhada (PAM) definida como a razão entre a área molhada pelo emissor e a representada pela planta. A partir desses dados foi possível obter a necessidade hídrica da cultura em questão.

As plantas foram fertirrigadas três vezes por semana, seguindo as recomendações do Sistema de Produção de Melão da Embrapa (EMBRAPA, 2010) através de um injetor do tipo Venturi em sistema “by pass”. Os nutrientes utilizados foram provenientes das seguintes fontes de fertilizantes: Nitrogênio (120 kg.ha<sup>-1</sup>) – ureia; Fósforo (120 kg.ha<sup>-1</sup>) – superfosfato simples; Potássio (120 kg.ha<sup>-1</sup>) – cloreto de potássio (branco), FTE BR-12 (50 g.m linear<sup>-1</sup>) como fonte de micronutrientes, e além dos fertilizantes minerais foi utilizado fertilizante orgânico esterco bovino na quantidade de 20.000 L.ha<sup>-1</sup>. A ureia e o cloreto de potássio foram aplicados 100% via fertirrigação até a antepenúltima semana de cultivo, os demais nutrientes foram aplicados em fundação anterior ao transplantio.

As análises de trocas gasosas foram realizadas na fase vegetativa (19 dias após o transplantio - DAT) e na fase de maturação (61DAT). A determinação dessas variáveis foi realizada com um analisador de gás no infravermelho (IRGA) (LCpro, ADC, Hoddesdon, UK), sempre na região mediana das folhas completamente expandidas e fotossinteticamente ativas, totalmente expostas à radiação solar, no período das 10h00min às 11h00min da manhã. As seguintes variáveis foram analisadas: Assimilação líquida de CO<sub>2</sub> – Fotossíntese (*A*); taxa de transpiração foliar (*E*); condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e eficiência instantânea do uso da água – EUA (obtida através da relação entre a assimilação líquida de CO<sub>2</sub> e a taxa de transpiração foliar - *A/E*).

Estatisticamente foi realizada análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos, utilizando o teste F e considerando o delineamento de tratamento do tipo parcelas subdivididas com 8 tratamentos. Mediante o efeito significativo na ANOVA, os tratamentos de natureza

qualitativa foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância, enquanto que os de natureza quantitativa foram submetidos à análise de regressão, com o objetivo de encontrar a equação que melhor representasse a relação entre as variáveis e os tratamentos. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio de softwares estatísticos SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As trocas gasosas, com exceção da condutância estomática, foram influenciadas pelos níveis de salinidade, enquanto não houve influência significativa do fator híbrido nem interação entre os fatores para qualquer das variáveis analisadas.

A assimilação de CO<sub>2</sub> ou taxa fotossintética na fase vegetativa decresceu com o aumento da salinidade da água de irrigação, passando de 24,1 para 20,5  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , expondo uma redução de 3,6  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  entre o menor e maior tratamento (Figura 1).

Na fase de maturação, o decréscimo da assimilação líquida de CO<sub>2</sub> foi mais acentuado e ocorreu a partir de 0,92 dS.m<sup>-1</sup>, ponto de máxima fotossíntese, encontrado pela equação quadrática de regressão. O decréscimo da taxa fotossintética entre o menor e maior nível de CEa na fase de maturação foi na ordem de 7,7  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , aproximadamente o dobro do decréscimo observado na fase vegetativa que foi 3,6  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Na fase vegetativa o decréscimo foi de 3,15% por aumento unitário de CEa, enquanto na fase de maturação essa redução foi de 9,18%.

Por outro lado, ao se comparar os valores de fotossíntese entre a fase vegetativa e a fase de maturação, independente do tratamento salino, houve uma redução dos valores e essa redução entre as fases foi mais significativa nos níveis mais elevados de água salina (Figura 1).

A transpiração foliar foi reduzida de 3,2  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  quando utilizada água de boa qualidade, para 2,6  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  quando utilizada água com salinidade de 5,0 dS.m<sup>-1</sup>, com significância observada apenas na fase de maturação (Figura 1). Na fase vegetativa, os valores médios de transpiração foram de 5,11  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ .

A condutância estomática não sofreu influência para qualquer dos fatores abordados, tendo valores médios de 0,60 e 0,20  $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , respectivamente para as fases vegetativa e de maturação.

A eficiência instantânea de uso da água (EUA) não sofreu influência da salinidade na fase vegetativa, com valor médio de 4,4  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}/\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Na fase de maturação, a EUA só decresceu a partir da salinidade de 1,51 dS.m<sup>-1</sup>, ponto de máximo da equação. Os valores

passaram de  $6,35 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}/\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  ao irrigar as plantas com  $1,51 \text{ dS.m}^{-1}$  para  $5,1 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}/\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  quando irrigadas com  $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$  (Figura 1).

As reduções nas trocas gasosas em função da salinidade têm sido verificadas por diversos autores, e têm sido atribuídas a causas estomáticas e não estomáticas, associadas a efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas e pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, gerando assim distúrbio fisiológico na planta e comprometendo essas variáveis (BEZERRA et al., 2005; LARCHER, 2006). Essa redução pode ser moldada pelo nível de estresse a que foi submetido a planta (FERNANDES et al., 2010; STEPIEN & KLOBUS, 2006). Silva et al. (2011) afirmam que a exposição prolongada aos sais tem sido apontada como principal causadora de danos às estruturas de enzimas e membranas, interferindo diretamente na assimilação líquida de  $\text{CO}_2$ .

Concordando com os valores de trocas gasosas observados nesse estudo, Lúcio et al. (2013), avaliando respostas fisiológicas de meloeiro sob estresse salino, observaram que a assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  foi decrescente com a elevação da salinidade, porém os valores observados pelos autores foram inferiores ao encontrados nesse estudo para todos os níveis salinos entre  $0,5$  e  $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$ , possivelmente essa inferioridade tenha se dado pelo fato dos autores cultivarem as plantas em vasos enquanto aqui as plantas foram conduzidas em campo.

## CONCLUSÕES

O impacto negativo da irrigação com água salina na assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  foi observado desde de o início do cultivo até o final, porém mais expressivo na fase final do ciclo da cultura.

## AGRADECIMENTOS

Ao INCTsal, a CAPES e a EMBRAPA por tornar possível a execução desse estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration. Rome: FAO, 1998.

ALVES, R.E.; PIMENTEL, C.R.; MAIA, C.E.; CASTRO, E.B.; VIANA, F.M.; COSTA, F.V.; ANDRADE, G.G.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALMEIDA, J.H.S.; MENEZES, J.B.; COSTA, J.G.; PEREIRA, L.S.E. Manual de melão para exportação. Brasília: Embrapa, 2000. 51p.

BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão precoce sob estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, p. 90-94, 2005.

EMBRAPA Semiárido. Sistemas de Produção de Melão, 5. ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica. 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melao>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

FERNANDES, O.B.; PEREIRA, F.H.F.; ANDRADE JÚNIOR, W.P.; QUEIROGA, R.C.F.; QUEIROGA, F.M. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. Caatinga, v.23, n.3, p.93-103, 2010.

IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 09 mar. 2017.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RIMA, 2006. 550p.

LÚCIO, W.S.; LACERDA, C.F.; MENDES FILHO, P.F.; HERNANDEZ, F.F.F.; NEVES, A.L.R.; GOMES FILHO, E. Crescimento e respostas fisiológicas do meloeiro inoculado com fungos micorrízios arbusculares sob estresse salino. Semina: Ciências Agrárias, v.34, p.1587-1602, 2013.

SILVA, J.L.A.; ALVES, S.S.V.; NASCIMENTO, I.B.; SILVA, M.V.T.; MEDEIROS, J.F. Evolução da salinidade em solos representativos do agropolo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. Agropecuária Científica no semiárido, v.7, n.4, p. 26-31, 2011.

STEPIEN, P.; KLOBUS, G. Water relations and photosynthesis in *Cucumis sativus* L. leaves under salt stress. Biologia Plantarum, v. 50, n. 4, p. 610- 616, 2006.

TABELA 1. Análise de solos para área experimental

Camada cm	pH H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	AL <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	V	P
		.....cmolc.kg <sup>-1</sup> .....								%	mg/dm <sup>3</sup>
0-30	6,3	0,40	0,40	0,07	0,13	0,10	1,16	1,00	2,20	45,00	9,00
	CE	PST	C	N	MO	C/N	Dg	Dp	U-CC	U-PMP	H <sub>2</sub> O
	dS.m <sup>-1</sup>	%	.....g.Kg <sup>-1</sup> .....				.....g.cm <sup>-1</sup> ...		.....g.100g <sup>-1</sup> .....		
	0,29	3,00	2,28	0,19	3,93	12,00	1,76	2,63	2,98	2,00	0,98

SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação por base; m: saturação por alumínio; CE: Condutividade elétrica; PST: Porcentagem de sódio trocável; MO: Matéria orgânica; Dg: Densidade global; Dp: Densidade das partículas; U-CC: Umidade na capacidade de campo (0,033MPa); U-PMP: Umidade ponto de murcha permanente (1,5MPa); H<sub>2</sub>O: Água útil.

FIGURA 1. Assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), Transpiração foliar (B) e Eficiência instantânea de uso da água (C) em função do fator salinidade da água de irrigação (CEa) para a Fase Vegetativa (fv) e Fase de Maturação (fm).

